



João Miguel dos Santos Almeida Nunes

MODELO DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE INTEGRADO E GLOBAL PARA ECOSISTEMAS FLORESTAIS: BIOENERGIA, PRODUTOS DERIVADOS DE MADERIA E CO-PRODUTOS

Tese de Doutoramento em Biociências, especialidade em Ecologia, orientada por Professora Doutora Helena Maria de Oliveira Freitas do Departamento de Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e co-orientação do Professor Doutor José Luis García Fierro do Instituto de Catálisis e Petroleoquímica do Conselho Superior de Investigación Científica de Espanha e apresentada ao Departamento de Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Setembro de 2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE INTEGRADO E
GLOBAL PARA ECOSISTEMAS FLORESTAIS: BIOENERGIA,
PRODUTOS DERIVADOS DE MADEIRA E CO-PRODUTOS**



João Miguel dos Santos Almeida Nunes

Setembro – 2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Tese de Doutoramento em Biociências,
especialidade em Ecologia, orientada por
Professora Doutora Helena Maria de Oliveira Freitas
do Departamento de Ciências da Vida da Faculdade
de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e
co-orientação do Professor Doutor José Luis García Fierro
do Instituto de Catálisis e Petroleoquímica do Conselho
Superior de Investigación Científica de Espanha e
apresentada ao Departamento de Ciências da Vida da Faculdade
de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Este projeto foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), pelo Fundo Social Europeu, através do Programa Operacional Potencial Humano (POPH), e pela Sonae Indústria P.D.C.M., S.A., com a referência SFRH/BDE/33435/2008



*Pelo tempo que Vos tenho “roubado” em favor dos “papeis”,
deixo um sentido obrigado.*

*"A floresta não é só árvores."
João Nunes*

*"Um investigador tem de ter a ideia do mercado, saber expor para quem não percebe e transcrever a sua
ideia para um papel em branco."
João Nunes*

*"Não há fatos eternos, como não há verdades absolutas."
Friedrich Nietzsche*

*"A experiência é o nome que todos dão aos seus erros."
Oscar Wilde*

*"Acreditar em algo e não o viver é desonesto."
Mahatma Gandhi*

Agradecimentos

O tema desta dissertação está associado ao caminho da minha vida. Cresci e fui educado num ambiente rural e no seio da floresta, aprendendo nestes contextos alguns ensinamentos “puros” que me transmitiram a sensibilidade, a experiência e o conhecimento da Natureza. Esta fase da minha vida transmitiu-me a consciência das necessidades sociais e uma profunda vontade de não contrariar a Natureza com o uso da tecnologia, mas sim aproveitar o que de melhor ela pode dar. Desde jovem, evolui no seio industrial produtivo e da competitividade económica à escala local e global. Esta passagem foi importante para que tenha iniciado a minha formação académica em Engenharia Mecânica, na especialidade de Energia e Ambiente e adquirido conhecimento ao nível económico. Nos últimos dez anos, o contacto estabelecido com os temas apresentados nesta dissertação foi intenso e motivador e, na formação académica, em particular nos últimos seis anos, comecei por investigar o tema aqui apresentado. Esta dissertação é, assim, uma conclusão de um caminho “desenhado” na minha juventude. Todos os principais Professores com que trabalhei, desde o meu início tecnológico e florestal até ao presente - o meu Pai e os Professores Rui Figueiredo, José Carlos Góis, Fausto Freire, Paulo Ferrão, José Fierro e Helena Freitas – foram extremamente importantes para ter conseguido as competências e capacidades transversais exigidas num tema que aparentemente é vulgarizado na sua interpretação e análise mas que na essência è realmente complexo - a sustentabilidade integrada das dimensões ambiente, económica e social.

Expresso o meu reconhecimento mais profundo à Professora Helena Freitas pelo acreditar na importância deste trabalho e por ter apoiado numa fase da dissertação que originou uma mudança, mas que permitiu manter uma causa. Não posso deixar de agradecer também o apoio e cooperação em outros projetos e desafios.

Ao Eng. Pinto de Sousa um agradecimento especial pela partilha de experiência e de conhecimento do setor florestal, no contexto da competitividade empresarial e global, e pela orientação empresarial e disponibilidade em ouvir e analisar “*ideias malucas*” mas com um sentido próprio de diferenciação e de estar na linha da frente ao nível da inovação e tecnologia.

Ao Professor Fierro “*muchas gracias*” por todo o carinho, atenção e amabilidade na co-orientação e apoio na vertente de conversão de recursos florestais em bio-produtos através de sistemas avançados (biorrefinarias).

Ao Pai que me transmitiu o testemunho da sua experiência vivida no “mundo” da indústria produtiva, tecnologia, biomassa e energia.

À família por todo o apoio. Todos os seus ensinamentos e testemunhos foram extremamente importantes a ultrapassar barreiras e problemas, que se atravessaram no decorrer desta dissertação.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia pelo apoio financeiro na bolsa de doutoramento empresarial e pela criação desta nova tipologia de apoio à investigação que permite o desenvolvimento de trabalhos técnico-científicos importantes e com maior capacidade de transferência de conhecimento para a sociedade num curto espaço de tempo.

À Sonae Indústria P.D.C.M. – S.A. pelo co-financiamento da bolsa, por ter aceite o desafio que lhe foi colocado pela presente dissertação e pela disponibilização de dados muito importantes, para analisar e avaliar as cadeias de valor florestal associadas à produção de painéis aglomerados de madeira e MDF.

A todos os recursos humanos da empresa Sonae Indústria pelo “aglomerado” de conhecimentos e experiência no setor florestal e pela disponibilidade e partilha de tempo em me ouvir e responder a questões, assim como, no desenvolvimento de novas aplicações e soluções de produtos derivados de madeira. O contato com pessoas muito experientes e com um longo trabalho associado à floresta foi muito importante para ganhar sensibilidade sobre a floresta.

Aos Professores e Investigadores dos principais Centros Tecnológicos e Universidades Internacionais com quem trabalhei e partilhei conhecimento nesta área, nomeadamente o Instituto de Catálisis e Petroleoquímica do Conselho Superior de Investigación Científica de Espanha, Universidade do País Basco, IKERLAN, Universidade de Jaén e Instituto de Biofísica do Conselho Nacional de Investigación Italiano.

Aos investigadores do Centro de Ecologia Funcional da Universidade de Coimbra, pelo apoio, partilha de conhecimentos no campo da ecologia e receção acolhedora e aberta.

Ao Eng. António Campos pelas suas causas sociais, apoio, partilha de momentos, amizade e discussão profunda dos problemas ao nível florestal e da sociedade.

Ao Eng. Luís Coutinho pelo apoio incondicional e interesse demonstrado por esta investigação e por toda a amabilidade que prestou noutros trabalhos realizados anteriormente.

Ao Prof. José Reis pela disponibilidade e apoio na ligação aos docentes da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, e ao Prof. Luís Neves pelos conselhos e disponibilidade ao nível das questões da análise multi-critério.

Às empresas, produtores e exploradores florestais, pessoas locais e aos que me ajudaram no contacto com o setor florestal suíço – Sra. Maria Manuela e o Sr. António Manuel – pois foram muito importantes na análise e conhecimento profundo de um ecossistema florestal dinâmico e competitivo, mas que acima de tudo, aposta muito no uso sustentável dos recursos do seu território como fator de diferenciação, sobrevivência futura e competitividade económica.

A todas as entidades florestais e industriais que colaboram e tornaram possível a realização do inventário ao longo de sete anos, nomeadamente: Indústrias (Madicampos, Lda.); Serrações (Lindio & Moreira dos Santos, Lda., Pedrosa e & Irmão, Lda. e Paulo & Cunha, Lda.); Madeiros (Sr. Pedro Bandeira, Sr. Jorge Bandeira e Sr. José António Marques); Produtores florestais (Sr. Paulo Serra e Sr. Adelino Campos); e Transportadoras de madeira (Amaral & Frias, Lda. e Transoliveira, Lda.).

Às delegações regionais dos ministérios da Economia pela disponibilidade e atenção nos meus pedidos de informações que permitirão obter uma “imagem” da distribuição das empresas de exploração florestal existentes em Portugal.

À Áurea Matias e Filipe Afonso pelas preciosas revisões.

Ao João Malça, o meu primeiro colega e amigo de investigação, pelo apoio, conselhos, trocas de ideias e pensamentos.

A todos os meus amigos, colegas de curso e de laboratório e recursos humanos da BLC3, que ajudaram e apoiaram neste caminho.

Este é certamente um tema controverso e de difícil consenso generalizado, sendo que ao longo do trabalho desenvolvido, ganhou adeptos críticos em termos positivos como em termos negativos. Os dois lados “da moeda” foram extremamente importantes para o desenvolvimento desta dissertação e tema complexo. Por isso agradeço aqui a todos os

críticos que questionaram e ao mesmo tempo pensaram sobre o que é mesmo a sustentabilidade e se a floresta deve e pode ser explorada de forma desorganizada e sem reflexão sobre todas as funções – bens e serviços – que esta dispõe e oferece para a manutenção do planeta.

Porque foram muitos os que me apoiaram e contatei neste trabalho e porque me posso ter esquecido de alguns de vocês neste momento, em algum dia me irei lembrar certamente de Vós e da forma como me ajudaram e contribuíram para este trabalho.

É finalizado com um agradecimento especial à Carolina pela paciência e apoio ao longo de tantas horas de trabalho e tão pouco tempo disponível para a componente pessoal.

Resumo

Compete aos silvicultores e gestores de recursos naturais assegurar o equilíbrio entre objetivos conflitantes no desenvolvimento de planos pelo uso do território. Os conflitos podem englobar objetivos económicos, ambientais, sociais, culturais, técnicos e muitos outros. Selecionar a melhor combinação de processos, em cadeias de valor complexas e compostas por numerosos objetivos, é difícil e desafiador. Os modelos Multicritério de Decisão fornecem um meio sistemático para comparar vantagens e desvantagens, e selecionar alternativas que melhor satisfazem os objetivos do decisor. A conciliação deste com a abordagem da metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida e os critérios e indicadores de sustentabilidade são uma mais-valia para o desenvolvimento de um modelo de avaliação, quer pelo contexto de ciclo de vida completo e sistema, como pela compacidade comparativa que confere. É importante ainda ter em consideração os princípios florestais e os princípios da abordagem ecossistémica.

O principal objetivo do presente trabalho consiste no desenvolvimento de um modelo de apoio à decisão aplicado à avaliação de sustentabilidade integrado para os ecossistemas florestais com potencial de aplicação à escala global. Este modelo consiste na avaliação e na comparação multicritério das alternativas de gestão e exploração florestal ao nível das principais cadeias de valor, e de acordo com os princípios de base definidos na conferência da Nações Unidas em 1972 para o conceito Sustentabilidade. Apresenta um particular interesse devido aos problemas de desequilíbrio das atividades económicas, de competição pelos recursos e de definição de cascatas de valor.

Realizou-se primeiro uma análise sobre a realidade da atividade económica da floresta portuguesa, concluindo-se que os povoamentos de pinheiro bravo diminuíram significativamente nos últimos anos a uma taxa de 17,5 mil/ha/ano e os eucaliptos cresceram a uma taxa de 6,3 mil ha/ano. Caso não exista nenhuma alteração, os povoamentos de eucaliptos serão o ecossistema predominante da floresta portuguesa nas próximas décadas: em 2029 existirão 529,0 mil ha no terceiro corte e que apresentarão menor interesse económico. Além disso, verificou-se que a introdução dos “*pellets*” em Portugal ocorreu de forma muito rápida. Portugal é o país do mundo com maior capacidade instalada por cada 1 milhão de hectare de floresta, com 305.300,0 ton/1 milhão ha floresta e a Europa 19.500,0 ton/1 milhão ha floresta. O balanço comercial em Portugal da atividade relacionada com a floresta e madeira é de aproximadamente 1.503,8

milhões €/ano. Portugal aparece, em 2012, na 5ª posição do TOP 25 dos países com maior balanço económico entre exportações e importações, com um balanço de 185,5 US\$/per capita e a 2ª posição em termos US\$/ha de floresta. Contudo, os incêndios florestais apresentam uma perda económica média anual 961,3 - 1.007,5 milhões euros, com um impacto de 63,9% a 70,0% na balança comercial. Tendo em consideração os problemas das externalidades negativas dos incêndios florestais, Portugal passaria de 2.º lugar no ranking de produtividade US\$/ha floresta para 7.º.

No presente estudo desenvolveu-se uma ferramenta de apoio à decisão e de avaliação para ecossistemas florestais, denominada por “*Forest GTS: Forest Global True Sustainability*”. Tendo-se verificado que a definição de critérios mínimos é a solução para alcançar uma ferramenta de apoio à decisão com potencial de aplicação à escala global, conseguiu-se, através do cruzamento de 15 processos e esquemas identificados como os mais importantes a nível internacional, definir um conjunto de 15 critérios ambientais, 7 económicos e 14 sociais, os quais originaram 37 indicadores ambientais, 14 económicos e 22 sociais. A *Forest GTS* é assim uma ferramenta poderosa de avaliação de sustentabilidade para ecossistemas florestais e que poderá funcionar como um “*umbrela*” aos sistemas de certificação florestal, permitindo ainda a avaliação entre sistemas energéticos e de transformação de madeira. Apresenta também potencial de aplicação no suporte à decisão de políticos, entidades governamentais, empresas e outros agentes a avaliar o grau de sustentabilidade de uma ou diversas cadeias de valor florestais. A globalização da *Forest GTS* a um contexto europeu permitiria a definição da cascata de valor da floresta europeia, o dimensionamento de mercado de exploração dos recursos e a definição de prioridades de industrialização ou re-industrialização. A *Forest GTS* foi desenvolvida com base na metodologias “*Analytic Hierarchy Process, AHP*” e “*Multi-Attribute Utility Theory, MAUT*” com a integração da Avaliação de Ciclo de Vida.

São modelados cenários que têm como objetivo descrever a evolução, posição e prever o resultado de alternativas possíveis de exploração e suas consequências para as características da floresta. Esta metodologia é aplicada à gestão integrada da floresta da região centro de Portugal tendo como unidade funcional 1 ha representativo da predominância ecológica e económica da região (povoamentos de matos e incultos, pinheiro bravo e eucaliptos). Foi possível obter informação para 92,1% dos indicadores ambientais, 92,8% dos económicos e 68,2% dos sociais da *Forest GTS*, para as principais

cadeias de valor da região centro. Apesar dos anos de inventário realizado no presente estudo verificou-se que existe falta de informação importante para garantir o cálculo de todos os indicadores. Avaliaram-se 18 cadeias de valor existentes e mais 3 cenários novos de exploração dos ecossistemas florestais da região centro de Portugal. Os novos cenários são modelados com base na informação obtida em dois projetos de investigação na área das biorrefinarias – o BioREFINA-Ter – e na área dos aglomerados técnicos – o Woodcare.

O presente estudo conclui que 61,0% das principais cadeias de exploração económica da floresta da região centro são sustentáveis. O valor médio do índice de avaliação de sustentabilidade para o ano 2013, $I_{GTS,2013}$, é de 51,0. As cadeias de valor energéticas de exploração de rolaria de pinheiro bravo e todas as cadeias de valor com origem em povoamentos de eucaliptos obtiveram um desempenho insustentável, ou seja, apresentaram um $I_{GTS,2013}$ inferior a 50,0. Caso não haja nenhuma alteração face ao atual, os povoamentos de eucaliptos serão os principais e dominantes da região centro, perspetivando-se, com base nos resultados obtidos pelo modelo da *Forest GTS* que irão existir problemas de sustentabilidade nos ecossistemas florestais da região centro de Portugal.

Identificaram-se também oportunidades de melhoria de exploração dos ecossistemas da região centro de Portugal, através da implementação de novos cenários de exploração económica dos ecossistemas de matos e incultos (que apresentam implicações significativas ao nível dos grandes incêndios florestais) e de povoamentos de pinheiro bravo. Exemplo desses novos cenários seria uma aposta pelas biorrefinarias ao nível dos Matos e Incultos e resíduos florestais e no desenvolvimento de mercados de aplicação técnica para aglomerados de madeira com aplicação no setor da qualidade do ar interior de edifícios.

Palavras-chave: ECOSSISTEMAS FLORESTAIS; USO SUSTENTÁVEL DO TERRITÓRIO; ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE INTEGRADO; CRITÉRIOS E INDICADORES; TOMADA DE DECISÃO MULTI-CRITÉRIO

Abstract

Forest owners and natural resource managers have the responsibility to ensure an equilibrium between conflicting objectives of the development of land use strategies. Conflicts may include economic, environmental, social, cultural, technical, and many others objectives. It is difficult and challenging to select the best combination of processes in complex value chains aiming at numerous targets. Models of Multi-criteria Decision provide a systematic mean to compare advantages and disadvantages, and to select alternatives that best meet the objectives of the decision maker. This model, together with sustainability criteria and indicators and a Life Cycle Assessment approach, consists of a valuable asset for the development of an evaluation model, whether by the perspective of a complete life cycle and system, or by the comparative compactness it provides. It is also important to take into account the forestry and the ecosystem approach principles.

The main goal of the present work is to develop a decision support model applied to an integrated sustainability assessment for forest ecosystems, with potential for worldwide application. This model is based on a multi-criteria evaluation and comparison of forest management and exploitation alternatives in the main value chains, and according to the basic principles set out in the United Nations conference in 1972, for the Sustainability concept. This subject is particularly interesting due to problems arising from an imbalance in economic activities, from resource competition and from establishment of value's cascade.

An analysis on the actual economic activity of the Portuguese forest was primarily performed, leading to the conclusion that maritime pine stands have decreased significantly over the past years at a rate of 17,500.0/ha/year as opposed to eucalyptus which have grown at a rate of 6,300.0 ha/year. The stands of eucalyptus trees will be the predominant ecosystem of the Portuguese forest in the coming decades, if nothing is changed compared to the present: in 2029, there will be 529,000.0 ha in the third cut, which will present lower economic interest. Furthermore, the introduction of pellets in Portugal occurred at a fast rate. Portugal has the largest installed capacity in the world per 1 million hectare of forest, with 305,300.0 ton/1 million ha forest, as opposed to Europe that merely reaches 19,500.0 ton/1 million ha forest. The trade balance in Portugal related to forest and timber activity is 1,503.8 million €/year.

In 2012, Portugal was in the 5th position of the TOP 25 countries with the greatest economic balance between exports and imports, with a balance of 185.50 US\$ per capita, and in the 2nd position in terms of US\$/ha of forest. However, forest fires have an average annual economic loss of 961.3 to 1,007.5 million euro, and an impact of 63.9% to 70.0% in the trade balance. Considering the problems in the negative externalities of forest fires, Portugal would stand at the 7th place of the US productivity/ha forest ranking as opposed to the 2nd place originally occupied.

In the present study, a supporting tool for decision making and evaluation of forest ecosystems was developed, denominated "*Forest GTS: Global Forest True Sustainability*". In order to achieve a supporting tool with potential for global implementation, a minimum criteria definition must be met. A set of 15 environmental, 7 economic and 14 social parameters were defined, through the conjunction of 15 different processes and schemes identified as the most important at an international level, therefore allowing the generation of 37 environmental, 14 economic and 22 social indicators. *Forest GTS* is thereby a powerful tool of sustainability assessment for forest ecosystems, which may function as an "umbrella" to forest certification systems, and yet allowing the assessment of energy systems and wood processing. It also presents a potential for application in supporting decisions of politicians, governmental entities, companies and other stakeholders to assess the sustainability degree of one or several forestry value chains. The globalization of *Forest GTS* at a European level would allow the definition of a cascade of value for the European forest, the scaling of resource exploitation market and the establishment of industrialization or re-industrialization priorities. *Forest GTS* was developed on the basis of "*Analytic Hierarchy Process, AHP*" and "*Multi-Attribute Utility Theory, MAUT*" methodologies in conjunction with Life Cycle Assessment.

Scenarios can be modeled in order to describe the evolution, position and to predict the outcome of possible alternatives for the exploration and its consequences for the forest characteristics. This methodology is applied to the integrated management of the forest of the central region of Portugal, having as the functional unit 1ha of forest, that represents this region in terms of ecological and economic predominance (stands of woods and heath land, maritime pine and eucalyptus). It was possible to obtain information on 92.1% of the environmental indicators, 92.8% of the economic indicators and 68.2% of the social indicators from *Forest GTS*, for the most important value chains in the central region. Despite the years of inventory used in this study, it was found that there is a lack of

relevant information to ensure the calculation of all indicators. Eighteen existing value chains and 3 more new scenarios of exploitation of the forest ecosystems of the Portuguese central region were evaluated. The new scenarios were modeled based on the information obtained in two research projects in the areas of biorefineries– the BioREFINA-Ter– and technical wood products– the Woodcare.

It was concluded from the present study that 61.0% of the main chains of economic exploitation of the forest in the central region of Portugal are sustainable. The average index value of sustainability assessment for the year of 2013, $I_{GTS,2013}$, was 51.0. The energy value chains of exploitation of maritime pine round wood and all the value chains originated from stands of Eucalyptus proved to have an unsustainable performance, i.e., presented an $I_{GTS,2013}$ of less than 50.0. If no change occurs concerning the actual scenario, the stands of eucalyptus will be the main and predominant stands in the center region. Based on the results obtained using the *Forest GTS* model, it is predicted that the sustainability in forest ecosystems in the Portuguese central region will be therefore a problematic issue.

Several opportunities to improve the exploitation of the ecosystems in the central region of Portugal were also identified by the implementation of new scenarios of economic exploitation of woods and heathland ecosystems (that have significant implications for any large wildfires) and stands of maritime pine. New scenarios could be achieved by strongly focusing on biorefineries based on woods, heathland and forest residues and by promoting the development of markets for technical application of wood based products applied in the sector of air quality inside buildings.

Keywords: FOREST ECOSYSTEMS; SUSTAINABLE USE OF THE TERRITORY; INTEGRATED SUSTAINABILITY INDEX; CRITERIA AND INDICATORS; MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING

Índice

AGRADECIMENTOS.....	X
RESUMO	XIV
ABSTRACT	XVII
ÍNDICE	XXI
ÍNDICE DE TABELAS.....	XXV
ÍNDICE DE FIGURAS	XXVII
1. ECOSISTEMAS FLORESTAIS E MÉTODOS DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE: ESTADO DA ARTE.....	1
PARTE I – ECOSISTEMAS FLORESTAIS E SUA GESTÃO.....	1
1.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E POLÍTICAS FLORESTAIS E ENERGÉTICAS.....	1
1.1.1. <i>Política estratégica europeia para a próxima década.....</i>	2
1.1.2. <i>As políticas do setor florestal.....</i>	4
1.1.3. <i>Políticas no setor energético com impacto em ecossistemas florestais.....</i>	6
1.2. A GESTÃO GLOBAL DOS RECURSOS E O POSICIONAMENTO EUROPEU E PORTUGUÊS.....	7
1.2.1. <i>Disponibilidade, dependência e utilização de recursos a nível internacional: comparação com Portugal.....</i>	8
1.2.2. <i>Território florestal.....</i>	11
1.2.3. <i>Bioenergia.....</i>	12
1.2.4. <i>Produtos florestais.....</i>	16
1.2.5. <i>A certificação florestal e a utilização de critérios e indicadores na gestão global dos ecossistemas florestais.....</i>	18
PARTE II – METODOLOGIAS DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO.....	22
1.3. METODOLOGIAS E FERRAMENTAS DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS ECOSISTEMAS FLORESTAIS.....	22
1.3.1. <i>Avaliação de impacto sustentável.....</i>	27
1.3.1.1. <i>Avaliação de Ciclo de Vida.....</i>	32
1.3.1.1.1. <i>Avaliação de Ciclo de Vida – Social (ACV-S).....</i>	35
1.3.1.1.2. <i>Avaliação de Custo de Ciclo de Vida (ACCV).....</i>	37
1.3.2. <i>Análise custo-benefício (ACB).....</i>	38
1.3.3. <i>Crítérios e indicadores.....</i>	38
1.3.4. <i>Modelos de apoio à tomada de decisão: “Multi-criteria Decision Making” (MCDM).....</i>	42
1.3.4.1. <i>O conceito básico.....</i>	45
1.3.4.2. <i>“Data Envelopment Analysis, DEA”.....</i>	47
1.3.4.3. <i>“Analytic Hierarchy Process, AHP”.....</i>	48
1.3.4.4. <i>“Multi-Attribute Utility Theory, MAUT”.....</i>	51
1.3.4.5. <i>“Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis, SMAA”.....</i>	52
1.3.4.6. <i>“Outranking”.....</i>	52
1.3.4.7. <i>“Voting”.....</i>	55
1.3.4.8. <i>Aplicações e limitações da MCDM na gestão e exploração florestal.....</i>	57
1.4. NOTA CONCLUSIVA.....	59
1.5. MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO.....	59
1.6. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	64
2. O POSICIONAMENTO DO SETOR FLORESTAL PORTUGUÊS A NÍVEL INTERNACIONAL E O IMPACTO DAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS NA BALANÇA COMERCIAL.....	67

2.1. INTRODUÇÃO	68
2.1.1. Fluxo de massa dos principais produtos florestais.....	72
2.1.2. O setor florestal português	75
2.1.3. Caracterização do setor industrial associado à floresta Portuguesa.....	80
2.2. MÉTODOS E MATERIAIS.....	86
2.3. RESULTADOS.....	87
2.3.1. Balanço comercial sem o impacto das externalidades da floresta e comparação do setor florestal português com as principais regiões económicas	87
2.3.1.1. Produção de madeira, derivados de madeira e combustível por região económica.....	88
2.3.1.2. Comércio de produtos florestais e balança comercial a nível internacional e em Portugal.....	90
2.3.1.1. Identificação dos 25 países com maior atividade comercial de produtos florestais. O posicionamento português.....	94
2.3.2. Externalidades negativas da floresta portuguesa (incêndios florestais)	96
2.3.2.1. Custos sociais de combate aos incêndios.....	97
2.3.2.2. Custos com a prevenção de incêndios florestais.....	97
2.3.2.3. Custos pela perda de produção de bens lenhosos, não lenhosos e outros	98
2.3.2.4. Custos extraordinários com os incêndios florestais.....	100
2.3.2.5. Outros intangíveis.....	100
2.3.3. Balanço económico líquido: balanço comercial e externalidades negativas (incêndios)	101
2.4. DISCUSSÃO	102
2.5. CONCLUSÕES	104
3. ASPECTOS FUNDAMENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE.....	107
3.1. INTRODUÇÃO	108
3.2. MÉTODOS.....	111
3.3. RESULTADOS.....	113
3.3.1. Etapa 1: Identificação dos sistemas de certificação existentes com interesse, direto e indireto, para ecossistemas florestais.....	113
3.3.1.1. Sistemas de certificação florestal.....	113
3.3.1.2. Sistemas de certificação de biomassa	116
3.3.1.3. Sistemas de certificação de culturas energéticas e de biomassa.....	117
3.3.1.4. Sistemas de certificação no setor da energia.....	117
3.3.1.5. Os sistemas de certificação relacionados com o comércio de emissões	119
3.3.1.6. Outros mecanismos e sistemas de certificação	120
3.3.1.6.1. Rotulagem energética e “ecodesing”	120
3.3.1.6.2. Normas CEN.....	121
3.3.1.6.1. Normas ISO	121
3.3.1.6.1. Iniciativa industrial “Iniciativa Wood Pellet Buyers”	122
3.3.1.6.1. Propostas científicas e de ONG’s	122
3.3.2. Etapa 2: Análise aos principais sistemas e esquemas de certificação de âmbito florestal e de gestão de recursos.....	123
3.3.3. Etapa 3: Critérios e indicadores de sustentabilidade mais importantes para o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação	126
3.3.4. Etapa 4: Interesses e barreiras para a implementação de sistemas de avaliação à escala global.....	130
3.3.5. Etapa 5: Seleção das aspetos fundamentais para o desenvolvimento de um modelo com potencial de aplicação à escala global no contexto dos principais organismos internacionais	132
3.4. DISCUSSÃO	137
3.5. CONCLUSÕES	139
4. METODOLOGIA E FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO PARA A GESTÃO DE ECOSISTEMAS FLORESTAIS E COM PONTENCIAL DE APLICAÇÃO À ESCALA GLOBAL: ÍNDICE INTEGRADO DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE.....	141
4.1. INTRODUÇÃO	141

4.2.	PROPOSTA DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE INTEGRADO COM POTENCIAL DE APLICAÇÃO À ESCALA GLOBAL	147
4.2.1.	<i>Objetivos do modelo de avaliação</i>	148
4.2.2.	<i>Método de cálculo e composição do índice de avaliação</i>	150
4.2.2.1.	<i>Fluxograma de cálculo</i>	157
4.2.3.	<i>Seleção dos princípios, critérios e indicadores de avaliação</i>	158
4.2.3.1.	<i>Princípios</i>	159
4.2.3.2.	<i>Critérios e indicadores mínimos de avaliação de sustentabilidade à escala global</i>	161
4.3.	CONCLUSÕES	171
5.	ANÁLISE DO DESEMPENHO DE SUSTENTABILIDADE DA EXPLORAÇÃO DO ECOSISTEMA FLORESTAL DA REGIÃO CENTRO DE PORTUGAL COM APLICAÇÃO DA FOREST GTS: CADEIAS DE VALOR ATUAIS E NOVOS SISTEMAS	174
5.1.	INTRODUÇÃO	175
5.2.	MÉTODOS E MATERIAIS	179
5.2.1.	<i>Abordagem Forest GTS</i>	179
5.2.2.	<i>Área de estudo</i>	181
5.2.3.	<i>Modelação das cadeias de exploração</i>	182
5.2.3.1.	<i>Ambito e objetivo</i>	182
5.2.3.2.	<i>Definição das cadeias de valor e fronteira do sistema</i>	183
5.2.3.1.	<i>Existentes</i>	184
5.2.3.2.	<i>Novos cenários</i>	191
5.2.3.3.	<i>Fontes de informação</i>	192
5.2.3.4.	<i>Qualidade dos dados</i>	193
5.2.3.5.	<i>Hipóteses consideradas</i>	193
5.2.4.	<i>Inventário de ciclo de vida</i>	195
5.3.	RESULTADOS	196
5.3.1.	<i>Aplicação às cadeias de valor existentes</i>	204
5.3.2.	<i>Aplicação a novos cenários de utilização</i>	215
5.3.2.1.	<i>Biorrefinarias</i>	215
5.3.2.2.	<i>Novos derivados de madeira</i>	219
5.4.	DISCUSSÃO	223
5.5.	CONCLUSÕES	224
6.	CONCLUSÕES GERAIS E TRABALHOS FUTUROS	227
6.1.	CONCLUSÕES GERAIS	227
6.2.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	231
6.3.	TRABALHOS FUTUROS	232
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	I
	<i>ANEXO I.1</i>	<i>A</i>
	<i>A. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL</i>	<i>A</i>
	<i>B. ECOSISTEMAS FLORESTAIS, SUSTENTABILIDADE FLORESTAL E FLORESTAS BIOENERGÉTICAS NA UNIÃO EUROPEIA</i>	<i>E</i>
	<i>ANEXO I.2</i>	<i>N</i>
	<i>ANEXO II.1</i>	<i>Q</i>
	<i>ANEXO II.2</i>	<i>R</i>
	<i>ANEXO II.3</i>	<i>S</i>
	<i>APÊNDICE I.1</i>	<i>T</i>
	<i>APÊNDICE I.2</i>	<i>EE</i>
	<i>APÊNDICE I.3</i>	<i>HH</i>
	<i>APÊNDICE II.1</i>	<i>NN</i>

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 Metas e indicadores-chave de monitorização do desenvolvimento sustentável: UE <i>versus</i> Portugal (dados recolhidos em: Eurostat, 2013; e GP, 2013)	3
Tabela 1.2 Instrumentos políticos da UE em relação aos ecossistemas florestais	6
Tabela 1.3 Tipos de uso do território e relação com a produção de matérias-primas para o setor da transformação e bioenergético e classificação do fluxo de massa	15
Tabela 1.4 Considerações atuais sobre avaliações de impacto	27
Tabela 1.5 Ferramentas de avaliação de sustentabilidade (Marimon, 2010)	30
Tabela 1.6 Escalas alternativas para converter comparações verbais de critérios de decisão em rácios numéricos nas comparações emparelhadas da AHP	50
Tabela 1.7 Exemplo 1 para a determinação da melhor alternativa pelo método Aprovação Multicritério	56
Tabela 1.8 Exemplo 2 para a determinação da melhor alternativa pelo método Aprovação Multicritério	56
Tabela 2.1 Balanço global de produtos lenhosos ao nível da produção e exportação (FAO, 2014a)	75
Tabela 2.2 Evolução temporal da área por espécie em Portugal Continental	77
Tabela 2.3 Listagem de centrais de produção de eletricidade através de biomassa florestal em Portugal em função do regime de concurso (APREN, 2011)	82
Tabela 2.4 Produção de “ <i>pellets</i> ” por região e comparação com Portugal	84
Tabela 2.5 Identificação das unidades de produção de “ <i>pellets</i> ” em Portugal em 2012	85
Tabela 2.6 Produção de rolaria de madeira para indústria transformadora e para fins energéticos por região e comparação com Portugal	89
Tabela 2.7 Produção de pasta de madeira e de papel e cartão por região e comparação com Portugal	89
Tabela 2.8 Produção de madeira serrada e painéis derivados de madeira por região e comparação com Portugal	90
Tabela 2.9 Balanço da balança comercial das principais regiões económicas e comparação com Portugal	93
Tabela 2.10 Balanço entre as exportações e importações de produtos florestais dos 25 países mais exportadores de 2012	95
Tabela 2.11 Balanço económico <i>per capita</i> e por ha de floresta entre as exportações e importações dos 25 países mais exportadores de 2012	96
Tabela 2.12 Balanço económico da floresta portuguesa	102
Tabela 3.1 Principais benefícios e custos da certificação florestal para a sociedade e utilizadores do sistema (BTG, 2008)	116
Tabela 3.2 Área florestal certificada pelos maiores esquemas de certificação, 2007-2013 (UNECE, 2013)	123
Tabela 3.3 Certificados de cadeia-de-custódia emitidos em todo o mundo, 2007-2013 (UNECE, 2013)	124
Tabela 3.4 Potencial global e regional de fornecimento de rolaria de madeira através de recursos certificados: principais regiões económicas e Portugal	125
Tabela 3.5 Síntese de esquemas, sistemas de certificação, normas e procedimentos internacionais enquadrados com os ecossistemas florestais e cadeias de valor florestal em implementação e implementados	126
Tabela 3.6 Critérios e indicadores para a gestão sustentável de recursos em desenvolvimento e implementados	129
Tabela 4.1 Grupos de indicadores e indicadores do $I_{GTS,t}$	155
Tabela 4.2. Identificação dos princípios florestais indispensáveis para a gestão sustentável (compilação própria)	160
Tabela 4.3 Apuramento dos principais critérios ambientais para o $I_{GTS,t}$	162
Tabela 4.4 Apuramento dos principais critérios económicos para o $I_{GTS,t}$	163
Tabela 4.5 Apuramento dos principais critérios sociais para o $I_{GTS,t}$	164
Tabela 4.6 Indicadores ambientais mínimos para o modelo <i>Forest GTS</i>	167

Tabela 4.7 Indicadores económicos mínimos para o modelo <i>Forest GTS</i>	169
Tabela 4.8 Indicadores sociais mínimos para o modelo <i>Forest GTS</i>	170
Tabela 5.1 Identificação dos indicadores ambientais utilizados e não utilizados (marcados com sombreado) na avaliação das cadeias de valor	191
Tabela 5.2 Identificação dos indicadores económicos utilizados e não utilizados (marcados com sombreado) na avaliação das cadeias de valor	194
Tabela 5.3 Identificação dos indicadores sociais utilizados e não utilizados (marcados com sombreado) na avaliação das cadeias de valor	195
Tabela 5.4 Resultados agregados do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> por cadeia de valor existente	197
Tabela 5.5 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> por cadeia de valor existente: grupo de indicadores ambientais	198
Tabela 5.6 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> por cadeia de valor existente: grupo de indicadores económicos	203
Tabela 5.7 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> , por cadeia de valor existente: grupo de indicadores sociais	204
Tabela 5.8 Resultados agregados do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> para a cadeia de valor “Biorrefinarias”	207
Tabela 5.9 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> para o grupo de indicadores ambientais para a cadeia de valor “Biorrefinarias”	208
Tabela 5.10 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> para o grupo de indicadores económicos para a cadeia de valor “Biorrefinarias”	210
Tabela 5.11 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> , para o grupo de indicadores sociais para a cadeia de valor “Biorrefinarias”	211
Tabela 5.12 Resultados agregados do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> , para cadeia de valor “Aglomerado técnicos”	212
Tabela 5.13 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> para o grupo de indicadores ambientais para a cadeia de valor “Aglomerado técnicos”	212
Tabela 5.14 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> para o grupo de indicadores económicos para a cadeia de valor “Aglomerado técnicos”	214
Tabela 5.15 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da <i>Forest GTS</i> , para o grupo de indicadores sociais para a cadeia de valor “Aglomerado técnicos”	215
Tabela I.1 Serviços dos ecossistemas e relação com o bem-estar humano, WRI (2003)	I
Tabela I.2 Tipos de bens e serviços dos ecossistemas florestais vs. setor	I
Tabela I.3 Implicações do desenvolvimento sustentável na mitigação florestal (IPCC, 2009)	M
Tabela I.4 Resumo dos índices de avaliação de sustentabilidade (Singh <i>et al.</i> , 2012)	N
Tabela II.1 Sumário dos “Princípios Florestais”, FAO (2003)	Q
Tabela II.2 Os doze princípios da “Abordagem Ecosistémica, CBD(2000)	R
Tabela II.3 Identificação de alguns projetos internacionais importantes no desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão para a gestão sustentável florestal	S
Tabela AI.1 Políticas portuguesas e internacionais de promoção pelo desenvolvimento sustentável em relação aos ecossistemas florestais	U
Tabela AI.2 Políticas energéticas portuguesas e internacionais enquadradas com os ecossistemas florestais	FF
Tabela AI.3 Caracterização da distribuição global dos recursos e dependência por regiões económicas e principais países, comparando a situação portuguesa	HH
Tabela AI.4 Importações e exportações de rolagia para a indústria transformadora e para fins energéticos nas principais regiões e comparação com Portugal	NN
Tabela AI.5 Importações e exportações de pasta para papel e papel e cartão nas principais regiões e comparação com Portugal	OO
Tabela AI.6 Importações e exportações de madeira serrada e painéis derivados de madeira nas principais regiões e comparação com Portugal	PP

Índice de Figuras

Figura 1.1 Fluxograma de pressão-estado-resposta (Singh <i>et al.</i> , 2012).	8
Figura 1.2 Sequência das etapas de avaliação de impacto de sustentabilidade (adaptado de OECD, 2010).	29
Figura 1.3 Fluxograma das principais ferramentas de avaliação de sustentabilidade (Ness <i>et al.</i> , 2007).	31
Figura 1.4 Fase da avaliação de ciclo de vida: fases obrigatórias e opcionais (Myllyviita, 2013).	34
Figura 1.5 Relação entre a resolução de problemas e a tomada de decisão, de acordo com abordagem apresentada em Mendoza e Prabhu (2000).	43
Figura 1.6 Decisão hierarquia para a metodologia de análise de decisão multicritério, Hasenauer (2006).	45
Figura 1.7 Um exemplo de uma função de preferência usado em “ <i>Outranking</i> ” para comparar duas alternativas em relação a um critério de decisão.	53
Figura 2.1 Percentagem de área florestal sobre o total de área por país, 2010 (FAO, 2010).	73
Figura 2.2 As principais cadeias de valor de exploração de madeira florestal (adaptado de WWF, 2012).	74
Figura 2.3 Evolução da área florestal, de matos e de agricultura no Continente durante o século XX, DGRF (2006a).	76
Figura 2.4 Pontos de localização de territórios abandonados ou que voltaram ao estado gestão natural (diminuta utilização do solo), (Navarro e Pereira, 2012).	79
Figura 2.5 Principais fluxos do comércio internacional de bioenergia em 2008 (James, <i>et al.</i> , 2009).	91
Figura 2.6 Rotas e fluxos expetáveis de comércio de biomassa, considerando as procuras de energia em 2020 (King, 2010).	91
Figura 3.1 Diferentes tipos de sistemas de certificação existentes.	113
Figura 3.2 Os países participantes nos diversos processos internacionais em curso sobre critérios e indicadores para a gestão florestal sustentável (Castañeda, 2000).	128
Figura 4.1 Capacidade máxima de carga e rendimento máximo sustentável (Faucheux e Noël, 1995).	146
Figura 4.2 Fluxograma de sustentabilidade desenvolvido para o uso sustentável de ecossistemas florestais à escala global e respetiva aceitação.	149
Figura 4.3 Ilustração do vetor de peso resultante aplicado ao “Triângulo de Sustentabilidade”.	152
Figura 4.4 Estrutura genérica hierárquica para o cálculo do $I_{GTS,t}$.	153
Figura 4.5 Exemplo de interpretação do modelo desenvolvido e da simplificação de normalização e avaliação para aplicação à escala global.	156
Figura 4.4 O fluxograma de cálculo da <i>Forest GTS</i> .	158
Figura 5.1 Fluxograma de cálculo e abordagem <i>Forest GTS</i> .	181
Figura 5.2 Localização da área de estudo.	183
Figura 5.3 Cadeias de valor de exploração económica do ecossistema florestal da região Centro de Portugal.	184
Figura 5.4 Identificação das principais cadeias de valor de exploração da região centro de Portugal	185
Figura 5.5 Identificação de cenários alternativos de exploração económica não existentes.	186
Figura I.1 Modelo “Mickey Mouse” para o desenvolvimento sustentável, onde o ambiente e a sociedade dependem largamente da economia (O’Riordan <i>et al.</i> , 2001).	D
Figura I.2. Modelo “Mickey Mouse” para o desenvolvimento sustentável. A economia é limitada pelas dimensões ambiente e social (O’Riordan <i>et al.</i> 2001).	D

Figura I.3. Diagrama de Venn para o desenvolvimento sustentável (Mann, 2011).

E

Figura III.1 Relações entre as orientações políticas, definições e conceitos num contexto de sustentabilidade dos recursos dos ecossistemas florestais.

YY



A sustentabilidade dos ecossistemas florestais começa num pequeno animal invertebrado, que passa muitas vezes por despercebido mas que é fundamental para a sobrevivência da população humana: a abelha. Como disse Albert Einstein: "Quando as abelhas desaparecerem da face da Terra, o homem tem apenas quatro anos de vida."

Capítulo 1

ECOSSISTEMAS FLORESTAIS E MÉTODOS DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE: ESTADO DA ARTE

PARTE I – ECOSISTEMAS FLORESTAIS E SUA GESTÃO

1.1. Desenvolvimento sustentável e políticas florestais e energéticas

A utilização sustentável dos ecossistemas florestais exige uma avaliação com maior detalhe, particularmente sobre os impactos ambientais, económicos e sociais e suas implicações para o bem-estar das gerações futuras. Neste contexto, e porque o presente trabalho incide sobre as questões de sustentabilidade quanto ao uso dos recursos florestais, apresenta-se, no Anexo I.1 uma abordagem introdutória ao tema "Desenvolvimento Sustentável" e análise à importância dos três vetores principais: ambiente, económico e social. Destaca-se da análise que as três dimensões de sustentabilidade devem ter uma importância equitativa em termos de análises, avaliações ou caracterizações de materiais, produtos, processos e sistemas.

A definição de floresta não é consensual (McDonald e Lane, 2004). Para efeitos de análise estatística a nível internacional, são consideradas florestas os solos com percentagem de coberto arbóreo superior a 10,0% e área superior a 0,5 hectares (EP, 2013). A vegetação arbórea deve ser suscetível de atingir uma altura mínima de 5,0 metros na maturidade *in situ* (EP, 2013). Os recursos florestais e os benefícios que delas derivam são importantes para a satisfação das necessidades da humanidade em matérias-primas, energia, e qualidade de vida. Estes benefícios abrangem uma ampla gama de bens e serviços. Entre outros, incluem: madeira, co-produtos, recreio, água, preservação do solo, ar puro, património natural e paisagístico (Ananda e Herath, 2003; Baker, 2006). A maioria desses benefícios e serviços podem ser obtidos a partir de um único povoamento florestal, sendo que todas as funções ecológicas da floresta são também funções económicas (Pearce, 2001; Colombo *et al.*, 2012; Mustajokiet *al.*, 2011). Os recursos provenientes dos ecossistemas florestais apresentam cinco importantes setores quanto à sua aplicação, nomeadamente: (1) a utilização no próprio ecossistema florestal, num formato de simbioses ecológicas; (2) doméstico; (3) industrial; (4) agrícola; e (5) turismo (Kajanus *et al.*, 2004). As florestas são multifuncionais, respondendo a objetivos ambientais, económicos e sociais. Devido à importância e multifuncionalidade das florestas, sobejam razões para melhorar o uso e a gestão dos ecossistemas florestais na Europa devendo ser uma preocupação da sociedade (Röser *et al.*, 2008).

A importância da abordagem ao desenvolvimento sustentável e ecossistemas para “Políticas Florestais” e “Políticas Energéticas”, a nível internacional e nacional, é apresentada nas próximas subsecções. A estratégia da União Europeia (UE) para 2020 é um tema atual e importante, justificando-se também uma reflexão sobre os seus principais objetivos e qual a importância dos ecossistemas florestais para os alcançar. Introduce-se também o tema das “Políticas Energéticas” uma vez que a energia é hoje um assunto indissociável da floresta, e é de extrema importância no contexto do presente trabalho.

1.1.1. Política estratégica europeia para a próxima década

A estratégia da UE para 2020 tem por base uma estratégia para o emprego e crescimento inteligente, sustentável e inclusivo, baseando-se em cinco grandes objetivos que são atualmente medidos por oito indicadores-chave (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 Metas e indicadores-chave de monitorização do desenvolvimento sustentável: UE versus Portugal (dados recolhidos em: Eurostat, 2013; e GP, 2013)

Unidade	Período de referência							Meta 2020	
	2005	2008	2009	2010	2011	2012			
1. 75% Da população empregada com idade compreendida entre os 20-64 Anos									
Taxa de emprego dos 20-64 anos	% de população dos 20-64 anos	UE	68,0	70,30	69,00	68,5	68,6	68,5	75,00
		PT	72,3	73,10	71,20	70,5	69,1	66,5	75,00
2. 3% do PIB da EU deve ser investido em I&D									
Despesa interna bruta em I&D	% do PIB	UE	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	3,00
		PT	0,8	1,5	1,6	1,6	1,5	1,5 ^P	2,70 a 3,30
3. 20% de redução das emissões de GEE em relação a 1990									
20% da participação das fontes de energia renováveis no consumo final de energia									
20% de melhoria na eficiência energética									
Emissões de GEE	índice 1990 = 100	UE	93,2	90,3	83,7	85,7	83,0	n.d.	80,0
		PT	144,6	129,9	124,3	118,6	116,5	n.d.	127,0
Peso das energias renováveis no consumo final bruto de energia	%	UE	8,5	10,4	11,6	12,5	13,0	n.d.	20,0
		PT	19,8	23,0	24,6	24,4	24,9	n.d.	31,0
Consumo de energia primária	Milhões de TEP	UE	1702,8	1681,8	1592,4	1644,6	1583,0	n.d.	1474,0
		PT	24,9	23,3	23,4	22,6	22,2	n.d.	19,2
Consumo de energia final	Milhões de TEP	UE	1191,9	1173,0	1110,1	1152,5	1103,3	n.d.	1078,0
		PT	19,0	18,5	18,3	18,1	17,4	n.d.	15,2
4. A taxa de abandono escolar precoce deve ser inferior a 10% e pelo menos 40% dos 30-34 anos de idade devem ter concluído o ensino superior ou equivalente									
Abandono precoce de educação e formação	% população 18-24 anos	UE	15,8	14,8	14,3	14,0	13,5	12,8	10,0
		PT	38,8	35,4	31,2	28,7	23,2	20,8	10,0
Nível de ensino superior	% população 30-34 anos	UE	28,0	31,0	32,2	33,5	34,6	35,8	40,0
		PT	17,7	21,6	21,1	23,5	26,1	27,2	40,0
5. A pobreza deve ser reduzida por retirar pelo menos 20 milhões de pessoas do risco de pobreza ou exclusão social									
Pessoas em risco de pobreza ou exclusão social ¹⁾	Milhares	UE	124329,0	116478,0	114353,0	116847,0	120177,0	123879,0	n.d.
		PT	2745,0	2757,0	2648,0	2693,0	2601,0	2665,0	n.d.
As pessoas que vivem em domicílios com muito baixa intensidade de trabalho	Milhares	UE	39238,0	34433,0	34448,0	38247,0	38977,0	37330,0	n.d.
		PT	487,0	517,0	567,0	700,0	666,0	791,0	n.d.
Pessoas em risco de pobreza após transferências sociais	Milhares	UE	79301,0	81214,0	80517,0	81112,0	83684,0	84907,0	n.d.
		PT	2042,0	1967,0	1898,0	1903,0	1919,0	1883,0	n.d.
Pessoas severamente privadas de bens materiais	Milhares	UE	52023,00	41914,0	40248,0	41304,0	43743,0	50497,0	n.d.
		PT	979,00	1029,0	965,0	958,0	881,0	910,0	n.d.

¹⁾ - As pessoas são contadas apenas uma vez, mesmo se estiverem presentes em mais do que um sub-indicador.

^P - Previsional.

Na Tabela 1.1 são apresentados dados referentes às metas para 2020, em função de indicadores-chave, quer para o contexto da UE-27 quer para Portugal, sendo também apresentada a evolução ao longo dos últimos anos. A UE definiu cinco grandes objetivos e oito indicadores-chave para os próximos anos (Tabela 1.1), sendo que temos três grandes objetivos (primeiro, terceiro e quinto) e cinco indicadores-chave significativamente dependentes das respostas das dinâmicas dos ecossistemas florestais.

Os ecossistemas florestais são de extrema importância para o desenvolvimento sustentável na UE, e para o cumprimento das metas para 2020, reforçando assim a pertinência deste trabalho. Da análise da Tabela 1.1 verifica-se ainda que, nos distintos indicadores, Portugal, à exceção das energias renováveis, está abaixo da média da UE e que terá de fazer maiores esforços para alcançar as metas de desenvolvimento sustentável. No próximo capítulo será analisado com maior pormenor o enquadramento destes indicadores-chave no âmbito do desenvolvimento do modelo de avaliação de sustentabilidade proposto no presente trabalho.

1.1.2. As políticas do setor florestal

As cadeias de valor associadas aos ecossistemas florestais devem ser geridas segundo os princípios de desenvolvimento sustentável, devendo abranger todas as etapas, desde a produção na floresta, transporte, pré-tratamento, tecnologia de conversão até à distribuição. Nas últimas décadas, assistiu-se ao desenvolvimento de políticas, mecanismos e processos associados aos ecossistemas florestais com vista ao estabelecimento de regras e procedimentos quanto ao uso sustentável dos recursos dos ecossistemas florestais e proteção das suas funções.

No Apêndice I.1 contextualizam-se as dinâmicas nacionais e internacionais mais importantes que, direta ou indiretamente, estão associadas à utilização sustentável dos recursos provenientes dos ecossistemas florestais. Da análise exaustiva feita aos principais acordos, ações e legislação identificaram-se 6 grandes áreas, a saber (para cada área identifica-se o número de acordos, ações e legislação):

1. Alterações climáticas (2)
2. Desenvolvimento sustentável (12)
3. Gestão sustentável da floresta (15)
4. Biodiversidade e conservação da natureza (9)
5. Desertificação (2)
6. Emissões e fronteiras de poluição de longo alcance (1)

Verifica-se que as áreas “Desenvolvimento sustentável”, “Gestão sustentável da floresta” e “Biodiversidade e conservação da natureza” são os que merecem maior destaque e preocupação nas políticas públicas no setor florestal. As três áreas apresentam, em termos quantitativos, um impacto de 87,8% nas políticas do setor florestal. Pelo Apêndice I.1 também se verifica que a UE implementou diversos mecanismos e ações de financiamento para fomentar um uso mais eficiente dos recursos florestais. A UE participa também em diversos processos internacionais no âmbito das

florestas (e.g. Protocolo de Quioto). A nível europeu, a «Forest Europe» permanece a principal iniciativa política florestal.

Em termos de instrumentos de política, os resultados evidenciam que a UE (Tabela 1.2) inclui, por exemplo, a necessidade de novas abordagens que permitam abranger a integração da sustentabilidade na gestão e operação industrial, incluindo, por exemplo, a utilização e gestão sustentável dos recursos naturais em conjunto e com um forte ênfase no aumento da reciclagem e utilização de resíduos (Husgafvel *et al.*, 2013). Além disso, as questões-chave compreendem o ciclo de vida completo, de acordo com o objetivo global de alcançar uma abordagem integrada para o desenvolvimento de produtos e sistemas sustentáveis (Walsh, 2011; Husgafvel *et al.*, 2013). A redução das emissões de CO₂ e soluções de baixa intensidade de carbono também são de alta importância no contexto de novas políticas industriais (Vogler, 2003).

Tabela 1.2 Instrumentos políticos da UE em relação aos ecossistemas florestais

Instrumentos UE	Principais áreas de foco e premissas chave	Desafios chave
Estratégia de desenvolvimento sustentável	<ul style="list-style-type: none"> - Integração do princípio de desenvolvimento sustentável na formulação de políticas - Gestão sustentável dos recursos naturais 	<ul style="list-style-type: none"> - Integração dos princípios de sustentabilidade na gestão estratégica e de tomada de decisão informada - Padrões de produção sustentável - Gestão sustentável e avaliação - Desempenho ambiental dos produtos - Soluções eficientes em termos de recursos e de baixo carbono
Estratégia temática da UE sobre o uso sustentável dos recursos naturais	<ul style="list-style-type: none"> - Uso sustentável dos recursos naturais - Conceito de ciclo de vida - Uso eficiente dos recursos, eficiência dos materiais, reciclagem de resíduos (menos para os aterros sanitários) e consumo e produção mais sustentáveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Integração dos impactos ambientais no processo de tomada de decisão e gestão estratégica - Aplicação do conceito de ciclo de vida e critérios (específicos em termos de recursos) para medir o progresso na direção de práticas de gestão mais sustentáveis em conjunto com as avaliações de impacto
Estratégia temática de prevenção e reciclagem de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem global de prevenção de resíduos e reciclagem abrangendo questões como a utilização de resíduos como um recurso valioso para ser reciclado para uso posterior na indústria transformadora 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação do conceito de ciclo de vida na gestão de resíduos - Implementação de normas mínimas para as atividades de reciclagem e materiais reciclados - Prevenção da geração de resíduos e promoção da reciclagem e valorização dos resíduos (evitando a deposição em aterro)
Política industrial integrada (PII)	<ul style="list-style-type: none"> - Transição da indústria da UE para uma economia eficiente em termos de recursos e com baixo teor de carbono - Foco em toda a cadeia de valor e de suprimento desde o acesso à energia e matérias-primas até à reciclagem de materiais - Redução das emissões de gases com efeito estufa e aumento de recursos e eficiência energética - Política de produto com base numa perspectiva de ciclo de vida 	<ul style="list-style-type: none"> - Mais recursos e produção eficiente de energia - Aumento do uso de matérias-primas secundárias - Desenvolvimento de novas tecnologias de produção de baixa emissão de carbono e técnicas para as indústrias de processamento de material de uso intensivo de energia - Redução das emissões de CO₂ - Forte foco na reciclagem e substituição de matérias-primas - Planeamento de produção e design de produto tendo em perspectiva o ciclo de vida completo - Modelo de negócio sustentável
Iniciativa emblemática de eficiência dos recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiência dos recursos (uso sustentável de recursos limitados) - Novos produtos (menos inputs) - Tecnologias de baixo carbono (menos emissões) - Minimização de resíduos 	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporação de eficiência dos recursos no processo de tomada de decisão e gestão estratégica - Reciclar para (1) reduzir a demanda e pressão sobre as matérias-primas primárias, (2) apoiar a reutilização de materiais valiosos, em vez de eliminação como resíduo e (3) reduzir o consumo de energia e emissões de gases com efeito estufa - Melhoria do design de produto de modo a diminuir a demanda de matérias-primas e de energia e facilitar a reciclagem
Iniciativa UE das matérias-primas	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento sustentável das matérias-primas - Utilização de matérias-primas secundárias - Substituição de matérias-primas primárias - Redução de impactos ambientais negativos 	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporação do uso sustentável de matérias-primas para a tomada de decisão e gestão estratégica - Recursos/eficiência energética e reciclagem de produtos em fim de vida (conceito de ciclo de vida) - Reconhecimento institucional e promoção do estatuto de materiais renováveis através de incentivos comerciais
Política integrada de produto (IPP)	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de ciclo de vida - Redução do impacto ambiental causado pelos produtos através da melhoria contínua do desempenho ambiental dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida - Envolvimento de todas as partes interessadas (todo o ciclo de vida dos produtos) 	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporação da perspectiva de ciclo de vida e planeamento de produção sustentável na tomada de decisão e gestão estratégica - Desenvolvimento de abordagens de gestão para melhorar o desempenho ambiental e impactos ambientais mínimos dos produtos - Implementação do envolvimento de todas as partes interessadas durante todo o ciclo de vida do produto

1.1.3. Políticas no setor energético com impacto em ecossistemas florestais

A energia é indissociável da floresta, pelo que as políticas internacionais propostas neste domínio são determinantes em todos os países europeus (Wiskerke, 2010). A crise energética de 1970 demonstrou a conexão/correlação entre preços energéticos e crescimento económico, sendo um argumento forte para as opções políticas energéticas nacionais. O aumento do uso da bioenergia no setor doméstico foi visto como um meio

para reduzir a dependência de combustíveis fósseis importados, reduzindo a incerteza e as flutuações dos preços da energia, (Faaij, 2006; Röser, 2008). O aumento do consumo da bioenergia a nível europeu foi influenciado/determinado também pelos programas e políticas da UE e pela imposição de uma redução dos gases com efeito de estufa (GEE) em 30,0% até 2020 (EC, 2007a). Naturalmente reforçado pelo facto da UE querer assumir a liderança nas energias renováveis. A biomassa florestal é atualmente a fonte mais importante de energia renovável, representando cerca de metade do consumo total deste tipo de energia na UE (EC, 2013).

Uma revisão exaustiva efetuada às políticas energéticas, permitiu identificar um total de 22 acordos, ações e legislação com impacto significativo, direto ou indireto, em ecossistemas florestais¹. Desses 22, identifica-se em Portugal apenas a "Estratégia Portuguesa para a Energia 2020", sendo que as restantes políticas são resultantes de diretivas e orientações da UE.

1.2. A gestão global dos recursos e o posicionamento europeu e português

A degradação global da qualidade do ambiente e o receio de um esgotamento dos recursos naturais contam-se entre as principais preocupações da comunidade internacional (Mrosek *et al.*, 2006; Colombo *et al.*, 2012). As ameaças sobre o meio ambiente, à escala global, suscitam frequentemente a ideia de que o modelo de desenvolvimento é o principal responsável, sendo necessário encontrar um equilíbrio e compromisso entre as dimensões económicas e a defesa social e da natureza (Diaz-Balteiro e Romero, 2004) em particular, e no contexto do presente trabalho, nos ecossistemas florestais. Os ecossistemas florestais estão a ser degradados e destruídos. Isto é originado pela rápida alteração do número e distribuição da população humana, e porque os incentivos económicos para converter a floresta são mais rentáveis do que para a proteger (Pearce, 2001).

A utilização sustentável dos recursos, envolvendo a produção e o consumo sustentável, é assim uma componente-chave da prosperidade a longo prazo, tanto na UE como a nível global (Herath e Prato, 2006; EC, 2005). A Estratégia da UE para o Crescimento e o Emprego, apoiada pela Cimeira da Primavera de 2005, atribui grande prioridade a uma utilização mais sustentável dos recursos naturais (EC, 2005). Apela

¹ No Apêndice I.2 apresenta-se uma descrição permonorizadas dos acordos, ações e legislação do setor energético com relevância para os ecossistemas florestais.

igualmente para que a UE se assuma como líder de um consumo e produção mais sustentáveis na economia global (EC, 2005). Na definição de “Estratégia Temática sobre a Utilização Sustentável dos Recursos Naturais”, EC (2005), a UE sustenta que sejam integrados os impactos ambientais da utilização dos recursos naturais, incluindo a sua dimensão externa (ou seja, os impactos fora da UE, incluindo nos países em desenvolvimento), na definição de políticas. A estratégia salienta a importância da integração das questões ambientais noutras políticas que afetam os impactos ambientais da utilização dos recursos naturais, mas não procura implementar iniciativas específicas em domínios já abrangidos por políticas bem estabelecidas.

Os agentes económicos e ambientais originam pressões diretas e indiretas na utilização dos recursos naturais e em particular nos ecossistemas florestais (Singh *et al.*, 2012). Estas pressões são ainda potenciadas pela globalização. A informação apresentada na Figura 1.1 demonstra que o tipo de pressões nos ecossistemas é muito significativo, podendo levar ao desequilíbrio do próprio ecossistema assim como das atividades económicas adjacentes e deles dependentes.

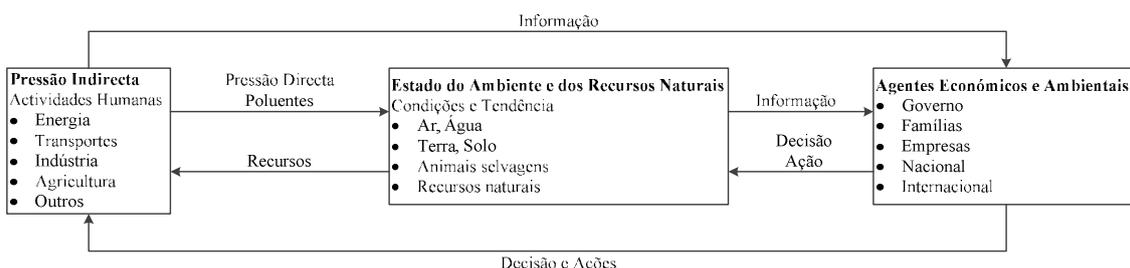


Figura 1.1 Fluxograma de pressão-estado-resposta (Singh *et al.*, 2012).

1.2.1. Disponibilidade, dependência e utilização de recursos a nível internacional: comparação com Portugal

A gestão de recursos naturais refere-se à administração de recursos como a terra, água, solo, plantas e animais que, de acordo com o conceito de desenvolvimento sustentável, afetam tanto as gerações presentes como as futuras, embora de forma distinta (Herath e Prato, 2006; Hiltunen *et al.*, 2008). Na gestão e utilização das florestas e territórios, como um dos recursos naturais mais importantes, o princípio do desenvolvimento sustentável é incorporado de uma forma que engloba a diversidade biológica, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e potencial das florestas para cumprir, agora e no futuro, as suas importantes funções ambientais, económicas e sociais (Kraxner *et al.*, 2013). A globalização é um paradigma que trouxe maiores desafios à sociedade, à forma como se gera e decide a utilização dos bens e serviços dos

ecossistemas florestais, à utilização do espaço territorial, e à implicação de atividades económicas noutros recursos vitais para a sociedade (Ince *et al.*, 2011). Três dos principais vetores para a sociedade são a (1) Água, (2) Energia e (3) Alimentação, (Bizikova, 2013). A segurança destes depende significativamente das relações e da forma como se gerem os ecossistemas florestais, agrícolas e urbanos, assim como, o desenvolvimento da sociedade e da economia. De seguida apresentam-se os pontos-chave a ter em consideração sobre os três vetores identificados anteriormente:

- Segurança da água. Os elementos de segurança da água são: (1) o acesso à água, (2) a segurança da água, e (3) a acessibilidade à água de modo que cada pessoa possa levar uma vida limpa, saudável e produtiva, garantindo que o ambiente natural evolui e é protegido (GWP, 2000);
- Segurança energética. Os elementos da segurança energética são: (1) a continuidade do fornecimento de energia em relação à procura, (2) a disponibilidade física de suprimentos, e (3) oferta suficiente para atender à demanda num determinado preço (DECC, 2009; IEA, 2001); e
- Segurança alimentar. Os elementos da segurança alimentar são: (1) a disponibilidade de alimentos: influenciada pela produção, distribuição e troca de alimentos, (2) o acesso aos alimentos: incluindo acessibilidade, alocação e preferência, (3) utilização: valor nutricional, valor social e segurança alimentar (4) a estabilidade de alimentos ao longo do tempo (Ericksen, 2008; Schmidhuber e Tubiello, 2007).

O enfoque na sustentabilidade surgiu pela necessidade de garantir que as gerações futuras terão recursos e condições de sobrevivência. Numa perspetiva de desenvolvimento à escala global, e para perceber a dinâmica de evolução da sociedade, do planeta e dos recursos disponíveis, é importante analisar a forma como os três principais vetores referidos previamente estão a ser geridos nas principais regiões económicas, tendo-se destacado Portugal para fazer uma análise comparativa (Apêndice I.3). Da recolha de informação, e com base nas tabelas apresentadas no Apêndice I.3, verifica-se que a Europa e Portugal têm apresentado uma taxa de crescimento populacional nos últimos 30 anos pouco significativa, quando comparada com África e Médio Oriente (53,3%), Brasil (53,1%), China (24,5%) e Índia (39,5%). Em termos de densidade populacional, a Índia e a China são as que apresentam maiores taxas (383,8 e 141,0 hab./km², respetivamente). São regiões que preocupam pela taxa de crescimento

populacional que apresentam e disponibilidade de solo e recursos. A disponibilidade de solo “*per capita*” é muito importante para garantir o equilíbrio do fornecimento de recursos. Apesar da Ásia e Pacífico apresentarem ainda um consumo energético alimentar inferior (2706,0 kcal/capita/dia) quando comparadas com a Europa e América do Norte (3453,0 e 3659,0 kcal/capita/dia, respectivamente), a sua última evolução societária prevê que esta situação venha a mudar/inverter. Perspetiva-se que venham a consumir mais energia alimentar e de origem animal, o que representa uma maior necessidade de recursos e solos para estes territórios (poderá implicar uma diminuição da área de ecossistemas florestais). Neste contexto, Portugal, encontra-se ao nível da América do Norte. Em termos de energia, a Ásia e o Pacífico são os grandes consumidores em termos globais, contudo, “*per capita*”, a América do Norte supera qualquer outra região, devido aos consumos dos Estados Unidos da América e do Canadá (7032,3 e 7303,3 tep/capita, respetivamente). A Ásia e o Pacífico consomem menos 208,0% de energia “*per capita*” quando se compara com a América do Norte. Contudo, nos últimos 30 anos aumentaram o seu consumo em 64,0%. Em termos do balanço importações/exportações a Europa é líder e a região mais dependente do Mundo. Portugal destaca-se no uso de combustíveis renováveis face ao total de energia consumida. Ao nível da utilização de água doce, uma vez mais, a América do Norte destaca-se das restantes regiões económicas. Contudo, em termos de percentagem sobre o total, o maior destaque vai para a Ásia e Pacífico, com 59,7%, onde e.g. a América do Norte apresenta apenas 16,4%. Isto deve-se muito à relação território, disponibilidade de recursos e dimensão populacional. Reflete-se ainda na questão da área de território cultivável, onde a China e a Índia apresentam rácios inferiores a 0,1 e 0,0 ha/capita, respetivamente, enquanto que os Estados Unidos da América e o Canadá apresentam valores de 0,7 e 1,7 ha/capita e Portugal 0,3 ha/capita. Este é um dado muito importante, que poderá ter implicações nos ecossistemas florestais disponíveis atualmente, uma vez que podem vir a ser convertidos em zonas agrícolas. Tal cenário está na origem de um grande debate internacional sobre a viabilidade e razoabilidade de produção de biocombustíveis competitivos com o setor alimentar. No que diz respeito à floresta, a distribuição é semelhante nas principais regiões económicas, destacando-se apenas o Brasil que tem 61,2% do seu território ocupado por florestas.

1.2.2. Território florestal

A madeira, proveniente da rolaria², continua a ser a principal fonte de rendimento financeiro proveniente das florestas e é também considerada uma importante matéria-prima para as bioindústrias emergentes (EC, 2013). Além desse material, as florestas fornecem produtos não lenhosos (diferentes da madeira), tais como: alimentos (*e.g.* bagas, frutos de casca dura e cogumelos), cortiça, resinas e óleos, e constituem igualmente a base de alguns serviços, como a caça e o turismo. Por conseguinte, as florestas proporcionam emprego, principalmente nas zonas rurais.

As florestas da UE ocupam uma área de 178,0 milhões de hectares, (Eurostat, 2014) (cerca 4,0% da superfície florestal mundial), cobrindo 42,0% da superfície da UE, de modo não uniforme: seis Estados-Membros (Alemanha, Espanha, Finlândia, França, Polónia e Suécia) representam dois terços da superfície florestal europeia. Contudo, verifica-se que as dimensões das áreas florestais variam significativamente de Estado-Membro para Estado-Membro: mais de 60,0% dos territórios da Finlândia, da Suécia e da Eslovénia são cobertos por florestas, apenas 11,0% dos territórios dos Países Baixos e do Reino Unido são compostos por áreas florestais (EP, 2013). Em Portugal a floresta representa 35,0% da área de ocupação do solo a nível de Portugal continental (DGRF, 2006b; ICNF, 2013). As florestas da UE-27, conjuntamente com o solo arborizado, representam aproximadamente a mesma proporção da área de terra que é utilizada para a agricultura (Eurostat, 2014). Ao contrário do que está a acontecer em muitas outras partes do mundo, a área coberta por florestas e outros terrenos arborizados na UE-27 está a aumentar lentamente (Eurostat, 2014; EC, 2013). Aumento gradual ao longo dos últimos 20 anos (aumento de 5,3% de 1990 a 2010, equivalente a um aumento médio de 0,3% ao ano), registando um aumento da área florestal de cerca de 11,0 milhões de hectares entre 1990 e 2010, devido à expansão natural e aos esforços de reflorestação (EP, 2013). Atualmente, na UE, abate-se apenas 60,0-70,0% do acréscimo anual da área florestal, o que significa que o volume em pé está a aumentar. No entanto, segundo as projeções dos Estados-Membros no âmbito do uso dos solos, reafecção dos solos e florestas, as taxas de abate deverão aumentar cerca de 30,0% até 2020, em comparação com 2010 (EC, 2013). As taxas de variação nos diferentes Estados-Membros da UE

² Produção de madeira de rolaria é sinónimo de remoções, que compreende todas as quantidades de madeira retiradas de florestas e outros terrenos arborizados ou outros locais de abate durante um determinado período, que é relatado em metros cúbicos (m³) e excluindo casca. Produção de madeira serrada é de madeira que foi produzida ou serrando longitudinalmente ou por um processo de cavacos de perfil e que excede 6 mm de espessura, que inclui, por exemplo, tábuas, vigas, caibros, ripas, escantilhões, caixas de madeira e madeira serrada nas seguintes formas - não aplainada, aplainada e unida pelas extremidades, é relatado em metros cúbicos de volume de sólidos.

variaram substancialmente. De uma mudança insignificante no Luxemburgo, Grécia, Eslováquia, Finlândia, Roménia, República Checa e Bélgica, a aumentos na faixa de 10,0% a 25,0% no Reino Unido, Lituânia, Bulgária, Itália, Letónia e Hungria, enquanto a Irlanda registou um aumento de 64,0% na sua área coberta por florestas e outros terrenos arborizados. Em Portugal, registou-se uma tendência contrária à da UE, com uma perda de 4,6% de cobertura florestal (ICNF, 2013). Os diversos tipos de florestas da UE refletem a sua diversidade geoclimática (florestas boreais, florestas alpinas de coníferas, entre outras). Com efeito, a sua distribuição depende, essencialmente, do clima, do solo, da altitude e da topografia. Apenas 4,0% das florestas europeias ainda não sofreram a intervenção do Homem, 8,0% são plantações e a percentagem restante corresponde a florestas seminaturais, ou seja, alteradas pelo Homem (EP, 2013). De 1995 a 2007 houve um aumento relativamente estável no nível de produção de rolagaria de madeira na UE-27, tanto para espécies coníferas (“*softwood*”) e não-coníferas (“*hardwood*” ou de folhosas).

As florestas contribuem para o desenvolvimento rural e proporcionam cerca de três milhões de postos de trabalho (EC, 2013). Em termos dimensionais, elas variam de pequenas propriedades familiares de florestas a estaduais ou latifúndios e pertencem a empresas, muitas, como parte de cadeias de suprimento de madeira industrial. Cerca de 60,0% da superfície arborizada da UE-27 é propriedade privada (Eurostat, 2014; EP, 2013), sendo pertença de vários milhões de proprietários privados, devendo essa percentagem aumentar à medida que a restituição da propriedade florestal prossegue em alguns Estados-Membros (EC, 2013). A floresta restante pertence ao Estado ou a outros proprietários do setor público. Atualmente, não existem dados oficiais sobre a dimensão média da propriedade florestal portuguesa, expeto para os produtores registados e que representam uma pequena fração do total. Contudo, pelos inventários realizados e entrevistas efetuadas a exploradores florestais, a dimensão média é de 1,0 a 3,0 ha na região centro e norte de Portugal, aumentando depois na zona litoral de Portugal e na região sul.

1.2.3. Bioenergia

No contexto da utilização dos recursos florestais para o setor da bioenergia, historicamente, os fluxos de comércio de biomassa sólida para os combustíveis ou biomassa combustível (e.g. “*pellets*”) eram bastante limitados, sendo que a maioria da produção era direcionada para o consumo interno (Ladanai e Vinterbäck, 2010; Kraxner

et al., 2013). No entanto, nos últimos anos, o comércio internacional de combustíveis de biomassa e matérias-primas tem subido rapidamente para satisfazer as necessidades crescentes da procura mundial, prevendo-se que nos próximos anos continue a crescer (Ladanai e Vinterbäck, 2010). Atualmente, a bioenergia é comercializada de diferentes formas em diferentes partes do mundo e há uma gama de ferramentas para apoiar um mercado de bioenergia renovável.

A biomassa é hoje o maior contribuinte de energia renovável para o sistema energético global (IPCC, 2011) e continuará a crescer em importância nas próximas décadas de acordo com várias previsões (IEA bio, 2011). Ela não só fornece energia para eletricidade, calor e combustíveis para os transportes, como também matérias-primas para químicos, alimentos, rações e fibras. Além disso, o crescimento da biomassa – natural ou cultivada – interage com os serviços dos ecossistemas. Na Europa, uma parcela significativa da bioenergia vem dos recursos lenho-celulósicos devido ao facto do território ser maioritariamente constituído por sistemas florestais e agrícolas. A biomassa é um recurso chave na UE, tendo em 2005 representado 62,0% do consumo global de energia renovável e estima-se que em 2020 represente 57,0% (IC, 2012). As principais fontes de biomassa são os recursos lenho-celulósicos e, por sua vez, a fonte primordial é a floresta. Segundo o Eurostat, no período de 2004 a 2008, a geração de energia na UE através da floresta foi superior em 90,0% comparativamente com a agricultura (EC, 2013). Prevê-se que a biomassa desempenhe um papel importante no cumprimento do objetivo da UE de 20,0% de energia renovável até 2020 (IC, 2012). Fritsche *et al.*, 2013 sustenta que o consumo final bruto de energia da UE a partir de biomassa deve aumentar de 85,0 Mtep em 2010 (9,0 Mtep de eletricidade, 62,0 Mtep de calor e 14,0 Mtep de biocombustíveis) para 140,0 milhões de tep em 2020 (20,0 Mtep de eletricidade, 90,0 Mtep de calor e 30,0 de Mtep de biocombustível). O consumo de biomassa primária deve chegar a 178,0 milhões de tep em 2020 (119 Mtep de biomassa sólida, 21,0 Mtep de biogás, 8,0 Mtep de biolíquidos, e 30,0 Mtep de biocombustíveis para os transportes) (Fritsche *et al.*, 2013). Assim, a produção sustentável de biomassa é crucial para o cumprimento dos objetivos da Estratégia Europa 2020. Cerca de 42,0% dos recursos lenho-celulósicos na UE são utilizados para energia, ou seja, aproximadamente 5,0% do consumo total de energia da UE (EC, 2013). Segundo os planos de ação nacionais para as energias renováveis, a biomassa continuará a ser a principal fonte de energia renovável em 2020 (EC, 2013). A

Comissão Europeia está atualmente a avaliar se devem ser propostas medidas adicionais, incluindo critérios de sustentabilidade harmonizados, para tratar as questões de sustentabilidade relacionadas com a utilização de biomassa sólida e gasosa para aquecimento, arrefecimento e eletricidade. A sustentabilidade na produção da biomassa refere-se, entre outros aspetos, à proteção de ecossistemas extremamente ricos em biodiversidade e carbono armazenado como as florestas (Lal *et al.*, 2011). Na Europa, a sustentabilidade da produção agrícola rege-se pelos requisitos de condicionalidade ambiental da política agrícola comum. Em Portugal, a gestão florestal é regulamentada segundo as orientações políticas dadas pela Estratégia Florestal da UE e por processos internacionais como a Conferência Ministerial para a Proteção das Florestas na Europa (EC, 2013).

Nos E.U.A., por exemplo, os mercados de energia verde têm crescido e a biomassa representa uma parte significativa da capacidade de geração atual e planeada em programas de energia verde (Weeks, 2004). Existem utilitários nos E.U.A. que oferecem opções de preços verdes e os consumidores podem comprar energia renovável através de um programa de “marketing” de energia verde, em que os fornecedores independentes de energia oferecem eletricidade gerada a partir da biomassa (Weeks, 2004). Em contraste com os sistemas de governança cooperativa, que usam “preço prémio”, há outra inovação importante no “marketing” de bioenergia a partir das perspetivas dos produtores e consumidores de energia verde, que são os certificados de energia renovável, também conhecidos como: *i*) créditos de energia renovável; *ii*) certificados renováveis negociáveis; *iii*) ou etiquetas verdes, que oferecem uma opção de crescimento rápido para a compra de energia verde. Atualmente, existem outras propostas de sistemas de governança para uso de bioenergia (Ladanai e Vinterbäck, 2010). Assim, os especialistas no processo de pesquisa sugerem várias condições que os sistemas de governança cooperativa para a bioenergia devem cumprir para serem eficazes, tais como um governo facilitador, acompanhamento profissional e o uso de certificação combinada com um preço prémio (Verdonk *et al.*, 2007).

O setor da bioenergia tem sofrido pressões originadas pela concorrência global entre as alternativas para o uso de recursos dos ecossistemas florestais, em particular da madeira e biomassa, assim como, dos alimentos, rações, fibras e combustível. As tecnologias avançadas para a produção de biocombustíveis e bioprodutos a partir de matéria-prima lenho-celulósica, também poderão levar a maior concorrência pela

procura de biomassa entre o setor dos transportes (biocombustíveis) e o setor da energia térmica e elétrica. Se não for produzida de forma sustentável, a bioenergia a partir da floresta pode colocar uma pressão adicional sobre a biodiversidade, solo e recursos hídricos, e conduzir ao maior desmatamento, perda de zonas húmidas e turfeiras, e degradação do solo, com impactos negativos graves sobre as alterações climáticas (Fritsche *et al.*, 2013). O aumento previsto da oferta de biomassa sólida para bioenergia poderá implicar riscos para a sustentabilidade que podem ser comparáveis em magnitude aos dos biocombustíveis e biolíquidos (IC, 2012). No entanto, os riscos de utilização de biomassa, em grande medida, dependem do uso do solo, do tipo de cobertura deste e do local onde são obtidos (Myllyviita *et al.*, 2013). A Tabela 1.9 apresenta, as principais diferenças entre as questões relacionadas com a produção de biomassa a partir de diferentes tipos de ecossistemas e classes de fluxos de massa, de acordo com o estudo elaborado pela Comissão Europeia (Fritsche *et al.*, 2013).

A Tabela 1.3 ilustra os principais riscos que ameaçam a produção lenhosa sustentável da floresta para a indústria transformadora ou bioenergética: são diferentes do contexto agrícola associado à produção de matérias-primas para fins combustíveis³. A intensificação da gestão florestal é uma das preocupações centrais do fornecimento de energia à base de madeira, e que origina desequilíbrios na exploração económica dos ecossistemas florestais. Comparando as culturas anuais e perenes (curta rotação), verifica-se que as florestas geridas apresentam tempos de rotação superiores em relação aos territórios agrícolas, e os limites da sua utilização sustentável dependem de muitos fatores, tais como áreas e espécies protegidas, biodiversidade, água e solos (ECb, 2011). No contexto agrícola, as principais preocupações são a competição com o setor alimentar e o tipo de uso do solo e de água (Bahovec e Neralić, 2001).

³ - Não é utilizado o termo biocombustível, porque, numa perspetiva de ciclo de vida completo, a utilização de matérias-primas de sistemas agrícolas podem representar um produto final de designação combustível, devido ao requisito energético, à dimensão do impacte ambiental e ao esgotamento de recursos à escala humana que podem estar associados à cadeia de valor produtiva.

Tabela 1.3 Tipos de uso do território e relação com a produção de matérias-primas para o setor da transformação e bioenergético e classificação do fluxo de massa

	Territórios florestais			Territórios Agrícolas		
Tipos de Territórios	Florestas com elevado valor de conservação ¹	Florestas geridas “naturalmente”	Plantações florestais	Sistemas de curta rotação em solos agrícolas	Solos cultiváveis	Pastagens
Âmbito	Diferentes áreas de floresta protegida ou não protegida com valores florestais de alta conservação	Diversos tipos de floresta gerida com objetivos diferentes	Visa a obtenção de madeira ou a restauração dos ecossistemas	Gestão intensiva	Em geral são áreas geridas intensivamente	Solos usados para pastagens e pastoreio
Oferta	Principalmente os serviços ecossistémicos	Produtos (madeireiros e não-madeireiros) e serviços ecossistémicos	Principalmente produtos de madeira	Produtos madeireiros e não-madeireiro.	Em geral são áreas geridas intensivamente para a produção de alimentação humana e animal	Produtos e serviços (geridos ou não)
Restrições	Recolha dos recursos somente se os valores de conservação são mantidos	Os recursos podem ser recolhidos de acordo com as metas de gestão	Os recursos podem ser recolhidos, mantendo a competência integrada dos recursos	Os recursos podem ser recolhidos. Competição com a fibra. Necessidade de usos corretos do solo e de água	Os recursos podem ser recolhidos. Existe competição com o setor alimentar humano e animal	Depende dos fins da gestão
Classe do fluxo de massa	Primário	Primário	Primário	Primário	Primário	Primário

¹ - Conceito utilizado pela vertente de elevado Valor de Conservação Florestal e de Florestas com elevada biodiversidade.

1.2.4. Produtos florestais

O setor florestal (silvicultura, indústria da madeira e do papel) representa cerca de 1,0% do PIB da UE, valor que chega a atingir os 5,0% na Finlândia, onde emprega cerca de 2,6 milhões de pessoas (EP, 2013). As florestas ocupam, por conseguinte, um lugar importante na cultura europeia. Do ponto de vista socioeconómico, a exploração das florestas gera recursos, principalmente devido à produção de madeira. Dos 178,0 milhões de hectares de florestas na UE, 135,0 a 145,0 estão disponíveis para o fornecimento de madeira (sem quaisquer restrições legais, económicas ou ambientais de utilização) (EP, 2013). Com efeito, os desbastes efetuados nessas áreas representam somente 64,0% do aumento do volume anual de madeira (EP, 2013).

Em geral, 58,0% dos recursos lenho-celulósicos extraídos na UE são transformados pelas indústrias florestais⁴, representando cerca de 7,0% do PIB da indústria de transformação da UE e quase 3,5 milhões de postos de trabalho, contribuindo para alcançar os objetivos da política industrial da UE (EC, 2013). As indústrias da serração, do papel e dos painéis, representam, respetivamente, 24,0%, 17,0% e 12,0% da utilização desta madeira (EP, 2013). No entanto, para a sua futura competitividade, são necessários novos processos e produtos que utilizem eficazmente os recursos e a energia e respeitem o ambiente.

Os efeitos da crise financeira e económica levaram à diminuição do nível de produção de madeira de coníferas em 2008 (e.g. pinheiro bravo, pinheiro manso). Este padrão foi confirmado com uma nova redução em 2009, quando a produção de folhosas (e.g. *carvalho*, castanheiro e cerejeira) também caiu. A produção da UE-27 recuperou fortemente em 2010 (10,1%) e continuou a aumentar em 2011, mas a um ritmo muito mais moderado (1,4%). De acordo com a informação disponibilizada no Eurostat para a UE-27 as coníferas continuam a apresentar um peso muito mais significativo na produção de rolaria de madeira do que as não-coníferas, com uma cota de mercado de 63,0%. Os efeitos combinados das contrações em 2008 e 2009, e as expansões em 2010 e 2011, resultaram no nível global de produção de rolaria de madeira na UE-27 em 2011 de 428,6 milhões de m³, cerca de 29,7 milhões de m³ (ou 6,5%) inferior ao pico obtido em 2007. Alguns dos picos (mais recentemente 2000, 2005 e 2007) na produção de madeira em rolaria são devidos a silvicultura e exploração florestal, tendo que lidar com números elevados de árvores que foram derrubadas por tempestades severas. Este último pico, em 2007, deveu-se a tempestades excecionais e de elevada dimensão em muitas partes da Europa - principalmente na Alemanha e na Suécia - após as quais muitas árvores tiveram que ser removidas das florestas. Em 2011, a produção de rolaria de madeira na UE-27 aumentou ligeiramente para espécies de coníferas, um aumento de 0,2%, enquanto para as espécies não coníferas, o aumento foi superior, com uma produção 3,9% maior em 2011 do que no ano anterior. A produção de madeira em tora de espécies coníferas permaneceu 11,2% menor em 2011 do que em 2007. Em contraste, em 2010, a produção de espécies não coníferas já ultrapassou o seu nível de produção de 2008, e em 2011 foi 5,4% superior, Eurostat (2014). Entre os

⁴ Indústrias da madeira, mobiliário, fabricação e transformação de pasta e de papel e impressão – NACE “classificação estatística das atividades económicas da comunidade europeias”, Cap. 16, 31, 17 e 18 e são também abrangidos aspetos pertinentes da exploração florestal - NACE, 02.2),

Estados-Membros, a Suécia foi a que produziu mais rolaria de madeira (72,1 milhões m³) em 2011, seguida pela Alemanha, França e Finlândia (cada um produziu entre 50,0 a 56,0 milhões de m³). Cerca de um quarto da produção de rolaria de madeira é usada como madeira para combustível e três quartos são rolaria de madeira industrial que é usada tanto para madeira serrada e folheados, como para a produção de celulose e papel. Em 2011, foram produzidos na UE-27 cerca de 103,1 milhões de m³ de madeira serrada em 2011, perto de dois quintos (38,2%) dos quais vieram dos dois maiores Estados-Membros produtores, ou seja, a Alemanha (21,9%) e a Suécia (16,3%). A Finlândia e a Áustria representaram, cada um, pouco mais de 9,0% do total da UE-27. O nível de produção de madeira serrada na UE-27 recuperou 9,9% em 2010 e cresceu mais de 3,0% em 2011 (Eurostat, 2014).

1.2.5. A certificação florestal e a utilização de critérios e indicadores na gestão global dos ecossistemas florestais

Durante muitos anos, o movimento ambientalista tentou travar a desflorestação, o corte raso em florestas primárias e promover a manutenção e proteção da diversidade biológica. A certificação florestal veio dar um importante contributo neste sentido, com a aceitação progressiva das normas entre decisores políticos, mercado e consumidores (Kurttila *et al.*, 2000; Cashore *et al.*, 2006). A certificação é o processo pelo qual uma terceira parte independente (chamada certificador ou entidade certificadora) avalia a qualidade de gestão florestal em relação a um conjunto de requisitos pré-determinados (o padrão). Na maioria das vezes recorrem a critérios e indicadores para definir os requisitos pré-determinados (Forestry Working Group, 1995). Os certificados no setor florestal dão a garantia escrita de que um produto ou processo está em conformidade com os requisitos especificados na norma, em prol da gestão sustentável dos recursos florestais. A certificação florestal acabou por ser introduzida em 1993, como uma contestação à base de mercado para responder às preocupações públicas relacionadas com a desflorestação, em particular nos trópicos, resultante da perda de biodiversidade e da baixa qualidade percebida da gestão florestal do comércio de produtos de madeira. Depois de um início lento liderado pelo “*Forest Stewardship Council*” (FSC), a situação mudou radicalmente quando outros esquemas se tornaram operacionais, no final da década de 90. Foram feitos investimentos muito significativos em plantações comerciais em solos degradados na Ásia. No entanto, a falta de consulta das partes interessadas (estado de posse da terra e direitos de uso) pode resultar numa falha para

alcançar os resultados pretendidos. É necessário melhorar a integração entre os objetivos sociais e a arborização (Farley *et al.*, 2004). Com o aumento da procura de solos para povoamento florestal, mais abrangente, a avaliação ambiental multidimensional e o planeamento serão necessários para gerir o uso do solo de forma sustentável.

Mesmo que muitos países tenham regulamentos legislativos que prescrevem as normas de gestão florestal e/ou proteção de determinadas funções da floresta, ainda há muita controvérsia sobre como gerir as florestas e para que fins, em diferentes contextos legislativos (WWF, 2009). Em geral, podemos dizer que a gestão global das florestas é a utilização multifuncional ou múltipla de florestas, que não comprometa a sustentabilidade, independentemente do local de origem das matérias-primas ou de intervenção no ecossistema (Lindner *et al.*, 2010). Nesse sentido, a gestão florestal deve permitir o uso mais prudente de florestas e territórios, para fornecer alguns ou todos os respetivos produtos e serviços, assegurando, ao mesmo tempo, a produtividade e a estabilidade dos ecossistemas florestais. Para a realização desses objetivos, o planeamento, a gestão cuidadosa e a tomada de decisão desempenham um papel importante, apresentando um particular significado para a gestão eficaz dos recursos naturais e alcance dos princípios do desenvolvimento sustentável. Contudo, o planeamento e a tomada de decisão na gestão das florestas representam uma tarefa muito complexa, principalmente por causa do amplo espectro de critérios inscritos no processo de tomada de decisão (Kurttila *et al.*, 2000). Isso significa que qualquer tomada de decisão está sob múltiplas influências diferentes, e que, ao mesmo tempo todas as decisões tomadas afetam muitos critérios de diferente constituição. Essas influências e critérios podem abranger *e.g.* (Diaz-Balteiro & Romero 2008):

- a) Questões económicas – de produção de madeira, produtos florestais não madeireiros (*e.g.* frutos e flores, sementes, cogumelos, mel, resina e matéria orgânica), pecuária, gestão cinegética e caça;
- b) Questões ambientais e ecológicas – erosão do solo, a regulação das bacias hidrográficas, a conservação da biodiversidade, sumidouro de carbono, património paisagístico e natural, e a influência sobre o clima; e
- c) Questões sociais – atividades recreativas, de turismo, o nível de emprego, o desenvolvimento rural, a fixação de população, entre outros.

Além disso, a complexidade de uma significativa parte das questões florestais está a aumentar devido à maneira pela qual diferentes interesses, grupos e organizações sociais percebem a importância relativa dos critérios específicos para avaliar a gestão das florestas e, assim, avaliar a "qualidade" dos recursos florestais geridos (Ananda e Herath, 2003). Há influência efetiva por parte de indivíduos ou de grupo sobre os valores e representatividade de cada função da floresta porém, é importante que cada uma tenha a mesma importância para que não fique comprometido o desenvolvimento sustentável (Hasenauer, 2006; Davis *et al.*, 2001; Pearce, 2001). Alguns exemplos de avaliações subjetivas estão frequentemente relacionados com o valor recreativo ou paisagístico de uma determinada área de floresta, ou, por exemplo, com a gestão de recreio e de caça (Kajanus *et al.*, 2004). Assim, quando alguém prefere uma espécie específica florestal e um tipo específico de caça, outra pessoa ou grupo pode querer outro tipo de espécie e de caça, e alguém pode ser absolutamente contra a caça a todo nível. Avaliações semelhantes de gestão florestal estão relacionadas com o registo e criação de determinados rendimentos, por um lado, e a proteção e conservação das florestas, por outro lado (Gibson *et al.*, 2005). Todos estes tipos de questões fazem aumentar a complexidade da gestão florestal e dificultam o desempenho das operações florestais, tornando o planeamento e a tomada de decisão na área florestal muito exigente. Enquanto que, no passado, a tomada de decisão e a gestão da área florestal eram frequentemente realizadas com base em senso comum e/ou experiências passadas, a silvicultura de hoje é efetuada com diversos critérios e funções de apoio à decisão, tornando-a mais flexível e objetiva, Mendoza e Prabhu (2003).

Considerando toda a revisão às políticas nacionais e internacionais de desenvolvimento sustentável, de preservação e conservação dos valores dos ecossistemas florestais e da sua exploração (Apêndices I.1 e I.2), e de acordo também com as conclusões apresentadas em Davis *et al.* (2001) e Hasenauer (2006) verifica-se que deve ser dada a mesma importância e valor a cada função dos ecossistemas florestais, quando queremos realizar avaliações. Num contexto global deve ainda ser dada maior importância à equidade na atribuição de pesos a cada função. É muito difícil afirmar que a biodiversidade é mais importante que a produção de oxigénio e a mitigação de CO₂ resultante do processo de fotossíntese, ou que os produtos madeireiros, que são uma importante alternativa aos derivados de petróleo (recurso não renovável e existente apenas, do ponto de vista de viabilidade comercial de exploração,

em algumas partes do mundo), são menos importantes que as funções culturais de suporte da floresta.

Um caso particular e importante da silvicultura é a cadeia de valor associada à bioenergia. A certificação e aplicação de critérios e indicadores ao setor da bioenergia e biomassa tem sido largamente discutida pela comunidade técnico-científica, devido à sua importância em termos económicos e dimensão e concorrência com outros setores (Kraxner *et al.*, 2013). A fundação de uma indústria ou de cadeias de valor de base biológica dependem de uma oferta abundante de biomassa. Uma fonte confiável e sustentável de biomassa é fundamental para qualquer atividade do mercado que visa a produção de bioenergia. Sem um mercado de biomassa que funcione bem, que possa garantir um fornecimento confiável e duradouro, as ambições existentes para a bioenergia não podem ser satisfeitas (Faaij, 2008). No entanto, um pré-requisito para uma boa governança no fornecimento de biomassa e produção de bioenergia, num contexto internacional, é a existência de uma instituição ou acordo supranacional com capacidade capaz de implementar as suas políticas (Verdonk *et al.*, 2007). Embora, atualmente, pareça não existir um modelo perfeito de governança da bioenergia, os mercados de bioenergia têm potencial para evoluir para um mercado global de mercadorias de bioenergia, com ligações a outros mercados de energia e de biomassa e serviços financeiros relacionados num futuro próximo (Faaij e Domac, 2006). Um facto visível é que, comparativamente ao passado, quando a biomassa foi considerada como uma fonte de energia a ser utilizada a nível local ou regional, hoje é captada pelo comércio internacional, ou seja, houve um forte crescimento para a sua utilização à escala global. No entanto, a utilização industrial da biomassa global não deve continuar a desenvolver-se a menos que as preocupações ambientais e sociais e de mercado sejam tidas em consideração. A certificação pode tornar-se um pré-requisito para os produtores de biomassa para a obtenção de matéria-prima ou posicionamento seguro no mercado da UE, bem como a nível global (Ladanai e Vinterbäck, 2010).

A complexidade do atual ambiente de negócios em silvicultura, o imperativo do crescimento contínuo dos negócios, a eficiência ecológica e os diversos atores com diferentes interesses, impõem a necessidade de usar novos modelos e métodos mais precisos. Nesse tipo de situação, a utilização conjunta de métodos multicritérios de tomada de decisão e técnicas diferentes de tomada de decisão em grupo assumem importância crescente, e potencialmente desejável, de resolver as questões florestais.

Considera-se que os modelos e métodos multicritérios de decisão podem fornecer um apoio forte e flexível para a tomada de decisão à silvicultura moderna e global, que tem múltiplos objetivos e funções, e uma multiplicidade de grupos de interesse com conveniências muitas vezes conflitantes (Kangas *et al.*, 2003). O desenvolvimento e aplicação de tais métodos, que tradicionalmente não têm sido utilizados na arborização e gestão do ecossistema florestal, poderiam disponibilizar às entidades governativas – as mais importantes na definição do futuro destes territórios – uma nova e importante ferramenta para ajuda na tomada de decisão, tanto ao nível estratégico como ao nível operacional, (Kelemen, 2010; Davis *et al.*, 2001; Mendoza e Sprouse, 1989; Krajnc, 2005). A importância em fazê-lo está no facto de que as propostas de decisão e as decisões finais devem basear-se em argumentos racionais e não em interesses específicos e não comuns.

Em suma, a certificação das cadeias de valor florestal (existentes ou novas) e os respetivos critérios e indicadores são um processo fundamental e extremamente importante para assegurar uma gestão global dos recursos florestais. Devido à sua importância, o presente trabalho dedica o Capítulo 2 a este tema. Por outro lado, verifica-se que para se ter um correto mecanismo de certificação, com base na avaliação de critérios e indicadores, é importante recorrer a ferramentas e metodologias de avaliação. Deste modo, a parte II do presente capítulo é dedicada à apresentação das principais metodologias de análise e avaliação.

PARTE II – METODOLOGIAS DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO

1.3. Metodologias e ferramentas de análise e avaliação para a gestão sustentável dos ecossistemas florestais

O paradigma de gestão da floresta mudou dramaticamente nos últimos anos. Esta mudança deve-se principalmente ao facto das sociedades modernas exigirem das florestas não apenas bens particulares vendidos no mercado, mas também bens e serviços públicos sem mercados estabelecidos (Diaz-Balterio e Romero, 2004). Neste contexto, a gestão florestal sustentável tem vindo a ganhar uma importância crescente. Assim, a visão moderna da sustentabilidade neste sector compreende não só a produção clássica de madeira, mas também a sustentabilidade dos muitos atributos exigidos pela sociedade e produzidos pelas florestas. Esta mudança de perspetiva/paradigma implica a complexa integração desses atributos, o que não é fácil de integrar com os métodos de

gestão florestal tradicionais (Messier and Kneeshaw, 1999). Outra dificuldade diz respeito aos diferentes níveis de agregação, segundo os quais a sustentabilidade da floresta é definida e medida. Na realidade, este conceito é aplicado a partir de um nível regional para um nível base. Por estas razões, há um consenso considerável entre as partes florestais interessadas em caracterizar a sustentabilidade dos planos florestais relativamente a um conjunto de indicadores. Esta ideia, que surgiu nos anos de 1980, foi definitivamente consolidada após a Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento, que teve lugar no Rio de Janeiro em 1992. Depois deste evento, vários processos internacionais, abrangendo mais de 120 países, definiram diferentes listas de critérios e indicadores de sustentabilidade (Castañeda, 2000; Wulf, 2003). Note-se que estes esforços têm sido realizados a um nível muito elevado de agregação, sem atender à questão da sustentabilidade ao nível de base. No entanto, ter um bom conhecimento sobre a sustentabilidade de qualquer alternativa de gestão parece ser uma questão sensível para os gestores florestais. Assim, Davis *et al.* (2001) afirmam que os gestores florestais precisam de ter abordagens mais precisas para avaliar a possível sustentabilidade dos diferentes efeitos ligados a cada plano de gestão. Apesar do presente trabalho se focar na sustentabilidade ao nível base, a metodologia proposta pode ser diretamente aplicada a problemas definidos em níveis mais elevados de agregação. Por outro lado, a caracterização da sustentabilidade da floresta pode ser efetuada tendo por base um conjunto de indicadores.

O planeamento da floresta e dos ecossistemas pode ser dividido em planeamento estratégico, tático e operacional (Pukkala, 2002). O planeamento estratégico tem o objetivo de encontrar a melhor direção para os decisores ou sociedade a longo prazo. O planeamento florestal tático procura determinar a gestão ideal para cada povoamento florestal na área de planeamento, com a missão de cumprir os objetivos de gestão estratégicos que foram considerados importantes. O resultado de um planeamento tático é uma lista de ações de gestão que devem ser realizadas em diferentes partes da floresta. O planeamento operacional determina a melhor maneira de implementar as ações ou operações previstas no planeamento tático. Algumas ações estão relacionadas com a colheita e transporte de madeira, e outras para prevenções e tratamentos de povoamentos. O planeamento operacional não é geralmente considerado como pertencente à disciplina do planeamento florestal, mas antes à de tecnologia florestal (operações de colheita) ou silvicultura (operações de prevenção e tratamento),

(Hasenauer, 2006). As situações de planeamento florestal de hoje são normalmente da atenção de diversos grupos de interesse e de outras partes empenhadas na utilização da floresta. Além disso, uma única parte interessada pode adotar ferramentas multicritério de análise de decisão para o planeamento florestal estratégico. Esses métodos foram desenvolvidos em ciência da administração, a fim de facilitar e sistematizar a comparação de alternativas de estratégia.

As alternativas de decisão de planeamento tático são todas diferentes combinações de opções de gestão. Uma vez que o número de combinações é enorme, são muitas vezes utilizadas as ferramentas de otimização numérica em vez de ferramentas multicritério de análise de decisão. O desenvolvimento de soluções otimizadas, que pretendam definir qual o melhor caminho para o uso do ecossistema florestal, são mais interessantes numa perspetiva micro e meso, em que um determinado produtor florestal pretende saber, por exemplo, qual a melhor rota que deve utilizar para realizar a operação de recheia e transporte da matéria-prima do povoamento num local *A* para uma unidade industrial no ponto *B*, onde muitas vezes é incorporada a ferramenta de “Sistemas de Informação Geográfica, SIG”. Outro exemplo é: como se deve fazer uma plantação ou o controle de regeneração natural de um determinado povoamento para que a recheia apresente consumos de energia o mais reduzidos possível? No planeamento tático só o espaço de decisão é produzido antes da etapa comparativa. O espaço de decisão é a recolha de diferentes opções e processos das cadeias de valor do ecossistema florestal para proceder à combinação das mesmas. Todas as combinações das opções são alternativas de decisão possíveis, e o planeamento tático tem o objetivo de encontrar a melhor alternativa através de um vasto número de combinações. A realização desta operação num tempo razoável é impossível, nem mesmo com um computador, pelo que têm de ser usadas sofisticadas ferramentas de comparação, nomeadamente métodos de otimização numéricos (Hasenauer, 2006). Estes métodos produzem alternativas de decisão pela combinação de opções unitárias de processos das cadeias de valor em diferentes alternativas, avaliando o grau de otimização de cada nova alternativa em função dos objetivos definidos. Só a combinação selecionada, que é a solução de otimização do problema, é apresentada ao decisor para posterior decisão. Se a solução não é aceitável, o problema de formulação é alterado (*e.g.* adição de constrangimentos e alteração dos pesos dos objetivos) e resolvido (Hasenauer, 2006).

No presente contexto e trabalho, não se pretende desenvolver uma única ferramenta que realize diferentes tipos combinação, e que permita identificar a solução ótima para o uso sustentável do ecossistema florestal. O ecossistema florestal é um sistema muito complexo, e determinar um só caminho único de exploração é difícil e arriscado, em especial numa perspectiva macro e futurista, dependerá sempre do momento $n+1$ dos mercados, das vulnerabilidades políticas, da praticabilidade da opção otimizada, entre outros fatores. O contexto do presente trabalho é apresentar uma ferramenta de apoio à decisão que permita avaliar o uso sustentável do território de determinadas cadeias de valor atuais ou possíveis de introduzir, através da criação de um índice de sustentabilidade integrado e global, que avalie o seu grau de sustentabilidade. Deste modo, apresenta-se no ponto 1.4.1 uma reflexão e análise das ferramentas mais comuns utilizadas para a avaliação sustentável florestal.

De facto, a sustentabilidade da floresta é um conceito abstrato que é difícil de conceptualizar e medir (Lindner, 2010). Estas dificuldades são devidas principalmente à multidimensionalidade subjacente à sustentabilidade de qualquer sistema florestal. Deste modo, a sustentabilidade da floresta envolve características económicas, ecológicas e sociológicas que são medidas em diferentes unidades. O que devemos fazer, na prática, dentro de um panorama tão complexo, é definir e medir as diferentes características envolvidas na sustentabilidade de um sistema florestal, em particular ao nível de indicadores adequados. De acordo com esta estratégia, se quisermos medir a sustentabilidade global do sistema, é preciso agregar os diferentes indicadores a ter em consideração. De facto, uma abordagem de análise e avaliação leva a estabelecer a lista de critérios (indicadores), determinar os pesos ou a importância relativa ligada a esses critérios, escolher o sistema de agregação, entre outros fatores (Mendonza e Prabhu, 2000a).

Apesar destas dificuldades, já foram desenvolvidos diversos métodos para implementar critérios e indicadores para a gestão florestal sustentável (ver, por exemplo Mrosek, 2001). No entanto, este problema enquadra-se muito bem no paradigma de múltiplos critérios da tomada de decisão. Assim, Mendoza e Prabhu (2000a, b, 2003) e Mendoza *et al.* (2002) recomendam o uso de métodos multi-critério qualitativos para a avaliação dos indicadores de sustentabilidade florestal. Bousson (2001) aplica uma metodologia multi-critério (ELECTRE) para a escolha da alternativa de gestão preferencial que apresenta maior concordância entre vários critérios. Finalmente, Ducey

e Larson (1999) aplicaram uma programação “fuzzy” multi-objetivo para avaliar e definir a sustentabilidade de algumas decisões de gestão florestal. Alguns autores (e.g. Kangas *et al.*, 1998) recomendaram o uso da teoria de utilidade dos multi-atributos, para a realização do processo de agregação. Assim, o conjunto de indicadores de sustentabilidade é considerado como "funções de utilidade individuais" e são agrupados em função da utilidade multi-atributo que serve para medir o índice global de sustentabilidade. Embora seja bastante claro que esta é uma abordagem puramente teórica, não está isenta de dificuldades práticas. Assim, as fortes hipóteses sobre a estrutura de preferências do decisor (ver Keeney e Raiffa, 1993, para os aspetos técnicos) têm de ser feitas para a escolha da estrutura da função de utilidade multi-atributo (por exemplo, aditivo, multiplicativo, etc.). Essas hipóteses preferenciais não são geralmente fáceis de testar empiricamente. Tais dificuldades são consideravelmente agravadas dentro de um contexto de sustentabilidade florestal.

A técnica de programação por objetivos (“goal programming– GP) tem sido amplamente utilizada no desenvolvimento de planos florestais desde o trabalho pioneiro de Field (1973). Assim, as publicações de Kao e Brodie (1979), Bare e Mendoza (1992) e Diaz-Balteiro e Romero (1998), são exemplos que utilizam formulações GP para problemas de planeamento de recolha de madeira. Davis *et al.* (2001) e Buongiorno e Gilles (2003) incluem várias aplicações deste método na gestão de recursos florestais.

Num contexto de avaliação de impacto, a OECD (2012) definiu as principais dimensões a ter em consideração (Tabela 1.4). As quatro dimensões apresentadas na Tabela 1.4 são importantes para a realização de qualquer tipo de avaliação e impacto, permitindo que seja possível realizar: (1) exames a longo prazo de fluxos de investimentos e efeitos; (2) exames ambientais, económicos e sociais; (3) identificação de sinergias e soluções de compromisso entre domínios; (4) processos transparentes. As avaliações de impacto devem ter uma relação com outros tipos de avaliação ao nível: da integração dos critérios de sustentabilidade para outras abordagens de avaliação; da realização de avaliações separadamente e utilização de avaliações de sustentabilidade, como mecanismo de integração; da junção de todas as abordagens nas avaliações de sustentabilidade abrangentes; e do desenvolvimento de uma metodologia geral para a "avaliação de impacto".

Tabela 1.4 Considerações atuais sobre avaliações de impacto

Dimensões	Considerações
Tipos	Sustentabilidade; Integrado; Regulatório; Ambiental; Social e Económico
Níveis	Local; Regional; Nacional; Setorial; e Internacional
Âmbito	Político; Acordos; Programas; Projetos; Regulamentação; Planificação de ações; e Posicionamento de entidades
Posição no tempo	Passado; Presente; e/ou Futuro

Bebbington *et al.* (2007) identifica duas questões importantes relacionadas com a avaliação de sustentabilidade:

- "Como podem ser integrados ou estendidos os sistemas operacionais utilizados hoje para monitorizar e reportar as condições ambientais, e serem mais úteis para os esforços de transição para a sustentabilidade?"
- Como podem as atividades, de hoje, relativamente independentes do planeamento, da pesquisa, da monitorização, da avaliação e do apoio à decisão serem integradas com maior sucesso em sistemas de gestão adaptativa e de aprendizagem social?"

Neste ponto da dissertação far-se-á uma abordagem superficial às metodologias de análise e de apoio à decisão, assim como às didáticas de avaliação de impacto sustentável e de ciclo de vida aplicadas no contexto florestal. As cadeias de valor florestal merecem a nossa atenção porque representam sistemas complexos e de difícil decisão, principalmente quando se contabilizam os fator “tempo” e “globalização”, como se pretende no presente trabalho. Tendo em conta o que foi referido anteriormente, as seguintes sub-seções apresentam as principais ferramentas e instrumentos que poderão ser utilizados no apoio à decisão num contexto de avaliação de sustentabilidade à escala global e que contemple o ciclo de vida holístico dos diferentes sistemas de exploração florestal atuais e futuros.

1.3.1. Avaliação de impacto sustentável

A sustentabilidade acabou por se revelar um conceito exigente de ser medido com as ferramentas e os métodos tradicionais (Hector *et al.*, 2009; Kunsch *et al.*, 2009; Branco e Lee, 2009). Os métodos de otimização têm sido usados em avaliações de sustentabilidade, mas na maioria dos casos, o foco é a maximização dos lucros e são utilizados outros aspetos de sustentabilidade como restrições (Eid *et al.* 2002).

A avaliação de impacto sustentável é uma abordagem para explorar os impactos combinados das dimensões ambientais, económicas e sociais de uma série de políticas propostas, de programas, de estratégias e de planos de ação de uma pessoa singular ou coletiva. Estas avaliações também podem auxiliar a tomada de decisão e o planeamento estratégico ao longo de todo o ciclo político ou produtivo. Na sua forma mais madura e ambiciosa, esta avaliação consiste num ciclo de processo com o circuito fechado e que envolve a monitorização, a adaptação e a avaliação (usando indicadores de progresso). Estes passos indicam uma sequência lógica, mas como uma avaliação de impacto sustentável não é um processo linear, também são envolvidos ciclos de análise e debate (OECD, 2010). Como se ilustra na Figura 1.2, esta avaliação deve seguir uma sequência de passos, a saber:

1. Triar a proposta: decidir se a avaliação de impacto é necessária.
2. Âmbito da avaliação: decidir a extensão da avaliação a ser conduzida;
3. Selecionar as ferramentas ou metodologias para coincidir com a definição do âmbito;
4. Garantir a participação das partes interessadas: decidir qual é o papel das partes interessadas, qual a sua interferência na ponderação do sistema de avaliação e enquadrá-los de acordo com o âmbito e nível pretendido;
5. Analisar os impactos ambientais, económicos e sociais;
6. Identificar as sinergias, conflitos e “*trade-offs*” entre esses impactos;
7. Propor medidas mitigadoras para otimizar resultados positivos; e
8. Apresentar os resultados e as opções para os decisores políticos.

As principais ferramentas de avaliação de impacto de sustentabilidade usadas são (OECD, 2012):

- Ambiente: avaliação do ciclo de vida, dos fluxos de massa e de materiais, da contabilização de recursos e da pegada ecológica;
- Economia: análise custo-benefício, modelação, regressão e cenários; e
- Social: meios de vida sustentáveis, medição de capital humano e social e processos participativos.

Contudo, pode-se encontrar um conjunto de outras ferramentas (Tabela 1.5).

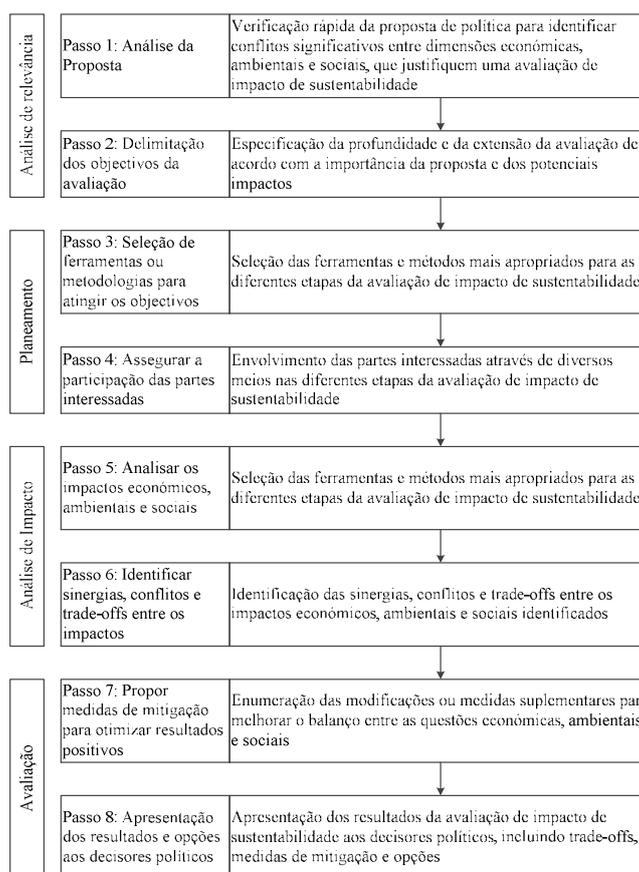


Figura 1.2 Sequência das etapas de avaliação de impacto de sustentabilidade (adaptado de OECD, 2010).

Tabela 1.5 Ferramentas de avaliação de sustentabilidade (Marimon, 2010)

Ferramentas de avaliação física	Análise multicritérios
<ul style="list-style-type: none"> - Análise de fluxo de material relativa ao conjunto da economia - Avaliação do ciclo de vida - Pegada ecológica - Contabilização do uso global do solo /Contabilização do uso total de recursos emergentes - Matriz de contabilização nacional, incluindo a dimensão ambiental - Caracterização do estilo de vida e consumo de recursos 	<ul style="list-style-type: none"> - “Multi Attribute Value Theory” - Soma ponderada - Processo de hierarquia analítica - Regime - Método do “ranking” de preferência organizacional para avaliações de enriquecimento - Nova abordagem para ambientes de avaliação e de decisão imprecisos - Método dominante
Ferramentas de avaliação monetária	Ferramentas de avaliação de sustentabilidade
<ul style="list-style-type: none"> - Análise custo-benefício - Análise custo-eficácia - Medidas de bem-estar económico - Índice de bem-estar sustentável - Poupanças genuínas - Rendimento nacional sustentável 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação de impacto sustentável - Avaliação estratégica ambiental - Avaliação da vulnerabilidade
Ferramentas de modelação	Ferramentas de análise das partes interessadas
<ul style="list-style-type: none"> - Modelos climáticos - Modelos hidrológicos - Modelos biogeoquímicos - Modelos gerais de economia - Modelos do setor parcial económico - Modelos demográficos - Modelos de saúde pública - Modelos de uso do solo - Modelos de avaliação integrada - Análise de sistemas qualitativos - Ferramentas de construção e planeamento de cenários 	<ul style="list-style-type: none"> - Conferência de consensos - Grupo de trabalho - Técnica de rede de repertório - “Backcasting”: ter a visão futura do que se pretende e questionar e planear hoje o que se tem de fazer - Grupo de trabalho eletrónico - Ferramentas para comunicar debates, diálogos e deliberações
Análise de cenários - aplicação	
Análise de cenários - desenvolvimento de novos cenários	Gestão da transição

Ness *et al.* (2007) desenvolveram uma estrutura global para a ferramenta de avaliação de sustentabilidade, que é mostrada na Figura 1.3. Bebbington *et al.* (2007) categorizou em três áreas: (1) indicadores e índices, que são classificados em integrativos e não-integrativos; (2) instrumentos de avaliação relacionados com o produto, com o foco principal nos fluxos de material e/ou de energia de um produto ou serviço a partir de uma perspetiva holística de ciclo de vida; e (3) avaliação integrada.

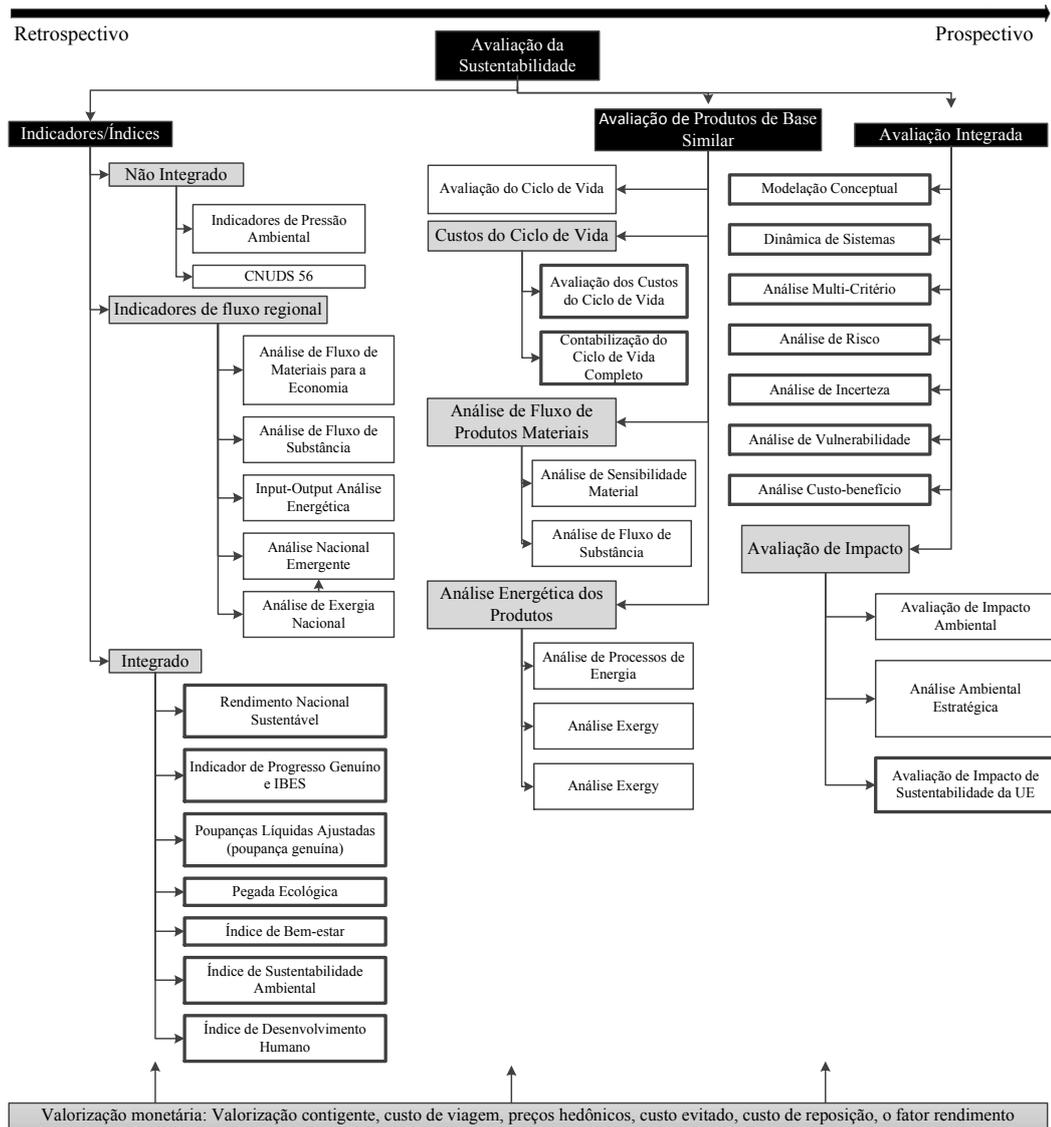


Figura 1.3 Fluxograma das principais ferramentas de avaliação de sustentabilidade (Ness *et al.*, 2007).

Os índices compostos de avaliação de sustentabilidade têm por base o recurso de uma ou mais das ferramentas descritas anteriormente. Para a construção de um índice composto, o objetivo político tem de ser claramente definido. As componentes e sub-componentes precisam de ser determinadas com base na teoria, na análise empírica, no pragmatismo ou apelo intuitivo, ou em alguma combinação destes métodos (Booyesen, 2002). Quando a análise empírica é utilizada para a seleção, pode-se recorrer às técnicas estatísticas bivariadas e multivariadas. A análise bivariada mede a correlação da associação entre todos os pares de variáveis, enquanto a análise multivariada avalia o peso global de qualquer conjunto de variáveis utilizado para medir uma outra variável. No contexto da análise bivariada, normalmente usam-se matrizes de correlação, enquanto algumas das técnicas multivariadas são discriminantes (análises da

componente principal e do fator). O objetivo dessas técnicas é determinar o número de variáveis-chave que realmente influenciam o índice composto.

Booyesen (2002) definiu quatro formas de realizar a escala para fins de indexação compostos. Em primeiro lugar, se as variáveis já são dimensionadas então não há necessidade de escalonamento das variáveis. Em segundo lugar, o uso de pontuações normais (valores de z e t) pode ser utilizado para a indexação composta. Em terceiro lugar, através da realização de resultados da pesquisa, as variáveis podem ser transformadas e representadas sob a forma de escalas de resposta ordinais. Finalmente, as variáveis podem ser escaladas com base no método de transformação de escala linear convencional. Por exemplo, as variáveis são dimensionadas entre 0 e 10 ou 0 e 100, com o auxílio desta técnica. No entanto, isso requer um valor nominal ou pontos de referência em relação aos quais os indicadores podem ser escalados. São necessários dois valores, um mínimo e um máximo, para serem identificadas cada uma das variáveis. Bohringer e Jochem (2007) discutiram cerca de três insuficiências importantes sobre índices de avaliação de desenvolvimento sustentável que devem ser abordadas de forma sistemática. A primeira questão é a seleção de indicadores apropriados, onde se deve ter em atenção que temas determinam o método de agregação temática e as unidades determinam o método de agregação técnica. Além disso, a ponderação e a normalização devem ser feitas de forma transparente, com uma análise de sensibilidade adequada. O alcance da comensurabilidade de variáveis de entrada é a terceira importante preocupação. O estudo Singh *et al.* (2012) identificou 41 índices e “*ratings*” compostos. No Anexo I.2 é apresentado em pormenor cada um dos índices com foco nas dimensões escala, normalização, ponderação, pesos e agregação.

1.3.1.1. Avaliação de Ciclo de Vida

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta utilizada frequentemente para a determinação dos impactos ambientais de um material, produto, processo ou sistema, desde o “berço até ao túmulo” – querendo dizer desde o início até ao fim definido pela fronteira do sistema em questão (ISO, 1997). Embora a ACV tenha sido tradicionalmente centrada sobre os impactos ambientais, houve uma evolução no sentido de incluir valores económicos e sociais nesta metodologia (Jeswani *et al.*, 2010), como se apresenta nas seguintes sub-seções. A ACV é regulada pelas normas ISO (ISO, 1997), que têm sido atualizadas e completadas ao longo dos últimos anos (Pelletier *et al.*, 2012).

A ACV inclui diversas fases obrigatórias (de acordo com a norma ISO 14040-44), mas também podem ser implementadas várias fases opcionais, tal como se observa na Figura 1.6. Os limites do sistema são explanados durante a definição das metas e do âmbito do estudo, e é escolhida uma unidade funcional para a qual os impactos estão a ser agregados. A unidade funcional é uma base importante para os estudos comparativos de produtos alternativos e de avaliação de sistemas. A unidade funcional pode ser, por exemplo, 1 MWh, ou um computador portátil. Durante a definição de metas e alcance, as categorias de impacto também são selecionadas. As categorias de impacto são, principalmente, os riscos ambientais que são causados pela fabricação de um produto e de matérias-primas, e durante todas as fases do ciclo de vida de um produto. Diversas categorias de impacto, tais como as alterações climáticas, a acidificação e as emissões tóxicas, podem ser incluídas na ACV. Durante a análise de inventário os dados sobre esses impactos são agregados. Por exemplo, impactos das mudanças climáticas de um produto são revelados através do levantamento de todos os GEE emitidos durante o ciclo de vida de um produto. Depois de todos os impactos serem analisados/ponderados, as saídas com impactos semelhantes (por exemplo, dióxido de carbono e de metano são ambos incluídos na categoria de impacto de mudanças climáticas) são caracterizadas, ou seja, são transformadas num parâmetro com base na sua nocividade. Cada substância tem um fator de caracterização e este é multiplicado pelo fator correspondente. O facto corresponde pode ser obtido no relatórios anuais do “*Intergovernmental Panel on Climate Change*”, em que e.g. nas emissões de GEE, o dióxido de carbono é multiplicado por 1, enquanto o metano, com muito mais impacto de efeito de estufa, é multiplicado por 25. Estão disponíveis outras metodologias de avaliação de impacto para essas fases, por exemplo “*Eco-indicador*”, “*ReCiPe*” e “*CML2001*”(Myllyviita *et al.*, 2013).

Depois da caracterização, é possível prosseguir para a normalização e ponderação (que são as fases opcionais) ou continuar para a próxima fase obrigatória, ou seja, a realização de uma análise de sensibilidade. Se as fases opcionais são atualizadas, as pontuações de caracterização podem ser normalizadas externamente (Figura 1.4). A normalização externa relaciona as pontuações de caracterização para um determinado valor de referência, por exemplo, as emissões totais de uma determinada área geográfica num período de tempo específico. Por exemplo, após a normalização externa pode afirmar-se que o produto é responsável por 4% do impacto da mudança climática anual

de um cidadão europeu médio, mas apenas 1% da acidificação se deve a este produto. Existem fatores de normalização externos disponíveis para os países europeus (Sleeswijk *et al.*, 2008), Canadá e Estados Unidos (Lautier *et al.*, 2010). Após a normalização externa, as categorias de impacto podem ser ponderadas (ou seja, a sua importância em relação um ao outro é determinada) e uma única contagem pode ser calculada com base nas contagens ponderadas.

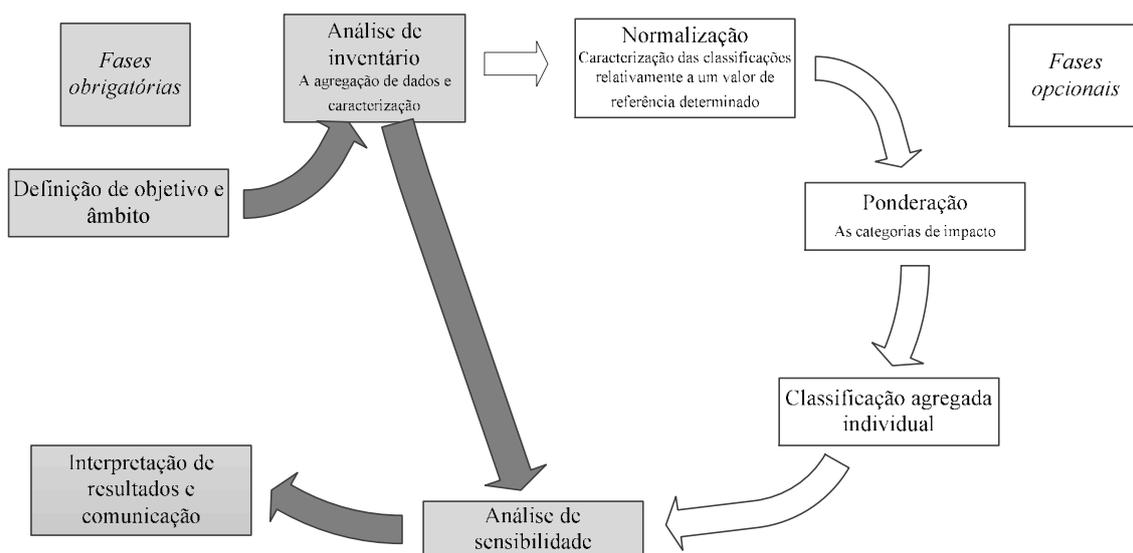


Figura 1.4 Fase da avaliação de ciclo de vida: fases obrigatórias e opcionais (Myllyviita, 2013).

Com base nas pontuações individuais, é possível efetuar estudos comparativos. A ponderação é uma fase opcional da ACV, juntamente com a normalização. Quando uma análise multi-critério é aplicada ao nível da ACV para agregar uma única contagem, a chamada normalização interna é atualizada (Norris, 2001). Na normalização interna baseada em “*Multi-Attribute Utility Theory*”, pode ser conduzida uma única pontuação de acordo com a ponderação obtida a partir de duas opções extremas dentro do estudo da ACV (por exemplo Seppälä e Hämäläinen, 2001). A normalização interna pode ser atualizada com outros métodos de análise multi-critério (que são apresentados no ponto 1.3.3.), sendo que, por exemplo, as técnicas de ponderação são diferentes em comparação com aquelas utilizadas em “*Multi-Attribute Value Theory*”. A fase final da ACV é a interpretação dos resultados e a elaboração de relatórios.

Identifica-se de seguida as principais normas ISO a ter em consideração nos processos de avaliação de ciclo de vida, contabilização das emissões de GEE e no cálculo do “*Carbon footprint of products*”. A saber (Pelletier *et al.*, 2012):

- *ISO 14040*: Estabelece as diretrizes e a estrutura para a Avaliação de Ciclo de Vida;
- *ISO 14041*: Estabelece a definição do âmbito e análise do inventário do ciclo de vida;
- *ISO 14042*: Estabelece a avaliação do impacto do ciclo de vida;
- *ISO 14043*: Estabelece a interpretação do ciclo de vida;

Com a finalidade de facilitar a sua aplicação, as normas 14041, 14042 e 14043 foram reunidas em apenas dois documentos (14040 e 14044).

- *ISO 14048*: estabelece o formato da apresentação de dados;
- *ISO/TC 14064 Parte 1*: relativa aos GEE: diz respeito à especificação para a quantificação, monitorização e comunicação de emissões e absorção por entidades;
- *ISO/TC 14064 Parte 2*: relativa aos GEE: considera a especificação para a quantificação, monitorização e comunicação de emissões e absorção de projetos;
- *ISO/TC 14064 Parte 3*: relativa aos GEE: pronuncia a especificação e diretrizes para validação, verificação e certificação;
- *ISO 14065*: relativa aos GEE: expressa os requisitos para validação e verificação de organismos para uso em acreditação ou outras formas de reconhecimento;
- *ISO 14066*: GEE – requisitos de competências para as equipas de validação e de verificação gases de efeito estufa e as equipas de verificação;
- *ISO/TS 14067:2013 GEE – “Carbon footprint of products”* – requisitos e diretrizes para a quantificação e comunicação.

1.3.1.1.1. Avaliação de Ciclo de Vida – Social (ACV-S)

A ACV-S é uma metodologia desenvolvida para permitir a avaliação do potencial e a verificação dos impactos sociais do ciclo de vida dos materiais, produtos e sistemas, com base nos princípios da ACV. Está técnica aplica-se também em contexto de apoio à decisão e de aprendizagem, e na avaliação de impactos sociais e socioeconómicos relacionados com o ciclo de vida dos materiais, produtos e sistemas. A ACV-S fornece informações sobre o desempenho social e socioeconómico em relação a uma função/benefício fornecida (Benoît e Mazijn, 2009). Em última análise, visa informar a melhoria das condições sociais de produção. Como as empresas são cada vez mais

incentivadas, e em alguns casos porque têm necessidade de mostrar o progresso dos impactos de sustentabilidade em relação às suas cadeias de fornecimento de produto, a ACV-S é considerado um dos métodos mais relevantes disponíveis (Benoit-Norris *et al.*, 2012). A ACV-S visa acrescentar indicadores críticos de bem-estar humano que são influenciados por processos ou empresas nas cadeias de valor, tais como os direitos dos trabalhadores, o desenvolvimento da comunidade, a proteção ao consumidor e os benefícios sociais. Em 2009, após um processo de cinco anos com a participação de mais de 70 especialistas internacionais, o Programa das Nações Unidas para o Ambiente e da Sociedade de Toxicologia e Química Ambiental, publicou as diretrizes para a Avaliação do Ciclo de Vida Social de produtos (orientações) (Benoît e Mazijn, 2009). Um dos objetivos do grupo de trabalho foi estabelecer um consenso sobre o modo como os impactos sociais podem ser melhor integrados no quadro de avaliação do ciclo de vida existente, a fim de avançar para o desenvolvimento da Avaliação de Ciclo de Vida de Sustentabilidade.

Um sistema típico de produto pode incluir mais de um milhar de processos unitários. Portanto, existe uma necessidade urgente de priorização das unidades de processamento na realização de uma ACV-S. Caso contrário, ela pode rapidamente tornar-se muito dispendiosa e demorada, e muitas vezes não é relevante a recolha de dados no local em todas as organizações envolvidas na produção, uso e disposição de um bem ou um serviço (Norris, 2006). As diretrizes para a ACV-S de materiais, produtos e sistemas, recomendam o desenvolvimento de métodos que priorizem os processos unitários mais importantes (ou seja, “*hotspots*”) em cadeias de valor para recolha de dados precisos. Os “*hotspots*” são as atividades de produção no ciclo de vida do produto que fornecem uma oportunidade maior para abordar questões de interesse (por exemplo, direitos humanos e dos trabalhadores, bem-estar da comunidade), bem como destacar os potenciais riscos de violação, danos à reputação, ou problemas que devem ser considerados ao fazer negócios num setor específico e do país (Benoît e Mazijn, 2009).

Não são apenas os dados de indicadores sociais que podem ser usados para identificar os países e setores mais importantes a ter em conta numa cadeia de suprimentos; também o uso de uma “variável de atividade”, tais como horas de trabalho ou de valor agregado, podem ser usados para privilegiar “*hotspots*” e auxiliar no desenvolvimento de condições de fronteira no ciclo de vida. Em cadeias de valor que

são muito complexas, é necessário estabelecer as condições de fronteira, assim como incluir apenas os processos unitários ou setores específicos do País que contribuem para mais do que 0,1% das horas de trabalho da cadeia de valor. Consequentemente, os impactos sociais associados a esses processos unitários ou setores específicos do País que representam menos de 0,1% do total de horas de trabalho, são considerados como não contribuindo significativamente para o impacto social global do ciclo de vida (Norris, 2006).

A especificidade regional é uma consideração importante na recolha de dados de indicadores para a “*Social Hotspot DataBase*”, SHDB. A SHDB encontra-se na lista das bases de dados mais reconhecidas e neste momento assume o lugar primordial. As informações de localização disponíveis em base de dados de processos na ACV-S Ambiental retratam muitas vezes a origem dos dados, ao invés da atividade de produção em que se baseiam. Os conhecimentos gerais sobre o local onde as atividades de produção acontecem são muito mais necessários para a ACV-S, por causa das diferenças sociais, políticas e culturais. Ekvall (2011) destacou a relevância das estatísticas nacionais para avaliar os potenciais impactos sociais das cadeias de valor. Os dados da lista de indicadores dos temas sociais da SHDB e as informações qualitativas caracterizam-se pelo nível de risco (baixo, médio, alto e muito alto) para 191 países e 57 setores. Os dados do sector não são aplicáveis ou não estão disponíveis para todos os indicadores, mas são usados quando relevantes e acessíveis, como o trabalho infantil e as taxas salariais.

1.3.1.1.2. Avaliação de Custo de Ciclo de Vida (ACCV)

A “*Avaliação de Custo de Ciclo de Vida*” (ACCV) sintetiza todos os custos associados com o ciclo de vida de um produto ou sistema. A ACCV é um método estruturado para determinar o custo total de uma estrutura, produto ou componente durante a sua vida útil esperada. A ACCV é uma ferramenta e método mais antigo do que a ACV, embora ainda não esteja normalizado, exceto para fins muito especiais (Kloepffer e Renner, 2008).

Esta ferramenta pode fornecer aos decisores de “*Serviço Florestal*” a informação financeira de que precisam para tomar decisões fundamentadas sobre a manutenção, melhoria e construção de instalações, assim como, o desenvolvimento de novos mercados e de produtos com elevado valor acrescentado. O resultado agregado é um custo calculado por unidade funcional expressa numa das moedas conhecidas.

Dependendo da fronteira de sistema, o resultado agregado pode conter as margens de lucro, e os custos incorridos na utilização e nas fases de fim de vida de um produto. Em casos excepcionais, os custos de fim de vida podem ser incluídos no preço, por exemplo, o sistema alemão "ponto verde" da reciclagem de embalagens, (Kloepffer e Renner, 2008). Como na ACV, a análise detalhada das fases do ciclo de vida não deve ser perdida durante a agregação. Só assim as oportunidades de redução de custos podem ser plenamente reconhecidas. Isto é especialmente importante para os produtos "verdes" (incluindo os serviços), que muitas vezes são mais caros do que os produtos concorrentes tradicionais (por exemplo, poupança de energia *versus* lâmpadas tradicionais). A ACCV é um complemento útil à ACV (e à ACV-S), uma vez que os produtos sustentáveis devem ser rentáveis e com um custo de venda razoável - caso contrário, não serão aceites no mercado (Kloepffer, 2003). Como as decisões dos consumidores são muitas vezes baseadas apenas no preço de um produto/serviço, a informação dada pela ACCV (incluindo a fase de utilização) pode levar a melhores decisões, que abrangem as necessidades das gerações futuras. Estas considerações mostram que a ACCV é útil também como a avaliação independente, que pode depois ser complementada por uma ACV e/ou uma ACV-S (Kloepffer e Renner, 2008).

1.3.2. Análise custo-benefício (ACB)

A Análise custo-benefício (ACB) é uma ferramenta de economia do bem-estar com aplicações que remontam ao início do século XX (Wiskerke *et al.*, 2010). Ela é usada para avaliar propostas de investimento público ou privado, ponderando os custos do projeto em relação aos benefícios esperados. No domínio da avaliação de sustentabilidade, a ACB pode ser uma ferramenta eficaz para pesar os custos e benefícios das diferentes alternativas sociais em conexão, por exemplo, coma energia e os transportes (EC, 2008). É este aspeto de medir os benefícios esperados, ou colocar unidades monetárias sobre os benefícios (e.g., biodiversidade) que é muitas vezes um desafio dentro da ACB (Moberg, 1999). São muitos os estudos de ACB sobre projetos de utilização de recursos florestais em contexto de bioenergia (Diakoulaki *et al.*, 2002; Reaney *et al.*, 2006; Eriksson *et al.*, 2008; Edward *et al.*, 2008; Wiskerke *et al.*, 2010).

1.3.3. Critérios e indicadores

Os critérios e indicadores de desenvolvimento sustentável são ferramentas regularmente utilizadas para avaliar e medir o estado e as tendências de sustentabilidade (Myllyviita

et al., 2013). Um critério é uma categoria de condições e processos com os quais a sustentabilidade pode ser avaliada, ao passo que um indicador é uma medida de um aspecto do critério (Wijewardana, 2008; Prabhu *et al.*, 1999). Os critérios e indicadores tornaram-se ferramentas habituais para avaliar a sustentabilidade, tendo sido definidos com longos investimentos de tempo e esforço, em processos nacionais (ITTO, 1998; Forestry Working Group, 1995), regionais, e locais (Fraser *et al.*, 2006; Mrosek *et al.*, 2011; Jalilova *et al.*, 2012). A identificação de indicadores de sustentabilidade não deve ser considerada apenas uma "produção de conhecimento" científico, mas também a "criação de uma norma" política (Rametsteiner, 2011). Estes podem ser identificados por meio de processos "bottom-up" ou "top-down". Nos processos "bottom-up", as percepções das partes interessadas locais e outras são incorporadas (Fraser *et al.*, 2006), enquanto nos processos "top-down" os indicadores são definidos durante os processos políticos (*e.g.* EC, 2007). O problema dos processos "bottom-up" é que os critérios e indicadores nem sempre são adequados para a comparação de diferentes regiões ou cadeias de valor, uma vez que podem ser apenas relevantes para uso local ou interesses de uma determinada cadeia de valor ou processo da mesma (Myllyviita *et al.*, 2013). Pelo contrário, nos processos "top-down", os critérios e indicadores gerados são suscetíveis de serem adequados para avaliações comparativas de sustentabilidade, mas as circunstâncias locais, podem ser ignoradas. Dependendo da finalidade e da escala da avaliação de sustentabilidade, pode usar-se a abordagem "bottom-up" ou "top-down", ou uma combinação das duas.

Os indicadores são muitas vezes divididos em variáveis quantitativas e qualitativas. Os indicadores de sustentabilidade económica e ecológica são frequentemente quantitativos na sua natureza, ao passo que os indicadores de sustentabilidade social e cultural são mais frequentemente qualitativos (Myllyviita *et al.*, 2013). Os indicadores quantitativos são mais fáceis de processar e avaliar do que os indicadores qualitativos (Lindner *et al.*, 2010). No entanto, além de medir a sustentabilidade, os indicadores de sustentabilidade são aplicados para outros fins, bem como para apoiar a aprendizagem (Rosenstrom, 2009). Os problemas relacionados com a quantificação de indicadores de sustentabilidade social e cultural são, presumivelmente, a razão para a escassez de indicadores de sustentabilidade social e cultural nas avaliações de sustentabilidade.

As críticas sobre os critérios e indicadores e os processos/esquemas foram identificadas quando emergiram. Há poucas evidências sobre a utilização efetiva por si só dos critérios e indicadores na tomada de decisão por causa de problemas relacionados, por exemplo, com a irrelevância dos indicadores para as necessidades políticas, deficiências técnicas no contexto e apresentação, falta de participação do usuário ou dos tomadores de decisão no processo de desenvolvimento, estratégias de divulgação não-existentes, e pela falta de atualização e promoção dos indicadores (Rosenstrom, 2009). Além disso, os impactos dos critérios e indicadores no desenvolvimento de políticas parecem ser mínimos (Walsh, 2011). Uma solução para aumentar a sua utilidade é associá-los a métodos e ferramentas que são comumente usados para avaliar a sustentabilidade (e.g. análise multi-critério). Os critérios e indicadores são ferramentas que podem ser usadas para conceituar, avaliar e implementar a gestão florestal sustentável. Estes podem ser identificados a vários níveis: global, regional (eco-regional), nacional e sub-nacional. Ao nível nacional foram desenvolvidos essencialmente como instrumentos de informação e acompanhamento, e não como normas que permitam avaliar a sustentabilidade. Por outro lado, o desenvolvimento de critérios tem sido, em grande medida, com a finalidade de avaliar a sustentabilidade e, em menor grau, como ferramentas para facilitar a implementação de melhores práticas de gestão.

No início da década de 1990 foi-se instalando uma visão reforçada sobre a gestão florestal sustentável na política florestal, e o conceito de critérios e indicadores desenvolveu-se em todo o mundo como um meio de implementar e gerir a floresta de forma sustentável (Wijewardana, 2008)

Além disso, os indicadores são utilizados em iniciativas de certificação para apoiar a monitorização e elaboração de relatórios para fins de comunicação (Rametsteiner e Simula, 2003), e uma variedade de fins de acompanhamento e avaliação com base na ciência, desde o nível nacional até à unidade de gestão florestal (Franco *et al.*, 2001; Raison *et al.*, 2001), referindo-se, muitas vezes, diretamente para processos políticos de gestão florestal sustentável (por exemplo, para o processo “*pan-European*”). Na Europa, a iniciativa de promover e comprometer oficialmente a gestão sustentável da floresta é impulsionada pela Conferência Ministerial sobre a Proteção das Florestas na Europa. Na década de 90, foi desenvolvido um conjunto de indicadores de nível nacional para inicializar e padronizar os relatórios “*pan-European*”. Este conjunto

foi aprovado na terceira Conferência Ministerial em Lisboa (MCPFE, 1998); na quarta, em Viena (MCPFE, 2003a), foi adotado um conjunto melhorado de seis critérios e 35 indicadores quantitativos (descrevendo o estado da floresta e alterações) e 17 indicadores qualitativos (descrevendo as políticas florestais nacionais, instituições e instrumentos utilizados para avançar com a gestão florestal sustentável). Até agora, o conjunto “*pan-European*” tem servido como base para o estado das avaliações das florestas na Europa em 2003, 2007 e 2011 para os anos de referência 1990, 2000, 2005 e 2010.

Os critérios e indicadores podem ser usados para uma variedade de fins. Por exemplo (após Linser, 2001):

- Uma ferramenta de comunicação em termos de descrição e diagnóstico de uma situação;
- Instrumento de comunicação para melhorar a clareza dos itens complexos;
- Ferramentas de previsão para antever as tendências futuras;
- Ferramentas para a recolha e tratamento de informação e interesses;
- Meio de controlo político, tanto como instrumentos de controlo como de tomada de decisão; e
- Instrumentos para verificação da eficácia dos programas e medidas.

A partir dessas tarefas, podem formular-se procuras heterogêneas sobre o desenvolvimento e utilização de indicadores de acompanhamento e avaliação para a gestão sustentável florestal (Mendoza *et. al*, 1999), a saber:

- i. Os indicadores podem dar uma imagem confiável da situação da floresta e a uma visão multi-dimensional dos sistemas florestais;
- ii. Os indicadores devem recolher informação quantitativa e qualitativa de diferentes fontes e em diferentes escalas;
- iii. A avaliação da gestão florestal sustentável exige um alto grau de transparência; e
- iv. Há necessidade de esclarecimentos em cada caso específico sobre quais os parâmetros e métodos a utilizar para avaliar a sustentabilidade.

Além disso, os requisitos cruciais na concepção de indicadores de sustentabilidade incluem: (i) relevância para os processos políticos e de planeamento, e um sistema específico de observação; (ii) a sensibilidade às mudanças tanto no sistema observado, como em políticas e práticas de gestão (Vacik e Wolfslehner, 2004); (iii) a validade em termos de revelar os pressupostos subjacentes e substitutos; e (iv) conexão com o ambiente de decisão nas políticas e planeamentos florestais (Failing e Gregory, 2003).

1.3.4. Modelos de apoio à tomada de decisão: “*Multi-criteria Decision Making*” (MCDM)

O processo de decisão envolve a escolha de uma solução específica entre o conjunto de alternativas diferentes que resolvem um determinado problema. Num problema de decisão existem metas a serem alcançadas pela decisão, critérios utilizados para medir a realização de objetivos, pesos desses mesmos critérios que refletem a sua importância, e soluções alternativas para um problema.

Analisando o estado em que se encontra o sistema, pretende-se chegar, através de uma decisão, onde os critérios são os atributos que descrevem as alternativas e a sua finalidade é fornecer, direta ou indiretamente, informações sobre o grau em que cada alternativa atinge o objetivo desejado. Numa dada situação de decisão, os critérios não são em geral igualmente importantes, originando subjetividade e a sua importância relativa é derivada das preferências do decisor. A decisão está relacionada com o sistema de valores e outras características psicológicas do decisor (Krajnc e Glavic, 2005). Os dados e informações sobre os critérios são, com as ações adequadas, sintetizados num número para cada alternativa, e com base nesses valores classificam-se as alternativas. A Figura 1.5 apresenta os procedimentos básicos e as etapas do processo de tomada de decisão e resolução de problemas.

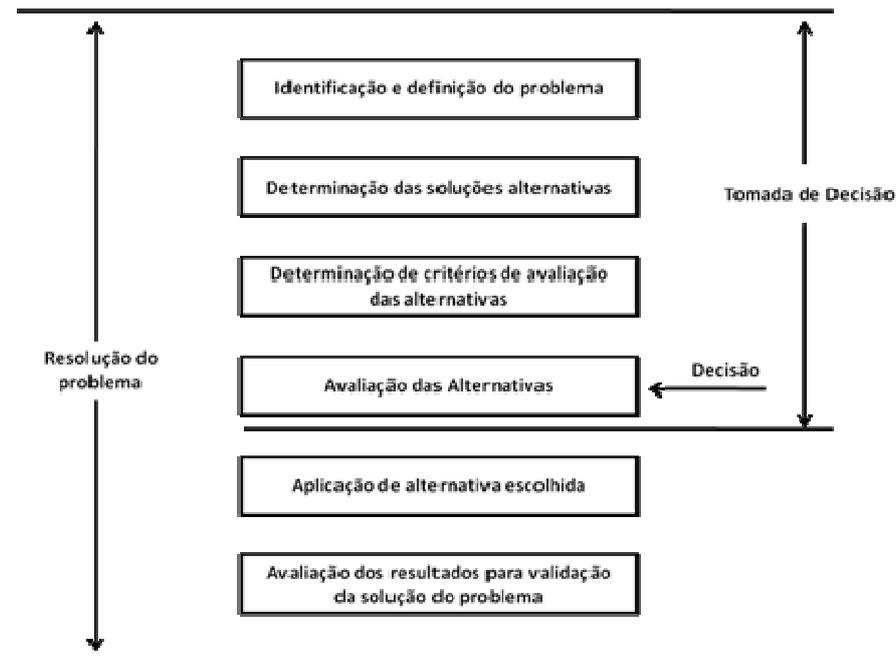


Figura 1.5 Relação entre a resolução de problemas e a tomada de decisão, de acordo com abordagem apresentada em Mendoza e Prabhu (2000).

A tomada de decisão é uma das principais tarefas de um gestor. Mesmo que nenhuma das possíveis soluções e ações propostas seja escolhida, a decisão tem de ser tomada.

Os métodos de Tomada de Decisão Multi-critérios, (“*Multi-criteria Decision Making*”, MCDM), inserem-se num vasto leque de operações de métodos de investigação. Tal como o nome sugere, esta abordagem foi desenvolvida para permitir a análise de situações e problemas com múltiplos critérios. É normalmente aplicada nos casos em que é necessário avaliar diferentes alternativas de decisão e considerar, de forma holística, um sistema complexo. Também se aplica em situações onde a análise global é particularmente difícil devido a uma multiplicidade de critérios que são dificilmente comparáveis e com interesses conflitantes, que influenciam o processo de tomada de decisão, (Mendoza & Prabhu, 2000).

Foram desenvolvidos diversos métodos MCDM, sendo que cada um deles possui características específicas e diferentes técnicas que são aplicáveis em situações e circunstâncias apropriadas. Por exemplo, alguns métodos são especialmente concebidos para gerir o risco e incerteza, ou para a estimativa não-linear, enquanto outros estão focados em aplicações de tarefas de gestão de conflitos e objetivos ou sobre o uso de informações incompletas ou de má qualidade. Inúmeros métodos também vêm com uma variedade de configurações e em diferentes versões (por exemplo, as versões "difusas"

ou estocásticas – não determinísticas ou aleatórias –, etc.) (Koksalan & Zionts, 2001). Alguns também são ligeiramente modificados para melhor responder às tarefas e problemas em determinadas áreas, incluindo a silvicultura. Uma visão detalhada da investigação operacional e dos métodos MCDM pode ser encontrada em diversas fontes (Vincke, 1992; Triantaphyllou, 2000; Koksalan & Zionts, 2001; Kahraman, 2008 entre outros).

O procedimento de decisão multi-critérios envolve o desenvolvimento de diversas alternativas que já não podem ser melhoradas por alguns critérios, e que ao mesmo tempo não são “destruídas” por outros critérios (ótimo de Pareto ou eficiência). Pode implementar-se uma comparação de alternativas selecionadas, considerando todos os critérios previamente estabelecidos e características que influenciam a seleção de uma solução particular. O resultado de uma comparação abrangente é determinado pela prioridade e classificação das alternativas observadas. Numa tomada de decisão em grupo, os indivíduos podem, dependendo das suas preferências pessoais, classificar diferentemente algumas alternativas. A comparação abrangente também pode ser feita com a atribuição de diferentes pesos para determinados critérios, mas também com base na opinião dos participantes individuais. Isto inclui a influência de diferentes critérios e pontos de vista individuais que tidos em consideração em conjunto. Desta forma, os métodos MCDM podem ser usados para analisar a situação de tomada de decisão e ajudar a fazer o melhor possível, ou pelo menos, chegar a uma decisão satisfatória para um conjunto de situações. Contudo, num contexto florestal, um grupo de pessoas pode desvirtuar o sentido dos valores da floresta, não os tratando com a mesma importância, e originando subjetividade e desvio na obtenção das melhores alternativas ou soluções de gestão e exploração do território.

Face ao exposto, considera-se que, com a aplicação de métodos MCDM, muitos desafios exigentes e complexos na gestão do espaço florestal podem ser hoje ultrapassados e minimizados. Vários autores têm desenvolvido estudos sobre este assunto de forma detalhada (Tarp e Helles, 1995; Kre, 1999; Kangas e Kangas, 2005; Herath e Prato, 2006; etc). Esta secção apresenta assim uma breve descrição dos métodos MCDM que podem ser aplicados na gestão florestal multifuncional e uma análise final comparativa. As abordagens selecionadas representam diferentes teorias e escolas, como parte da investigação operacional. Todos os métodos que se apresentam foram testados e aplicados no setor florestal, e a maioria deles são baseados em

suposições e teorias semelhantes aos métodos apresentados. O objetivo é realizar uma apresentação de cada um destes métodos, com identificação das principais características e aplicações em contexto florestal. A apresentação dos diferentes métodos é feita com a terminologia inglesa, de forma a não desvirtuar o significado de cada um dos métodos, visto que a tradução de alguns não é óbvia.

1.3.4.1. O conceito básico

O conceito básico que se apresenta é analisado e estudado por Hasenauer (2006), sustentando que a análise de decisão multi-critério pressupõe que diversas variáveis objetivas afetem o interesse e a classificação de alternativas de decisão (Figura 1.6).

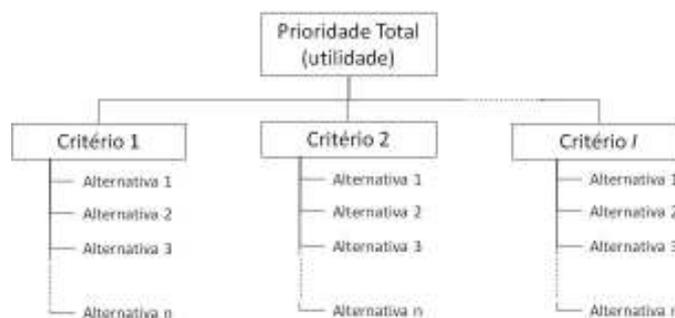


Figura 1.6 Decisão hierárquica para a metodologia de análise de decisão multi-critério, Hasenauer (2006).

Estas variáveis podem ser denominadas por critérios decisão ou atributos, e podem ser divididas em sub-critérios (indicadores) e sub-sub-critérios (verificadores de indicadores). Uma decisão alternativa produz o valor parcial (sub-prioritário, sub-utilitário) através de critérios diferentes. A classificação de uma alternativa baseia-se na sua prioridade total, ou utilidade total, que é a soma de todas as sub-prioridades da alternativa. Como critérios diferentes podem ser importantes de forma desigual, uma sub-prioridade é muitas vezes multiplicada pelos pesos, ou a chamada importância do critério, antes de calcular a prioridade total. A fórmula seguinte sumariza o princípio que é usado para classificar alternativas de decisão em diversos métodos de comparação múlti-critérios:

$$U_j = \sum_{i=1}^I w_i u_{ij} \quad (1.1)$$

onde U_j é a total prioridade (utilidade) da decisão alternativa j , I é o número de critérios de decisão, w_i é o peso do critério i , e u_{ij} é a prioridade da alternativa j em relação ao

critério i . Esta configuração básica pode ser modificada de várias maneiras. Quando os critérios são divididos em sub-critérios, a fórmula pode ser escrita como,

$$U_j = \sum_{i=1}^I \left[w_i \sum_{k=1}^{K_i} v_{ki} u_{kij} \right], \quad (1.2)$$

onde K_i é o número de sub-critérios do critério i e v_{ki} diz quanto o sub-critério k contribui para o critério i . O peso v_{ki} pode ser chamado de prioridade local do sub-critério k , enquanto o produto $w_i v_{ki}$ é a sua prioridade global.

Se houver vários decisores com as suas próprias preferências, a classificação geral pode ser calculada a partir de,

$$U_j = \sum_{d=1}^D \left[v_d \sum_{i=1}^{I_d} w_{id} u_{idj} \right], \quad (1.3)$$

onde D é o número de decisores, v_d o peso do decisor d , I_d , o número de critérios de decisão do decisor d , w_{id} a importância do critério i do decisor d , e u_{idj} a prioridade da alternativa j em relação ao critério i quando avaliada pelo decisor d .

Se se considerar que existe uma incerteza ou risco relacionado, por exemplo, com os preços futuros da madeira ou a taxa de crescimento de árvores, a fórmula pode ser convertida em,

$$U_j = \sum_{s=1}^S \left[p_s \sum_{i=1}^I w_i u_{isj} \right], \quad (1.4)$$

onde S é o número de diferentes estados da natureza, p é probabilidade do estado s , e u_{sj} é a prioridade da alternativa-decisão j em relação ao critério i quando o estado futuro da natureza é s . Note-se que nesta fórmula os pesos dos critérios de decisão não dependem do estado de natureza, mas o resultado de uma alternativa decisão depende dele.

A maioria dos métodos de avaliação multicritério tem quatro etapas básicas:

1. Especificar os critérios de decisão;

2. Especificar alternativas de decisão e fornecer informações sobre todas as alternativas (prever as consequências das alternativas);
3. Derivar os pesos dos critérios de decisão (e, se necessário, os pesos dos decisores, os estados da natureza, sub-critérios, etc.); e
4. Realizar uma avaliação de atributo único (todas as alternativas de decisão são avaliadas em termos de cada critério).

Descreve-se a seguir, de forma resumida, alguns métodos ou classes de métodos que têm sido discutidos na literatura. Alguns métodos multi-critérios, tal como “Even Swaps” (Hammond *et al.*, 1998), não são apresentados de seguida porque raramente têm sido utilizados em silvicultura.

1.3.4.2. “Data Envelopment Analysis, DEA”

Nos últimos anos, a DEA tornou-se um dos métodos centrais na análise da produtividade e da eficiência. Já foi utilizado em comparação de organizações (Sheldon, 2003), empresas (Galanopoulos *et al.*, 2006), regiões e países (Vennesland, 2005). Também foi aplicado no setor bancário para a determinação da eficiência do negócio (Davosir, 2006), na educação (Glass *et al.*, 1999), na agricultura (Bahovec e Neralic, 2001), na indústria de madeira (Diaz-Balteiro *et al.*, 2006) e na silvicultura (Lebel, 1996; Kao, 1998; Bogetoft *et al.*, 2003; Sporcic *et al.*, 2008, 2009). A bibliografia regista mais de 3200 artigos publicados até 2001 no contexto da metodologia DEA (Tavares, 2002). DEA é uma metodologia para a determinação da eficiência relativa das unidades de produção ou não-produção (“*Decision Making Units*”, DMU), que têm as mesmas entradas e saídas, e variam de acordo com o nível de recursos disponíveis e os níveis de atividade dentro do processo de transformação.

Com base na informação observada sobre todas as atuais entradas e saídas de DMU’s, esta metodologia DEA constrói uma fronteira de eficiência empírica e calcula a eficiência relativa de cada unidade. As unidades mais bem sucedidas são aquelas que determinam a fronteira de eficiência, enquanto o grau de ineficácia de outras unidades é medido em função da distância da sua relação de entrada-saída relativamente à eficiência da fronteira. Enquanto os métodos estatísticos típicos são caracterizados como as abordagens de tendência central, que fazem as suas estimativas com base na unidade de produção média, o DEA é baseado em valores extremos e compara cada DMU só com as melhores unidades. O pressuposto básico é que, se alguma unidade

pode produzir Y saídas com X entradas, as outras unidades devem ser capazes de fazer o mesmo, se trabalharem de forma eficiente. O centro da análise está em encontrar a "melhor" unidade virtual para cada unidade real. Se a unidade virtual é melhor do que a original, independentemente se ela consegue mais resultados com as mesmas entradas, ou alcança os mesmos resultados com menos entradas, em seguida, a unidade original é ineficiente.

As medidas de eficiência relativa obtidas por DEA são interessantes para especialistas florestais, gestores e pesquisadores por causa de três propriedades que este método tem:

- Comparação direta de unidades com múltiplas entradas e saídas, sem necessidade de conhecer a forma explícita de relação entre entradas e saídas, que também pode ser expresso em diferentes unidades de medida;
- Caracterização de cada unidade organizacional com uma pontuação de eficiência relativa; e
- Melhoramento que o modelo sugere para as unidades ineficientes com base em resultados reais das unidades organizacionais que operam com eficiência.

1.3.4.3. “Analytic Hierarchy Process, AHP”

O método AHP é amplamente utilizado e muito popular em muitas áreas, incluindo a gestão dos recursos naturais. Mendoza e Sprouse (1989), Murray e Gadow (1991) e Kangas (1992) estão entre os autores que aplicaram AHP na área florestal e o número de aplicações tem aumentado constantemente (Pykalainen *et al.*, 1999; Ananda & Herath, 2003; Wolfslehner *et al.*, 2005; Segotic *et al.*, 2003, 2007).

AHP apresenta diversas vantagens do ponto de vista multi-critério e do planejamento de grupo. Com o uso de AHP, a informação objetiva, o conhecimento especializado e as preferências subjetivas podem ser considerados em conjunto. Também se pode tomar em consideração critérios qualitativos, enquanto outros métodos geralmente apenas usam valores quantitativos para a seleção das alternativas. Para resolver um problema de decisão complexa, este método baseia-se na sua decomposição em componentes: objetivo, critérios e sub-critérios e alternativas. Estes elementos são então utilizados por um modelo multi-nível (estrutura hierárquica), onde o objetivo está no topo, e os principais critérios representam o primeiro nível inferior. Os critérios podem ser divididos em sub-critérios, e no nível mais baixo da estrutura hierárquica

existem alternativas. Outra componente importante do método é um modelo matemático que calcula as prioridades (pesos) dos elementos no mesmo nível da estrutura hierárquica. O método baseia-se em comparações de pares de alternativas, cada uma com a outra, enquanto expressa a intensidade do peso e das preferências de uma alternativa em relação à outra. Os critérios são comparados na mesma maneira, pela qual as preferências são expressas usando a escala de Saaty (Saaty, 1980 citado em Hasenauer, 2006).

O aspecto negativo do método é que ele não permite qualquer relutância e incertezas nas comparações. Ora, por vezes, na gestão dos recursos naturais pode existir a necessidade de refletir um certo nível de insegurança e incerteza no planeamento e a tomada de decisão é caracterizada por isso. Além disso, o número de comparações aumenta significativamente com o número de alternativas e critérios, aumentando também o grau de exigência. Para superar estas limitações, foram desenvolvidos diferentes modelos AHP. A'WOT combinam a análise SWOT e AHP (Kurttila *et al.*, 2000), “*Analytic Network Process*” (ANP) é uma extensão do AHP (Satya, 2001) e outros. Tais modelos híbridos também têm a mesma ideia básica comparativa, como abordagem prática, pedagógica e intuitiva. A popularidade do método baseia-se principalmente no facto de que é muito próximo da maneira em que intuitivamente um indivíduo resolve problemas complexos, através da sua desmultiplicação em diversos problemas simples.

A principal característica da AHP é que comparações emparelhadas são usadas para orientar os pesos dos critérios e das sub-prioridades das alternativas de decisão (Saaty 1980, citado em Hasenauer, 2006). Cada critério é comparado com todos os outros critérios em termos de importância dos mesmos para o decisor. É usualmente utilizada uma escala verbal. As expressões verbais são convertidas em razões numéricas, utilizando uma das escalas mostradas na Tabela 1.6.

Tabela 1.6 Escalas alternativas para converter comparações verbais de critérios de decisão em rácios numéricos nas comparações emparelhadas da AHP

Escala verbal	Saaty escala verbal	Ma e Zheng (1991)	Salo e Härmäläinen (1997)	Lootsma (1993)
Igual importância	1/1	9/9	1,00	1,00
	2/1	9/8	1,22	1,41
Mais importante	3/1	9/7	1,50	2,00
	4/1	9/6	1,86	2,83
Muito importante	5/1	9/5	2,33	4,00
	6/1	9/4	3,00	5,66
Muito mais importante	7/1	9/3	4,00	8,00
	8/1	9/2	5,67	11,31
Absolutamente mais importante	9/1	9/1	9,00	16,00

As relações numéricas são recolhidas numa matriz $I \times I$ (se houver I critérios de decisão), produzindo o canto superior direito da matriz. O canto inferior esquerdo é obtido pelos recíprocos dos elementos do canto superior. Os elementos diagonais são assumidos para ser igual a um. Os pesos dos critérios podem então ser calculados a partir desta matriz, resolvendo a seguinte equação:

$$Aw = \lambda w \quad (1.5)$$

em que A é a matriz de relações, λ é o máximo dos valores próprios da matriz e w é o vetor próprio correspondente a λ . Os elementos de w são os pesos dos critérios de decisão.

Depois de obtidos os pesos dos critérios, o método AHP procede à avaliação do atributo único. Isto é realizado de cada vez por meio de um critério, comparando cada par de alternativas em relação ao critério, utilizando uma escala verbal semelhante à que foi usada quando os critérios foram comparados. Agora, a questão é como uma preferível alternativa é comparada com a alternativa B , em termos do critério X . As comparações de alternativas em relação a um único critério são recolhidas numa matriz, a partir dos quais as sub-prioridades são introduzidas da mesma forma como pesos dos critérios:

$$B_i u_i = \lambda_i u_i \quad (1.6)$$

onde B_i é a matriz de rácios para o critério i e u_i é o vetor de sub-prioridades. Depois de completar as avaliações para todos os critérios, as prioridades totais das alternativas são obtidas a partir de:

$$U_j = \sum_{i=1}^I w_i u_{ij} \quad (1.7)$$

As prioridades totais (ou utilidades totais) estão na relação de escala, o que significa, por exemplo, que as prioridades de 0,4 e 0,2 para as alternativas A e B, respetivamente, podem ser interpretadas de modo a que A é duas vezes melhor do que B.

1.3.4.4. “Multi-Attribute Utility Theory, MAUT”

A MAUT é um processo de decisão estruturado para fazer uma seleção entre as diferentes alternativas em relação ao cumprimento de critérios selecionados. Baseia-se na teoria da utilidade que procura sistematicamente validar e quantificar a escolha do utilizador, geralmente numa escala de 0-1 (Keeney e Raiff, 1976). Com base na metodologia MAUT foram desenvolvidos métodos como HERO e SMART, que classificam dadas alternativas diretamente, atribuindo-lhes valores numéricos proporcionais à sua importância (Venter *et al.*, 1998; Kajanus *et al.*, 2004).

“Simple Multi-Attribute Rating Technique” (SMART) foi desenvolvido no início de 1970 no âmbito da teoria da utilidade multi-atributo. A metodologia SMART tem muitas semelhanças com a ideia básica do método AHP, mas a principal diferença é que o SMART não usa a comparação em pares. Em vez disso, o ranking das alternativas é realizado diretamente. A classificação direta significa que são atribuídos valores numéricos diretamente aos critérios e que estes são proporcionais à sua importância. Assim, as alternativas são avaliadas em relação a cada critério de decisão, simplesmente dando-lhes valores numéricos relativos que refletem as suas prioridades. Na maioria das vezes, após a seleção, o critério principal é determinado e dado um valor de 100. A todos os outros critérios são atribuídos valores entre 0 e 100, em função da sua importância relativamente ao critério principal.

De acordo com o mesmo princípio, a cada alternativa é atribuído um certo valor em relação ao número de critérios. À melhor alternativa é dado o valor de 100, enquanto todas as outras alternativas têm valores entre 0 e 100 representando a sua posição. Quando a importância de certos critérios e as prioridades entre as alternativas têm sido identificadas, SMART utiliza os mesmos procedimentos computacionais do método AHP. Venter *et al.* (1998) e Kajanus *et al.* (2004) são exemplos de estudos realizados em que se usa o método SMART na gestão dos recursos naturais.

Depois de serem obtidos os pesos dos critérios e completada a avaliação de todas as alternativas de decisão em relação a todos os critérios, as alternativas são ordenadas com a seguinte fórmula:

$$U_j = \sum_{i=1}^I w_i u_{ij} \quad (1.8)$$

O significado e interpretação das variáveis da equação 8 são os mesmos da equação 1, apresentada anteriormente.

1.3.4.5. “Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis, SMAA”

Semelhante ao SMART, SMAA representa realmente um conjunto de métodos. Eles foram originalmente desenvolvidos para problemas multicritério discretos com incertos ou imprecisos dados de critérios, e em que, por alguma razão, não foi possível obter dados sobre os pesos e as preferências do decisor. Os métodos SMAA baseiam-se na determinação dos valores de peso que tornaria cada alternativa a preferida, ou que daria um certo nível para uma alternativa.

Os principais indicadores de SMAA incluem os chamados índices de aceitabilidade, que descrevem a probabilidade de colocar uma alternativa numa determinada posição. Se os valores do peso dos critérios não são pré-determinados, os índices de aceitabilidade mostram a dominância de alternativas entre todas as combinações possíveis de ponderação. O índice de aceitabilidade global pode ser calculado como uma média ponderada das classificações prováveis da alternativa, com o maior peso para o primeiro lugar, depois o segundo e assim sucessivamente. As primeiras aplicações de métodos SMAA na silvicultura têm sido implementadas no contexto do planejamento de gestão do ecossistema (Kangas *et al.*, 2003; Kangas e Kangas, 2004). O SMAA está a ganhar cada vez mais interesse na silvicultura e na gestão dos recursos naturais (Kangas *et al.*, 2006; Diaz-Balteiro e Romero, 2008).

1.3.4.6. “Outranking”

Métodos “Outranking” representam a escola europeia ou francesa do MCDM. Foram desenvolvidos muitos métodos diferentes, e entre estes encontram-se o PROMETHEE e o ELECTRE que têm sido aplicados no contexto da silvicultura (Kangas *et al.*, 2001). Estes métodos comparam as alternativas, em pares, com base nos chamados pseudo-critérios. Os pseudo-critérios são dois valores de limiar, o limiar de indiferença e de

preferência, os quais descrevem a diferença das preferências entre duas alternativas. Se a diferença for inferior ao limiar de indiferença, as alternativas são consideradas indiferentes em relação a este último. Se a diferença exceder o limite de preferência, a alternativa proposta é considerada melhor, sem dúvida. Se a diferença é maior do que o limiar de indiferença, mas inferior ao limiar de preferência, a prioridade entre as alternativas é incerta.

Os cálculos são realizados de diferentes maneiras em PROMETHEE e ELECTRE, e ambos os métodos têm várias versões de acordo com diferentes situações. A principal vantagem destes métodos é que eles não requerem dados de preferência tão completos quanto AHP. A desvantagem é que estes são métodos bastante obscuros que são muito difíceis de entender e interpretar. A diferença entre os métodos “*Outranking*” e os SMART e AHP é que “*Outranking*” não usa avaliação de atributo único. Os pesos dos critérios são requeridos e, se os critérios não forem considerados igualmente importantes, os pesos podem ser obtidos por um dos métodos acima discutidos. A avaliação de atributo único é substituída, dando dois ou três limiares por critério (Figura 1.7). No método PROMETHEE o limiar de indiferença (R na Figura 1.9) dá a diferença entre as alternativas numa variável critério, abaixo do qual as alternativas são consideradas de igual importância (o decisor é indiferente entre as alternativas que o diferem menos do que o limiar de indiferença). O limiar de preferência (P na Figura 1.7) mostra quanto a diferença deverá ser para fazer uma alternativa clara ou fortemente preferível. As alternativas que se encontram entre o limiar de indiferença e de preferência (se forem diferentes) são fracamente preferíveis relativamente a outro critério de decisão.

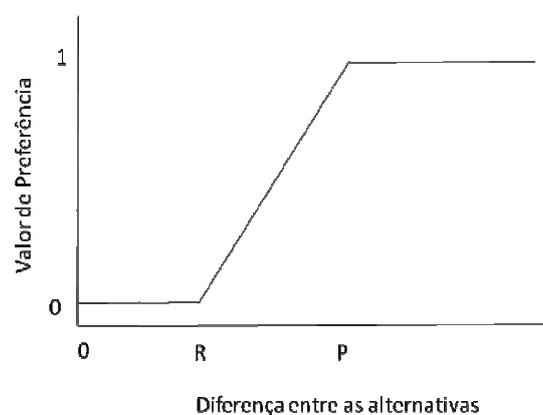


Figura 1.7 Um exemplo de uma função de preferência usado em “*Outranking*” para comparar duas alternativas em relação a um critério de decisão.

O *eixo-x* dá a diferença entre duas alternativas na variável critério, e o *eixo-y* indica quanto a alternativa com um valor mais elevado é a preferida relativamente a outra alternativa. Neste exemplo, é preferível um valor elevado da variável critério (a variável critério é maximizada). O ponto R no *eixo-x* é o limiar de indiferença e o ponto P é o limiar de preferência.

Uma vez que os limiares de indiferença e preferência foram determinados para cada critério, um valor de preferência numérico por critério é calculado para cada par de alternativas de decisão. O valor é zero se a diferença for inferior ao limiar de indiferença e um se as alternativas diferem mais do que o limiar da preferência. A diferença entre os dois limites é dada por um valor de preferência entre zero e um (Figura 1.10). Os valores de preferências são combinados em grau “*Outranking*”, que é um índice multi-critérios de preferência para um par de alternativas de decisão. O grau “*Outranking*” das alternativas A e B [O(A,B)] é o seguinte :

$$O(A, B) = \sum_{i=1}^I w_i p_i(A, B) \quad (1.9)$$

onde w_i é o peso do critério i , I é o número de critérios de decisão, e p_i é a função de preferência para o critério i (Figura 1.10). A forma simplificada de interpretar o grau “*Outranking*” quer dizer que ele diz em quanto o critério A é melhor do que o B (quando os pesos dos critérios são levados em conta).

O grau “*Outranking*” relacionado com uma alternativa pode ser combinado em fluxos positivos e negativos (ou em fluxos de entrada e saída). Para a alternativa A são:

$$F^+(A) = \sum_{A \neq B} O(A, B) \quad (1.10)$$

$$F^-(A) = \sum_{A \neq B} O(B, A) \quad (1.11)$$

Entre o fluxo positivo e o negativo de uma alternativa considera-se o seu fluxo líquido. As alternativas podem ser ordenadas com base no fluxo positivo, fluxo negativo e fluxo líquido.

Outra versão dos métodos “*Outranking*” é o ELECTRE. Um grau “*Outranking*” que é calculado da mesma forma que o PROMETHEE, mas é chamado de índice de concordância. Em seguida, um terceiro, chamado limiar de veto, é dado para cada critério. É uma diferença na variável critério que faz com que uma das alternativas muito inferiores à ordem que o déficit apresenta, não pode ser compensada com um bom desempenho nos outros critérios. As comparações das duas alternativas em relação aos limiares de veto dos critérios de decisão são combinadas num índice de discordância, este é usado para modificar o índice de concordância, o que resulta no grau “*Outranking*” definitivo de um par de alternativas. Se nenhum dos limiares veto é excedido, o índice de concordância é igual ao grau “*Outranking*”. Em ELECTRE, as alternativas de decisão podem ser ordenadas, com base nos seus graus de “*Outranking*”, de diversas maneiras. Se existem n alternativas, cada alternativa tem $n-1$ graus de “*Outranking*”. O procedimento mínimo (ou máximo) assume que a alternativa com o grau “*Outranking*” mínimo (ou maior) é a melhor.

1.3.4.7. “*Voting*”

O voto é uma maneira familiar de expressar opiniões e influenciar assuntos importantes. As técnicas de voto podem ser aplicadas em MCDM para determinar os critérios. O critério que obtém a maioria dos votos é considerado o mais importante. Outro exemplo pode ser uma votação sobre a adequação das alternativas em relação a determinados critérios. A votação pode ser realizada sob o princípio “um homem, um voto”, ou dando a um eleitor um determinado número de votos. Na aprovação dos eleitores a votação dá um voto a cada opção considerada aceitável. Na chamada “*Borda Count*” cada eleitor dá n votos para a melhor opção, $n - 1$ votos para a seguinte, e assim por diante até que um voto continua a ser para a pior opção. Estes métodos são alguns exemplos de várias técnicas de voto. As técnicas de voto foram desenvolvidas para lidar com situações com baixa qualidade dos dados sobre as preferências. A simplicidade e abrangência das técnicas de votação são a sua principal vantagem, especialmente no planejamento de grupo e de tomada de decisão. Com a inclusão de mais informações aumenta a semelhança com o método SMART.

A atitude geral é que este método de votação não deve ser modificado e ainda é mais complicado para as aplicações para as quais já existem métodos multi-critérios específicos. O método de Aprovação Multi-critério baseado em aprovação por votação tem sido aplicado em silvicultura (Laukkanen *et al.*, 2002; Kangas e Kangas 2004,

Shields *et al.*, 1999; Hiltunen *et al.*, 2008). Um pedido de voto de aprovação, adequado para situações de multi-critérios, é a Aprovação Multi-critérios. Neste método, os critérios de decisão são ordenados de acordo com a primeira importância. Em seguida, é determinado se uma alternativa é melhor (+) ou pior (-) do que a média em termos de um determinado critério. Os resultados de todos os critérios e as alternativas são recolhidos numa mesa (dois exemplos são dados abaixo), a partir da qual a pontuação total das alternativas pode ser vista.

Tabela 1.7 Exemplo 1 para a determinação da melhor alternativa pelo método Aprovação Multi-critério

Alternativas	Critério 2 (mais importante)	Critério 3	Critério 1 (menos importante)
1	+	-	+
2	-	+	+
3	-	+	-

No entanto, no exemplo que se segue pode dizer-se que a alternativa 1 é pior do que a 2 e a 3, mas é impossível dizer qual delas, de 2 e 3, é a melhor. Alternativa 3 recebe aprovação em dois critérios e alternativa 2 em apenas um. No entanto, a alternativa 2 é a única que tem aprovação em termos do critério mais importante.

Tabela 1.8 Exemplo 2 para a determinação da melhor alternativa pelo método Aprovação Multi-critério

Alternativas	Critério 2 (mais importante)	Critério 3	Critério 1 (menos importante)
1	-	-	+
2	+	-	-
3	-	+	+

A aprovação por votação é um método de votação não-preferencial, porque o decisor não ordena as alternativas de acordo com a preferência (Hasenauer, 2006). Na votação preferencial o decisor dá n pontos para a melhor de n alternativas, $n-1$ pontos para a segunda melhor, e assim sucessivamente (1 ponto para a pior alternativa). Após a recolha dos votos, as alternativas podem ser classificadas de diversas maneiras. No método de pluralidade, a alternativa com mais votos de primeiro lugar ganha. No método da pluralidade com eliminação, a alternativa que tem o menor número de primeiros lugares é eliminada, e os resultados são recalculados para as restantes alternativas. Isto é repetido até sobrar apenas uma alternativa. No método de contagem

de Borda, todos os pontos que uma decisão alternativa recolhe são somados, e as somas são usadas para classificar as alternativas.

1.3.4.8. Aplicações e limitações da MCDM na gestão e exploração florestal

Embora a MCDM esteja presente na área florestal há mais de 30 anos (Field, 1973), só no início de 1990 é que algumas abordagens mais recentes e técnicas multi-critério e de decisão em grupo se tornaram mais importantes no contexto florestal (por exemplo, Kangas, 1992). Nesse período de tempo, um número significativo de trabalhos que lidam com vários problemas da silvicultura foram publicados.

Determinadas áreas da cadeia de valor florestal aplicaram os métodos MCDM até ao momento da seguinte forma (Diaz-Balteiro e Romero, 2008):

- Recolha e transportes de recursos da floresta;
- Biodiversidade florestal;
- Sustentabilidade florestal;
- Florestamento;
- Planeamento Regional;
- Indústria Florestal; e
- Risco e incerteza.

Apresentada de seguida uma análise aos principais métodos de MCDM, para serem identificados os pontos fortes e as fraquezas de cada um deles, num contexto de avaliação de sustentabilidade à escala global.

“AHP”

Positivo: Método versátil, dá prioridade a uma escala de rácios e facilita muitos tipos de análise de sensibilidade que são realizados.

Negativo: Requer muito trabalho e necessita da recolha de muitas informações de preferência do decisor. O número de pares de comparação pode facilmente, num contexto global e complexo (muitas cadeias de valor), assumir um valor muito elevado tornando o método impraticável.

“SMART”

Positivo: é muito fácil para o decisor, porque usa classificações diretas em vez de comparações emparelhadas.

Negativo: a análise pode ser exaustiva, especialmente quando há muitos critérios e alternativas. Pode ser difícil para escalonar as alternativas.

“Outranking”

Positivo: não necessita de atributo-único de avaliação para as alternativas de decisão, apenas necessita de definir os limiares de preferência e de indiferença para os critérios (e o limiar de veto para o ELECTRE método). Exceto para induzir os pesos dos critérios e especificar os limites, toda a análise pode ser automatizada, tornando o método fácil para o decisor, caso exista uma boa interação informática.

Negativo: Não permite destacar produtos ou novas cadeias de valor que estejam acima do limiar de preferência, ou, no caso contrário, identificar as que se encontram significativamente abaixo do limiar de indiferença.

“Voting”

Positivo: ideal para situações que envolvem muitos decisores, assim como, participantes na gestão e planeamento de florestas públicas. A informação requerida dos participantes é pouca e simples. É aceitável com ou sem uma decisão alternativa. Em votação os participantes nem sequer especificam os critérios de decisão. Uma exceção é a aprovação multi-critério, em que uma alternativa é aprovada ou rejeitada em separado para cada critério. Se a decisão sobre a aprovação é automática (assumindo que as alternativas melhores do que a média são aprovadas), as informações de preferência consistem apenas nos pesos dos critérios de decisão. A desvantagem de aprovação multi-critério é que o resultado pode ser bloqueado ou indefinido, o que dificulta uma escolha inequívoca da melhor alternativa de decisão.

Negativo: Pode existir interferência no resultado, conseqüente de interferências no processo de votação, caso se domine a aplicação deste método num nível mais macro ou concorrencial.

A discussão acima mostra que existem muitos métodos disponíveis para a comparação das alternativas de decisão. As propriedades dos métodos variam bastante, tal como nas situações de decisão. Portanto, uma classificação geral dos métodos é impossível. Por outro lado, não existe uma metodologia ou ferramenta de apoio à

decisão simples, que permita quantificar o grau de sustentabilidade de um sistema, cadeia de valor, produto, etc., e que seja possível a sua aplicação num contexto global e de forma harmonizada.

1.4. Nota conclusiva

A sustentabilidade é um tema central das políticas europeias e globais, sendo também importante para Portugal. No contexto da sustentabilidade e dos princípios de base que levaram à sua génese, deve ser dada igual prioridade à dimensão ambiente, económica e social. Verificou-se pela análise efetuada na Tabela 1.7 que a disponibilidade de recursos varia muito significativamente de região para região. Além disso, a área de ecossistemas florestais na China e Índia poderá diminuir muito significativamente devido à falta de capacidade de resposta do restante território para o tipo de procura e pressão que está a sofrer.

Ao nível das metas e indicadores-chave de desenvolvimento definidos pela UE, Portugal apenas apresenta vantagem no contexto das energias renováveis comparativamente com a média da UE. Em todos os outros indicadores apresenta metas significativamente inferiores.

Existem inúmeras ferramentas de avaliação e modelação que podem ser aplicadas ao contexto da avaliação de sustentabilidade e em particular às cadeias de valor de exploração de ecossistemas florestais. No âmbito do presente trabalho destaca-se os métodos da MCDM, a ACV, os critérios e indicadores e os índices de avaliação.

1.5. Motivação e objetivos da dissertação

Desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em 1992 (Cimeira da Terra), que foram lançados muitos desafios à gestão e conservação dos ecossistemas florestais, ao controlo sobre a globalidade dos mercados e à defesa por um desenvolvimento sustentável. Estes desafios resultaram de preocupações cientificamente validadas/suportadas, ao nível da degradação dos ecossistemas, do desenvolvimento de uma economia global sem controlo sobre as origens das matérias-primas e segurança/controlo na sua utilização e transformação, e à necessidade de garantir que existirão recursos suficientes e qualidade de vida para as próximas gerações. Na conferência referida em epígrafe foram lançados

importantes objetivos e desafios - alguns deles refletem-se ao longo da presente dissertação -, a saber:

- i) desenvolvimento de indicadores para o desenvolvimento sustentável;
- ii) promoção do uso global de indicadores para o desenvolvimento sustentável;
- iii) aperfeiçoamento na recolha e uso de dados;
- iv) aperfeiçoamento de métodos de avaliação e análise de dados;
- v) produção de informação utilizável em processos de tomada de decisão;
- vi) identificar lacunas no tratamento de informação e procedimentos que não possibilitem a análise e avaliação da utilização dos recursos florestais;
- vii) alcançar maior recolha de dados relevantes, de maior custo efetivo e de avaliação através de uma melhor identificação pelos utilizadores, tanto no setor público como privado, e as necessidades de informação a nível local, regional, nacional e internacional; e
- viii) os princípios sobre a floresta, expressos pela Declaração Oficial de Princípios, que encoraja ao consenso global sobre a gestão, conservação e desenvolvimento sustentáveis de todos os tipos de floresta.

Os produtos derivados da exploração florestal, armazenam parte do carbono originalmente presente na floresta por períodos mais ou menos longos, podendo, assim, retardar o regresso do carbono que contém a atmosfera (UNFCCC, 2003). Com efeito, alguns produtos florestais, tais como edifícios de madeira, mobiliário e livros, apresentam períodos de utilização de várias décadas, enquanto outros, como os jornais ou as embalagens de papel ou de madeira, apresentam tempos de vida significativamente mais curtos (IPCC, 2000). Num contexto energético, o período de vida ainda é mais curto, ou seja, existem opções de valorização da floresta com aplicações a longo prazo, diminuindo assim a procura e a pressão sobre os ecossistemas. Os produtos florestais podem contribuir também (indiretamente) para a redução das emissões de CO₂ pelo facto de substituírem produtos com origem noutros materiais (alumínio, aço, cimento, etc.) ou energia de origem fóssil (Petersen e Solberg, 2005; Stael *et al.*, 2001). Os sistemas florestais são complexos, contudo apresentam um importante e vital interesse para a sociedade, sendo particularmente interessante otimizar, promover e potenciar a sua valorização e preservação. As principais indústrias

transformadoras de madeira portuguesas não realizaram, até à data, modelos de avaliação integrada sustentável de ciclo de vida completos dos seus produtos derivados de madeira, em particular a Sonae Indústria. A realização desses modelos é extremamente importante para avaliar a sustentabilidade dos cenários de exploração florestal para os produtos de aglomerados de madeira, MDFs (“*Medium Density Fiber board*”), paletes e pranchas, constituindo assim uma fase importante para este trabalho.

Uma grande parte da energia consumida pelas indústrias florestais é gerada a partir de biomassa lenho-celulósica (BLC), através de processos convencionais (combustão direta). Em 1997, esta fonte de energia constituía, em média, cerca de 50% da energia utilizada na indústria de pasta e papel na Europa (AF&PA *et al.*, 2000). Na indústria dos produtos de madeira sólida, cerca de 75% da energia consumida é proveniente de recursos lenho-celulósicos, (CEI-Bois, 2004). Embora se reconheça que a bioenergia pode constituir uma fonte renovável para a produção de eletricidade, calor ou biocombustíveis, substituindo combustíveis fósseis, aumentando a segurança no abastecimento de energia e diminuindo as emissões de GEE, (Faaij, 2006; Goldember, 2000), a verdade é que, atualmente, a biomassa é utilizada sobretudo por processos poluentes e ineficientes em termos energéticos (Turkenburg, 2000; EC, 2013) sendo emergente o estudo e a avaliação da utilização de tecnologias avançadas para a conversão de BLC.

Os ecossistemas florestais proporcionam importantes funções e serviços que beneficiam o bem-estar humano, (Alves *et al.*, 2012) e a gestão florestal envolve o uso de florestas para atender aos objetivos de proprietários e da sociedade. Enquanto os objetivos podem mudar e os meios para alcançá-los se tornam mais sofisticados, a gestão florestal continua a ser a tentativa de orientar a floresta em direção aos objetivos que a sociedade reclama (Davis *et al.*, 2001). Em Portugal vive-se um período com graves problemas na gestão florestal originados pela concorrência dos povoamentos florestais entre o setor energético e as indústrias transformadoras de madeira. Esta concorrência foi reconhecida recentemente pela União Europeia (EC, 2013), referindo que as ameaças e pressões sobre as florestas cria um ambiente complexo, fragmentado, provocando perturbações nos mercados, devido às cada vez maiores ligações entre os mercados internacionais dos géneros alimentícios, alimentos para animais, fibras e combustíveis. Até final dos anos 90 e início de 2004, a floresta da região centro de Portugal era essencialmente disputada pela indústria transformadora, contudo,

atualmente, a madeira e os resíduos florestais têm sido utilizados significativamente para a produção de “*pellets*” – principalmente para venda em países nórdicos – e em centrais dedicadas à produção de eletricidade (combustão direta e ciclo de *rankine*).

As conclusões do estudo Rivela *et al.* (2006) verificam, de uma forma simplista, um maior uso sustentável dos recursos florestais para a produção de derivados de madeira do que para utilizações de eletricidade. (1) Estas conclusões, (2) o facto de já não se verificar diferenças práticas entre madeira e os termos biomassa, biomassa florestal, biomassa sólida ou biomassa lenho-celulósica e (3) a realidade atual da gestão florestal portuguesa constituem uma importante motivação para o presente trabalho, uma vez que, é importante definir a cascata de valor dos ecossistemas florestais, com base nos princípios de sustentabilidade, e assegurar o potencial multifuncional das florestas de forma sustentável e equilibrada.

Adicionalmente, verificam-se muitas afirmações de avaliação de sustentabilidade sobre determinados sistemas, contudo, quando se pergunta em que base foi feita a afirmação, deparamos-nos que existe uma confusão entre o termo viabilidade económica ou cumprimento da maioria dos requisitos do ponto de vista da biologia (mais pelas entidades ambientalistas) com o termo sustentabilidade. A sustentabilidade é muito mais do que a viabilidade económica de um sistema ou a preservação dos valores biológicos. É uma denominação criada para incluir a vertente ambiental, económica e social de forma integrada no âmbito das análises ou avaliações.

Este trabalho está orientado para: (i) o conhecimentos em domínios de avaliação de sustentabilidade, que permitam identificar quais as melhores opções de uso sustentável do território florestal, ao estudo e desenvolvimento de um modelo de apoio à decisão multi-critério, que pode funcionar como um conceito útil para as orientações políticas, definição de mecanismos de apoio e de estratégias de desenvolvimento regional e rural; (ii) avaliação das cadeias de valores existentes no ecossistema florestal da região centro de Portugal; e (iii) estudo de novas opções de valorização e uso sustentável do território florestal da região centro.

Desta forma, responde-se a um conjunto de questões:

1. É possível desenvolver um modelo de avaliação de sustentabilidade integrado com potencial de aplicação à escala global e ter critérios e indicadores que

permitam obter uma ferramenta de análise multi-critério harmonizada de apoio à decisão?;

2. O uso dos ecossistemas florestais e dos produtos da floresta da região centro de Portugal são objeto de uma gestão sustentável? O seu futuro pode estar comprometido face às ameaças identificadas?; e

3. Podemos admitir maior valorização ambiental, económica e social das florestas da região?

Objetivos gerais

Um primeiro objetivo no presente trabalho é o desenvolvimento de um novo modelo integrado de avaliação de sustentabilidade, criando um índice de sustentabilidade agregado que permita a avaliação integrada e sustentável dos ecossistemas florestais à escala global, que tem por base:

- (1) os princípios definidos para a sustentabilidade, que não desvirtue a sua definição de base e normas de aplicação;
- (2) a conservação e defesa das funções dos ecossistemas florestais; e
- (3) que permita avaliar cadeias de valor de utilização dos recursos dos ecossistemas florestais à escala global, de forma harmonizável e exequível.

Pretende-se também que a ferramenta de apoio à decisão possa ser usada em termos governativos para discriminar positivamente políticas e apoios em função do valor sustentável da cadeia de valor, assim como, no apoio à definição de prioridades nos Estados Membros para a investigação, o desenvolvimento tecnológico e o desenvolvimento rural (para cumprir os objetivos prioritários da UE para 2020).

Um segundo objetivo da dissertação consiste na avaliação e identificação das alternativas mais sustentáveis para o uso do espaço florestal português, com enfoque nos produtos derivados de madeira, bioenergia e co-produtos. Além disso, definindo cenários que caracterizam as atuais cadeias de valor e outros novos panoramas com base nos desenvolvimentos técnico-científicos presenciados nos últimos tempos (novas utilizações energéticas e produtos derivados de madeira não existentes na região centro

de Portugal), pretende-se ainda avaliar e comparar diferentes opções de atividade económica para o uso do território da região centro de Portugal.

Por último, enquadrado no sistema de modelo e ferramenta, pretende-se realizar a avaliação integrada da cadeia de exploração florestal considerando cenários alternativos de:

- i)* tipologias florestais e respetiva produtividade primária;
- ii)* produção e origem de matérias-primas;
- iii)* co-produtos, funcionalidades e externalidades da floresta;
- iv)* usos do solo e reposição dos valores iniciais dos ecossistemas;
- v)* fluxos de matérias-primas desde o setor primário ao terciário;
- vi)* tecnologias de produção e valorização;
- vii)* logística (recolha e transporte, armazenamento e distribuição); e
- viii)* final de vida, incluindo reutilização, reciclagem e aproveitamento energético.

1.6. Estrutura e organização da dissertação

A presente dissertação é composta por seis capítulos. Nesta primeira parte da dissertação, efetua-se uma revisão (complementada pelos anexos) sobre os aspetos principais de sustentabilidade em relação aos ecossistemas florestais e ao fluxo de massa global de matérias-primas, produtos e co-produtos destes, terminando com uma análise às principais ferramentas utilizadas atualmente para analisar a gestão florestal sustentável e com carácter de aplicação aos ecossistemas. Seguindo-se a este capítulo introdutório, realiza-se, no Capítulo 2, uma análise do setor florestal da região centro de Portugal comparativamente ao contexto global do setor florestal, identificando o seu potencial, enquanto fonte de recurso, e as principais dinâmicas económicas e problemas existentes. No Capítulo 3, desenvolve-se uma análise global aos processos de certificação florestal, critérios e indicadores de sustentabilidade, com destaque para os interesses e barreiras em relação à sua utilização no contexto de utilização/gestão sustentável do ecossistema florestal, e para a seleção dos principais fundamentos defendidos pelos organismos internacionais mais importantes a ter em consideração no desenvolvimento do modelo de avaliação. O Capítulo 4 é relativo à exposição e descrição do desenvolvimento da metodologia e ferramenta de apoio à decisão,

intitulada por “*Forest – Global-TRUE-Sustainability*” (*Forest GTS*) que permite realizar avaliação de impacto de sustentabilidade aplicada ao contexto dos ecossistemas florestais. Esta ferramenta é composta por um índice de avaliação. A *Forest GTS* é uma ferramenta que permite realizar análises e avaliações de sustentabilidade integradas, permitindo ao mesmo tempo que esta seja dinâmica e de aplicação a cadeias de valor de nível global. Pode permitir definir classes de utilização dos recursos da floresta e de ecossistemas, na perspetiva uso do solo. Na parte final deste capítulo converge-se para o procedimento de aplicação da ferramenta e modelo, e para a definição dos critérios e indicadores mínimos de sustentabilidade. No Capítulo 5 apresenta-se a avaliação para o fabrico de produtos derivados de madeira, com base na aplicação da *Forest GTS*.

O ecossistema florestal da região centro de Portugal é um sistema complexo e com dinâmicas ambientais, económicas e sociais próprias. No contexto da presente dissertação e de acordo com os objetivos definidos no Capítulo 1, o Capítulo 5 é dedicado à avaliação do desempenho sustentável atual através da aplicação do índice desenvolvido e apresentado no Capítulo 4. O Capítulo 5 está dividido em 2 partes. Numa primeira parte é feita uma avaliação as principais cadeias de valor da floresta da região centro de Portugal. Atendendo ao contexto do patamar técnico-científico e às políticas de desenvolvimento atuais, existem novas cadeias de valor com potencial de integração económica nos ecossistemas florestais da região centro de Portugal. A segunda parte do Capítulo 5 debruça-se sobre a avaliação da pertinência sustentável de integração destas novas cadeias de valor. Deste modo, apresenta-se uma avaliação sustentável para o potencial de integração de três novas cadeias de valor, a saber: 1) novo produto derivado de madeira desenvolvido no âmbito do presente trabalho; ii) biocombustíveis de 2ª geração (Fishcer-Tropsh Diesel), com base em resultados obtidos através de um outro projeto desenvolvido e enquadrado com o presente trabalho; e iii) sistema de aquecimento central comunitário. Por último, no Capítulo 6 salienta-se as principais conclusões dos diferentes resultados obtidos e discutidos ao longo da dissertação, e apresentam-se as sugestões para trabalhos futuros.



“pellets”

Parque de rolaria de madeira de uma empresa de

Artigos em revistas internacionais com arbitragem

Duarte, G. V., Moura, A.I., Moreira, R., **Nunes, J.**, Figueiredo, M.M., Carvalho, M. G. (2013) Evaluation of several forest residues as potential raw material for bioethanol production in Portugal, *Journal of Bioprocess Engineering and Biorefinery*. Vol. 2, 1-6, 2013.

Amutio, M., Lopez, G., Alvarez, J., Moreira, R., Duarte, G., **Nunes, J.**, Olazar, M., Bilbao, J. 2013a. Flash pyrolysis of forestry residues from the Portuguese Central Inland Region within the framework of the BioREFINA-Ter project, *Bioresource Technology*, 129, 512–518.

Amutio M, Lopez G, Alvarez J, Moreira R, Duarte G, **Nunes J**, Olazar M, Bilbao J. 2013b. Pyrolysis kinetics of forestry residues from the Portuguese Central Inland Region, *Chemical Engineering Research and Design*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2013.05.031>.

Azul, A. M., **Nunes, J.**, Ferreira, I., Coelho, A. S., Trovão, J., Campos, A., Castro, P., Freitas, H. 2014. Valuing native ectomycorrhizal fungi as a Mediterranean forestry component for sustainable and innovative solutions. *Botany* 92: 161–171: dx.doi.org/10.1139/cjb-2013-0170

Projetos desenvolvidos e enquadrados no presente capítulo:

“BioREFINA-Ter”

Capítulo 2

O POSICIONAMENTO DO SETOR FLORESTAL PORTUGUÊS A NÍVEL INTERNACIONAL E O IMPACTO DAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS NA BALANÇA COMERCIAL

A dissertação apresenta um contexto específico de aplicação do modelo de avaliação integrado de sustentabilidade para os ecossistemas florestais e com potencial de

aplicação à escala global. A bioenergia, os produtos derivados de madeira e os co-produtos são as principais e mais relevantes dimensões associadas aos ecossistemas florestais de Portugal. Neste ponto da dissertação é importante ter uma “fotografia” atual do sector florestal nacional e respetivo enquadramento a nível internacional, com a realização de um balanço económico que contempla a balança comercial de transações e as externalidades dos incêndios florestais. O presente Capítulo demonstrará que apesar de Portugal ter apostado sempre, ao longo das últimas décadas, na valorização económica da floresta, tal não se refletiu numa projeção mundial ao nível dos melhores desempenhos económicos “*per capita*” e por hectare de área florestal. Também é demonstrado neste Capítulo que Portugal, devido às suas características, poderia ser um dos países com melhores indicadores de exploração florestal do mundo, o que não acontece devido ao flagelo dos incêndios florestais.

2.1. Introdução

As florestas de produção desempenham um papel crucial na manutenção do clima global, no desenvolvimento económico, e frequentemente na conservação da biodiversidade (Hurmekoski e Hetemäki, 2013; Ince *et al.*, 2011; WWF, 2012; Kraxner *et al.*, 2013). No entanto, a capacidade das florestas de produção em fornecer serviços e sustentar os rendimentos da madeira difere muito, uma vez que depende da qualidade da gestão e dos valores protegidos ao nível do uso do solo circundante (WWF, 2012). A “*Tropical Forest Foundation*” refere que se houvesse menos 50,0% de danos nas árvores remanescentes durante as operações madeireiras, seria possível aumentar a produtividade em 20,0% (Sampson, 2003).

A madeira é usada para construir e mobiliar edifícios, para fazer produtos de papel para higiene, escrita, impressão e embalagem, e para gerar energia, prevendo-se que surjam um maior número de utilizações. Se as florestas de produção são geridas de forma sustentável, e se os produtos de madeira são utilizados de forma eficiente ou substituírem outros com maior pegada ecológica, estamos perante um bom princípio para o planeta (Buongiorno *et al.*, 2012; Brown e Baek, 2010; Miles, 2010; WWF 2012). A exploração florestal, motivada pelo interesse comercial em manter o abastecimento de madeira, pode ajudar a proteger as florestas vulneráveis contra o desflorestação ilegal, invasão ou conversão de terras agrícolas (Ince *et al.*, 2012). Os

biomateriais à base de madeira serão usados numa gama crescente de produtos farmacêuticos, plásticos, cosméticos, produtos de higiene, eletroeletrónicos, produtos químicos, têxteis e materiais de construção (Poyry, 2012). As biorrefinarias e biodinústrias são apontadas como cadeias de valor emergentes no contexto dos biomateriais.

A WWF defende a redução do desperdício de madeira e papel (WWF, 2012). Mas, mesmo com o uso mais económico e uma maior eficiência, a procura líquida tende a crescer com o aumento da população nos países em desenvolvimento. A WWF coloca como questão principal “*como podemos produzir mais madeira sem destruir ou degradar floresta, em um mundo onde a competição por terra e água está aumentando?*”, defendendo que esse desafio: (1) se estende por toda a cadeia de fornecimento, a partir de onde e como a madeira é cultivada e recolhida e de como inteligente e eficientemente ela é processada, utilizada e reutilizada; e (2) envolve também as alterações nos padrões de consumo - como eliminar o uso excessivo e desnecessário de papel nas sociedades ricas, melhorando o acesso dos pobres aos produtos de papel que podem melhorar a educação, a higiene e segurança alimentar. O avanço da tecnologia está a permitir novos usos da madeira e dos seus componentes químicos básicos em compósitos, filmes e celulose processados quimicamente. No futuro, tais utilizações poderão aumentar significativamente o volume de madeira, que tem de ser extraída de florestas ou cultivadas em plantações, em prol de menor dependência de recursos petrolíferos e do mercado económico-financeiro gerado em torno do petróleo.

O comércio mundial de madeira foi estabelecido durante séculos e pode ser considerado como uma parte tradicional do comércio internacional (Hillring, 2006). Por tradição e num contexto energético, a dominância é a produção local de combustível de madeira e uso local. Os mercados foram estabelecidos dentro dos países ou regiões, principalmente para o uso não-industrial (Parikka, 2004). Contudo, foi na Europa⁵ que se verificou, nos últimos anos e devido às metas estabelecidas de incorporação de

⁵ *Os países da União Europeia assinaram em conjunto o Acordo de Quioto, com planos muito ambiciosos para a redução de gases de efeito estufa. Na Europa, o comércio de emissões, iniciado em 2005 e também com a introdução nos países, como a Suécia, de sistemas com certificados verdes para produção de eletricidade, promoveram o aumento da procura por energias renováveis, incluindo todos combustíveis com origem em madeira (Hillring, 2006).*

energias renováveis, os maiores e as mais importantes importações de combustível de madeira (*i.e.*, uso não local). Em algumas regiões italianas, por exemplo, o apoio financeiro é limitado às centrais que utilizam uma percentagem significativa (50,0 a 70,0%) de biomassa local, definida como a biomassa produzida num raio de 50,0 km a partir da central de produção de energia, enquanto que na região flamenga da Bélgica as centrais não recebem apoio se utilizarem biomassa proveniente da região (EC, 2013). Outros usuários existentes de combustível de madeira são a indústria de produtos florestais, especialmente as indústrias de papel e celulose e de produção de painéis, que utilizam a madeira (ou biomassa⁶) em sistema de cogeração. A indústria de produtos florestais produz grandes quantidades de madeira, como por-produtos que podem ser usados como combustível. A utilização de energias renováveis, incluindo a biomassa tradicional⁷, foi de 1684,0 Mtep em 2010, respondendo por 13,0% da procura de energia primária global (IEA, 2012). Esta percentagem tem-se mantido estável desde 2000, mas com a mudança de contribuições das diferentes fontes renováveis. A participação da biomassa tradicional de energia renovável total passou de 50,0% em 2000 para 45,0% em 2010, enquanto os biocombustíveis (combustíveis de transportes produzidos a partir de matérias-primas de biomassa) encontraram uma parte crescente das necessidades de combustível transporte (IEA, 2012).

Durante a última década do século XX, a desflorestação nas zonas tropicais e a regeneração florestal na zona temperada e em partes da zona boreal, manteve os principais fatores responsáveis por emissões e remoções no setor florestal, respetivamente (Nabuurs *et al.*, 2007). Os 10 países com maior área florestal no mundo em 2010 são a Federação Russa (809 milhões ha), seguida do Brasil (520,0 milhões ha), Canadá (310,0 milhões ha), Estados Unidos da América, (304,0 milhões ha), China (207,0 milhões ha), República Democrática do Congo (154,0 milhões ha), Austrália (149,0 milhões ha), Indonésia (94,0 milhões ha), Sudão (70,0 milhões ha) e Índia (68,0 milhões ha). Os outros países do mundo representam 1347,0 milhões ha (FAO, 2010). Portugal apresenta uma área florestal de aproximadamente 3,0 milhões ha (ICNF, 2013), correspondendo a 35,0% da área territorial.

⁶ *Pela descrição de biomassa estabelecida pela União Europeia em EC (2013), madeira é parte integrante da definição de biomassa.*

⁷ *Biomassa tradicional compreende madeira, carvão vegetal, resíduos agrícolas e estrume de animal utilizados principalmente para aquecimento e para cozinhar.*

Ao mesmo tempo, a florestação e a expansão natural das florestas em alguns países e regiões têm reduzido significativamente a perda líquida de área florestal em nível global. A variação líquida total, em área de floresta no período 1990-2000, está estimada em -8,3 milhões ha/ano, o que equivale a uma perda de 0,2% de área florestal remanescente a cada ano durante este período. A variação líquida total, em área de floresta no período 2000-2010, está estimada em -5,2 milhões ha/ano (equivalente a uma perda de mais de 140,0 km² de floresta por dia). A perda líquida anual atual é de 37% menor do que na década de 1990. Esta redução substancial da taxa de perda de floresta é o resultado tanto da diminuição na taxa de desflorestação como no aumento na área de nova floresta estabelecida por meio de plantação ou semente e da expansão natural das florestas existentes. A nível regional, a América do Sul sofreu a maior perda líquida de florestas entre 2000 e 2010 - cerca de 4,0 milhões de hectares por ano - seguida pela África, que perdeu 3,4 milhões de hectares por ano. Na América do Sul, a perda líquida de florestas diminuiu nos últimos anos, depois de um pico no período de 2000-2005 (FAO, 2010). Os países com maiores perdas médias anuais de floresta, no período de 1990-2010 e em termos de área, foram o Brasil (-2,8 milhões ha/ano) seguido, Indonésia (-1,2 milhões ha/ano), Birmânia (-0,4 milhões ha/ano), Nigéria (-0,4 milhões ha/ano) e República Unida da Tanzânia (-0,4 milhões ha/ano) (FAO, 2010). Em média e para o mesmo período, Portugal apresentou uma perda média anual de (-10 mil ha; -0,3%/ano do território florestal). Para enquadramento, a perda média anual do Brasil, representa a diminuição média de 0,5%. Os países com maior destaque ao nível do aumento de área florestal foram a China (média anual de 2,5 milhões ha/ano) e os Estados Unidos da América (média anual de 0,4 milhões ha/ano).

Ao nível do tipo de floresta, a América do Sul é que apresenta maior área de floresta primária (aproximadamente 75,0%). A Europa também apresenta uma área de floresta primária significativa (25,0%). Em Portugal apenas 1,0% é floresta primária (24,0 mil ha), FAO (2010). Devido ao tipo de espécies principais florestais existentes em Portugal (Eucaliptos, Sobreiro e Pinheiro-bravo), regista-se que aproximadamente 75,0% da floresta é de regeneração natural e 24,0% plantada. A área de floresta plantada está praticamente associada à mancha de eucaliptos (ver dados da Tabela 3.2).

Com o desenvolvimento da Bioenergia e de aplicações em larga escala, a China identificou dois tipos de floresta: 1) floresta económica, sendo 82,7% da propriedade

privada, 12,4% em regime cooperativo e 4,9% do estado; e 2) solo florestal, com 39,4% pertencente ao estado, 28,5% é gerido em regime cooperativo e 32,1% privado (Li, 2013). Li (2013) refere que, apesar de ainda uma grande maioria dos territórios florestais serem do tipo “solo florestal”, tem-se verificado uma mudança gradual e significativa para florestas económicas.

2.1.1. Fluxo de massa dos principais produtos florestais

A disponibilidade total mundial de crescimento em florestas em 2010 foi de 527,0 bilhões m^3 ou 131,0 m^3/ha (FAO, 2010), a qual diminuiu ligeiramente nas últimas décadas por causa do decréscimo global da área florestal. Na origem da diminuição estão as regiões da América do Sul e África. No entanto, a disponibilidade por hectare está a aumentar globalmente e em particular no caso na América do Norte e na Europa, excluindo a Federação Russa. A disponibilidade crescente por hectare é maior nas florestas tropicais da América do Sul e África Ocidental e Central, mas também é significativa em florestas temperadas e boreais. A disponibilidade total em outras terras arborizadas equivale a cerca de 15,0 bilhões de m^3 ou 13,0 m^3/ha . No contexto português, em 2010 registou-se uma disponibilidade 186,0 milhões de m^3 em Portugal, o equivalente a 54,0 m^3/ha (FAO, 2010). A disponibilidade por hectare em Portugal é significativamente inferior à média global (menos 41,0%). Na Figura 2.1 ilustra-se o nível de percentagem de área florestal sobre o total de solo por país. Verifica-se que Portugal está no nível 30,0 a 50,0%, como se demonstrou anteriormente, e que a América do Sul, África e Norte da Europa são as regiões significativas com níveis de percentagem de área florestal superior a 50,0%.

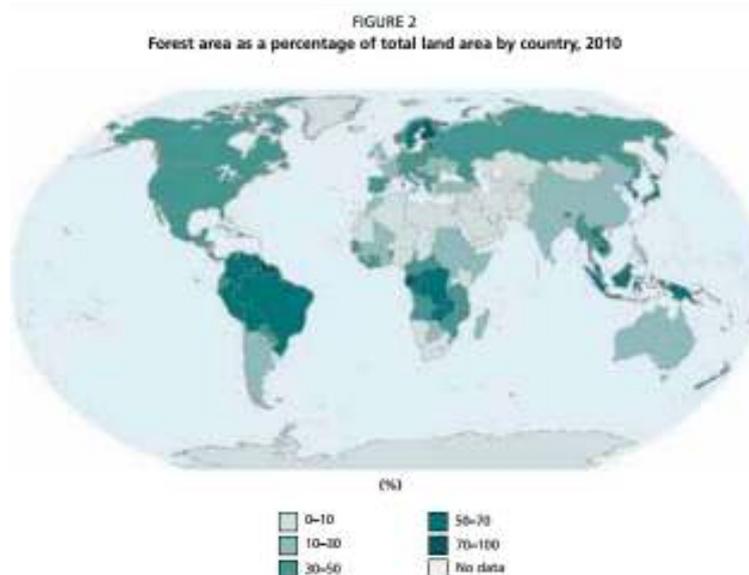


Figura 2.1 Percentagem de área florestal sobre o total de área por país, 2010 (FAO, 2010).

Em termos globais, as florestas armazenam mais de 650,0 mil milhões de toneladas de carbono, com uma distribuição de 44,0% na biomassa, 11,0% em madeira morta e manta morta superficial e 45,0% no solo. Globalmente, o armazenamento de carbono está a diminuir em resultado da perda de área florestal, no entanto, o armazenamento de carbono por hectare manteve-se praticamente constante no período entre 1990-2010. De acordo com estas estimativas, a floresta do mundo é, portanto, uma fonte líquida de emissões, devido à diminuição da área florestal total. Portugal só apresenta dados a partir de 2005, verificando-se que tem mantido constante os níveis de armazenamento de carbono na floresta, com uma média de 30,0 t/ha (ano de referência 2010) (FAO, 2010).

As indústrias de base florestal - cadeias de valor - estão divididas em três grupos principais:

- (1) indústrias de base energética;
- (2) indústrias à base de madeira; e
- (3) indústrias à base de co-produtos florestais, muito associadas aos PFNL.

De seguida apresentam-se na Figura 2.2 as principais cadeias de valor definidas de exploração de madeira, com a identificação dos principais tipos de fluxos de massa existentes (primário, secundário e terciário).

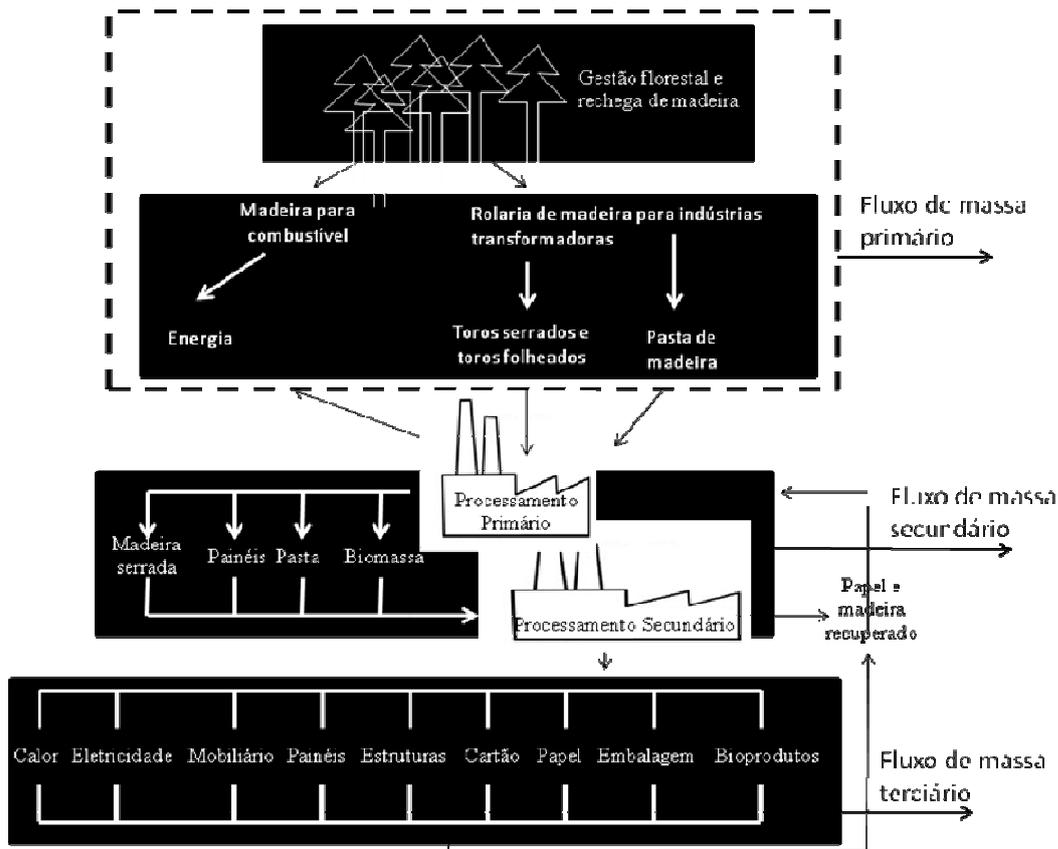


Figura 2.2 As principais cadeias de valor de exploração de madeira florestal (adaptado de WWF, 2012).

O balanço global de produtos lenhosos (principais produtos florestais) tem variado significativamente de acordo com o tipo de produto e região geográfica. À exceção da madeira serrada e dos painéis de base de madeira, todos os outros produtos principais diminuíram a sua produção no ano de 2012 face a 2011, contudo aumentaram face ao ano 2000 (Tabela 2.1). A rolaria de madeira apresenta maior produção para fins energéticos (53,0%) do que para aplicações industriais (47,0%), o que contraria o princípio de utilização de ciclo de vida prolongado deste recurso natural.

Tabela 2.1 Balanço global de produtos lenhosos ao nível da produção e exportação (FAO, 2014a)

Produto	Unidade	Produção				Exportação			
		2012	Alteração (%) comparativamente com:			2012	Alteração (%) comparativamente com:		
			2011	2000	1980		2011	2000	1980
Rolaria de madeira	milhões m³	3526,0	1,0%	3,0%	13,0%	118,0	-6,0%	0,0%	26,0%
Combustível derivado de madeira	milhões m ³	1870,0	0,0%	3,0%	11,0%	8,0	2,0%	112,0%	n.d.
Rolaria para aplicação industrial	milhões m ³	1657,0	2,0%	2,0%	15,0%	110,0	-7,0%	-4,0%	18,0%
Madeira serrada	milhões m³	413,0	4,0%	7,0%	-2,0%	121,0	0,0%	6,0%	72,0%
Painéis de base de madeira	milhões m³	301,0	4,0%	62,0%	197,0%	75,0	2,0%	32,0%	359,0%
“Veneer” a “Plywood”	milhões m ³	98,0	0,0%	47,0%	123,0%	28,0	-1,0%	28,0%	251,0%
“Particleboard” e “Fibreboard”	milhões m ³	203,0	6,0%	70,0%	254,0%	47,0	4,0%	34,0%	464,0%
Pasta de madeira	milhões toneladas	174,0	0,0%	1,0%	38,0%	54,0	1,0%	41,0%	154,0%
Outras pastas de fibras	milhões toneladas	16,0	-10,0%	6,0%	121,0%	1,0	-10,0%	56,0%	144,0%
Papel recuperado	milhões toneladas	214,0	-1,0%	50,0%	323,0%	59,0	-1,0%	138,0%	968,0%
Papel e cartão	milhões toneladas	400,0	0,0%	23,0%	136,0%	108,0	-2,0%	10,0%	209,0%
Valor dos produtos florestais	US\$ biliões					231,0	-7,0%	60,0%	308,0%

2.1.2. O setor florestal português

As designadas funções primárias da floresta Portuguesa apresentam a seguinte distribuição percentual, em função da área total florestal: produção (59,0%); proteção do solo e água (7,0%); conservação da biodiversidade (5,0%); serviços sociais (0,0%); múltiplos usos (30,0%); outros (0,0%); e desconhecidos (0,0%). Em termos globais a distribuição até ao ano 2010 foi de: produção (30,0%); proteção do solo e água (8,0%); conservação da biodiversidade (12,0%); serviços sociais (4,0%); múltiplos usos (24,0%); outros (7,0%); e desconhecidos (16,0%) (FAO, 2010).

Em Portugal Continental a área de espaços florestais arborizados aumentou significativamente, devido ao aumento do sobreiro e pinheiro bravo até à década de 70 e aos eucaliptos desde a década de 50, atingindo em 1995 um valor máximo de 3,3 milhões de hectares (atualmente o valor é de 3,1 milhões de hectares). Em 1877, a área total florestal em Portugal era cerca de 1,2 milhões de hectares, significativamente inferior à área atual, devido à forte atividade agrícola que existia. Esta caracterização temporal é apresentada na Figura 2.3, que retrata a evolução dos espaços florestais, agrícolas e dos matos e pastagens naturais no século XX e início do século XXI. A evolução da floresta, para além da ação do Estado, também esteve associada à crescente valorização que os proprietários florestais e a sociedade em geral fizeram. Verificou-se

uma diminuição dos matos e incultos até 1950, e a partir dessa altura, uma diminuição dos espaços agrícolas. Porém, outras alternativas emergiram nos últimos anos com o aparecimento das cadeias de valor da produção dedicada de eletricidade e “*pellets*”.

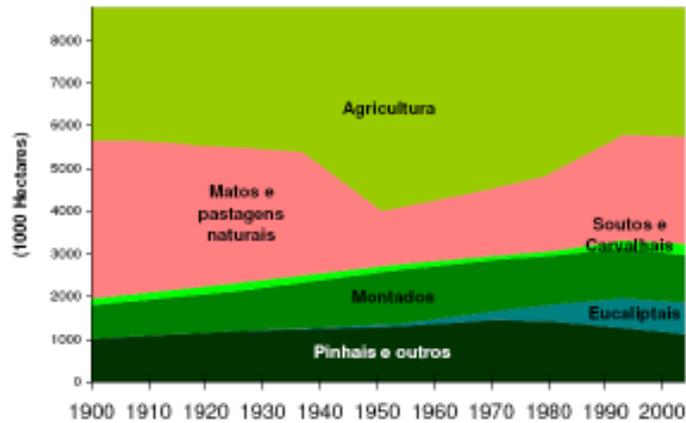


Figura 2.3 Evolução da área florestal, de matos e de agricultura no Continente durante o século XX, DGRF (2006a).

A floresta representa 35,0% da área de ocupação do solo a nível de Portugal Continental. Os estudos da DGRF (2006) e do ICNF (2013), os quais se apresentam na Tabela 2.2, revelam que o pinheiro bravo em 2006 era a espécie florestal mais abundante em Portugal (consequentemente a mais afetada pelos fogos), 25,0%, contudo atualmente ocupa a 3.^a posição com uma representatividade de 22,0%. O eucalipto era a segunda espécie mais representativa em Portugal, com 24,0% no ano de 2006, contudo já ultrapassou o sobreiro e o pinheiro bravo, representando uma ocupação de 26,0%. Os matos, incultos e improdutivos abrangem cerca de 2,9 milhões de hectares do território continental, cerca de 32,0% (DGF, 2001; ICNF, 2013), mais do que o setor agrícola que representa uma ocupação territorial de 23,0% (com uma perda de ocupação territorial de 4,0% nos últimos 20 anos). Em Portugal, existe mais 35,0% de ocupação do território por parte dos ecossistemas “matos e incultos” do que os “agrícolas”, apresentando-se assim um importante espaço com necessidades de valorização e gestão sustentável, pois são responsáveis por importantes externalidades associadas aos ecossistemas florestais.

Tabela 2.2 Evolução temporal da área por espécie em Portugal Continental (mil ha)

Espécies	1963-66	1968-80	1980-89	1990-92	1995-98	2005-06	2010
Pinheiro-bravo	1288,0	1293,0	1252,0	1047,0	977,0	795,0	714,0
Eucaliptos	99,0	214,0	386,0	529,0	717,0	786,0	812,0
Sobreiro	637,0	657,0	664,0	687,0	746,0	731,0	737,0
Azinheira	579,0	536,0	465,0	-	367,0	335,0	331,0
Pinheiro-manso	-	35,0	50,0	-	120,0	172,0 (2)	175,0
Outras	-	35,0	33,0	-	61,0	73,0 (4)	35,0
Resinosas	-	35,0	33,0	-	61,0	73,0 (4)	35,0
Carvalhos	-	71,0	112,0	-	91,0	66,0 (15)	67,0
Castanheiros	-	29,0	31,0	-	33,0	38,0 (1)	41,0
Outras folhosas	-	148,0	115,0	-	155,0	169,0 (11)	177,0
Alfarrobeira	-	-	-	-	12,0	12,0	11,0
Acácias	-	-	-	-	3,0	5,0	5,0

Existe uma área muito significativa de território português constituída por solos sem aptidão agrícola, permitindo a expansão do pinheiro bravo até 1989 e mantendo-se como a principal espécie florestal até 2006. No período de 1995 a 2010, o povoamento de pinheiro bravo diminui em média, 17,5 mil ha/ano e os povoamentos de eucaliptos cresceram, no mesmo período, 6,3 mil ha/ano. Numa análise relativamente superficial e admitindo que as tendências referidas se mantêm para os povoamentos de pinheiro bravo e de crescimentos para os de eucaliptos, no ano de 2020 Portugal terá 364,0 mil ha (diminuição de 49,0% face a 2010) e 938,0 mil ha (aumento de 15,3%), respetivamente. Atualmente, devido aos incêndios, à doença nemátodo da madeira do pinheiro, e à possibilidade de plantação de eucaliptos em áreas de pequena dimensão⁸, pode verificar-se uma taxa de crescimento de eucalipto superior à presenciada nos últimos 20 anos. Em 2029 existirão 529,0 mil ha de povoamentos de eucalipto no terceiro corte (3 ciclos de produção através da mesma planta). Resende *et al.* (2005)

⁸ Não existem dados ao nível da dimensão média de propriedade da floresta portuguesa, contudo é reconhecido pelos diferentes organismos e partes “interessadas” que a área média de propriedade florestal em Portugal é muito pequena (inferior a 2 ha). Devido à dimensão da propriedade em Portugal ser muito pequena, presenciou-se durante os últimos meses, e de acordo com as visitas efetuadas aos distritos da região centro (Aveiro, Coimbra, Covilhã, Guarda, Leiria e Viseu), à plantação consecutiva de eucaliptos em zonas de povoamentos de pinheiro bravo, podendo vir a ser o principal fator de alteração da área de pinheiro bravo nos próximos anos em Portugal. A nova lei de arborização e re-arborização (Decreto-Lei n.º 96/2013, de 19 de julho) permite que seja efetuada apenas uma comunicação prévia para a plantação de eucaliptos até 2 ha. Sendo Portugal denominado muito significativamente por propriedades inferiores a 2 ha, registou-se, segundo dados do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas Portugêses, que nos 3 primeiros meses da nova lei 92% da área de novas florestais e reflorestações referiram-se a eucaliptos.

analisaram o ponto ótimo de substituição de plantações de *Eucalyptus spp.* tendo em consideração o critério o valor atualizado líquido. Trata-se de um critério económico muito utilizado para determinar se um projeto ou investimento é rentável e permite quantificar quanto. Resende *et al.* (2005) concluíram, com base nas produtividades e nos custos ao longo do tempo, que o ponto ótimo de substituição é após o 3º corte. Este é um ponto importante para a floresta portuguesa, porque após 2029, 529,0 mil ha poderão começar a diminuir significativamente a sua produtividade e por isso diminuir a competitividade do sector.

Uma parte significativa do território português é constituído por solos pobres, sem potencial para uso agrícola rentável. Não existe até à data um estudo que tenha essa quantificação, contudo, pela área de matos e incultos e florestal estima-se que essa área seja superior a 50-60,0% (ver figura 2.4). Navarro e Pereira (2012) sustentam que até 2030 a tendência na Europa será a diminuição de área agrícola como consequência da diminuição de população rural. Demonstram também que esta tendência de diminuição tem sido uniforme desde 1970. Outro aspeto importante da floresta portuguesa são os incêndios florestais, devido aos gravíssimos danos ambientais, económicos e sociais que têm originado nas últimas décadas (mais de 2,5 milhões de hectares arditos entre 1990 e 2012: média de 113,6 mil ha/ano, ICNF, 2013). Este fenómeno é também uma consequência do abandono do território português e da ausência de atividade económica associada.



Figura 2.4 Pontos de localização de territórios abandonados ou que voltaram ao estado gestão natural (diminuta utilização do solo), (Navarro e Pereira, 2012).

No contexto dos produtos não lenhosos, é importante referir que Portugal tem uma das maiores florestas de produção de cortiça do mundo. Representa 23,0% da área florestal de Portugal, sendo uma das espécies dominantes dos ecossistemas florestais. Portugal é o país no mundo com maior área de povoamentos de sobreiros por país do mundo (737,0 mil ha: Tabela 2.2), representando 34,0% da área de sobreiro (APCOR, 2011). No entanto, analisando a evolução da área de sobreiro nos últimos 40 anos constata-se um aumento de 12,4% (cerca de 79,0 mil hectares), apresentando, contudo, uma tendência de estabilização nos últimos 10 anos (aumento de cerca de 3,0 mil ha) (APCOR, 2011). A cortiça é um recurso natural, reciclável, não-tóxico e renovável, com excelentes características tecnológicas inovadoras, que decorre a partir da casca de sobreiro. Esta tem uma característica muito interessante ao nível da contração negativa e apresenta diferenças relativamente aos outros recursos naturais, estes factos conferem-lhe uma oportunidade única de desenvolvimento de novos mercados. Considerado uma parte da herança nacional Portuguesa, o sobreiro foi legalmente protegido em Portugal ao longo dos séculos, sendo proibido cortá-lo (Gil, 2000). Está fortemente ligado à cultura Portuguesa, sendo uma floresta defendida pelas diferentes dimensões da sociedade. Existem incentivos económicos para plantar e explorar os povoamentos de sobreiros (conhecidos também como *montados*), a fim de gerar “*clusters*” de atividade socioeconómica nas regiões onde são plantadas (Gil, 2000). O principal produto da floresta do sobreiro é a cortiça (Produto Florestal Não Lenhoso), existindo ainda um segundo produto importante que serve de alimentação animal (a bolota). A cortiça é extraída do sobreiro, apresentando este um tempo de vida para descasca entre 150 e 200 anos, o equivalente entre 13 a 18 extrações. Os aspetos ambientais dos produtos de cortiça são um dos interesses de estudo reais na comunidade de pesquisa da Península Ibérica (Pereira, 2007; Berrahmouni, 2009; Rives, 2011).

A certificação da floresta e da cadeia de custódia são dois pontos importantes e em discussão. A média mundial de área florestal certificada em 2013 foi de 10,3% (UNECE, 2013). Em Portugal os dois principais mecanismos são o PEFC e FSC. Em Portugal, no ano 2013, a área de floresta certificada, pelo esquema FSC e PEFC, era aproximadamente 0,2-0,3 milhões de hectares, cerca de 6,4-9,7% (FSC, 2013; PEFC, 2014). Não existem valores certos de área certificada devido à sobreposição de esquemas de certificação para a mesma área florestal. É outra razão de que diversos

esquemas e mecanismos para um mesmo território não promovem a análise de sustentabilidade da floresta.

2.1.3. Caracterização do setor industrial associado à floresta Portuguesa

A atenção mais pormenorizada será ao nível das cadeias de valor lenhosas, porque é onde existem mais dinâmicas socioeconómicas, e porque é um foco de atenção mundial da FAO e da UE. Contudo, é apresentado de seguida um breve resumo à fileira industrial da cortiça.

A indústria da cortiça portuguesa é uma indústria de carácter tecnológico e de inovação, com uma receptividade muito significativa quer do ponto de vista do mercado (consumidor) quer dos empresários. Está localizada principalmente nos distritos de Aveiro e Setúbal (que representam 75,0% e 12,0%, respetivamente, do emprego nas indústrias de cortiça). Este setor em Portugal é composto por 700 empresas, que produzem cerca de 40 milhões de rolhas de cortiça por dia, entre outros produtos, e empregam cerca de 12.000 trabalhadores (APCOR, 2011). As regiões mais produtivas de cortiça são as regiões do Alentejo e Vale do Tejo, que representam 72,0% e 21,0%, respetivamente (APCOR, 2011). Embora flutuem os números anuais de produção de cortiça, uma vez que dependem de diferentes fatores ambientais e climáticos, cerca de 300,0 mil toneladas de cortiça são extraídas anualmente no mundo, representando Portugal cerca de 50,0% (APCOR, 2011). Há dois principais produtos florestais de sobreiro: *i*) a reprodução de cortiça, que é obtida a partir da terceira extração em diante, a que apresenta a melhor qualidade; e *ii*) rolha de cortiça oriunda da primeira e segunda extração (virgem e cortiça secundária, respetivamente) com baixa qualidade. Os restantes fragmentos de cortiça podem ser considerados como resíduos florestais. A cortiça com melhor qualidade para aplicações industriais e com maior valor de mercado é a cortiça de reprodução. Contudo, devido aos fatores disponibilidade de matéria-prima, mercado e concorrência de outros produtos equivalentes em termos de aplicação (as rolhas sintéticas), o uso predominante da cortiça de reprodução é como matéria-prima para a produção de rolhas de cortiça, uma vez que, em termos globais, é o produto mais rentável em Portugal (Rives *et al.*, 2011). A indústria do vinho absorve 66,0% do produto total de rolha de cortiça em Portugal (APCOR, 2009). Em 2010, a cortiça foi o 3.º produto florestal não lenhoso (PFNL) mais importante a nível europeu,

representando 16,4% (324 milhões de Euros) do valor global. Esta posição é ainda mais relevante se tivermos em consideração que muitos dos restantes PFNL, em que se destacam as árvores de Natal, os frutos, bagas e frutos secos existem em todas as sub-regiões europeias, contrariamente à cortiça, cuja região de produção se limita ao Sudoeste Europeu, (APCOR, 2011). A Balança comercial da fileira da cortiça representou, em 2010, um saldo positivo de 615,4 milhões de euros.

Ao nível da produção de eletricidade em Portugal, em 2012, registou-se 307,0 MW de potência instalada em regime de cogeração, 111,0 MW em regime de produção dedicada (Tabela 2.3). As expectativas sobre o concurso lançado para as centrais de biomassa ficaram significativamente abaixo da expectativa, onde apenas 2 lotes, de 5 MW, dos 15 lançados a concurso pelo Governo, iniciaram a operação. É referido que irão a partir de 2018 entrar em funcionamento a maioria dos restantes lotes, contudo, devido aos problemas de viabilidade económica desta cadeia de valor, o início de operação pode estar comprometido. Os que iniciaram a operação em regime de produção dedicada referem-se normalmente à integração em unidades fabris de transformação de madeira e ligadas ao sector florestal já em funcionamento.

Tabela 2.3 Listagem de centrais de produção de eletricidade através de biomassa florestal em Portugal em função do regime de concurso (APREN, 2011)

Regime de Promotor concurso	Potência instalada (MW)	Início de Operação
Cogeração	EnerPulp-Cog. Setúbal	2009
	EnerPulp-Cog. Fig Foz	2009
	EnerPulp-Cog. Aveiro	2009
	Portucel Viana Energia, SA	2009
	Celbi Fig Foz	2009
	CAIMA ENERGIA Constancia	2009
	CELTEJO (Vila Velha de Rodão)	2009
	Siaf	2009
TOTAL	307,0	
Centrais no regime de renováveis (150 MW em PIP's fora do concurso)	Centroliva	2009
	EDP Produção - Mortágua	2009
	Central Terras Santa Maria	2009
	EDP Produção Bio Constancia	2009
	EDP Produção Bio Fig Foz	2009
	ENERPULP-Setúbal	2009
	ENERPULP-CACIA	2009
	Ródão Power	2009
TOTAL	106,0	
Centrais no regime de renováveis colocadas a concurso (100 MW)	Lote 6 - Ecotactor	2010
	Lote 10 – Palser	2011
TOTAL	5,0	

Pela consulta efetuada junto das direções regionais de economia verificou-se que podem existir cerca de 2571 empresas (Norte: 1982; Centro: 284; Lisboa e Vale do Tejo: 47; Alentejo: 31; Algarve: 227) . Contudo, o número não é exato porque foi referido que parte das empresas podem ter efetuado o processo de licenciamento industrial junto das câmaras municipais e também não tinham a certeza se algumas da lista de empresas facultada ainda estavam em operação. Outro problema identificado é a incorreta classificação da atividade económica. Não sendo foco do presente trabalho determinar o número de empresas do setor florestal português ou realizar uma análise profunda ao mesmo, o principal intuito da informação referida anteriormente é reforçar a importância do setor florestal para a economia portuguesa.

A questão económica e logística tem sido um grande constrangimento associado aos resíduos florestais e exploração de matos e incultos. Não há, atualmente, uma solução economicamente viável para uso rentável destes recursos. As tecnologias existentes para o aproveitamento destes tipos de matérias-primas são ineficientes. Essencialmente verifica-se o uso da tecnologia da combustão direta para a produção dedicada de eletricidade com uma eficiência líquida de produção de 17,0-20,0%, “*Well-to-Wheel*”, Nunes *et al.* (2012). Esta baixa eficiência não permite obter um valor acrescentado significativo que permita a utilização economicamente viável deste tipo de tecnologias. Presencia-se, desta forma, à utilização, de madeira – rolaria – em vez de resíduos florestais e de matos e incultos (objetivo que fazia parte da criação das centrais de produção de eletricidade à base de biomassa florestal). Esta situação foi presenciada e verificada em muitas das visitas realizadas aos parques de armazenamento de matéria-prima, no âmbito deste trabalho. Atualmente existe um desequilíbrio mais acentuado na fileira do pinheiro bravo como se demonstra de seguida.

A Europa é hoje a região económica com mais unidades produtoras de “*pellets*”. Em 2012 existiam 20 unidades de produção de “*pellets*” em Portugal, totalizando uma capacidade de produção de 1,1 milhões de toneladas por ano (Tabela 2.4). Da análise da Tabela 2.4 e também de uma análise específica ao nível Europeu (por ser a região económica com grande destaque) verificou-se que Portugal é o país com maior capacidade de produção instalada face à dimensão de área floresta, tendo atingido em 2012 as 305,3 mil t/1 milhão de ha floresta. Portugal tem mais capacidade instalada de produção de “*pellets*” do que a soma das regiões América Central e do Sul, África e Oceânia, estando ao mesmo nível de toda a região Asiática. Foi depois de 2007 que se verificou uma explosão deste setor em Portugal, que beneficiou significativamente de apoios financeiros dos fundos estruturais. De acordo com a listagem de empresas e respetivas capacidades de produção apresentada por BI (2012), Portugal apresenta um lugar de destaque a nível internacional. As empresas e capacidade identificadas no estudo BI (2012) são inferiores às existentes em Portugal. Este estudo indica que em janeiro de 2012 existiam 15 empresas instaladas em Portugal para uma capacidade de produção de 855,0 mil ton/ano. No inventário realizado em 2012 existiam 24 empresas que representavam pelo menos uma capacidade aproximada de produção instalada de 1,1 milhões de “*pellets*”. Isto pode dever-se à incorreta classificação da atividade

económica e de existirem diferentes classificações de empresas para a produção do mesmo produto, os “*pellets*”, Tabela 2.5, como se identificou durante a realização do inventário do setor florestal português.

Tabela 2.4 Produção de “*pellets*” por região e comparação com Portugal

Região	Capacidade instalada 2012 (t/ano)	nº de unidades de produção	Dimensão média de instalação da unidade (t/ano) ^{a)}	Área florestal em 2011 (milhões ha) ^{b)}	Produção “ <i>pellets</i> ” 1000 ton/1 milhão ha floresta
África	143.000,0	2	71.500,0	671,0	0,2
Ásia	1.486.000,0	37	47.293,7	594,2	2,5
América do Norte	9.430.000,0	128	76.367,2	614,5	15,3
Oceânia	317.000,0	3	158.500,0	190,3	1,7
América do Sul e Central	508.000,0	14	45.866,7	944,7	0,5
Europa	19.565.652,4	429	43.190,5	1005,8	19,5
UE 27	14.345.852,4	312	45.980,3	157,4	91,1
Federação Russa	3.314.000,0	68	48.735,3	809,2	4,1
Portugal	1.068.440,0	24	53.422,0	3,5	305,3

^{a)} (BI, 2012), inventário de ciclo de vida do estudo e dados obtidos nas direções regionais de economia de Portugal Continental. Foram identificadas 24 unidades de produção, contudo só foi possível obter informação produtiva para 2012.

^{b)} (FAO, 2014)

Verifica-se atualmente uma grande controvérsia no setor florestal em Portugal no que se refere à exploração do pinheiro bravo, porque se desenvolveram diversas cadeias de valor de exploração, com regras e princípios diferentes. Como não foi definida uma cascata de valor, criou-se a um desequilíbrio do mercado, com um aumento muito significativo da procura da rolaria de pinheiro bravo pelas empresas de produção de “*pellets*”, centrais de produção de eletricidade, serrações, carpintarias e outras indústrias transformadoras de madeira. Durante a realização de inventário de ciclo de vida das cadeias de valor houve referência que a escolha de rolaria de madeira e não de biomassa florestal (entendida pelas partes interessadas como resíduos florestais resultantes do corte e recheia dos povoamentos florestais) se deve à elevada qualidade e exigência necessária para a produção de “*pellets*”. Os parâmetros que dão mais ênfase são a humidade e o poder calorífico inferior. Pela apresentação e descrição de cada página de internet das principais empresas de “*pellets*” verifica-se que a matéria-prima é rolaria de pinheiro bravo com dimensões superiores a 20,0 cm de diâmetro. Este critério de utilização de madeira de povoamentos florestais contraria os princípios florestais e os da estratégia florestal definida pela UE, que defendem aumentar o ciclo de vida de

utilização da madeira e o número de utilizações e só promover em última fase a utilização da madeira para o contexto de bioenergia.

Tabela 2.5 Identificação das unidades de produção de “pellets” em Portugal em 2012

NOME	Localização	Capacidade instalada (ton/ano)	Ano Construção	Classificação de Atividade Económica	Referências e notas complementares ^{a)}
1 Ambipellets Unipessoal, Lda	Póvoa de Lanhoso	Desconhecida	2008	16101 - Serraço de madeira	Inventário realizado
2 Biobriquete – Aproveitamento de Biomassa, Lda	Travanca do Mondego (Penacova)	30.000,0	2007 (pelo menos)	38322 - Valorização de resíduos não metálicos	Inventário realizado
3 Briquetes raro- Sociedade de Aproveitamento de Resíduos, Lda	Perosinho (V.N. Gaia)	50.000,0	1998	16291 - Fabricação de outras obras de madeira	Inventário realizado
4 Biodão, Valorização de Biomassas, Lda	Vimieiro (Sta. Comba Dão)	25.000,0	2007	35112 - Produção de electricidade de origem térmica	Inventário realizado; BI (2012) estudo refere que apresenta uma capacidade instalada de 10 000 t/ano
5 CMC	Alcobaça (Zona Industrial Casal da Areira)	6.000,0	<i>n.d.</i>	Desconhecido (não aparece no registo de empresas)	Inventário realizado
6 Enerpellets – Produção, Comercialização de Pellets de Madeira, S.A.	Pedrogão Grande	150.000,0	2008	16101 - Serraço de madeira	Inventário realizado; BI (2012) estudo refere que apresenta uma capacidade instalada de 120 000 t/ano
7 EnerMontijo	Pegões (Montijo)	85.000,0	Finais 2008	38322 - Valorização de resíduos não metálicos	Inventário realizado; BI (2012)
8 Flogística Desenvolvimento Florestal, Lda	Fonte Covas (Vila Verde)	1.440,0	2000 (pelo menos)	02400 - Actividade dos serviços relacionados com a silvicultura e exploração florestal	Inventário realizado
9 BioBranco II - Grupo Alcides Branco	Vila Velha de Rodão	60.000,0	2012 (pelo menos)	19203 - fabricação de pellets	Inventário realizado; BI (2012)
10 Grupo Alcides Branco	Ferreira do Alentejo	30.000,0	2012 (pelo menos)	<i>n.d.</i>	Inventário realizado; BI (2012)
11 JunglePower, Lda	Lousada	90.000,0	2008	16291 - Fabricação de outras obras de madeira	Inventário realizado; BI (2012)
12 BioMAD-Energias Renováveis	Lousada	10.000,0	2012 (pelo menos)		Inventário realizado; BI (2012)
13 José Afonso & Filhos	Oleiros (Eira do Casal)	60.000,0	2008	16101 - Serraço de madeira	Inventário realizado; BI (2012)
14 Lusoparque	Albergaria	60.000,0	2008	16220 – Parqueteria	Inventário realizado; BI (2012) estudo refere que apresenta uma capacidade instalada de 25 000 t/ano
15 MelPellets – Energias Renováveis, Lda	1603 Melgaço (Freguesia 160313 Penso - Zona Industrial do Penso, Lote 11)	10.000,0	<i>n.d.</i>	19203 Fabricação de briquetes e aglomerados de hulha e lenhite	Inventário realizado; BI (2012)
16 Noites Acesas, Lda	Aradas (Aveiro)	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	38322 - Valorização de resíduos não metálicos	Inventário realizado; BI (2012)
17 Pellefire, Lda	Tomar	25.000,0	2007	32996 - Outras indústrias transformadoras diversas, n.e.	Inventário realizado; BI (2012)
18 PelletsLar, Lda	Moledo do Minho (Caminha)	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	Inventário realizado; BI (2012)
19 PELLETSFIRST Produção Comercialização Pellets de Madeira, Lda	Paredes de Coura	100.000,0	2013	16101 - Serraço de madeira	Inventário realizado; BI (2012)
20 PelletsPower, Lda	Mortágua	110.000,0	2008	16291 - Fabricação de outras obras de madeira	Inventário realizado; BI (2012)
21 PelletsPower 2, Produção de Pellets	Alcácer do Sal (Barrosinha)	110.000,0	2009	16291 - Fabricação de outras obras de madeira	Inventário realizado; BI (2012)
22 PINEWELLS S.A.	Arganil	120.000,0	2009	16101 - Serraço de madeira	Inventário realizado; BI (2012)
23 Stellep – Produção de Pellets, S.A.	Vila Verde (Chaves)	30.000,0	2008	16101 - Serraço de madeira	Inventário realizado; BI (2012)
24 VimaSol – Energia e Ambiente, Lda	Celorico do Basto	6.000,0	2008	43222 - Instalação de climatização	Inventário realizado; BI (2012)
Total (2012)		1.068.440,0			

n.d. – não disponível

^{a)} o inventário foi realizado através de informação recolhida junto das delegações regionais de economia em Portugal e por pesquisa de notícias e de informações disponibilizadas na internet (atas de câmaras municipais, diários e semanários de informação, etc.).

Tendo em consideração um fator de utilização das unidades de produção em Portugal de pelo menos 80,0%, obtém-se uma produção de 854,8 mil toneladas em 2012. Por outro lado, Portugal exporta 97,0 a 99,0% da produção de “*pellets*”. Deste modo, verifica-se uma discrepância entre os valores apresentados pela FAO (2014), uma fonte oficial, que indica que em 2012 foram exportados de Portugal 559,0 mil toneladas de “*pellets*” face a 650,0 mil toneladas de produção. Com base nos dados da fonte oficial internacional (FAO,2014) Portugal apenas exporta 81,0% da produção e 19,0% é destinado ao mercado interno. Na realidade não se verifica isso.

2.2. Métodos e materiais

Para determinar o posicionamento do setor florestal português a nível internacional, é necessário identificar os volumes de produção e os volumes económicos de importações e exportações para determinar o balanço da balança comercial. Este indicador permite identificar se as regiões económicas em estudo são mais importadoras ou exportadores e qual o seu nível de equilíbrio. Além disso, o posicionamento de uma região económica é feito a nível global, pelo balanço económico da balança comercial, e a nível específico, ou seja, por unidade de hectare de floresta e “*per capita*”. A nível específico permite analisar qual o nível de eficiência de exploração do território florestal, pois um dos fatores de rentabilidade destes setores económicos é o espaço territorial disponível, assim como a mão-de-obra.

Em termos de regiões económicas, o posicionamento de Portugal é efetuado em duas dimensões. Uma com as principais regiões económicas do mundo, nomeadamente África, Ásia, América do Norte, América do Sul, Oceânia, Europa. Em termos europeus, também se inclui a UE, por causa das políticas de bioenergia e de sustentabilidade, e a Federação Russa, porque é um importante território florestal do continente europeu. A outra, comparando Portugal com os 25 países com maior atividade exportadora. É importante também identificar a evolução nos últimos 10 anos para identificar se existiu alguma anomalia da atividade económica do setor florestal e analisar qual a sua evolução, quer em Portugal como noutras regiões económicas. Neste contexto, os resultados serão apresentados para 2002 e 2012. De acordo com os dados FAO (2014) os principais produtos da floresta são:

- (1) rolaria para fins industriais e para fins energéticos;

(2) pasta para papel e papel e cartão; e

(3) madeira serrada e painéis de madeira.

Os restantes produtos florestais ainda apresentam uma dimensão económica pouco significativa quando comparados com estes.

O balanço económico de um setor florestal para um país com o clima e características geográficas de Portugal também tem de incluir o impacto das externalidades do setor, além do balanço entre as exportações e importações. Os incêndios florestais são a principal externalidade negativa da floresta. Para o contexto das externalidades positivas não existem dados suficientes para a sua determinação e o grau de subjetividade é elevado.

Para analisar o posicionamento de Portugal e determinar o balanço económico da balança comercial foram utilizados os dados disponível em FAO (2014). Trata-se da maior base de dados oficial do setor económico florestal que existe atualmente disponível. A determinação das externalidades negativas associadas aos incêndios florestais em Portugal é realizada com base nos dados obtidos no inventário realizado, no presente estudo, ao setor florestal, assim como, os dados disponibilizados pelas entidades oficiais do setor florestal português (Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas) e de estudos da literatura técnico-científica dedicados à determinação de algumas externalidades dos incêndios florestais. As externalidades negativas em que não foram possíveis de determinar o seu impacto em termos económicos são apenas mencionadas e identificadas. Alguns dados para o cálculo dos custos com os incêndios florestais provêm de média de dados obtidos num leque de anos, porque são custos que variam de ano para ano, contudo em alguns pontos apenas foi possível obter informação para apenas um ano ou um leque de anos mais reduzido. O objetivo foi contabilizar o máximo possível da perda económica associada aos incêndios florestais, pois já existem muitos custos intangíveis que não são possíveis calcular/estimar (ponto 2.2.5).

2.3. Resultados

2.3.1. Balanço comercial sem o impacto das externalidades da floresta e comparação do setor florestal português com as principais regiões económicas

2.3.1.1. Produção de madeira, derivados de madeira e combustível por região económica

Neste ponto apresentam-se os principais fluxos de massa relativos à produção de madeira, derivados de madeira e combustível com origem em recursos florestais, dando-se destaque às principais regiões económicas e respetivo posicionamento de Portugal.

A produção mundial de madeira de rolaria para o período 2002-2012 foi de aproximadamente 3,4 bilhões de metros cúbicos por ano. Cerca de 30,6% é na Ásia (Tabela 3.6). A segunda maior região produtora de rolaria de madeira é África (20,2%), seguida pela Europa (18,0%) e América Central e do Norte (cerca de 17,1%). Finalmente, no nível agregado, as estatísticas sobre a produção de combustível de madeira indicam uma produção média mundial por ano, de aproximadamente 1800 milhões de metros cúbicos no período 2002-2012. A Ásia, em cerca de 40,1%, e África, 34,4%, são de novo as principais regiões produtoras (Tabela 2.6). Portugal apresentou um aumento da produção de rolaria para fins industriais de 18,5% de 2002 para 2012. De acordo com a fonte de informação oficial internacional onde se obtiveram os valores, no contexto energético Portugal não apresentou nenhuma alteração, porém os dados apresentados no ponto 2.1.2 não atestam que não tenha existido essa alteração. Contudo, de acordo com o levantamento e dados apresentados no ponto 2.1.2, Portugal registou um aumento de produção de madeira para fins energéticos de 2002 para 2012 no valor de 42,0%. A não existência de registo desta alteração nas fontes oficiais a nível internacional pode dever-se a uma má classificação da atividade económica, como se demonstrou também no ponto 2.1.2.

Os volumes de madeira rolaria são um indicador do volume total da produção florestal. Uma das subcategorias de produtos derivados de madeira é a madeira para celulose (Tabela 2.7) – ou pasta para papel. Neste contexto, a Europa e América do Norte e Central são os maiores produtores. A América do Norte e a Europa produzem anualmente 67,2 e 48,0 milhões de metros cúbicos, respetivamente. A Ásia é a terceira maior região produtora de celulose, com 22,7%. Ao nível do setor do papel e cartão, no ano 2002 a Ásia, América do Norte e Central e Europa eram as regiões dominantes em termos de produção e com pesos de importância muito aproximados.

Tabela 2.6 Produção de rolaria de madeira para indústria transformadora e para fins energéticos por região e comparação com Portugal

Região	Indústria transformadora				Madeira para fins energéticos			
	2002		2012		2002		2012	
	milhões de m ³	% sobre o total	milhões de m ³	% sobre o total	milhões de m ³	% sobre o total	milhões de m ³	% sobre o total
África	68,8	4,4	69,4	4,2	556,7	30,5	644,4	34,5
Ásia	239,9	15,2	328,5	19,8	815,7	44,7	751,1	40,3
América do Norte e Central	609,7	38,6	480,3	29,0	122,9	6,7	122,9	6,6
Oceânia	49,5	3,1	56,8	3,4	11,4	0,6	10,6	0,6
América do Sul	143,4	9,1	218,6	13,2	186,2	10,3	202,9	10,9
Europa	467,1	29,6	502,1	30,3	131,4	7,2	132,9	7,1
EU27	321,9	20,4	333,7	20,1	70,5	3,9	93,1	5
Federação Russa	118,6	7,5	136,4	8,2	46,4	2,5	14,6	0,8
Portugal	8,1	0,5	9,6	0,6	0,6	0,03	0,6	0,03
Mundo	1579,6	100,0	1656,7	100,0	1829,5	100,0	1869,5	100,0

No ano 2012 verificou-se um crescimento da Ásia, passando de um peso mundial de 31,3% para 45,3% e num aumento de produção de 75,5%. Isto deve-se à lógica de proximidade ao consumidor, i.e., na Ásia houve um aumento do consumo de papel, o que levou ao aumento de investimento e de produção de papel nesta região. O aumento de produção global de pasta de 2002 para 2012 foi pouco significativo (3%), contudo ao nível do papel e cartão verificou-se um aumento de 21,3%. Portugal, apesar da sua dimensão territorial ser muito inferior comparativamente com uma região como a Ásia, África e Europa, apresenta um peso global na produção de pasta e papel e cartão significativo.

Tabela 2.7 Produção de pasta de madeira e de papel e cartão por região e comparação com Portugal

Região	Pasta para papel				Papel e cartão			
	2002		2012		2002		2012	
	milhões de toneladas	% sobre o total	milhões de toneladas	% sobre o total	milhões de toneladas	% sobre o total	milhões de toneladas	% sobre o total
África	2,5	1,4	2,0	1,1	3,7	1,1	3,7	0,9
Ásia	36,6	20,3	42,1	22,7	103,0	31,3	180,8	45,3
América do Norte e Central	78,9	43,7	67,2	36,2	106,2	32,3	91,3	22,9
Oceânia	3,5	1,9	4,1	2,3	2,9	0,9	3,0	0,8
América do Sul	12,0	6,6	21,5	11,7	11,1	3,4	15,1	3,8
Europa	47,0	26,1	48,0	25,9	102,2	31,1	105,4	26,4
EU27	37,9	21,0	38,3	20,6	91,2	27,7	92,9	23,3
Federação Russa	6,4	3,6	8,2	4,4	6,0	1,8	7,7	1,9
Portugal	1,9	1,1	2,4	1,3	1,5	0,5	2,2	0,6
Mundo	180,05	100,0	185,9	100,0	329,1	100,0	399,3	100,0

A produção mundial de madeira serrada exibe um padrão semelhante. Cerca de 412,5 milhões de metros cúbicos são produzidos anualmente (ano de referência 2012) e, novamente, Europa (33,9%) e América do Norte e Central (26,8%) são responsáveis por ações semelhantes (Tabela 2.8). A Ásia também contribui com uma parte substancial desta produção, com cerca de 25,6 %. A produção de painéis derivados de madeira, em 2012, é dominada pela Ásia (52,9%) seguida da Europa (24,7%) e da América do Norte e Central (14,9%). O aumento da produção da Ásia está associado ao aumento de consumo destes produtos. A Europa registou um aumento de 16,1% de 2002 para 2012 e a América do Norte e Central registaram uma diminuição de 23,0% face ao mesmo período. Novamente Portugal apresenta um peso significativo quer ao nível da madeira serrada como na produção de painéis de madeira, devido ao número de empresas e aposta deste setor em Portugal. De 2002 para 2012, ao nível da madeira serrada houve uma diminuição de 7,7%, contudo o setor dos painéis derivados de madeira registaram um aumento de produção de 16,7%. Portugal no período de 2002 a 2012 não acompanhou o aumento de produção de painéis derivados de madeira existente a nível global, onde se verificou um aumento de 54,3%.

Tabela 2.8 Produção de madeira serrada e painéis derivados de madeira por região e comparação com Portugal

Região	Madeira serrada				Painéis derivados de madeira			
	2002		2012		2002		2012	
	milhões de m ³	% sobre o total	milhões de m ³	% sobre o total	milhões de m ³	% sobre o total	milhões de m ³	% sobre o total
África	7,4	1,9	8,7	2,1	2,8	1,4	2,5	0,8
Ásia	63,0	16,1	105,7	25,6	56,1	28,8	159,1	52,9
América do Norte e Central	151,0	38,5	110,5	26,8	58,3	29,9	44,9	14,9
Oceânia	8,7	2,2	8,6	2,1	3,9	2,0	3,7	1,2
América do Sul	34,0	8,7	39,0	9,5	10,0	5,1	16,5	5,5
Europa	128,0	32,6	140,0	33,9	64,0	32,8	74,3	24,7
EU27	99,7	25,4	98,6	23,9	55,2	28,3	57,1	19,0
Federação Russa	19,2	4,9	32,2	7,8	5,7	2,9	12,8	4,3
Portugal	1,3	0,3	1,2	0,3	1,2	0,6	1,4	0,5
Mundo	392,1	100,0	412,5	100,0	195,1	100,0	301,0	100,0

2.3.1.2. Comércio de produtos florestais e balança comercial a nível internacional e em Portugal

A discussão sobre as REDD (redução de emissões por desflorestação e degradação) e as medidas de incentivo definidas pela UE, através da diretiva europeia RED (“*Renewable Energy Directive*”), motivaram alguns países como o Brasil, China, Índia e Indonésia a potenciarem as suas balanças comerciais, resultante das oportunidades em integrar as

questões de bioenergia. Nas Figuras 2.5 e 2.6 demonstra-se claramente esses interesses e dinâmicas, onde se ilustra o comércio internacional de bioenergia em 2008 e o futuro, respetivamente. A importação de biomassa é suscetível de desempenhar um papel importante no cumprimento das metas de bioenergia para 2020, contudo pode levar a riscos de sustentabilidade mais elevados fora da Europa. Estima-se que as importações de biomassa para a Europa serão mais do que 20,0 Mtep de energia primária equivalente para calor, refrigeração e eletricidade (Fritsche *et al.*, 2013). A longo prazo, será necessário alterar as convenções globais relevantes, estabelecendo requisitos claros para todas as partes envolvidas e a sua implementação verificável, a fim de garantir a eficácia de todas as regras relativas aos mercados de bioenergia sustentável (Fritsche *et al.*, 2010). Os resultados que se apresentam de seguida e no final deste ponto, analisam em específico esta dinâmica dos mercados de bioenergia e o destaque da Europa



Figura 2.5 Principais fluxos do comércio internacional de bioenergia em 2008 (James, *et al.*, 2009).



Figura 2.6 Rotas e fluxos esperados de comércio de biomassa, considerando as procura de energia em 2020 (King, 2010).

São apresentados na Tabela 2.9 o valor económico das exportações e importações entre as principais regiões do mundo com a inclusão de Portugal para comparação e enquadramento. O valor económico total das importações de produtos

florestais durante 2002 e 2012 variou entre 141,1-242,4 milhões de m³, e cerca de metade desse valor é contabilizado pelos países europeus. Também se verifica sempre um desequilíbrio entre as importações e exportações, originando um balanço negativo, associado ao desequilíbrio de alguns países/ regiões em termos de consumo face à sua capacidade de produção. A América do Norte e Central é a segunda maior região exportadora, o que representa cerca de 20,5% do valor total. A Ásia é também um exportador significativo, com cerca de 16,9% do valor total, mas com níveis de importações significativamente superiores. As regiões da África, Oceânia e América do Sul são menos exportadoras. A imagem também é semelhante para as importações (Tabela 2.9). Os países da Europa representam cerca de 41,6% do valor das importações, seguido pelos países da Ásia (38,1%) e da América do Norte e Central (13,0%). Em termos da balança comercial, Portugal apresenta um saldo positivo, tendo crescido cerca de 300,0% de 2002 para 2012. A balanço comercial de Portugal é superior a África e Ásia e similar à Oceânica, regiões económicas com dimensões muito mais significativa. Em termos *per capita* Portugal obtém, em 2012, um valor de 185,5\$, enquanto que a América do Norte (região com cultura, tradição e economia muito associada à Floresta) apenas gera 30,9\$ *per capita*. A Federação Russa é outra região que se destaca em termos de balanço. No ponto 2.3.1.1 são apresentados resultados específicos por país para que seja possível analisar um posicionamento económico mais específico de Portugal a nível internacional.

Tabela 2.9 Balanço da balança comercial das principais regiões económicas e comparação com Portugal

Produtos florestais												
Região	Importações				Exportações				Balanço			
	bilhões US\$				bilhões US\$				bilhões US\$		US\$ per capita	
	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2012	% (do total)	2012	% (do total)	2002	2012	2002	2012
África	2,7	1,9	8,3	3,4	2,8	2,1	5,2	2,2	0,1	-3,1	0,12	-2,86
Ásia	38,5	27,3	92,4	38,1	15,7	11,7	39,0	16,9	-22,8	-53,4	-5,99	-12,6
América do Norte e Central	30,4	21,5	31,6	13,0	37,4	28,0	47,5	20,5	9,0	16,0	19,4	30,9
Oceânia	1,7	1,2	3,1	1,3	2,8	2,1	6,4	2,8	1,1	3,3	34,4	86,8
América do Sul	2,4	1,7	6,1	2,5	5,3	4,0	14,2	6,1	2,9	8,1	8,1	20,1
Europa	65,4	46,4	100,9	41,6	69,8	52,2	118,8	51,4	4,4	17,8	6,0	24,0
EU27	61,2	43,4	92,1	38,0	61,7	46,1	104,6	45,2	0,5	12,5	1,0	24,6
Federação Russa	0,7	0,5	3,0	1,2	4,3	3,2	9,3	4,0	3,6	6,3	24,7	43,7
Portugal	0,9	0,6	1,3	0,5	1,3	1,0	3,3	1,4	0,5	2,0	43,8	185,5
Mundo	141,1	100,0	242,4	100,0	133,8	100,0	231,2	100,0	-7,9	-12,0	-1,3	-1,7

a) Apenas se apresenta os dados em termos económicos, porque não existe informação ao nível macro para as trocas comerciais em toneladas ou m³.

No Apêndice II.1 são apresentados dados específicos por regiões e tipo de produto. Verifica-se que a Europa é o grande importador de rolaria de madeira para fins energéticos, representando em 2012 89,3% do valor global em termos económicos, com destaque para a UE que representa 85,5%. Em termos de rolaria para fins industriais a Ásia lidera com 72,5%. Nas exportações de rolaria a Europa apresenta um peso de 37,9% em termos económicos seguida da América do Norte e Central com 19,3%. Portugal regista em 2012 um volume de exportação de 0,0milhões m³(valor verificado de 9,2 mil m³), significativamente abaixo do expectável tendo em consideração o levantamento da indústria de “*pellets*” existente em 2012 e ao facto de esta exportar 97,0-99,0% da sua produção. A Ásia e a Europa lideram as importações de pasta para papel, com um peso de 47,0% e 37,9%, respetivamente. Nas exportações também mantêm a posição líder, contudo a América do Sul destaca-se com um peso de 27,3%. De 2002 para 2012, as importações em termos económicos aumentaram de forma geral em cada região. Na Europa não se verificou uma variação significativa de 2002 para 2012. Portugal diminuiu de $1,4 \times 10^{-1}$ para $1,0 \times 10^{-1}$ milhões de toneladas. Deve destacar-se que as exportações na Europa aumentaram de 2002 para 2012. Portugal, tendo em consideração a sua dimensão, apresenta um peso significativo nas exportações de pasta para papel na Europa e um lugar de destaque a nível mundial. No que se refere

ao papel e cartão, o cenário é similar ao da pasta e do papel, onde a Europa reforça ainda mais o seu peso a nível mundial, com 50,5% das importações e 62,8% das exportações. Ao nível das importações de madeira serrada e painéis derivados de madeira o destaque é para a Ásia (40,8%) e Europa (33,8%). As exportações de madeira serrada são dominadas pela Europa (54,8%) seguida pela América do Norte e Central (26,1%). Portugal importa menos madeira serrada do que exporta (0,2 biliões US\$ face a 0,4 biliões US\$ de exportações). Esta situação manteve-se similar no período de 2002 a 2012. No contexto dos painéis derivados de madeira o balanço é positivo e cresceu, em valor económico, de 2002 ($1,5 \times 10^{-1}$ biliões US\$) para 2012 ($2,4 \times 10^{-1}$ biliões US\$), contudo neste período verificou-se uma diminuição em termos do peso sobre o total a nível mundial.

2.3.1.1. Identificação dos 25 países com maior atividade comercial de produtos florestais. O posicionamento português

De seguida apresenta-se o balanço entre as exportações e importações de produtos florestais dos países mais importantes (Tabela 2.10), tendo sido utilizado como critério de seleção os 25 países mais exportadores do mundo em 2012, com base nos dados disponíveis em FAO (2014b). Os Estados Unidos da América, que representam 10,8% das exportações de produtos florestais a nível mundial, Canadá (9,4%) e Alemanha (8,8%) são de longe os principais exportadores individuais absolutos. Em seguida destacam-se a Suécia (6,5%), China (5,9%) e Finlândia (5,7%), sendo a Suécia e a Finlândia os maiores exportadores europeus em termos globais. Os 25 países listados na Tabela 2.10, todos com as exportações de produtos florestais superiores a 1 bilhão de dólares em 2012, representam mais de 90,0% do valor das exportações do mundo em produtos florestais. À exceção da Noruega, todos aumentaram as suas exportações em 2012, relativamente a 2002. Contudo, quando se analisa o balanço entre as exportações e importações, constata-se que alguns dos maiores exportadores (Alemanha e China) apresentam valores negativos ou muito inferiores ao registado pelas exportações.

Na Tabela 2.11 apresenta-se o balanço económico “*per capita*” e por ha de floresta para os 25 países mais exportadores de 2012, para verificar qual o país que apresenta uma maior eficiência de utilização dos seus recursos em função das dimensões *território e população*.

Análise aos processos de certificação florestal e critérios e indicadores de sustentabilidade: interesses e barreiras e aspetos fundamentais para o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação

Tabela 2.10 Balanço entre as exportações e importações de produtos florestais dos 25 países mais exportadores de 2012

País	Exportações (bilhões US\$)		Importações (bilhões US\$)		Balanço (bilhões US)	
	2002	2012	2002	2012	2002	2012
Alemanha	11,4	20,3	11,8	19,1	- 0,4	1,2
Áustria	4,6	6,9	2,2	4,2	2,4	2,7
Bélgica	3,3	5,5	3,9	6,2	- 0,7	- 0,7
Brasil	3,0	7,5	0,6	1,7	2,4	5,8
Canadá	23,3	21,7	4,0	4,9	19,3	16,8
Chile	1,6	4,5	0,3	0,7	1,3	3,8
China	3,4	13,6	14,2	39,6	- 10,8	- 26,0
Espanha	2,1	4,5	4,2	4,5	- 2,1	0,0
Estados Unidos da América	13,8	25,0	23,4	20,6	- 9,6	4,4
Federação Russa	4,3	9,3	0,7	3,0	3,6	6,3
Finlândia	10,5	13,1	1,0	1,7	9,5	11,4
França	5,3	7,2	7,0	9,1	-1,7	-1,9
Holanda	2,6	4,2	4,3	6,2	-1,7	-1,9
Indonésia	4,6	7,6	1,0	2,6	3,7	5,0
Itália	2,6	4,5	7,4	9,3	- 4,8	-4,8
Japão	1,2	2,9	10,5	13,4	- 9,3	-10,4
Malásia	2,7	4,0	1,0	2,4	1,7	1,6
Noruega	1,6	1,2	0,9	1,4	0,6	-0,2
Nova Zelândia	1,6	3,2	0,3	0,5	1,3	2,7
Polónia	1,3	3,4	1,6	4,4	-0,3	-1,0
Portugal	1,4	3,3	0,9	1,3	0,5	2,0
Reino Unido	1,8	2,9	8,6	10,1	-6,7	-7,3
República da Coreia	1,4	2,4	3,5	5,0	-2,2	-2,5
Suécia	9,2	15,2	1,5	2,8	7,7	12,5
Tailândia	0,9	2,6	1,0	2,1	-0,2	0,5

Tabela 2.11 Balanço económico *per capita* e por ha de floresta entre as exportações e importações dos 25 países mais exportadores de 2012

		Balanço US/ <i>per capita</i>	Balanço US/ha floresta			Balanço US/ <i>per capita</i>	Balanço US/ha floresta
País		2002		País		2012	
1	Finlândia	1821,0	427,4	1	Finlândia	2102,2	513,1
2	Suécia	866,0	273,6	2	Suécia	1310,5	441,9
3	Canadá	617,4	62,3	3	Nova Zelândia	604,8	326,5
4	Nova Zelândia	335,0	160,7	4	Canadá	483,1	54,3
5	Áustria	295,5	614,3	5	Áustria	315,4	685,8
6	Noruega	138,3	61,9	6	Chile	219,0	235,1
7	Chile	83,9	81,6	7	Portugal	185,5	568,5
8	Malásia	69,6	83,5	8	Tailândia	57,6	24,2
9	Portugal	43,8	131,7	9	Malásia	54,9	78,8
10	Indonésia	17,0	39,0	10	Federação Russa	43,7	7,7
11	Brasil	13,1	4,5	11	Brasil	29,4	11,3
12	Federação Russa	24,7	4,4	12	Indonésia	20,3	53,4
13	Alemanha	-4,5	-33,7	13	Alemanha	14,9	111,5
14	Polónia	-7,1	-28,8	14	Estados Unidos da América	13,9	14,5
15	China	-8,2	-51,6	15	Espanha	0,4	1,0
16	Tailândia	-22,4	-8,5	16	China	-18,5	-124,1
17	França	-28,5	-107,0	17	Polónia	-25,7	-104,8
18	Estados Unidos da América	-33,0	-31,5	18	França	-29,6	-118,2
19	República da Coreia	-47,2	-352,0	19	Noruega	-30,8	-15,2
20	Espanha	-49,8	-112,1	20	República da Coreia	-51,9	-408,9
21	Bélgica	-62,4	-950,0	21	Bélgica	-64,3	-1.047,8
22	Itália	-83,5	-520,4	22	Itália	-79,1	-522,1
23	Japão	-73,4	-370,7	23	Japão	-82,0	-417,5
24	Holanda	-105,5	-4635,9	24	Reino Unido	-115,5	-2.520,8
25	Reino Unido	-112,7	-2327,5	25	Holanda	-118,1	-5.408,9

2.3.2. Externalidades negativas da floresta portuguesa (incêndios florestais)

Portugal tem uma floresta com grande densidade de cargas de combustível, conhecida pela sua contribuição para os incêndios florestais. A média anual de área florestal ardida no período de 1990 a 2012 foi de 113,6 mil ha/ano, como referido no ponto 2.1. Contudo, no período de 2001 a 2012, verifica-se um valor médio de 138,6 mil ha/ano. De acordo com as fontes do Estado (ICNF, 2014), a área anual média ardida de matos e incultos no período de 2001 a 2012 foi de 48,4% e a de povoamentos de 51,6%. Todavia, de 2007 a 2012, verificou-se uma inversão da área de matos e incultos ardida, passando a representar uma média de 66,2% e os povoamentos 33,8%. No presente estudo será utilizado como valor médio anual 91,8 mil hectares de matos e incultos, e de 46,8 mil hectares de povoamentos. Em termos de povoamentos, verificou-se que em 2010 as áreas de povoamentos mais afetadas foram o pinheiro bravo (44,0%) e os eucaliptos (34,0%) e em menor escala os carvalhais (14,0%) (ICNF, 2010). Em 2011 e

2012, o sobreiro passou a ser o 3.º povoamento mais afetado. Porém, as áreas mais afetadas são o pinheiro bravo e os eucaliptos (ICNF, 2012). Em termos de incêndios florestais em povoamentos, será considerado apenas o impacto em rolaria de madeira nos povoamentos de pinheiro bravo e eucaliptos, por falta de informação precisa sobre os outros povoamentos. Os 22,0% restantes de outros tipos de povoamentos serão considerados na perda económica respeitante à biomassa foliar, uma vez que a rolaria de madeira não é afetada tão significativamente devido às suas propriedades físico-químicas.

2.3.2.1. Custos sociais de combate aos incêndios

Em 2012, os custos diretos de combate aos incêndios florestais foram de 70,0 milhões de euros, dos quais cerca de 45,0 milhões no dispositivo aéreo e mais de 25,0 milhões no dispositivo terrestre. O estudo realizado por GPP (2006) sustenta que no período de 2000-2004 houve em Portugal um investimento médio anual no combate aos incêndios de 66,1 milhões de euros. Como o valor é similar aos custos apurados em 2012, ter-se-á em consideração o custo médio anual de 70,0 milhões de euros, o que equivale a 635,0 €/ha área ardida (em 2012 arderam 110.232,0 ha, segundo dados do ICNF, 2012).

2.3.2.2. Custos com a prevenção de incêndios florestais

Os custos de prevenção estão associados ao planeamento, dispositivo (recursos humanos), sensibilização e infraestruturção. Em 2012, este custo foi de 18,0 milhões de euros (ICNF, 2012). No período de 2000 a 2004 (período onde foram apresentados dados públicos mais precisos) verificou-se um custo médio anual de prevenção de 30,1 milhões de euros. Como os custos de prevenção estão associados a políticas, as quais variam significativamente com os ciclos políticos, ter-se-á em consideração um valor médio entre os apresentados, *i.e.* um custo anual de 24,1 milhões de euros em prevenção contra incêndios florestais. Este é um custo que será tido em conta no valor global e não unitário por hectare de área ardida, porque não resulta da consequência de incêndios florestais.

Em 2012 registou-se também um custo de 3,5 milhões de euros em manutenção da Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível (ICNF, 2012). Só foi possível obter informação do custo para 2012. Este é um outro custo real e existente em Portugal que é tido em consideração neste estudo.

2.3.2.3. Custos pela perda de produção de bens lenhosos, não lenhosos e outros

Produção de bens lenhosos

Para determinar o valor económico perdido das árvores nos povoamentos, será considerado a perda de valor económico da rolaria de madeira e da biomassa foliar. Alguns dos incêndios florestais apenas afetam o solo da floresta e uma parte do tronco do pinheiro bravo ou dos eucaliptos. Os fogos de copa consomem uma parte muito significativa da biomassa foliar e parte da rolaria de madeira, e afetam mais os povoamentos juvenis e os povoamentos de eucaliptos. Atualmente, devido ao paradigma dos incêndios florestais, o preço da rolaria queimada é similar ao da rolaria verde, variando entre 33,0-34,0 €/t para a rolaria de madeira queimada e de 35,0-36,0 €/t em base húmida (para níveis de humidade de 45,0-55,0% e com base no levantamento e inventário realizado à floresta portuguesa).

A biomassa foliar média, em base seca, que existe nos povoamentos é de:

1. Pinheiro-bravo = 10,0 t/ha;
2. Eucaliptos = 6,0 t/ha; e
3. Outras espécies (carvalhos e sobreiros) = 5,5 t/ha.

O preço atual da biomassa foliar da floresta é de 23,0-25,0 €/t em base húmida (para níveis de humidade de 45,0-55,0% com base no levantamento e inventário realizado à floresta portuguesa). Em base seca, pode chegar aos 46,0-50,0 €/t. Contudo, a biomassa foliar é um recurso primário e uma fonte de energia primária. Comparando esta fonte de energia primária com o petróleo, esta equivale a 252,0 €/t⁹. Deste modo, obtém-se um valor económico de biomassa foliar de 2525,0 €/ha para povoamentos de pinheiro bravo, 1512,0 €/ha para eucaliptos e 1386,0 €/ha para outros tipos de povoamentos.

⁹ Considerando que um barril de petróleo tem $14,6 \times 10^{-2}$ toneladas equivalentes de petróleo, o que equivale a 6.112,7 MJ. Para um preço médio de 120,0\$/barril de petróleo, temos um valor de energia primária de $1,4 \times 10^{-2}$ €/MJ. Considerou-se que um poder calorífico inferior médio de biomassa foliar seca de 18.000,0 MJ/t, de folhada de 12.000,0 MJ/t e de arbustos de 14.000,0 MJ/t (obtido no estudo do projeto BioREFINA-Ter e Amutio *et al.*, 2013a; Amutio *et al.*, 2013b, Duarte *et al.*, 2013).

Como não existem dados sobre qual o real impacto dos incêndios florestais nas árvores, serão tidos em consideração, neste estudo, cenários possíveis, a saber¹⁰:

C1. perda média de 20,0% da madeira de rolaria nos povoamentos ardidos e perda total da biomassa foliar: (1) equivale a 20,0% de 150,0 t/ha pinheiro bravo (1005,0 €/ha) e 2525,0 €/ha de biomassa foliar; e (2) 20,0% de 239,0 t/ha eucaliptos (1601,3 €/ha) e 1512,0 €/ha de biomassa foliar; e

C2. perda média de 40,0% da madeira de rolaria nos povoamentos ardidos e perda total da biomassa foliar: (1) equivale a 40,0% de 150,0 t/ha pinheiro bravo (2010,0 €/ha) e 2525,0 €/ha de biomassa foliar; e (2) 40,0% de 239,0 t/ha eucaliptos (3202,6 €/ha) e 1512,0 €/ha de biomassa foliar.

Silva *et al.* (2006) realizaram uma análise à produção de biomassa de arbustos e de folhada em áreas ocupadas por matos. Contabilizaram desde o 1.º ano até ao 9.º ano, assumindo depois um volume constante, t/ha, de folhada e arbustos. O ciclo de fogo em Portugal é muito curto e com base também nos dados obtidos em Silva *et al.* (2006), considera-se que cada hectare de matos e incultos antes de arder apresenta um volume de 2,3 t de folhada e 13,4 t de arbustos. Comparando esta fonte de energia primária com o petróleo, equivale a um valor médio de 3012,8 €/ha¹⁰ de matos e incultos (386,4€ para a folhada e 2626,4 para a de arbustos), *i.e.*, por cada ha ardido de matos e incultos equivale a uma perda económica de 3012,8€. É difícil de fazer uma equivalência de matos e incultos para bioprodutos (*e.g.* mercado de óleos essenciais), porque seria um mercado sem capacidade para absorver a disponibilidade de 2,8 milhões ha.

Bens não lenhosos

De acordo com o estudo de Pereira (2004), os povoamentos representam um valor de 945€/ha de existências (fluxo anual de 167,2 €/ha) e de 92,7 €/ha para matos e incultos (fluxo anual de 11,6 €/ha).

Atividades recreativas

O valor das atividades recreativas existente está calculado num valor médio por ha de 46,9 € (fluxo anual de 7,0 €), (Pereira, 2004).

¹⁰ Idade média para os povoamentos de pinheiro bravo de 20 anos e de 12 anos para os de eucaliptos. Com base nos dados do estudo Nunes (2008), aos 20 anos um povoamento de pinheiro bravo tem 150 t/ha e de eucaliptos tem 239 t/ha.

Valor de uso indireto

Este valor apresenta uma distinção entre povoamentos e matos. O valor médio existencial em povoamentos é de 48,9 €/ha (fluxo anual de 8,7 €/ha) e de 167,0 €/ha em matos (fluxo anual de 24,9 €/ha), (Pereira, 2004).

Reestruturação

Merlo e Croitoru (2005) sustentam que o valor dos custos médios de reestruturação de áreas ardidas para Portugal é de 2.290,0 €/ha, sendo que, no caso das florestas por regeneração natural o valor é de 1.000,0 €/ha. Considera-se que os ecossistemas matos e incultos e povoamentos de pinheiro bravo são maioritariamente de regeneração natural, ou seja, apresentam um custo de reestruturação de 1.000,0 €/ha de área ardida. Para os povoamentos de eucaliptos considera-se um custo de reestruturação de 2.290,0 €/ha.

Emissões de CO₂

O custo médio de 2002 a 2012, com as emissões de CO₂ resultantes dos incêndios florestais foi de 160,0 milhões €/ano (ICNF, 2012). Tendo em consideração a área ardida média anual, o custo médio com emissões de CO₂ é de 1154,4 €/ha.

2.3.2.4. Custos extraordinários com os incêndios florestais

Em 2012, as despesas extraordinárias com os incêndios florestais foram aproximadamente 9,1 milhões de euros (ICNF, 2012). Estas despesas estão relacionadas com reposição e recuperação de veículos, danos em equipamentos, alimentação e salários perdidos. Em 2012 verificou-se também um investimento de 9,5 milhões de euros canalizados do Programa de Desenvolvimento Rural para a estabilização de vertentes, a recuperação de linhas de água e a recuperação de caminhos. Foi o único ano em que o presente estudo conseguiu obter informação. Para esta rubrica dá um custo médio de 168,7 €/ha de área ardida (110,2 mil ha de área ardida em 2012, ICNF, 2012).

2.3.2.5. Outros intangíveis

Apesar de se registarem áreas ardidas na rede Natura 2000, não se contabiliza a perda de valor económico deste tipo de território de elevada biodiversidade.

A cooperação internacional, no âmbito da Cooperação Técnica e Assistência Mútua em matéria de Proteção Civil, registou 28 ocorrências de incêndios florestais em Portugal que contaram com o apoio de Espanha efetivado com 159 combatentes, 23

veículos, 10 aviões, 28 helicópteros e 2 outros meios. Este é um custo adicional que existe anualmente mas não há dados económicos que permitam contabilizar.

Em 2012 ocorreram 5 vítimas mortais e 348 feridos. É um valor que varia de ano para ano, contudo não se apresenta neste estudo quanto representa uma vida ou qual o impacto económico que poderá ter, quer do ponto de vista físico como psicológico, as pessoas que ficam feridas.

Existem outros custos importantes associados aos fenómenos de lixiviação, impacto paisagístico, cultural e social, erosão, deslizamentos de terra e inundações, etc. que são de muito difícil contabilização e que apresentam um grau elevado de subjetividade. Por esse motivo, apenas se faz referência, mas não se incluirão no balanço económico.

2.3.3. Balanço económico líquido: balanço comercial e externalidades negativas (incêndios)

Na Tabela 2.12 é apresentado o apuramento do balanço económico líquido da floresta portuguesa que contabiliza o balanço comercial das importações e exportações, assim como o impacto económico dos incêndios florestais (principal externalidade negativa da floresta). De acordo com a Tabela 2.10, em 2002, Portugal apresentou um balanço de 0,5 biliões de euros (taxa de conversão de 2002 $9,9 \times 10^{-1}$ US/€) e em 2012 1,5 biliões de euros (taxa de conversão de 2012 de 1,3 US/€). Em termos de apuramento do balanço económico da floresta portuguesa, apenas se terá em consideração o ano de 2012, porque de 2002 a 2012 o balanço comercial foi praticamente crescente. Os valores das externalidades negativas apresentados na Tabela 2.12 foram os obtidos no ponto 2.3.2. Constata-se que os incêndios florestais apresentam um impacto muito negativo na floresta portuguesa, representando um custo/ perda entre 961,3 e 1.007,5 milhões de euros. As externalidades negativas em Portugal representam em média nos últimos 10 anos um impacto de 9,6 – 10,0 biliões de euros. O balanço final económico é de 496,3 a 542,5 milhões de euros, sem contabilizar os custos intangíveis referidos no ponto 2.2.5.

Tabela 2.12 Balanço económico da floresta portuguesa

Rubrica	milhões €/ano	Observações
Balanço comercial	1503,8	Valor de 2012, e não a média dos últimos anos porque foi crescente
Externalidades dos incêndios florestais ^{a)}	961,3 - 1.007,5	
Custos sociais de combate aos incêndios	88,0	635,0 €/ha
Custos com a prevenção de incêndios florestais	27,6	Em valores globais porque depende das políticas de cada ciclo político e por estar associado a um processo anterior ao incêndio florestal
Custos pela perda de produção bens lenhosos, não lenhosos e outros	822,3 – 868,5	
Bens lenhosos	413,1 - 459,3	- 3012,8 €/ha para matos e incultos; - Cenário C1 obteve-se 3530,0 €/ha pinheiro bravo e 3113,3 €/ha eucaliptos; - Cenário C2 obteve-se 4535,0 €/ha pinheiro bravo e 4714,6 €/ha eucaliptos; e - 1386,0 €/ha para outros tipos de povoamentos
Reestruturação	148,9	- 1.000 €/ha para matos e incultos e povoamentos de pinheiro bravo; - 2.290 €/ha povoamentos de eucaliptos
Emissões de CO ₂	160,0	1154,4 €/ha
Bens não lenhosos	52,8	- Povoamentos 945€/ha - Matos 92,7 €/ha
Atividades recreativas	6,5	46,9 €/ha
Valor de uso indireto	17,6	- Povoamentos 48,9 €/ha - Matos 167,0 €/ha
Custos extraordinários com os incêndios florestais	23,4	168,7 €/ha
Balanço Económico	496,3 - 542,5	

a) Para a média obtida de 138,6 mil ha de área ardida, com uma distribuição de 66,2% de matos e incultos e de 33,8% de povoamentos florestais (44,0% pinheiro bravo; 34,0% eucaliptos; 22,0% restantes espécies).

2.4. Discussão

O setor florestal é um importante setor económico para Portugal, sendo a indústria de “*pellets*” a que mais cresceu nos últimos anos. A principal matéria-prima desta indústria é rolaria de madeira e, além disso, 97,0-99,0% da produção nacional é exportada. Contudo, a produção de rolaria para fins energéticos em Portugal em 2012 não coincide com o levantamento efetuado para a indústria de “*pellets*”. Os resultados da Tabela 2.6 e de acordo com os dados da fonte de informação oficial internacional (FAO, 2014), Portugal não apresentou nenhuma alteração de 2002 para 2012, porém os dados apresentados no ponto 2.1.2 não atestam que não tenha existido essa alteração e que deveria existir um aumento de 42,0%. A não existência de registo desta alteração

nas fontes oficiais a nível internacional pode dever-se a uma má classificação da atividade económica das indústrias produtoras de “*pellets*” em Portugal, como se demonstrou também no ponto 2.1.2. Noutro contexto, a má classificação da atividade económica em Portugal também origina problemas de contabilização na exportação ao nível da madeira para fins energéticos como produtos energéticos à base de madeira. Isto poderá influenciar significativamente os valores da balança comercial portuguesa, pois em 2012, pelos indicadores de exportação e produção das indústrias de “*pellets*” em Portugal, este setor deveria ter um impacto de 198,9-240,8 milhões € ($1,91 \times 10^{-1}$ - $2,3 \times 10^{-1}$ €/kg “*pellets*”, valor atual do mercado português e apurado durante o inventário realizado ao setor, quer na perspetiva de consumidor final, como retalhista).

As políticas da UE tiveram um impacto muito significativo no contexto das importações de madeira para fins energéticos e no mercado bioenergético global. Contudo, um estudo importante sobre a sustentabilidade global da biomassa a longo termo (Fritsche, 2010) defende que a fórmula chave para uma estratégia posterior a 2030 é que este recurso natural renovável deve ser primeiro usado como matéria-prima para as indústrias transformadoras. Isto porque, os resíduos e desperdícios gerados devem ser na maioria usados como fontes energéticas e prolongar o máximo possível a sua reutilização (quer pela vertente indústria transformadora como pela vertente bioindústria ao nível de bioprodutos, *e.g.* biocompósitos, biopolímeros, bioresinas, etc.).

Analisando os dados apresentados permite concluir que o sector florestal português é importante a um contexto global, tendo em consideração que Portugal apenas apresenta menos de 0,1% do território florestal mundial - 3,3 milhões hectares de floresta face aos 4,0 biliões de hectares existentes a nível global, FAO (2010). Tendo em consideração que a área territorial da Oceânia e da Europa é muito superior à de Portugal, 97,7 vezes e 101,4 vezes superior, respetivamente, pode-se concluir que a balança comercial portuguesa dos produtos florestais é das mais competitivas. Em termos *per capita* Portugal obtém, em 2012, um valor de 185,5\$, enquanto que a América do Norte (região com cultura, tradição e economia muito associada à Floresta) apenas gera 30,9\$ *per capita*. A Federação Russa é outra região que se destaca em termos de balanço. Portugal destaca-se entre os 25 países mais exportadores do mundo. Em termos globais não se destaca tão significativamente quando se analisa em termos específicos, onde em termos do balanço entre as exportação e importação *per capita*

subiu da 9.^a posição para a 7.^a no período de 2002 a 2012 (Tabela 2.11). Por unidade de hectare Portugal ocupou em 2012 a 2.^a posição só tendo sido ultrapassado pela Áustria, demonstrando a importância económica da floresta portuguesa.

Se o impacto das externalidades dos incêndios florestais fosse diminuto poder-se-ia dizer que Portugal, tendo em consideração os resultados para o ano 2012, era um dos principais países com maior rentabilidade económica no setor florestal. Contudo, com base no balanço económico líquido apurado (ponto 3.3.3) a floresta Portuguesa apresenta uma perda económica média anual de 961,3 - 1.007,5 milhões €, associada aos incêndios florestais, com um impacto de 63,9% a 70,0% na balança comercial. Tendo em consideração os problemas das externalidades negativas dos incêndios florestais, Portugal passaria de 2.^o lugar no ranking de produtividade US/ha floresta para 7.^o. Contudo, alguns dos países também poderiam descer de posição caso fossem contabilizadas as externalidades negativas da floresta.

2.5. Conclusões

A floresta é um setor com impacto muito significativo na economia de Portugal, quer do ponto de vista da produção de produtos derivados de madeira como ao nível energético e outros produtos e co-produtos (em especial a cortiça). Os principais ecossistemas florestais em Portugal são os povoamentos de eucaliptos, sobreiro e pinheiro bravo.

Os povoamentos de pinheiro bravo diminuíram significativamente nos últimos anos a uma taxa de 17,5 mil/ha/ano e os eucaliptos cresceram a uma taxa de 6,3 mil ha/ano. Verificando-se as atuais tendências, os eucaliptos serão a espécie predominante da floresta portuguesa nas próximas décadas; em 2029 existirão 529,0 mil ha no terceiro corte. É uma situação que pode ser preocupante, tendo em conta que o ponto ótimo de substituição dos povoamentos de eucalipto, do ponto de vista da rentabilidade, é o terceiro corte, e que para substituir um povoamento de eucaliptos são necessários muitos recursos. A fitossanidade, as largas manchas de mono florestas e o abandono do território são outras preocupações do setor florestal português.

A introdução dos “*pellets*” em Portugal ocorreu de forma muito rápida. Portugal é o país do mundo com maior capacidade instalada por cada 1 milhão de hectare de floresta, ultrapassando muito significativamente qualquer outro país. Portugal apresenta

uma capacidade de produção de “*pellets*” de 305.300,0 ton/1 milhão ha floresta e a Europa 19.500,0 ton/1 milhão ha floresta. Sendo que a Europa é o continente com maior capacidade instalada face à área florestal. A não correta classificação da atividade económica das empresas produtoras de “*pellets*” origina problemas de contabilização e de informação junto das entidades internacionais que controlam os fluxos e comércios dos produtos de base florestal.

A floresta é um setor económico globalizado, registando-se grandes fluxos de importação de bioenergia para o continente europeu, motivado pela diretiva RED. Apenas na rolaria de madeira para fins energéticos é que existe um desequilíbrio muito significativo a nível das regiões económicas onde a Europa ocupa um lugar de destaque. Em termos de sustentabilidade, a bioenergia é encarada pelos especialistas internacionais como uma parte final da re-utilização de recursos e não no campo da utilização direta, permitindo aumentar o ciclo de vida com o consequente aumento do número de utilizações/cadeias de valor por m³ de recurso madeireiro florestal extraído dos ecossistemas.

Portugal destaca-se como um dos principais países exportadores de produtos florestais a nível mundial. Em termos de balança comercial por hectare de floresta, Portugal é um dos 3 países mais importantes, em termos de eficiência de extração de valor económico face às importações. Contudo, face às externalidades dos incêndios, Portugal apresenta um balanço económico da floresta portuguesa significativamente mais baixo. Este fenómeno apresenta um impacto de diminuição na balança económica da floresta portuguesa de 63,9 a 67,0%. Seria importante que os estudos da FAO sobre a balança comercial florestal por país e regiões económicas, considerassem o impacto das externalidades para que fosse apresentado o valor total real económico. Isto permitiria uma análise mais rigorosa e eficiente.



Imagem dos inúmeros documentos e livros consultados/utilizados no presente trabalho

Publicações no âmbito deste capítulo:

Revistas nacionais

Freitas, H., **Nunes, J.**, Campos, A. “Biorrefinarias de 2ª geração”, Artigo de Opinião, *Indústria e Ambiente* 77, Novembro/Dezembro 2012.

Comunicações orais

Por convite

Nunes, J. (2012) "Desenvolvimento de região rurais: tecnologia e inovação", EnerVida, Viseu, 12 Fevereiro.

Nunes, J., Freitas, H. 2011. From Sustainability to Stewardship. Associação Nacional de Jovens Empresários, Coimbra, 18 de Novembro.

Nunes, J. 2011. Empreendedorismo Social para o Desenvolvimento Sustentável da Região Interior Centro. Escola Superior Agrária de Coimbra, Coimbra, 18 de Novembro.

Nunes, J., Campos, A., Freitas, H. 2011. Projecto Biorrefina-Ter: resíduos agro-florestais, competitividade e desenvolvimento regional sustentável”, Workshop Abordagens para o aproveitamento da energia a nível regional, Lisboa, 30 Março.

Nunes, J., Freitas, H. 2010. O projecto Biorrefina-Ter: território, floresta e desenvolvimento regional sustentável”, Workshop Biorrefinarias, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Lisboa, 29 Setembro.

Nunes, J. (2010) “Biomassa e sua Valorização: do projecto à aplicação”, Instituto Superior de Engenharia e Computadores, Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, 11 Janeiro.

Com arbitragem científica

Nunes, J., Campos, A., Freitas, H. 2011. Projecto Biorrefina-Ter: mobilizar e diversificar as fontes de bioenergia. 6.ª ExpoEnergia, Lisboa, 10 Novembro.

Projetos desenvolvidos e integrados neste capítulo

BioREIFNA-Ter

Capítulo 3

ASPETOS FUNDAMENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

Num estudo da “*Food and Agriculture Organization of the United Nations*”, FAO, (Nabuurs *et al.*, 2007), que coligiu um conjunto de dados sobre os progressos

realizados na gestão florestal sustentável na perspectiva de uma avaliação global dos recursos florestais, pode verificar-se que, a nível mundial, há sinais e tendências positivas (plantação florestal intensiva e o aumento dos esforços de conservação), mas também continuam a existir tendências negativas (florestas primárias continuam a ser degradadas ou convertidas para a agricultura em algumas regiões). O mesmo estudo refere que as diversas ferramentas foram desenvolvidas no contexto da gestão florestal sustentável, incluindo os critérios e indicadores, programas florestais de nível nacional e local, modelos de florestas e esquemas de certificação. Essas ferramentas também podem apoiar e fornecer fundamentos sólidos para uma melhoria na utilização dos recursos dos ecossistemas florestais (Mendonza, *et al.*, 2002). Existem diversas barreiras e conflitos de interesse entre organizações, mercados económicos e a comunidade técnico-científica (David, 2001). Noutra perspectiva, os atuais sistemas de certificação, assim como, os critérios e indicadores, devem ser tidos em consideração para o desenvolvimento de uma nova ferramenta. Este capítulo apresenta assim uma revisão aos principais sistemas de certificação e critérios e indicadores de sustentabilidade existentes, e uma análise dos interesses e obstáculos mais comuns para a implementação dos procedimentos que possibilitem e promovam o uso sustentável do ecossistema florestal. Concentra-se, assim, na identificação dos principais critérios e indicadores que devem ser utilizados no desenvolvimento de um modelo de avaliação integrado e com potencial de aplicação à escala global. Esta análise é fundamental para a definição dos critérios e indicadores, e para o desenvolvimento da ferramenta de apoio à decisão (Capítulo 4), visto ser objetivo geral do presente trabalho o potencial de aplicação global, de forma integrada.

3.1. Introdução

O conceito de sustentabilidade, em particular da produção de madeira, tem uma longa tradição na política florestal europeia (Azapagic, 2004). Na cimeira da Conferência UNCED, em 1992, o objetivo de sustentabilidade tornou-se interesse público. Na Europa, esta tendência foi coberta na segunda Conferência Ministerial sobre a Proteção das Florestas na Europa (CMPFE) no ano de 1993, em Helsínquia. Face à década de 1990 o sentido tradicional de rendimento sustentado foi radicalmente expandido (Wolfslehner *et al.*, 2003). É agora mais precisamente definido como "*a administração*

e o uso das florestas e áreas florestais de uma forma e a um ritmo que mantenham a sua biodiversidade, produtividade, capacidade de geração, vitalidade e potencial para cumprir, agora e no futuro, a relevância ecológica e as funções económicas e sociais, ao nível local, nacional e global [...]" (Wolfslehner *et al.*, 2003). As florestas nas montanhas cumprem uma ampla gama de funções superiores às das planícies, ao terem que enfrentar restrições climáticas e económicas particularmente difíceis. A gestão de multifuncionalidades e as procuras crescentes são questões importantes, frequentemente levantadas em relação à gestão florestal sustentável.

O uso sustentável dos recursos dos ecossistemas florestais requer avaliações de sustentabilidade em relação às cadeias de valor, em termos de ciclo de vida completo e de exploração dos mesmos (Kloepffer, 2003). Os processos e esquemas de certificação, assim como os critérios e indicadores, são significativamente importantes para avaliar o tipo de uso dos recursos dos ecossistemas florestais, e qual a conformidade com os "Princípios da Floresta" (Anexo II.1) e os "Princípios da Abordagem Ecosistémica" (Anexo II.2). O termo gestão florestal sustentável pode ser rastreado nos chamados "Princípios da Floresta" e no Capítulo 11 da Agenda 21, proeminentes da "Conferência em Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas: os princípios da floresta, um diálogo de política internacional florestal". Os objetivos guia dos "Princípios Florestais" podem contribuir para a gestão, conservação e desenvolvimento sustentável de todos os tipos de florestas, e sustentar as suas funções e usos múltiplos e complementares. O Princípio 2b afirma especificamente que (FAO, 2003), "*Os recursos florestais e as áreas florestais devem ser geridos de forma sustentável para atender às necessidades sociais, económicas, ecológicas, culturais e espirituais para as gerações presentes e futuras.*". Os princípios florestais reforçam a importância das necessidades de gestão sustentável dos recursos florestais serem aplicadas a produtos e serviços florestais, tais como madeira e produtos de madeira, água, alimentos, pasta, remédios, combustível, abrigo, emprego, recreio, habitat para a vida selvagem, a diversidade da paisagem, sumidouros e reservatórios de carbono e para outros produtos florestais. "*Devem ser tomadas medidas adequadas para proteger as florestas contra os efeitos nocivos da poluição, incluindo a poluição transportada pelo ar, incêndios, pragas e doenças, a fim de manter o seu valor múltiplo inteiro.*"

A questão central abordada pela gestão e investigação florestal atual é: "como podemos definir, avaliar e alcançar uma gestão sustentável da floresta? Em particular, à escala global e sobre um determinado território? Como podemos saber que num determinado ecossistema florestal, as cadeias de valor de exploração são as mais sustentáveis que este pode contemplar?" O conceito e conhecimento da gestão florestal sustentável tem vindo a evoluir (Mendoza e Prabhu, 2000a; FAO, 2001; Castañeda, 2000; Wijewardana, 2008; Raison *et al.*, 2001; Bousson, 2001; Harris, 2000). Com as preocupações sobre a gestão pública das florestas e das áreas baldias, a gestão florestal está cada vez mais focada em assegurar a diversidade dos valores dos ecossistemas florestais e em garantir que as ações são adequadas para os monitorizar e manter (McDonald, 2004; Vis *et al.*, 2008). Com a maior compreensão e mudança de atitudes, estão a ser desenvolvidas práticas de gestão para integrar um entendimento mais amplo de sustentabilidade e, em seguida, para operacionalizar e implementar estratégias para a gestão florestal e administração de recursos sustentáveis (Lal, *et al.* 2011). Da mesma forma, colocam-se grandes desafios através da obtenção e aplicação de informações sobre os impactos das atividades humanas e económicas na sociedade em geral, que podem ser usados para o desenvolvimento de critérios e indicadores para a gestão de florestas de forma sustentável (Rametsteiner e Simula, 2003; Kurttila *et al.*, 2000; BTG, 2008; Wijewardana, 2008). Os cientistas são especialmente desafiados pela necessidade de avaliar de forma abrangente os efeitos ambientais, económicos e sociais de ações de gestão de grande escala (Husgafve *et al.*, 2013). Nos últimos tempos surgiram diferentes esquemas de certificação, critérios e indicadores, contudo verificam-se algumas barreiras e conflitos de interesse que têm impedido a sua uniformização e aplicação à escala global (Ladanai e Vinterbäck, 2010, EC, 2013).

O principal objetivo desta parte do trabalho é identificar quais os critérios e indicadores que devem ser incluídos num modelo de avaliação integrado e global, assim como, que princípios devem ser tidos em consideração para alcançar uma ferramenta de apoio à decisão com potencial de aplicação à escala global, e de uniformização. A uniformização é entendida como a necessidade mínima de resposta às principais preocupações e interesses identificados pelos organismos e entidades com influência de decisão na utilização de recursos naturais. A abordagem é ilustrada através da identificação dos sistemas de certificação e principais processos, esquemas e

mecanismos, que se encontram implementados e em curso a nível global, passando por uma revisão final crítica às principais barreiras e interesses decorrentes das políticas e instrumentos desenvolvidos e implementados pelos organismos mais importantes do setor florestal.

3.2. Métodos

Os sistemas de certificação, em especial os florestais, foram pioneiros na introdução de critérios e indicadores como método de avaliação e quantificação (qualitativo e quantitativo) (Ladanai e Vinterbäck 2010; Vis *et al.*, 2008; Castañeda, 2000). São, por isso, processos importantes e interessantes para a introdução de novas políticas de gestão sustentável de recursos e que se identificam em diferentes partes do mundo. Contudo, importantes processos paralelos aos sistemas de certificação, nomeadamente o desenvolvimento de critérios e indicadores para uso singular ou em esquemas e processos, e barreiras e interesses, originados por “lobbies” internacionais defendidos por entidades com significativa relevância para o setor florestal, foram produzidos nas últimas décadas, os quais terão implicações nos próximos modelos de avaliação. A abordagem é baseada no pressuposto de que para se desenvolver uma ferramenta de apoio à decisão integrativa e com potencial de aplicação à escala global para avaliar sistemas e cadeias de valor de exploração florestal, é necessário perceber quais os principais processos, esquemas e mecanismos desenvolvidos e implementados, para que seja depois possível realizar a seleção dos critérios e indicadores chave para a ferramenta de avaliação e apoio à decisão.

Na etapa 1, é realizada uma identificação dos principais sistemas de certificação com impacto, direto e indireto, em ecossistemas florestais, e efetua-se uma síntese das principais características de cada um. Na etapa 2, efetua-se uma análise aos processos e esquemas de certificação mais importantes, com enfoque na capacidade de implementação e aspetos-chave que devem ser tidos em consideração para alcançar o objetivo principal definido anteriormente. Permite identificar quais os que devem ser considerados em termos de análise, e que critérios e indicadores já usam para avaliar a gestão florestal num sentido sustentável. Na etapa 3, é feito um levantamento aos principais critérios e indicadores desenvolvidos até à data no contexto de processos, iniciativas e esquemas ligados à gestão florestal, realizando ainda a identificação de

projetos e iniciativas importantes. A etapa 4 refere-se ao levantamento dos principais interesses e barreiras originados por processos e políticas implementadas ou em desenvolvimento. Esta etapa dará mais ênfase à UE e Organização Mundial do Comércio (WTO, da sigla inglesa “*World Trade Organization*”), devido ao peso que têm ao nível da sustentabilidade e comércio internacional, respetivamente. Tratando-se de um estudo de análise a políticas florestais, foram selecionadas as entidades mais relevantes a nível internacional que desenvolveram mecanismos, processos e políticas com impacto na gestão florestal e de recursos, assim como, na comercialização e mercados. As organizações mais importantes identificadas no presente estudo são a UE, Nações Unidas, “*World Wildlife Fund, WWF*”, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), FAO, Instituto Florestal Europeu, o “*Center for International Forestry Research, CIFOR*”. Será incluído também uma referência e abordagem aos Sistemas de Certificação Florestal mais importantes (“*Forest Stewardship Council*”, FSC, “*Programme of Endorsement for Forest Certification Schemes*”, PEFC, “*North America’s Sustainable Forestry Initiative*”, SFI, “*Canadian Standards Association*”, CSA, e da “*American Farm System Tree*”, AFS).

Um modelo de avaliação de sustentabilidade apresenta variáveis importantes, tais como o método matemático de cálculo, o tipo de pesos e ponderação de acordo com os princípios definidos, a fronteira do sistema, a unidade funcional e por último o tipo de critério e indicadores a utilizar. Um dos principais problemas da não capacidade em implementar modelos de avaliação à escala global e com capacidade comparativa de cadeias de valor de territórios diferentes, mas com o mesmo tipo de produto, ou para o mesmo território mas para produtos diferentes, é a falta de uniformização. Para garantir uma uniformização do modelo, é necessário garantir que estão presentes os principais interesses e valores de sustentabilidade que cada organismo internacional defende. Deste modo, o estudo culmina com a etapa 5, que consiste na seleção das aspetos fundamentais para o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade integrada, com potencial de aplicação à escala global e de forma uniformizada, ao nível dos critérios e indicadores, princípios e mercados.

3.3. Resultados

3.3.1. Etapa 1: Identificação dos sistemas de certificação existentes com interesse, direto e indireto, para ecossistemas florestais

Os cinco principais tipos de sistemas de certificação existentes no contexto dos ecossistemas florestais são: (1) florestal, (2) biomassa; (3) culturas energéticas, (4) sector energético; e os (5) relacionados com o comércio de emissões, existindo ainda outros (6) que pela sua relevância menor se enquadram todos numa última e sexta categoria (Figura 3.1). Na última categoria encontram-se, por exemplo, os sistemas de certificação na UE relacionados com o cumprimento dos requisitos para o uso racional de energia nas habitações e na conceção ecológica dos produtos que introduziram instrumentos e medidas para a rotulagem energética e “*ecodesign*”.

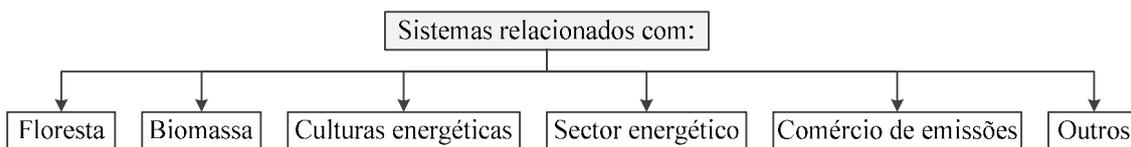


Figura 3.1 Diferentes tipos de sistemas de certificação existentes.

3.3.1.1. *Sistemas de certificação florestal*

A maioria dos critérios e indicadores de gestão florestal disponíveis atualmente, foram desenvolvidos e implementados por sistemas de certificação florestal, incluindo o “*Forest Stewardship Council*” (FSC), a “*North America’s Sustainable Forestry Initiative*” (SFI), “*Canadian Standards Association*” (CSA), e da “*American Farm System Tree*” (ATFS). SFI, CSA e ATFS são todos os esquemas regionais aprovados pelo Programa para o “*Programme of Endorsement for Forest Certification Schemes*” (PEFC), uma organização internacional que apoia atualmente 26 programas de certificação independentes (Berrahmouni, 2009; Vis *et al.*, 2008). Estes sistemas são projetados para atividades de gestão florestal convencional (por exemplo, madeira e papel e pasta de celulose), bem como, atividades de produtos florestais não-madeireiros. Muitas questões que surgem nos processos de recolha de produção convencional são iguais ou semelhantes aos que surgem na produção e recolha de biomassa para bioenergia, mas ainda existem oportunidades para adaptar os sistemas de certificação de gestão florestais existentes por meio da adição de novos critérios (por exemplo, alguns daqueles sugeridos por Lattimore *et al.* (2009) e da modificação dos critérios existentes

para garantir que eles abordam questões únicas para a produção e recolha de biomassa florestal para a energia (Lewandowski e Faaij 2006, Stupak *et al.* 2009). Lewandowski e Faaij (2004) e Lattimore *et al.* (2009) sustentam que FSC, PEFC, CSA e SFI são quatro dos maiores sistemas de certificação florestal operacionais. Mais recentemente, o sistema AFTS tem sido implementado nos Estados Unidos.

O FSC e PEFC são os principais organismos de certificação florestal. Ambos os sistemas se estão a esforçar para alcançar uma gestão sustentável da floresta usando a avaliação independente de terceiros para as práticas florestais e reconhecendo que o conjunto de normas florestais pré determinadas não é um processo correto. Admitindo que a gestão florestal sustentável requer a conservação de toda a gama de funções da floresta: económica, social e ambiental. No sistema FSC, todas as normas de certificação florestal devem estar de acordo com um conjunto de Princípios Florestais Internacionais e critérios desenvolvidos pelo FSC Internacional. Em contraste, o PEFC não desempenha nenhum papel no desenvolvimento de princípios internacionais florestais, e em vez disso baseia-se em princípios inter-governamentais desenvolvidos e adaptados para diferentes regiões das florestas do mundo. Uma investigação disponível em UPM (2005) sugere que os sistemas mais baseados no FSC têm geralmente critérios ambientais mais rigorosos. Apesar de uma série de sistemas do PEFC e do FSC se poderem comparar muito entre si, o PEFC tem sido criticado por ter apoiado uma série de sistemas de certificação mais fracos, como SFI e CSA.

As principais estruturas dos sistemas de certificação florestal, como o FSC e PEFC, mostram como o desenvolvimento de critérios pode ocorrer, sendo centralizado e usando uma abordagem de três dimensões (FSC) com igualdade de votos para os agentes económicos, sociais e ambientais, ou utilizando uma abordagem mais nacional, (PEFC) em que as organizações nacionais desenvolvem sistemas de certificação para serem apresentadas posteriormente à aprovação da organização internacional. Estes sistemas podem atuar como exemplo quando se desenvolve um sistema de certificação ou, como no presente trabalho, quando se pretende obter uma ferramenta de apoio à decisão que permita desenvolver um índice de avaliação de sustentabilidade à escala global e integrado.

Podem distinguir-se duas das principais alternativas para a verificação da cadeia de custódia: 100% de separação física e sistemas de rotulagem para o uso de misturas de

madeiras certificadas e não certificadas. A certificação de um produto de origem florestal exige, além da Certificação da Gestão Florestal, a rastreabilidade da matéria-prima proveniente da floresta em todas as etapas de transformação do produto até chegar ao consumidor final. A verificação desta rastreabilidade é realizada de forma independente por uma entidade certificadora acreditada para a normativa em causa, e é conhecida como Certificação de Cadeia de Custódia (CdC), (AGFR, 2013).

A Tabela 3.1 resume esquematicamente os principais benefícios e custos da certificação florestal para a sociedade e usuários diretamente envolvidos, (Reischl, 2009; BTG, 2008), apresentando-se de seguida algumas considerações:

- a) os principais benefícios da certificação florestal para a sociedade são os benefícios ambientais. Os benefícios sociais, como o aumento da atenção para a segurança dos trabalhadores e melhor cuidado dos atores locais, são considerados um problema, especialmente nos países em desenvolvimento;
- b) os principais benefícios para os usuários estão associados ao maior acesso aos mercados ambientalmente sensibilizados. Se esses mercados estão ausentes ou se os mercados disponíveis estão menos eco-sensíveis, a disposição para a certificação diminuirá na mesma proporção. Em segundo lugar, em alguns casos (mas nem sempre) o diferencial de preço entre um produto certificado e não certificado pode ser recebido. Se uma grande parte do setor florestal é certificada, o diferencial de preço será mais frequentemente ausente. O diferencial pela certificação florestal também vai depender do setor da utilização final;
- c) os custos da certificação para a sociedade são limitados, e a sua determinação é bastante teórica; e
- d) é o usuário do sistema de certificação - geralmente as pessoas/entidade contratada para a recolha de matéria-prima -, quem paga(m) o custo do sistema de certificação.

Tabela 3.1 Principais benefícios e custos da certificação florestal para a sociedade e utilizadores do sistema (BTG, 2008)

	Principais benefícios	Principais custos
Sociedade		
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeamento e proteção das áreas chave com importância ecológica - Aumento dos níveis de madeira morta - Diversidade de espécies - Recuperação de espécies florestais ameaçadas 	
Social	<ul style="list-style-type: none"> - Maior atenção pela segurança dos trabalhadores - Maior consciencialização e envolvimento das partes interessadas 	
Económico		<ul style="list-style-type: none"> - Perdas de receitas no sector florestal - Potencial perda de postos de trabalho
Utilizadores		
	<ul style="list-style-type: none"> - Maior acesso a mercados eco sensíveis - Preço prémio - Melhoria da eficiência através de uma melhor gestão 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo das medidas, que conduzem a volumes de colheita reduzidos - Custos diretos de auditoria (interna e externa)

3.3.1.2. *Sistemas de certificação de biomassa*

O uso da biomassa florestal para energia é geralmente reconhecido como estando de acordo com os princípios de desenvolvimento sustentável (Stupak *et al.*, 2007). A certificação de biomassa para energia garante que a biomassa utilizada é proveniente de florestas geridas de forma responsável, e tem igualmente em conta os impactos económicos, ambientais e sociais. A Bioenergia e as cadeias de abastecimento de combustível, em particular de biomassa, podem ser muito complexas. Geralmente têm localizações geograficamente dispersas. A localização é um dos fatores fundamentais que regem a produtividade de biomassa (Davis *et al.*, 2001).

As cadeias de abastecimento de bioenergia também são muito diversas e tendem a tornar-se cada vez mais diversificadas, com novas tecnologias para o abastecimento de matérias-primas, conversão e utilização e entrada no mercado (Woods e Diaz Chávez, 2007). A Alemanha é o primeiro país membro da UE a aprovar um regime de certificação para a produção sustentável de biomassa (Woods e Diaz Chávez, 2007). O sistema “*The International Sustainability and Carbon Certification System*”, ISCC, é um sistema de certificação internacional de biomassa e biocombustíveis (combustíveis e eletricidade) que documenta o percurso da bioenergia e descreve as regras e procedimentos para a certificação. O sistema ISCC está a ser desenvolvido e tem sido implementado com altos padrões sociais, incluindo normas para as horas de trabalho e as práticas anti-discriminatórias. Atualmente, existem atividades para desenvolver

também sistemas de certificação global de sustentabilidade para a produção de biomassa. Assim, o principal objetivo do projeto “*Global-Bio- Pact Global Assessment of Biomass and Bioproduct Impacts on Socio-Economics and Sustainability*” é o desenvolvimento e harmonização dos sistemas de certificação de sustentabilidade global para a produção de biomassa, sistemas de conversão e comércio, a fim de evitar impactos socioeconómicos negativos.

Por outro lado, há que ter em conta a sobrecarga de sistemas de certificação de combustível de biomassa, que defende que a indústria poderia ser interrompida antes mesmo de começar (por exemplo, Devereaux e Lee, 2009).

3.3.1.3. Sistemas de certificação de culturas energéticas e de biomassa

Dos sistemas de certificação relacionados com as culturas energéticas de biomassa só a “*Roundtable for Sustainable Palm Oil, RSPO*” desenvolveu um conjunto completo de critérios e indicadores e um sistema de certificação. As primeiras plantações certificadas datam de 2008 (BTG, 2008). Os critérios e indicadores utilizados têm muitas semelhanças com aqueles em uso no setor florestal e são ajustados num nível nacional. O RSPO não foi desenvolvido só para atender o mercado de energia de biomassa, mas a todos os potenciais usuários de óleo de palma. A experiência adquirida com RSPO sustenta que é preciso um esforço considerável para desenvolver critérios de sustentabilidade e um sistema de certificação para um único tipo de biomassa. No contexto das diretivas Europeias (ECa, 2009; ECb, 2009), a diretiva das Energias Renováveis e da Qualidade de Combustível (introduzem dois artigos importantes, o Artigo 17º e o Artigo 7bº, prospectivamente, onde identificam alguns critérios a ter em consideração no âmbito da produção de culturas energéticas.

3.3.1.4. Sistemas de certificação no setor da energia

As empresas de eletricidade têm desenvolvido padrões de certificação de biomassa, sendo que inicialmente foi para uso próprio (“*Green Gold Label*” ou GGL), ou principalmente para apresentar balanços de carbono ou de energia que têm que ser estabelecidos para obter certificados verdes (“*Laborelec*”). A GGL foi fundada em 2002 pela empresa de energia “*Essent*” (agora “*RWE*”) e pela *Skall International* (agora *Control Union Certifications*). A GGL é essencialmente um sistema de cadeia de custódia que, para a certificação de produtos, permite o uso de outros sistemas de

certificação. De acordo com BTG (2008) a empresa “*Essent*” é atualmente o principal usuário final do GGL e usa o rótulo para parte da importação de biomassa, sendo assim considerada sustentável¹¹. Além disso, de acordo com o GGL, o sistema de certificação para biomassa sustentável para a produção de energia, refere que a biomassa de florestas deve ser proveniente de florestas geridas de forma sustentável certificada por um dos sistemas de certificação de gestão florestal(GGL, 2005). O PEFC e o FSC estão entre os sugeridos. No entanto, uma observação mais geral a partir de outros sistemas sugeridos é de que o sistema mais fraco de certificação florestal determina a qualidade da normalização do GGL.

As distribuidoras de energia elétrica introduziram marcas (rótulos) para a eletricidade verde para promover e distinguir os seus produtos. Além disso, as marcas de qualidade independentes têm sido desenvolvidas para ajudar na verificação do desempenho ecológico de produtos verdes por parte dos consumidores mais conscientes. Esses rótulos são usados para excluir certos tipos de biomassa, que são percebidos como menos verdes, especialmente a parte biodegradável dos resíduos sólidos urbanos, madeira de demolição e lama de esgotos. Uma conclusão importante a ser observada é que os vários sistemas de rotulagem de eletricidade verde são especialmente voltados para a gestão ambiental e faltam critérios relacionados com os aspetos sociais, não resultando em sistemas de sustentabilidade de produção elétrica (Ladanai e Vinterbäck, 2010).

Por outro lado, uma série de rótulos têm definido critérios para a utilização da biomassa e para fazer referência ao FSC e PEFC, à agricultura biológica ou para conter algumas outras definições. Os rótulos de eletricidade verde são geralmente utilizados a nível nacional e, principalmente, nos países europeus. A norma internacional *Eugene* esforça-se para harmonizar os sistemas nacionais de rotulagem voluntária, mas até 2008 a *Eugene* aprovou apenas dois sistemas. A partir da experiência com esses sistemas (BTG, 2008), infere-se que a ausência de um conjunto internacional de critérios e

¹¹ Foi criado um movimento para permitir que seja considerada a produção de eletricidade ou calor através da importação de biomassa para os países que compõem a organização “Benelux” (Bélgica, Luxemburgo e Países Baixos). Isto deveu-se à dificuldade destes países em cumprir as metas da UE de integração de energias renováveis na matriz energética. Embora a verificação seja efetuada por uma terceira entidade, singular ou coletiva, o processo de estabelecimento de normas e gestão do sistema é menos transparente do que no caso dos sistemas de certificação florestal, e existem menos informações disponíveis publicamente sobre as experiências com este sistema, (BTG, 2008; Ladanai e Vinterbäck, 2010).

indicadores pode levar a uma proliferação de sistemas nacionais, todos eles com os seus próprios critérios, alguns deles desenvolvidos claramente para atender às preferências percebidas pelos consumidores, sendo que nenhuma dessas marcas de sistemas verdes de eletricidade inclui os saldos de carbono. Esta constatação é muito importante no contexto do presente trabalho, em que de facto se pretende desenvolver um modelo de avaliação de sustentabilidade integrado e amplo, que tenha por base os princípios fundamentais da sustentabilidade e permita ser usado num contexto global, para que não haja a interferência de interesses próprios nos resultados obtidos.

3.3.1.5. Os sistemas de certificação relacionados com o comércio de emissões

Embora o “*Clean Development Mechanism*” (CDM) fosse desenvolvido para certificar reduções de emissões e não biomassa ou uso dos ecossistemas florestais, a sua estrutura e desenvolvimento é interessante, especialmente no contexto da determinação do balanço de carbono (Stupaket *al.*, 2007). Uma análise sobre este sistema é importante no contexto do presente trabalho, apresentando-se de seguida alguns pontos importantes e respetiva análise de enquadramento no âmbito da presente temática, a ter em consideração:

1. O CDM permite às empresas usar uma metodologia aprovada existente ou propor uma nova metodologia para determinar e monitorizar as reduções de emissões. Da mesma forma, um eventual sistema de sustentabilidade poderia propor metodologias básicas de cálculo dos critérios e indicadores escolhidos e uma opção para as empresas proporem novas metodologias. Isto exige a instalação de um painel de metodologia permanente;
2. O CDM requer a confirmação expressa do país anfitrião que o projeto contribui para o desenvolvimento sustentável no seu território. Este é um conceito interessante, pois as principais questões relacionadas com a sustentabilidade podem diferir de país para país. A aprovação do país anfitrião, no entanto, não pode substituir os critérios de sustentabilidade definidos de comum acordo. Além disso, o risco de aumento da burocracia e risco de exclusão dos países em desenvolvimento com fraca governança precisam de ser avaliados;

3. Possibilita a distinção entre pequena escala e grande escala, o que permite a incorporação de pequenas entidades singulares ou coletivas e de uma maior escala de aplicação do sistema de certificação; e
4. Finalmente, o CDM pode ser visto como um exemplo de um sistema transparente. Toda a documentação relevante está disponível na Internet. Claro que tem de ser tido em atenção que o CDM é um sistema voluntário e que no caso de sistemas obrigatórios, parte da documentação comercialmente sensível pode precisar de ser classificada como confidencial.

Os custos da certificação podem constituir uma séria barreira para cadeias de valor de pequena dimensão. Uma solução possível é permitir a certificação em grupo, em que os custos da certificação podem ser partilhados por uma série de pequenos produtores ou proprietários, ou por introdução de uma versão mais simplificada da ferramenta de certificação para os processos de pequena dimensão, análogo às metodologias de pequena escala e em grande escala em uso no CDM. O estudo BTG (2008) no âmbito da certificação da biomassa apresenta uma recomendação importante para a UE rumo à definição de critérios mínimos com base em sistemas de certificação. O estudo sustenta ainda que devem prosseguir com o desenvolvimento de critérios mínimos para a biomassa na UE e para criar as condições necessárias de tal forma que o mercado desenvolva sistemas de certificação usando os critérios mínimos e eventuais critérios de sustentabilidade voluntários adicionais.

3.3.1.6. Outros mecanismos e sistemas de certificação

3.3.1.6.1. Rotulagem energética e “ecodesing”

O “*European Ecolabel*” (rótulo ecológico) é um esquema voluntário, criado em 1992, para incentivar as empresas a comercializar produtos e serviços amigos do ambiente. O rótulo ecológico da UE faz parte de um plano de ação mais amplo sobre o consumo e produção e política de sustentabilidade industrial. Contudo, o processo de atribuição do rótulo ecológico da UE não é transparente para observadores externos e, portanto, é extremamente difícil saber com que base o rótulo ecológico foi premiado/atribuído (Ladanai e Vinterbäck, 2010). Além disso, o rótulo ecológico da UE parece não ter um mecanismo formal quanto às reclamações, e tendo em conta os graves problemas que as

operações florestais estão a causar, a FERN¹² encoraja a Comissão Europeia a retirar o rótulo ecológico da UE (Lang, 2010).

3.3.1.6.2. Normas CEN

O Comitê 383 CEN / TC para “*Produção Sustentável de Biomassa para Aplicações de Energia*” está a elaborar uma norma europeia (prEN 16214). Esta norma está estritamente ligada à diretiva de Energias Renováveis da UE (ECa, 2009), o que significa que, por exemplo questões sociais, os efeitos indiretos e requisitos especificamente relacionados com a biomassa sólida vão ser tratados de acordo com as alterações que forem adotadas na diretiva (Fritsche *et al.*, 2013).

3.3.1.6.1. Normas ISO

No plano internacional, a Organização Internacional de Normalização (ISO) está a desenvolver um padrão internacional para tratar de questões relacionadas com a sustentabilidade para produção de bioenergia (ISO 13065). A ISO/PC 248 tem quatro grupos de trabalho sobre: questões transversais; GEE; aspetos ambientais, económicos e sociais, e efeitos indiretos. Os seus objetivos são os seguintes: cumprir a legislação nacional e/ou regional; respeitar a Declaração Universal dos Direitos Humanos; usar os recursos naturais de forma racional e sustentável; bioenergia a partir da produção e até o uso deve ser sustentável em relação à diversidade biológica; reduzir emissões de GEE em relação à fonte de energia fóssil; promover o desenvolvimento económico e social; produção de bioenergia deve ser económica e financeiramente viável a longo prazo. Destacam-se ainda as ISO 14040 e 14044 (avaliação de ciclo de vida); ISO 14048 (formato da apresentação de dados); ISO 14064 (GEE, em relação à quantificação, monitorização, comunicação, das entidades, projetos, validação, verificação e certificação, organismos e competências das entidades de verificação); ISO/TS 14067:2013 GEE – “*Carbon footprint of products*” - requisitos e diretrizes para a quantificação e comunicação.

Além disso, os sistemas de certificação florestal utilizam as diretrizes da norma ISO para monitorar e provar a independência do processo de normalização, acreditação e as atividades de certificação, a saber:

¹² FERN é uma organização não-governamental (ONG) criada em 1995 para acompanhar a participação da UE nas florestas e para coordenar as atividades das ONG's a nível Europeu.

- a) O desenvolvimento de padrões de certificação através do Guia da ISO 59: Código de Boas Práticas de Normalização;
- b) O processo de certificação por terceiros: Guia da ISO 62, 65 e 66:
 - Guia ISO 62: 1996 (EN 45012: 1998), requisitos gerais para os organismos de avaliação e certificação/registo de sistemas de qualidade;
 - Guia ISO 65: 1996 (EN 45011: 1998), requisitos gerais para os organismos de certificação de produtos; e
 - Guia ISO 66: 1999, requisitos gerais para os organismos de avaliação e certificação/registo de sistemas de gestão ambiental de operação; e
- c) Acreditação de organismos de certificação florestal: ISO Guia 61, requisitos gerais para a avaliação e acreditação de organismos de certificação/registo.

3.3.1.6.1. Iniciativa industrial “Iniciative Wood Pellet Buyers”

Do sector da indústria é importante realçar a “*Iniciative Wood Pellet Buyers*” (IWPB). Este regime de sustentabilidade, desenvolvido pelas principais empresas da Europa, tem como objetivo harmonizar as especificações comuns de qualidade e princípios de sustentabilidade para a biomassa lenho-celulósica, principalmente dos “*pellets*”. O conjunto, ainda um rascunho, centra-se na verificação voluntária e é composto por nove princípios de sustentabilidade (Fritsche *et al.*, 2013):

Os três primeiros (balanço de GEE, armazenamento de carbono e biodiversidade) são baseados na diretiva das Energias Renováveis, os outros cinco (proteção do solo e da qualidade do ar, a proteção dos recursos hídricos, a concorrência com os recursos locais e desempenho socioeconómico local) têm que ser avaliados e melhorados ao longo do tempo. O último diz respeito à ética das empresas.

Estes princípios propostos ainda não são endossados por membros da IWPB e continuarão a ser desenvolvidos através de aplicações-piloto (IWPB, 2012).

3.3.1.6.1. Propostas científicas e de ONG’s

Vários grupos de investigação tentam criar as bases para esquemas de certificação de sustentabilidade em vários níveis geográficos e com uma variedade de âmbitos, por exemplo, Abbas *et al.* (2011), Lattimore *et al.* (2009) e Lal *et al.* (2011). Além disso, a

ONG (organização não governamental) “*World Wildlife Fund*”(WWF) preparou documentos sobre bioenergia sustentável (WWF, 2012).

3.3.2. Etapa 2: Análise aos principais sistemas e esquemas de certificação de âmbito florestal e de gestão de recursos

A certificação florestal surgiu no início de 1990, orientada para o mercado e para limitar a destruição causada em florestas tropicais, proporcionando aos consumidores, retalhistas e fabricantes, a oportunidade de comprar produtos derivados de operações florestais ambientalmente e socialmente responsáveis. Organizações ambientalistas estabeleceram o primeiro sistema de certificação florestal, o FSC (Fritsche *et al.*, 2013). Vários outros programas se seguiram, concentrando-se em condições regionais específicas e em outros fatores. Hoje, o segundo sistema mais prevalente é o PEFC. A certificação tem sido um tema polémico nas negociações da floresta. A UE argumentou em favor de esquemas de certificação enquanto mercado de base e ferramenta voluntária, com menos envolvimento do governo e destacou que os sistemas de certificação não devem ser considerados como barreiras comerciais (Reischl, 2009).

Um fator importante para determinar o sucesso da certificação florestal são os benefícios tangíveis na forma ou no maior acesso ao mercado, os diferenciais de preço ou as vantagens competitivas que um determinado utilizador possa beneficiar. Os custos diretos da certificação são geralmente reduzidos para áreas com mais do que 1.000 ha. No entanto, se temos situações de recolha de matéria-prima florestal de zonas reduzidas, por exemplo, por causa da introdução de áreas de conservação, isso pode implicar diretamente uma perda considerável de rendimento.

Em maio de 2013 (UNECE, 2013), a área global de floresta certificada, aprovada pelo FSC e PEFC totalizou 417 milhões de hectares, um aumento de 8,5% (32,8 milhões de hectares) desde maio de 2012 (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 Área florestal certificada pelos maiores esquemas de certificação, 2007-2013 (UNECE, 2013)

Esquemas de certificação	Área florestal (milhões de hectares)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
PEFC	198	207	216	230	240	245	247
FSC	90	105	116	122	140	150	178
ATFS	7	10	0	0	0	0	0
MTCS	5	5	0	0	0	0	0
Total	300	327	332	352	380	395	425

ATFS, “*American Tree Farm System*”;

MTCS, “*Malaysian Timber Certification Council*”

Notas: 2013 = maio 2013 dados. Os dados para sistemas aprovados pelo PEFC (MTCS, ATFS, SFI, CSA) são amalgamados no PEFC dados após a data do visto. As estatísticas apresentadas não consideram uma sobreposição estimada de cerca de 7,2 milhões de hectares (em maio de 2013).

Há uma sobreposição estimada de cerca de 7,2 milhões de hectares (metade dos quais está na Europa), devido à dupla certificação (UNECE, 2013). A área total florestal certificada mundialmente, pela primeira vez, superou a marca de 10% em relação à proporção total de área florestal. Tem havido um crescimento constante no número de certificados emitidos de Cadeia-de-Custódia (CoC). Nos doze meses anteriores a maio de 2013, foram emitidos mais 3.766 certificados de CoC, o que representa uma taxa de crescimento relativo anual de 11,8% (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 Certificados de cadeia-de-custódia emitidos em todo o mundo, 2007-2013 (UNECE, 2013)

Esquemas de certificação	Certificados de cadeia-de-custódia emitidos (milhares)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
PEFC	3	4	5,3	7	8	8,6	9,7
FSC	5,5	8,5	12,5	17,4	20	23,5	26,3
Total	8,5	12,5	17,8	24,4	28	32,1	36

Nota: número de certificados até maio de 2013, independentemente do tamanho das companhias e do volume de produção ou de comércio.

Nos últimos dez anos, a certificação florestal desencadeou-se na América do Norte e Europa; os principais mercados em termos de cidadania ambiental. A certificação florestal tem tido um acesso limitado nos países em desenvolvimento que, fornecem madeira principalmente para os mercados menos eco-sensíveis. Dependendo da situação local, foram identificados diversos fatores como responsáveis por este acesso limitado, como a não-resolução de questões de direito indígenas, a indiferença de empresas estrangeiras, o foco em mercados ecologicamente menos sensíveis, o registro ilegal provendo uma alternativa barata, a pobreza, a estabilidade política, etc. De maio de 2012 a maio de 2013, a proporção global da oferta de madeira em rolaria de florestas certificadas foi estimada em 28,3%, ou seja, 501 milhões de m³ de madeira em rolaria. Este foi um aumento de 1,8% em relação ao período de 12 meses anterior. A sub-região que proporcionou a maior quantidade de madeira de rolaria certificada foi a América do Norte e a segunda foi a Europa, cobrindo a maior parte (95,8%) do suprimento de madeira de rolaria certificada (Tabela 3.4). Portugal tem cerca de 3,1 milhões de hectares (ICNF, 2013), dos quais, aproximadamente 0,2-0,3 milhões de ha são certificados. Isto representa 6,4-9,7% da floresta portuguesa, abaixo da média global de

10,3%. No entanto, deve notar-se que, mesmo que seja a partir de uma área de floresta certificada, a madeira não pode ter o certificado de CoC a menos que seja verificável o rastreamento a uma fonte de certificados florestais, estando em regime de gestão florestal sustentável. Portanto, sem a informação confidencial comercial, não é possível estimar o volume total de entrega de madeira por meio de certificados de CoC, mas apenas o número de tais certificados.

Tabela 3.4 Potencial global e regional de fornecimento de rolaria de madeira através de recursos certificados: principais regiões económicas e Portugal

Região	Área total de floresta (milhões ha)	Área florestal certificada (milhões ha)			Área florestal certificada (%)			Rolaria industrial estimada proveniente de floresta certificada (milhões de m ³)			Estimativa da quota total de produção de rolaria proveniente de floresta certificada (%)		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
América do Norte	614,2	201,0	198,0	215,8	32,7	32,2	35,1	227,5	224,0	244,2	12,8	12,7	13,8
Europa Ocidental	168,1	85,3	95,4	100,2	50,8	56,7	59,6	201	224,7	236,1	11,3	12,7	13,3
CIS	836,9	44,3	47,5	53,4	5,3	5,7	6,4	8,5	9,1	10,2	0,5	0,5	0,6
Oceânia	191,4	12,3	13,2	11,9	6,4	6,9	6,2	3,5	3,8	3,4	0,2	0,2	0,2
África	674,4	7,6	7,3	7,5	1,1	1,1	1,1	0,8	0,8	2,2	0	0	0,1
América Latina	955,6	16,1	14,7	15,7	1,7	1,5	1,6	3,2	2,9	1,2	0,2	0,2	0,1
Ásia	592,5	8,1	9,5	12,5	1,4	1,6	2,1	2,8	3,2	4,0	0,2	0,2	0,2
Portugal	3,1	n.d.	n.d.	0,2-0,3 ¹	n.d.	n.d.	6,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Total Mundial	4036,4	374,7	385,6	417,0	9,3	9,6	10,3	447,3	468,5	501,3	25,2	26,5	28,3

¹ – Para Portugal não foi possível obter informação sobre área total certificada. Contudo, conseguiu-se informação por tipo de esquema de certificação para Portugal. É apresentada uma gama de valores, porque por vezes existe uma duplicação de certificados FSC e PEFC para o mesmo ha de floresta. Os dados foram obtidos em FSC(2013) e PEFC (2014).

Os programas de certificação que foram desenvolvidos aplicam-se a sistemas de gestão de florestas e produtos florestais, e garantem que se atinjam níveis de desempenho específicos. Estes programas podem ser de âmbito internacional, nacional ou regional. A Tabela 3.5 apresenta uma listagem de esquemas e sistemas de certificação enquadrados com os ecossistemas florestais e com diferentes tipos de cadeias de valor que tenham, direta ou indiretamente, associação com base numa revisão exaustiva de informação técnico-científica e política existente. Algumas das referências não são esquemas ou sistemas de certificação, contudo são destacadas na literatura devido aos seus princípios e fundamentos e, deste modo, também são apresentadas.

Tabela 3.5 Síntese de esquemas, sistemas de certificação, normas e procedimentos internacionais enquadrados com os ecossistemas florestais e cadeias de valor florestal em implementação e implementados

Esquemas de certificação	Referência Bibliográfica
1 "Analytic Network Process" (QFD/ANP)	López, 2008
2 "America Tree Farm System" (reconhecido pela PEFC)	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
3 "Australian Forestry Certification Standard" (reconhecido pela PEFC)	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
4 "Biomass energy crops certification system"	Vis <i>et al.</i> 2008; Goldember, 2008
5 "Biomass Sustainability Ordinance" (BSO)	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
6 "Book-&Calm"	Paul, 2008
7 "Canadian Standards Association"	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
8 "CEN/TS 15234-Soil, Biofuels, Fuel Quality Assurance"	van Dam, 2008
9 "Certification system used in the power sector"	Vis <i>et al.</i> 2008; Goldember, 2008
10 "Certification systems related to emission trading"	Vis <i>et al.</i> 2008; Goldember, 2008
11 "CERFLOR Scheme – Brazil"	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
12 "CERTFOR Chile" (reconhecido pela PEFC)	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
13 "Conventional Sustainability"	Förter <i>et al.</i> , 2008
14 "Dutch Cramer Commission Methodology"	Wicke, B.
15 "EcoLogo"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
16 "Energy Independence and Security Act"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
17 "Environmental management system"	Higgins, 2008
18 "Euro-Retailer-Produce-Working Group - Good Agriculture Practice"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008; van Dam, 2008; Fehrenbach, 2008
19 "FAIRTRADE"	van Dam, 2008
20 "Finnish Forest Certification System", reconhecido pelo PEFC	van Dam, 2008; Fritsche <i>et al.</i> , 2013
21 "Forest certification system"	Vis <i>et al.</i> 2008; Goldember, 2008
22 "Forest Stewardship Council" (FSC)	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008; Fehrenbach, 2008; van Dam, 2008
23 "Hard ID"	Paul, 2008
24 "INMETRO"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
25 "Integrated Farm Assurance for Combinable Crops"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
26 "International Federation of Organic Agriculture Movement"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
27 "ITTO e ATO/ITTO Tropical Forest"	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
28 "Lembaga Ekolabel Indonesia"	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
29 "Malaysian Timber Certification Council"	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
30 "Mass Balance"	Paul, 2008
31 "Pan African Forest Certification Scheme" (reconhecido pela PEFC)	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
32 "Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes, PEFC"	van Dam, 2008
33 "Quality Function Deployment"	López, 2008
34 "Rainforest"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
35 "Renewable Transport Fuel Obligation Programme"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
36 "Roundtable on Responsible Soy"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008; Fehrenbach, 2008
37 "Site-optimized Sustainability"	Förter <i>et al.</i> , 2008
38 "Social Accountability International"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
39 "Sustainable Agriculture Network"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008; van Dam, 2008; Fehrenbach, 2008
41 "Sustainable Agriculture Network/Rainforest Alliance"	Zarrilli <i>et al.</i> , 2008
42 "Sustainable Forestry Initiative", reconhecido pelo PEFC)	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
43 "Roundtable on Sustainable Biomaterials (reconhecido pela FSC)"	Fritsche <i>et al.</i> , 2013
44 "The International Sustainability and Carbon Certification System", ISCC	Fritsche <i>et al.</i> , 2013

3.3.3. Etapa 3: Critérios e indicadores de sustentabilidade mais importantes para o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação

Os Critérios e indicadores (C&I) para a gestão florestal sustentável, são ferramentas que podem ser usadas para medir, avaliar, monitorizar e demonstrar o progresso da exploração de um ecossistema florestal (Myllyviita, 2013). Os C&I têm sido desenvolvidos em vários níveis (global, nacional, sub-nacional, regional e unidade de gestão florestal) (Fraser *et al.*, 2006; Mrosek *et al.*, 2011; Jaliova *et al.*, 2012). Os critérios definem-se como uma categoria de condições ou processos relativamente aos

quais a sustentabilidade pode ser avaliada. Os indicadores são as medidas de aspetos particulares de critérios e são variáveis quantitativas ou qualitativas e mensuráveis ou descritivas. Os indicadores podem ser utilizados em tomadas de decisão e indicam tendências (BTG, 2008). Como parte do processo da Conferência Ministerial sobre a Proteção das Florestas na Europa (CMPFE) foram desenvolvidos critérios pan-europeus e indicadores (C&I) como um instrumento de políticas para monitorizar o progresso no sentido da implementação da SFM na Europa. Seis critérios pan-europeus e um conjunto de 35 indicadores quantitativos foram oficialmente aprovados na quarta CMPFE em Viena, em 2003.

O conceito de C&I está intimamente ligado ao conceito de certificação florestal, em que conjuntos de C&I podem ser usados como uma base para o desenvolvimento de normas de certificação. Os critérios definem o intervalo de valores florestais a serem abordados e os elementos essenciais ou princípios de gestão florestal contra o qual a sustentabilidade das florestas pode ser avaliada (FAO, 2001). Cada critério refere-se a um elemento-chave da sustentabilidade, e pode ser descrito por um ou mais indicadores (Wijewardana, 2008; Prabhu *et al.*, 1999). Os indicadores medem atributos quantitativos e qualitativos específicos (e refletem os valores da floresta) e ajudam a monitorizar as tendências da sustentabilidade da gestão florestal ao longo do tempo. As mudanças nos indicadores entre períodos indicam se um país está orientado para a sustentabilidade ou não. Os C&I, a nível nacional e de unidade de gestão florestal, são ferramentas para monitorizar as tendências e os efeitos das intervenções de gestão florestal. O objetivo final destas ferramentas é promover a melhoria das práticas de gestão florestal ao longo do tempo, e promover o desenvolvimento de uma propriedade florestal saudável e mais produtiva.

Até ao momento, cerca de 150 países em todo o mundo estão envolvidos num ou mais processos internacionais para desenvolver critérios de nível nacional e indicadores para SFM (Figura 2.1). Dos nove processos internacionais de C&I que existem atualmente, apenas alguns são realmente trabalhados continuamente como um grupo (Rametsteiner e Simula, 2003). As nove iniciativas florestais regionais e eco-regionais ou processos (identificadas na Figura 3.2) representam uma área florestal combinada igual a 97,5% da área total de florestas do mundo, tendo sido estabelecidas desde 1992.

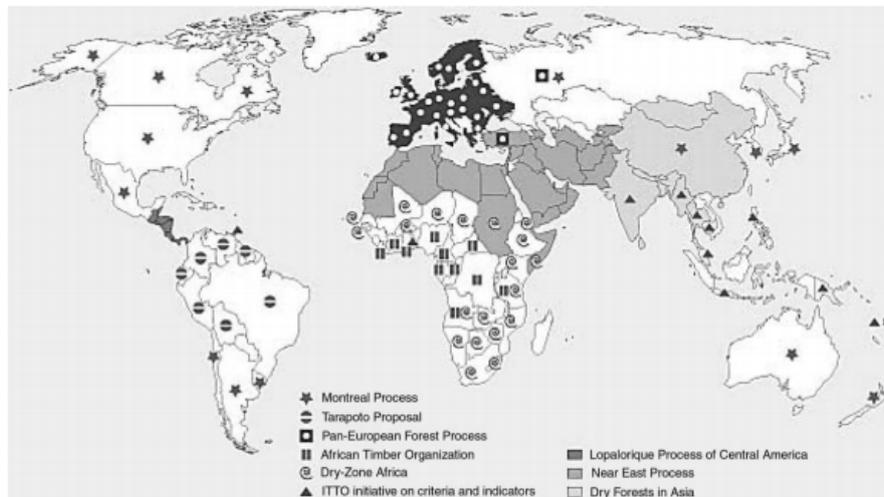


Figura 3.2 Os países participantes nos diversos processos internacionais em curso sobre critérios e indicadores para a gestão florestal sustentável (Castañeda,2000).

Na Tabela 3.6 apresentam-se os processos governamentais e iniciativas mais importantes no contexto da gestão sustentável florestal e que recorrem a C&I, verificando-se que após 1992 (após os princípios florestais da Cimeira da Terra de 1992) foram desenvolvidos diversos processos e iniciativas em todo o mundo e por diferentes organismos. É importante referir que os princípios florestais definidos na Cimeira da Terra em 1992, incluem a maioria dos fundamentos e necessidades para garantir um equilíbrio na utilização dos recursos dos ecossistemas florestais. Apesar de terem sido criados posteriormente inúmeros processos e iniciativas, estes não introduziram nenhum conhecimento/preocupação adicional significativo. No âmbito dos C&I existem ainda alguns estudos e projetos importantes que foram identificados (ver Anexo II.3), mas que estão muito relacionados com os C&I dos processos identificados na Tabela 2.8.

Tabela 3.6 Critérios e indicadores para a gestão sustentável de recursos em desenvolvimento e implementados

Processos governamentais ou iniciativas	Regiões e tipos de Floresta	Número de países membros	Número de critérios	Número de indicadores	Observações	Referências Bibliográficas
Anterior a 1992						
Princípios Florestais da Cimeira da Terra	Diferentes tipos de florestas	Global	n.d.	n.d.	Definidos 15 princípios para aumentar a eficiência da utilização dos recursos florestais.	
“International Tropical Organization (ITTO)”	Floresta tropical húmida	55	7	66	n.a.	FAO (2001)
Posterior a 1992						
“African Timber Organization, ATO”	África Central e do Leste	13	28	60	n.a.	FAO (2001)
“Dry Forest in Asia”	Ásia Central e do Oeste	9	8	49	n.a.	FAO (2001)
“The Dry-Zone Africa”	Norte, Este e Sudoeste de África	29	7	47	n.a.	FAO (2001)
“Tarapoto Proposal”	Floresta da Amazónia	12	7	47	n.a.	FAO (2001)
“Pan-European Forest Process” – FOREST EUROPE	Europa (tipos de florestas boreal, temperada e Mediterrânea)	46 + European Countries	6	35	n.a.	FAO (2001)
“Lepaterique Process of Central America”	América Central	7	4 regionais 8 nacionais	40 regionais e 53 nacionais	n.a.	FAO (2001)
“Montreal Process”	Florestas temperadas e boreais	12	7	47	n.a.	FAO (2001)
“Near East Process”	Oriente próximo	30	7	65	n.a.	FAO (2001)
“Center for International Forestry Research CIFOR”	Especialmente para florestas tropicais	n.d.	24	98	C&I para florestas naturais e para o nível unidades de gestão florestal	CIFOR (1999)
“Millennium Development Goals Indicators”	Diferentes tipos de florestas	189	21	61	20 relevantes para os ecossistemas florestais	UN (2001)
Estratégia Florestal da UE	Diferentes tipos de florestas	UE	3	14	Importante todos os critérios e indicadores definidos.	EC (2013)
Estratégia 2020 UE	Diferentes tipos de florestas	UE	5	8	3 grandes objetivos e cinco indicadores-chave relevantes para os ecossistemas florestais	GP (2013)
“EU Renewable Energy Directive” Diretiva RED	Diferentes tipos de florestas	UE	7	n.d.	Maior foco na vetor ambiente ^{a)}	ECa (2009) e ECb (2009)
Eurostat	Diferentes tipos de florestas	UE	12	100	Parte significativa estão relacionados com ecossistemas florestais	Eurostat (2013)
OCDE	Diferentes tipos de floresta	Global	n.d.	10	n.a.	OECD (2008)
“World Wild Fund for Nature, WWF”	Diferentes tipos de florestas	n.d.	10	26	n.a.	(WWF, 2009)

^{a)} A diretiva RED apresentada na Tabela 2.8 é limitada no contexto do estabelecimento de critérios para o setor da bioenergia, um setor em competição de mercado com outras atividades económicas, e segundo o

estudo Fritsche (2012) apresenta as seguintes limitações para garantir a sustentabilidade da cadeia de valor:

- 1. Mais bioenergia sólida representa importações para a UE, devido ao aumento da co-combustão e da produção dedicada de eletricidade. A dimensão externa (importações da Rússia, Canadá e Estados Unidos da América) representa o mesmo problema da importação de biocombustíveis líquidos, sendo que a RED não prevê aplicação à bioenergia sólida;*
- 2. A questão intersectorial da bioenergia e a sustentabilidade deste setor e a forma como os mercados se interligam: os RLC para a produção de eletricidade e calor competem com os biocombustíveis de segunda geração; e o setor dos transportes vai suar eletricidade a partir de biomassa;*
- 3. A limitada base de recursos da biomassa necessita de uma avaliação da eficiência global; e*
- 4. Termina referindo que são necessários critérios coerentes para todas as aplicações de bioenergia em eletricidade/CHP, o setor de calor e transporte, sendo que também deve ser aplicado a biomateriais.*

3.3.4. Etapa 4: Interesses e barreiras para a implementação de sistemas de avaliação à escala global

Foi efetuada uma análise cuidada em relação aos princípios dos principais organismos internacionais com poder de decisão sobre sistemas de avaliação de sustentabilidade à escala global. Devido à importância e aos problemas e interesses identificados no contexto da UE e pelo facto de esta ter assumido a bandeira da sustentabilidade, apresenta-se no Apêndice III.1 uma análise pormenorizada para este.

Em termos gerais verifica-se que a avaliação num contexto global e uniformizado apresenta as seguintes barreiras principais:

1. As florestas desempenham numerosas funções que não se refletem nos preços da madeira e de outros produtos florestais, sendo necessário quantificar o valor global das florestas e das suas funções, bem como desenvolver e aplicar instrumentos para compensar os bens e serviços não comercializados (CEC, 2006);
2. Na UE existe uma importação muito significativa de matérias-primas provenientes de ecossistemas florestais para a sua utilização no setor da energia, das indústrias transformadoras de madeiras e outros provenientes dos co-produtos e de conversões/utilizações emergentes e resultantes de avanços tecnológicos intensivos (*e.g.* produção de biopolímeros);
3. Problemas de terminologia nas orientações, políticas e diretivas europeias, entre biomassa (ver Figura III.1 do Apêndice III.1). As perturbações identificadas e assinaladas no Apêndice III.1 são atestadas pelo estudo recente da UE (EC, 2013);

4. O comércio internacional de bens apresenta regras específicas e rígidas para a não discriminação. Esta é uma barreira importante, pois os critérios e indicadores ou os sistemas de certificação têm como foco discriminar positivamente os sistemas e produtos com melhores desempenhos sustentáveis em relação aos seus concorrentes. Existem algumas sugestões importantes, nomeadamente (Bronckers, Verberne *et al.*, 2007):

- a. Os requisitos relacionados com o balanço de GEE, incluindo sumidouros de carbono, pode ser formulados em conformidade com as regras da WTO, desde que os produtos estrangeiros não sejam tratados de forma menos favorável, ou de forma desigual, do que os produtos nacionais e que a medida não caia no âmbito do GATT 1994, artigo XI;*
- b. Alguns dos critérios ambientais locais (biodiversidade, solo e proteção das águas superficiais, qualidade do ar, etc.) podem ser compatíveis com as regras da WTO; e*
- c. Os critérios para evitar a concorrência com os produtos alimentares e os critérios sociais, como contribuição para a prosperidade local e bem-estar social da população local, são, muito provavelmente, não compatíveis com as regras da WTO.*

No entanto, a pergunta sobre o que é aceite ou não sob as regras da WTO só pode ser resolvida por resolução de litígios. Só é possível desenvolver um modelo à escala global se o mesmo tiver possibilidade de ser integrado no âmbito das regras da WTO ou se existir um movimento global, do género da Cimeira da Terra, que introduza novas regras na WTO que possibilitem a integração completa de critérios e indicadores para o uso dos ecossistemas florestais num contexto global.

5. Problemas de conflitos de interesses políticos e de diferentes tipos de lobbies com poderes de influência significativos a diferentes níveis;
6. Os problemas e as restrições relacionadas com a certificação de madeira residem, principalmente, na falta de princípios e critérios internacionalmente aceites para avaliar a sustentabilidade da gestão florestal, e a falta de um processo de acreditação amplamente aceite para certificadores. No contexto da bioenergia esta questão é ainda mais evidente;

7. O surgimento de muitos sistemas paralelos é também uma dificuldade e que origina a dispersão; e
8. A certificação sofre de uma fraqueza importante: nem sempre é claro quem está a fornecer a informação ou que normas estão a ser usadas para avaliar a reivindicação (Dembner, 1995). Por exemplo, a WWF fez um estudo com as reivindicações "sustentabilidade" aplicadas aos produtos de madeira por mais de 600 empresas que operam no Reino Unido, tendo este revelado que apenas três eram capazes e dispostos a fundamentar as suas pretensões de marketing ambiental (Read, 1991). O FSC é líder em trabalho para a avaliação de certificadoras para efeitos de credenciamento. Atualmente, o quadro de certificação é obscurecido pelo desenvolvimento de muitos sistemas concorrentes e até mesmo conflitantes. Há um risco real de que fornecedores de madeira possam ser chamados a adquirir mais do que um certificado para o mesmo produto, a fim de satisfazer os diferentes grupos de clientes, cada um com a sua própria fidelidade a um determinado regime de certificação.

Ao nível dos principais interesses verifica-se um esforço muito significativo, tanto de nível nacional como de nível internacional, para determinar os princípios, critérios e indicadores de gestão florestal sustentável e com aplicação à escala global, que simplifique e elimine grande partes dos esquemas e processos atuais e uniformize o sistema. No entanto, esse trabalho continua a ser fragmentado, em sobreposição com outros e até mesmo conflitante. Além de desafios práticos, há uma questão filosófica maior sobre o potencial de sistemas de certificação de verdade para proporcionar um impacto positivo sobre a gestão dos recursos florestais. Muitas vezes parece ser um sentimento geral de que a certificação é "inevitável", mas que há poucas evidências do potencial real deste tipo de abordagem em contribuir para a gestão florestal sustentável.

3.3.5. Etapa 5: Seleção das aspetos fundamentais para o desenvolvimento de um modelo com potencial de aplicação à escala global no contexto dos principais organismos internacionais

Esta última etapa do estudo é muito importante para um contexto de uniformização e identificação das necessidades para o desenvolvimento de um modelo/ferramenta com potencial de aplicação à escala global. De acordo com os organismos internacionais identificados no ponto 3.2 como estratégicos e importantes para o objetivo do presente

ponto, apresentam-se os aspetos fundamentais e mais relevantes que cada organismo internacional tem em consideração para o setor florestal, num contexto de critérios e indicadores.

1. Diretrizes Sustentáveis de Avaliação de Impacto, SAI: são diretrizes que apoiam o pessoal da Comissão Europeia na avaliação de novas propostas legislativas. Essas diretrizes devem ser usadas para avaliar o impacto económico, social e ambiental de novas propostas políticas de antecedência (EEC, 2013).

2. *Sustainable Development Indicators of the European Union (SDI-Eurostat)*: apresenta um conjunto abrangente de indicadores de sustentabilidade para a UE (Comissão Europeia de Impacte Ambiental). São utilizados para a avaliação da implementação da “*Estratégia de Desenvolvimento Sustentável da União Europeia*”. Cerca de metade dos indicadores são relevantes para o setor florestal (Rametsteiner *et al.*, 2006);

3. União Europeia Indicadores Rurais (PAIS): direcionada particularmente para os impactos rurais. Os indicadores específicos para o setor florestal são relativamente poucos, mas uma série de indicadores mais gerais não deixam de ser relevantes para o setor florestal (Rametsteiner *et al.*, 2006);

4. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável da Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CDS): são amplamente formulados indicadores de sustentabilidade que foram acordados a nível internacional. Os indicadores são em número limitado e cerca de metade dos indicadores são relevantes para o setor florestal (Rametsteiner *et al.*, 2006);

5. “*Renewable Energy Directive, RED UE*”: diretiva europeia da energia renovável que inclui critérios de sustentabilidade aplicados aos biocombustíveis e biolíquidos. Também se incluem as orientações definidas pela UE para a produção sustentável de biomassa sólida e gasosa (ECa, 2009).

6. Estratégia Florestal da UE de 2013: tendo em conta a evolução das atividades económicas na floresta, a UE definiu a sua própria estratégia através da definição de uma política estratégica florestal. Defende que a floresta é um setor chave para a sua

economia e que deverá respeitar os princípios de sustentabilidade para garantir a viabilidade futura deste setor (EC, 2013).

7. Indicadores chave de desenvolvimento da UE 2014-2020 (IC UE 2014-2020): a UE definiu para o próximo período programático de fundos, 2014-2020, os indicadores chave de desenvolvimento. A maioria desses indicadores, como foi demonstrado no Capítulo 2, são importantes para o setor florestal.

8. Princípios Florestais: inclui a declaração de princípios sobre florestas, resultantes de acordos negociados pelos governos na conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento de 1992. É a gênese dos princípios para a gestão florestal sustentável e representam um consenso global sobre a exploração, conservação e desenvolvimento sustentável de todos os tipos de floresta, sendo assim muito importante a sua inclusão neste trabalho (UN, 1992).

9. “*Millennium Development Goals*, MDG”: são os objetivos a alcançar em todo o mundo e quantificam metas para enfrentar a pobreza extrema nas suas diversas dimensões, desde a renda, fome, doenças, falta de moradia adequada e exclusão, e promover a igualdade de género, educação e sustentabilidade ambiental. Também consideram os direitos básicos humanos e os direitos de cada pessoa no planeta em relação à saúde, educação, moradia e segurança (UN, 2012). A dimensão da floresta a nível global e o seu impacto nas questões referidas justificam a importância de considerar o MDG na seleção dos critérios.

10. “*World Wildlife Fund for Nature*, WWF”: é um importante organismo internacional de defesa da vida selvagem, biodiversidade e floresta. Num quadro de avaliação de impacto de sustentabilidade é fundamental ter em consideração os critérios definidos em WWF (2009).

11. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, OCDE: esta organização desenvolveu e desenvolve um conjunto de ações e políticas pelo desenvolvimento sustentável à escala global. Alguns dos indicadores ambientais, económicos e sociais que definiu (OECD, 2008), enquadram-se com a utilização de recursos naturais, e consequentemente com a floresta.

12. FAO (“*Food and Agricultural Organization of the United Nations*”) e outros: A FAO é um organismo internacional de reconhecimento inequívoco sobre o seu papel

para a gestão florestal sustentável, sendo determinante a inclusão dos seus princípios em qualquer ferramenta de avaliação de impacto de sustentabilidade nas florestas. O departamento florestal da FAO tem colaborado e apoiado processos internacionais em curso sobre os critérios e indicadores para a gestão florestal sustentável, nomeadamente (FAO, 2008): “*African Timber Organization (ATO) process*”, “*Dry forest in Asia process*”, “*Dry-zone Africa process*”, “*International Tropical Timber Organization (ITTO) process*”, “*Lepaterique process of Central America*”, “*Montreal process*”, “*Near East process*”, “*Pan-European forest process*” e “*Tarapoto proposal for the sustainability of the Amazon forest*”. A gestão sustentável das florestas e árvores é também o objetivo tático da Estratégia da FAO para as florestas e silvicultura (FAO, 2010). O instrumento juridicamente não vinculativo em todos os tipos de florestas, do acordo mais recente relacionado às florestas, lista os seguintes sete elementos temáticos de gestão florestal sustentável e sugere que os Estados membros devem considerá-los como um quadro de referência:

1. *Extensão dos recursos florestais;*
2. *Diversidade biológica florestal;*
3. *Saúde e vitalidade da floresta;*
4. *Funções produtivas dos recursos florestais;*
5. *Funções de proteção dos recursos florestais;*
6. *Funções socioeconómico das florestas; e*
7. *Quadro jurídico, político e institucional.*

Assim, será considerado na seleção dos critérios os princípios definidos pela FAO e os processos internacionais que a mesma acompanha, sendo todos eles englobados numa só coluna, porque apresentam semelhanças muito significativas.

13. Instituto Europeu Florestal e *FOREST EUROPE*, IEF–FE: o Instituto Florestal Europeu desenvolveu um projeto de grande amplitude denominado por “*Implementing Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management in Europe*”, tendo como um dos parceiros principais o *FOREST EUROPE* (*FOREST EUROPE et al.*, 2011). *FOREST EUROPE* (“*Conferência Ministerial sobre a Proteção das Florestas na Europa*”) é o processo político “*pan-europeia*” para a gestão sustentável das florestas

do continente. *FOREST EUROPE* desenvolve estratégias comuns para os seus 46 países-membros e para a União Europeia sobre a forma de proteger e gerir de forma sustentável as florestas. Desde 1990, a colaboração dos ministros responsáveis pelas florestas na Europa tem tido um grande impacto económico, ambiental e social, a nível nacional e internacional. *FOREST EUROPE* levou a realizações, como as diretrizes, critérios e indicadores para a gestão florestal sustentável. A fim de melhorar e criar políticas florestais dinâmicas, *FOREST EUROPE* tem intensificado os esforços para:

- i. consolidar ferramentas para a gestão florestal sustentável e melhorar o acompanhamento e a elaboração de relatórios;
- ii. esforços de resistência contra a extração ilegal de madeira;
- iii. desenvolver uma abordagem comum de avaliação dos serviços dos ecossistemas florestais com o objetivo de dar a conhecer as suas contribuições para a sociedade de bem-estar; e
- iv. enfatizar os aspetos sociais da silvicultura e o papel das florestas na transição para uma economia verde.

FOREST EUROPE estabeleceu compromissos políticos e ações concretas com bases sólidas para a floresta contribuir para o futuro e atual bem-estar humano. O termo foi definido em 1993 na decisão de Helsínquia como a administração e o uso das florestas e áreas florestais de uma forma e a um ritmo que mantenham a sua biodiversidade, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e potencial para cumprir, agora e no futuro, funções ecológicas, económicas e sociais relevantes, a nível local, nacional e global, e que não cause danos a outros ecossistemas. Deste modo, verifica-se que as políticas e ações traçadas pelo Instituto Europeu Florestal e *FOREST EUROPE* apresentam uma relevância muito significativa para a definição dos critérios.

14. “*Center for International Forestry Research, CIFOR*”: este organismo internacional celebrou, em 2013, vinte anos de trabalho pela defesa das florestas em diversas partes do mundo. Durante esse tempo, a organização realizou contribuições significativas para a pesquisa e as práticas de campo (causas subjacentes do desmatamento, alternativas às queimadas, exploração madeireira de impacto reduzido e gestão florestal comunitária, produtos florestais não madeireiros, género, direitos humanos e posse da terra) (CIFOR, 2013). Este organismo elaborou um relatório com as diretrizes chave de critérios e os indicadores para a gestão florestal sustentável. É importante para o processo de seleção

de um critério, a sua importância, a sua dimensão internacional e o tempo de trabalho (CIFOR, 1999).

15. SCF (Sistemas de certificação florestal): uma ferramenta de avaliação de impacto de sustentabilidade à escala global. É um instrumento que pode ser utilizado para assegurar um mecanismo único de certificação florestal. De acordo com a identificação feita na Etapa 2 sobre os principais sistemas de certificação florestal, devem ser tidos em consideração os critérios resultantes dos sistemas de certificação florestal FSC, PEFC, CSA, SFI e AFS e apoiado pelo estudo Ladanai e Vinterbäck (2010). Este estudo reflete que os sistemas de certificação florestal, mesmos os mais conhecidos (FSC e PEFC) apresentam limitações no contexto da avaliação de sustentabilidade, com não contabilização de alguns critérios. Nas Tabelas 4.3, 4.4 e 4.5 do Capítulo 4 é possível identificar quais os critérios que estes sistemas não incluem e qual a sua importância).

3.4. Discussão

A disponibilidade e gestão dos recursos naturais é um problema global e a sua dimensão está na origem da promoção de um desenvolvimento sustentável. (eliminei porque não gosto muito destas frases neste contexto). Portugal, comparativamente com outros países de cultura floresta, apresenta uma área florestal certificada significativamente inferior, sendo que, em 2013, apenas 6,4% do território florestal estava certificado, aquando a média mundial era de 10,3%. Comparando com a América do Norte e a Europa Ocidental, que apresentam níveis de certificação florestal do seu território de 35,1% e 59,6%, respetivamente, Portugal ainda se encontra longe de ter uma área florestal certificada significativa. Em Portugal, a área florestal que se encontra certificada é diminuta, situação que também se deve à dimensão da propriedade. Sendo a certificação florestal um processo voluntário e não existindo políticas governamentais que fomentem o recurso este processo, torna-se difícil atingir patamares mais elevados. Em boa verdade, os regimes voluntários podem não ser a solução para garantir a gestão sustentável dos recursos dos ecossistemas florestais.

Os princípios florestais e os princípios da abordagem ecossistémica são fundamentais para o desenvolvimento e implementação de qualquer sistema de gestão sustentável dos ecossistemas florestais, assim como para o desenvolvimento de uma

ferramenta de avaliação e de apoio à tomada de decisão. Contudo, existe um problema inerente à:

(1) Existência de demasiados esquemas de certificação (44 identificados) que originam a duplicação em determinados territórios;

(2) Indefinição de critérios e indicadores mínimos de sustentabilidade, e do não consenso geral sobre quais os que se devem utilizar para garantir a gestão sustentável. Os 18 processos de critérios e indicadores para os ecossistemas florestais originaram uma divergência para o processo de gestão sustentável dos recursos florestais;

(3) Complexidade introduzida na avaliação dos ecossistemas florestais, muito em conta pelas unidades funcionais de avaliação serem diferentes; e

(4) Globalização dos mercados que originou problemas e oportunidades, contudo constituem barreiras a implementação de sistemas obrigatórios ou de sistemas mais rígidos de discriminação de produtos de base florestal mais sustentáveis.

A UE começou a introduzir mecanismos de discriminação, por meio de diretivas e tem estado a evoluir neste domínio. Contudo, os critérios necessitam de ser compatíveis com os princípios definidos pela WTO, e de ter uma aceitação internacional das principais entidades ligadas ao desenvolvimento sustentável e ecossistemas florestais. Estas entidades têm desenvolvido esforços, por vezes em conjunto e outras vezes de forma isolada, no sentido de melhorar a sustentabilidade de exploração dos ecossistemas florestais. A etapa 5 do estudo demonstra que a estratégia para definição de critérios e indicadores de sustentabilidade está aceite pelos principais organismos internacionais, contudo é necessário corresponder a diferentes expectativas e interesses. Existem demasiadas entidades com peso significativo na gestão dos recursos florestais, o que gera conflitos de interesse e barreiras à implementação de um mecanismo de avaliação que deve ser obrigatório.

Como as questões globais e ecossistemas florestais são complexas, a introdução de critérios mínimos de sustentabilidade deve ser vista como uma solução. Numa primeira fase, pode passar pela UE, através de uma diretiva nova ou revista, definindo um conjunto de critérios mínimos de avaliação de sustentabilidade para as cadeias de valor. A integração do interesse dos principais interesses e reivindicações em termos de sustentabilidade definidas pelas 15 entidades identificadas na etapa 15, e que são as

mais relevantes no setor florestal, permitirá que o modelo de avaliação composto pelos critérios mínimos tenha um potencial de aplicação à escala global. A gestão florestal na Europa caracteriza-se, na maioria dos países, por uma elevada diversidade de estruturas privadas fragmentadas, de pequena escala, relacionadas com propriedades de maior dimensão e em menor número (EC, 2013). A dimensão da propriedade é uma barreira e ao mesmo tempo um interesse. Uma barreira porque aumenta o número de entidades singulares ou coletivas no processo, mas um interesse para a promoção de critério e indicadores obrigatórios (ou certificação obrigatória) para promover o agrupamento na gestão coletiva do espaço florestal.

3.5. Conclusões

Os principais organismos com tutela política nestas matérias convergem sobre a necessidade da gestão sustentável dos ecossistemas florestais e o seu contributo e importância para o desenvolvimento sustentável.

Pelos resultados obtidos ao nível da certificação florestal e a diferença muito significativa de território florestal certificado que existe entre territórios de países ou regiões com áreas florestais muito significativas (e.g. % de território florestal português certificado em comparação com a América do Norte e Europa Ocidental), conclui-se que um processo voluntário não é o caminho para a gestão sustentável dos ecossistemas florestais.

Para o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade aplicada à gestão sustentável dos recursos dos ecossistemas florestais, é fundamental ter em consideração os princípios florestais e os princípios da abordagem ecossistémica. Verificou-se também que os organismos internacionais mais importantes e relevantes para o setor florestal dão muita relevância aos critérios e indicadores para a gestão dos recursos deste setor. Os sistemas de certificação são processos voluntários, mas que desenvolveram também uma estratégia de definição de critérios e indicadores aplicados à gestão florestal. Contudo, a nível global, existe também um problema inerente aos inúmeros processos e esquemas de certificação florestal e critérios e indicadores, com duplicação e com uma capacidade reduzida ou praticamente inexistente de comparar cadeias de valor de diferentes territórios e que permitam definir a cascata de valor para o recurso florestal que se encontra a ser explorado. Sendo os recursos dos ecossistemas

florestais bens comerciáveis no mercado internacional, é muito importante que um modelo de avaliação tenha em consideração nos seus princípios, critérios e indicadores, o tratado internacional de comércio da WTO.

Aponta-se a definição de critérios mínimos como uma solução para ultrapassar os conflitos de interesse para a uniformização de um sistema de avaliação à escala global para os ecossistemas florestais. São ainda uma interessante solução para a comparação de diferentes cadeias de valor, com o objetivo de identificar qual ou quais os sistemas que promovem um uso mais sustentável dos ecossistemas, ou seja, definição de cascatas de valor, que deverá passar por uma implementação obrigatória. Um primeiro passo deverá ser a definição dos critérios mínimos, com os respetivos indicadores, passando de seguida ao desenvolvimento de um mecanismo ou diretiva para avaliar a índice de sustentabilidade de uma determinada cadeia de valor. Este processo poderá começar pela UE, que tem poder político e peso a nível internacional no contexto do uso sustentável dos recursos florestais.



Presença no encontro “20th European Biomass Conference and Exhibition, Milan, Italy, Jun 18-22.” para apresentação do modelo de avaliação de sustentabilidade

Trabalhos publicados e outros com este capítulo

Comunicações orais com arbitragem científica:

Nunes, J, Fierro, J., Freitas, H. (2012) “*Sustainable management of Forest Ecosystems and Lignocellulosic Biomass Use: A case study from Portugal*”, 20th European Biomass Conference and Exhibition, Milan, Italy, Jun 18-22.

Publicações em atas de conferências

Nunes, J, Freitas, H. (2012) “*BioREFINA-Ter – Presenting a Decentralized Lignocelulosic Biorefinery to Promote Rural Development and Reduce Energy Dependence in Portugal*”, 20th European Biomass Conference and Exhibition, Milan, Italy, Jun 18-22.

Capítulo 4

METODOLOGIA E FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO PARA A GESTÃO DE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS E COM POTENCIAL DE APLICAÇÃO À ESCALA GLOBAL: ÍNDICE INTEGRADO DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

4.1. Introdução

De maneira geral, as empresas já estão envolvidas em várias atividades destinadas a promover o desenvolvimento sustentável, o que tem sido definido como a criação de bens e serviços usando processos e sistemas que são não-poluentes, economicamente

viáveis, seguros e saudáveis e que conservem energia e recursos naturais (Veleva e Ellenbecker, 2001). A realização de objetivos tão ambiciosos requer o repensar de muitas das práticas da indústria, e são necessárias abordagens diferentes para avaliar os esforços no sentido de um desenvolvimento sustentável.

Até agora, muitas entidades governamentais e industriais têm vindo a utilizar apenas indicadores financeiros padrão para monitorizar a sua eficácia. Hoje em dia, devido às exigências de vários quadrantes (como clientes, fornecedores, colaboradores, entidades reguladoras nacionais e internacionais, acionistas, associações de classe, comunidade local, etc.), os relatórios de sustentabilidade estão a emergir como uma nova tendência em comunicação corporativa, integrando num relatório os elementos de cariz financeiro, ambiental e social (GRI, 2002). Geralmente, os relatórios de sustentabilidade introduzem um conjunto de indicadores de desenvolvimento sustentável que podem ser usados para medir o desempenho de sustentabilidade de uma entidade. Por norma, traduzem questões de sustentabilidade em medidas quantificáveis de desempenho ambiental, económico e social, com o objetivo último de ajudar a resolver os problemas chave de sustentabilidade (Azapagic, 2004) e fornecem informações sobre a forma como a entidade contribui para o desenvolvimento sustentável (Azapagic e Perdan, 2000).

A necessidade foi reconhecida, identificando o desenvolvimento de um quadro abrangente de critérios de sustentabilidade que se concentram sobre o desempenho do setor industrial e, mais especificamente, a avaliação da sustentabilidade das empresas. Têm sido sugeridos dezenas de indicadores para o uso na determinação de melhorias feitas para processos químicos, um local de fabrico, ou uma empresa de fabrico (Sikdar, 2003). Desenvolvimentos importantes para a emissão de relatórios de sustentabilidade foram a fundação do “*World Business Council for Sustainable Development*” (WBCSD, 1997), a fundação da “*Global Reporting Initiative*” (GRI, 2002) e o desenvolvimento de normas para sistemas de gestão ambiental, tais como as normas ISO 14000 e EMAS (OCDE, 2001). Contudo, em muitas das estruturas de indicadores de avaliação não foi feita nenhuma tentativa de criar uma medida agregada para facilitar a comparação, por exemplo, para avaliar o desenvolvimento de cadeias de valor que utilizam um índice composto para dar informações simplificadas e quantificadas sobre o seu desempenho de sustentabilidade. Nos últimos anos, a pesquisa internacional tem-se centrado no

desenvolvimento de indicadores compostos principalmente para comparações entre países sobre o progresso ambiental, económico e social e/ou sustentável das nações de uma forma quantitativa. Esses indicadores foram aplicados numa grande variedade de campos de aplicação, tais como:

- Ambiente: índice de desempenho ambiental piloto (WEF, 2002), o índice de respeito pelo ambiente (Statistics Finland, 2003), *eco-indicator 99* (Pr'e Consultores, 2001);
- Economia: índice do mercado interno (JRC, 2002), indicadores antecedentes compostos (OCDE, 2002), o índice de bem-estar económico e sustentável (Daly e Cobb, 1989);
- Social: índice de desenvolvimento humano (UNDP, 1990-2003), a realização geral do sistema de saúde (Murray *et. al.*, 2001); e
- Sustentabilidade: “*Dow Jones Sustainability Index*” (DJSI, 2003), o índice de desenvolvimento equilibrado sustentável (SELJAK, 2001).

Ambiente

Em termos ambientais, o histórico das perturbações naturais deve ser uma consideração importante na escolha do sistema de silvicultura. Furacões, incêndios, doenças, secas e pastoreio por herbívoros nativos são apenas alguns dos eventos naturais que moldaram a composição e estrutura das florestas através do tempo. A taxa à qual estes eventos foram historicamente ocorrendo pode variar bastante de regular (por perturbações menores) a altamente variável (para grandes perturbações catastróficas) (Davis *et al.*, 2001).

Economia

A economia florestal analisa os recursos florestais desde a perspetiva da maximização do benefício efetivo para as pessoas. Esse benefício é analisado para os dois tipos de perspetiva: microperspetiva (empresa) e macroperspetiva (regiões e nações). A perspetiva microeconómica analisa os benefícios individuais da empresa e centraliza-se na acumulação da riqueza; a macroeconómica analisa o benefício do ponto de vista da economia e centra-se na medida de agregação da “saúde económica”, assim como, emprego, rendimento e produto nacional bruto.

Do ponto de vista económico, os sistemas silviculturais devem ser avaliados pela perspectiva de que irão produzir o maior benefício líquido para os seres humanos. Muitas vezes fazemos essa avaliação do ponto de vista do proprietário do terreno, deixando com as perspectivas ecológicas e sociais ao seu critério. Na medida em que o objetivo geral do proprietário é maximizar o valor atualizado líquido (VAL), as questões sociais e ambientais são muitas vezes esquecidas e ignoradas. Maximizar um rendimento viável é outro objetivo económico, sendo fundamental tanto para o fluxo de receitas como de custos ao longo do tempo. Do lado do custo, é difícil de vencer a gestão de idade com corte raso para o menor custo por unidade de madeira produzida, a menos que os custos de regeneração se tornem insuportáveis. O corte parcial associado à gestão irregular da idade geralmente significa maiores custos de registo e mais estradas para construir e manter. Pelo lado da receita, a imagem é muito menos lucida. Em muitos casos, nem todas as espécies e tamanhos podem ser vendidos. Assim, o corte raso pode apresentar uma posição que significa que mais árvores são cortadas do que as que podem ser economicamente removidas. Em tais casos, a partir de uma perspectiva económica, seria de esperar que alguma forma de corte parcial seria usada.

A estratégia de silvicultura depende da viabilidade e razoabilidade de investimento no crescimento de novas árvores. Se este não suportar o custo verifica-se que todas as árvores existentes rentáveis são cortadas e as despesas para a regeneração são minimizadas através do abandono da propriedade e na expectativa que a auto-gestão da floresta gere rendimentos no próximo corte. Se ele não pagar, podemos esperar que a utilização de um sistema silvicultural que, dentro dos limites do que é permitido pela regulamentação, alcança o resultado mais rentável. Outros proprietários procuram outros benefícios das suas terras, e.g. estabelecimento de animais selvagens, estética e aparência e muitas outras receitas de outras atividades, por exemplo o com contratos de arrendamento de direitos de caça. Especialmente no caso dos proprietários privados não industriais, a miríade de benefícios pretendidos da gestão florestal tornam difícil de prever *a priori* qual o sistema de silvicultura que será usado.

As externalidades, as quais são interações exteriores à troca mercantil, correspondem portanto a uma carência de direitos de propriedade sobre os “bens ambientais”. Pode ver-se aí um retomar da ideia dos clássicos, considerando, em conformidade com a velha conceção do direito romano das “coisas sem dono”, o ar, a

água, etc., como “bens livres” quer dizer, não apropriados, e, logo, não económicos (Faucheux e Noël, 1995). É importante considerar e avaliar quais as cadeias de valor que originam menores externalidades, pois são custos não incorridos na balança comercial mas que apresentam um impacto significativo em algumas regiões e países, como se demonstrou no Capítulo 3. Se abandonarmos a ideia da internacionalização da externalidade, que representa uma poluição ou dano, numa base microeconómica, a análise económica padrão pode ainda levar a elaborar métodos de avaliação dos ganhos (concebidos como danos evitados) decorrentes de políticas e medidas corretas (Faucheux e Noël, 1995). Do lado da avaliação de bens e serviços ambientais, o seu carácter não comercial e portanto a ausência de preço de mercado torna *a priori* difícil a sua avaliação monetária.

Social

Do ponto de vista social, pretende-se um sistema de silvicultura que proporcione o mais alto nível de bem-estar social. As principais considerações podem ser o emprego local fornecido pelo sistema, o significado cultural de diferentes sistemas, a história do uso da floresta na área e o aparecimento da floresta. A estabilidade comunitária nas áreas rurais pode ser parcialmente atribuída à recolha de madeira e emprego associado, mas a qualidade das oportunidades de lazer é também importante para o público (Davis *et al.*, 2001). Um conceito chamado de "aceitação social" pode ser um veículo para agregar esses fatores distintos em termos de visão do público de diferentes sistemas silviculturais. Durante quase 100 anos, a profissão florestal tem tentado convencer o grande público a aceitar o corte raso como parte da gestão de idade da mesma. Sem se tentar chegar a um juízo sobre o sucesso desse esforço, é seguro dizer que amplos segmentos da opinião pública consistentemente expressam a não concordância pelo corte raso, especialmente em grandes manchas retangulares.

A noção de rendimento máximo sustentável assenta sobre um modelo de crescimento biológico: é a ideia de que, para qualquer população situada abaixo de um certo nível K , existe um excedente que pode ser levantado perpetuamente sem alterar o nível das existências. Se este excedente não for levantado, as existências crescerão até K , que representa a capacidade máxima de carga, ou seja o nível em que o excedente tenda para o 0. O rendimento máximo sustentável (RMS) corresponde, por seu lado, ao

ponto em que o excedente levantável é máximo. Este é um rendimento máximo calculado na ausência de qualquer levantamento efetivo e, por conseguinte, dependente unicamente das características biológicas da população. O excedente produzido é representado por uma curva $G(x)$ de forma parabólica (Faucheux e Noël, 1995). A Figura 4.1 apresenta no plano (y,x) a curva $y = G(x)$ representativa deste excedente, com os valores característicos K e x_{RMS} da população e do RMS excedente.

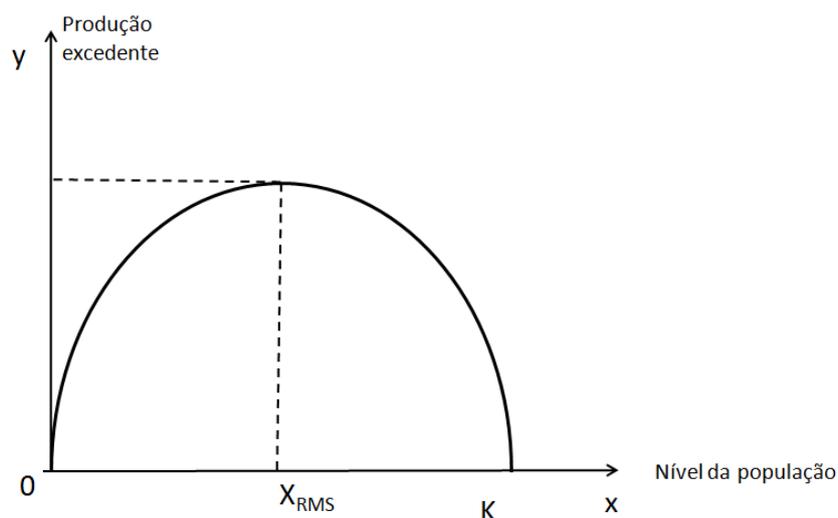


Figura 4.1 Capacidade máxima de carga e rendimento máximo sustentável (Faucheux e Noël, 1995).

Apesar do número significativo de indicadores e metodologias desenvolvidas, ainda não há um método útil e simples para a avaliação de sustentabilidade integrada à escala global dos ecossistemas florestais. Para enfrentar os desafios da sustentabilidade é necessária uma abordagem aos modelos de avaliação integrados das cadeias de valor de exploração e gestão do território florestal, que permitam uma correta orientação para a tomada de decisões. Tem sido previsível que a agregação de indicadores pode proporcionar uma oportunidade para os novos instrumentos de política e uma melhor integração da tomada de decisão, bem como a participação pública na discussão da sustentabilidade orientadora. Também é evidente que os métodos para a agregação de indicadores ou não estão suficientemente bem estabelecidos, ou estão em desenvolvimento, ou não estão disponíveis no que diz respeito a todos os aspetos e considerações sobre de sustentabilidade e multiplicidade associada aos diferentes territórios que existem à escala global.

O uso de ferramentas de Apoio à decisão em contextos controlados e fechados (e.g. aplicação à otimização de um processo industrial) permitem uma maior fiabilidade e controlo dos resultados. O modelo que o presente estudo pretende desenvolver, em termos da sua metodologia, apresenta vantagens em relação a outros modelos porque permite aplicar o conceito de avaliação de sustentabilidade à escala global sem que haja uma distorção do conceito dado à criação do termo “sustentabilidade” na Conferência das Nações Unidas em 1972 (o uso sustentável dos recursos naturais deve "suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprir as suas") porque dá a mesma importância a todas as variáveis de decisão. Contudo, quando se faz a avaliação de sustentabilidade e se aplicam modelos de apoio à decisão à escala global, implica a recolha de informações e dados, com base em artigos e estudos disponíveis, que podem conter informações distorcidas, porque, por vezes, estão muito dependentes das informações que os “*stakeholders*” fornecem. Estes por sua vez representam “*lobbies*” e intenções específicas. Além disso, existem poucos estudos de diferentes autores para o mesmo processo, o que permitiria ter uma menor incerteza no cálculo do *Índice de Sustentabilidade Integrado* para os diferentes cenários modelados.

4.2. Proposta do modelo de avaliação de sustentabilidade integrado com potencial de aplicação à escala global

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão, denominada por “*Forest GTS*” (“*Forest Global True Sustainability*”), e composta por um *Índice de Avaliação de Sustentabilidade Integrado à Escala Global*, $I_{GTS,t}$, que irá avaliar o desempenho das cadeias de valor de exploração florestal em função do tempo. O foco do trabalho é a integração dos indicadores, a fim de determinar a sustentabilidade de cadeias de valor associadas a ecossistemas florestais, de forma relevante e útil para a tomada de decisões. O presente modelo concentra-se nos princípios de base florestais e numa abordagem de integração dos mais importantes mecanismos, esquemas e processos em desenvolvimento na área, com o intuito agregador e convergente. O objetivo principal é elevar a qualidade de avaliação macro sobre os ecossistemas florestais a um nível mais elevado de consistência. Aplica-se um indicador geral de desempenho da cadeia de valor, utilizando o conceito de processo de “*Analytic Hierarchy Process, AHP*” e “*Multi-Attribute Utility Theory, MAUT*” com a

integração da abordagem e visão da Avaliação de Ciclo de Vida, através da integração das norma ISO 14040-44 (explicados no Capítulo 1). O modelo utiliza indicadores ambientais, económicos e sociais normalizados e resultantes de um processo iterativo de seleção, para incorporá-los numa medida única de desempenho. Esta medida única de desempenho é fundamental para a definição de cascata de valor.

O Capítulo 1 permitiu identificar o contexto político e as orientações futuras para a necessidade de uma gestão sustentável eficiente dos recursos naturais. Este foi um trabalho importante para se conseguir desenvolver um modelo agregado e convergente. As barreiras e interesses identificadas no Capítulo 3 foram uma base de suporte para a seleção dos indicadores para o modelo que se propõe, pois num contexto global e de mercados, para se poder apresentar uma ferramenta com potencial à escala global deve-se ter em consideração: (1) que sistemas de certificação e mecanismos estes utilizam e com interesse para um contexto de ecossistema florestal, pois os modelos de avaliação compostos por critérios e indicadores são a base fundamental para a implementação de um sistema de certificação; (2) que critérios e indicadores poderão ser aplicados sem comprometer as atuais regras de mercado e políticas em desenvolvimento; (3) que processos e tipologias de análise e avaliação já foram desenvolvidas e implementadas. Estes dois capítulos foram fundamentais para a definição do modelo que se propõe e definição dos seus princípios e objetivos.

4.2.1. Objetivos do modelo de avaliação

Atualmente são muitos os modelos que estão a ser desenvolvidos e aplicados ao contexto da análise e avaliação da sustentabilidade. No Capítulo 3 foram identificados os modelos/índices existentes, a maioria dos problemas que estão associados à avaliação global de sustentabilidade de uma determinada cadeia de valor de um ecossistema florestal e algumas limitações presentes nos atuais modelos, assim como, não contabilização de algumas funções. Na figura seguinte apresenta-se a estrutura e visão do conceito de sustentabilidade que se determinou para a realização de uma avaliação à escala global através da aplicação de um índice composto. Os critérios de sustentabilidade e sistemas de certificação estão inseridos num ambiente internacional, que consiste em vários problemas ambientais, económicos e sociais (Figura 4.2). Estas questões determinam se um dado sistema ou cadeia de valor é viável em termos de

sustentabilidade, que custos representam para a sociedade e quais os benefícios que podem ser esperados.

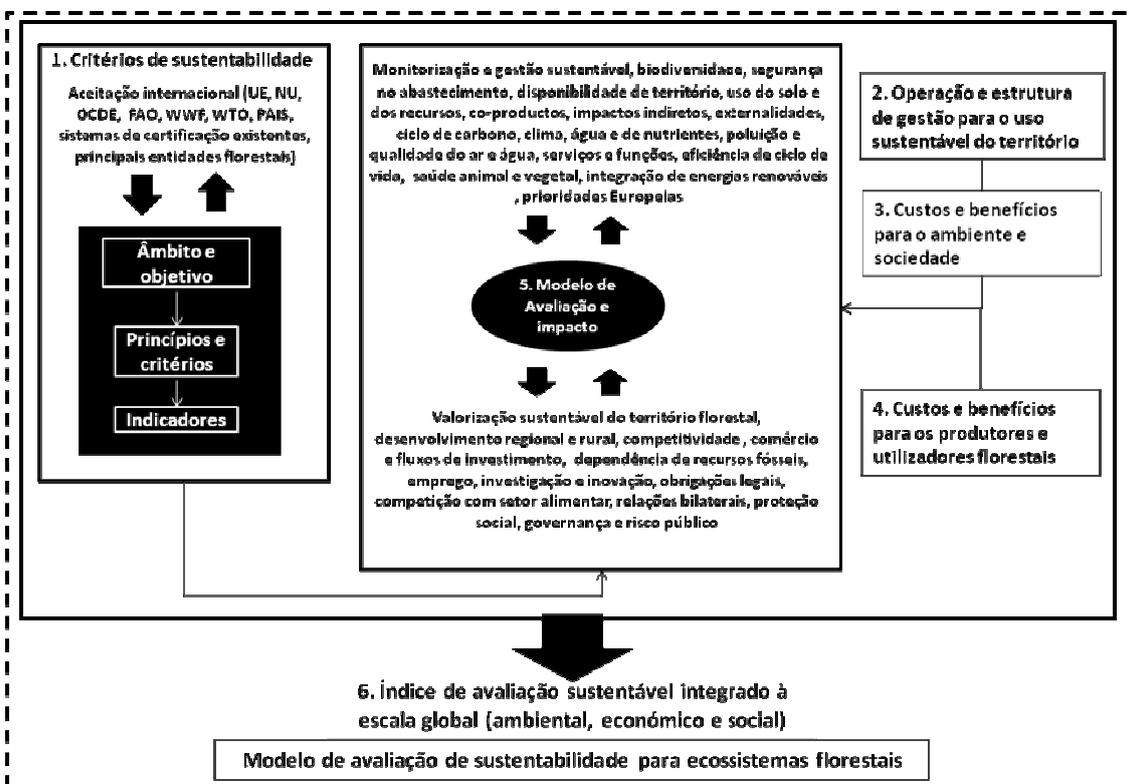


Figura 4.2 Fluxograma de sustentabilidade desenvolvido para o uso sustentável de ecossistemas florestais à escala global e respetiva aceitação.

O fluxograma de base para o modelo de avaliação permite a obtenção de um índice de avaliação sustentável integrado com aceitação e capacidade global, através do ponto 1., 5. e 6. da Figura 4.2, e apresenta uma relação de avaliação com a operação e estrutura de gestão do ecossistema florestal e a contabilização dos custos e benefícios para o ambiente, sociedade e produtores e utilizadores florestais (ponto 2., 3. e 4.), sem interferência de *lobbies* ou determinados grupos de interesse. O objetivo é que o modelo permita uma avaliação real e concreta ao nível macro, para que uma entidade governamental regional, nacional ou continental possa saber se o território florestal que gere está a ser explorado de forma sustentável.

Os objetivos globais do modelo

Objetivo global 1

Definir a cascata de valor sustentável dos sistemas e cadeias de valor de uma exploração florestal, numa perspetiva holística de ciclo de vida completo.

Objetivo global 2

Ferramenta de apoio à decisão para a gestão florestal sustentável que inclua a proteção, restauração, florestamento e reflorestamento, e a degradação florestal e os benefícios ambientais, económicos e sociais de base florestal, incluindo a melhoria das condições de vida de pessoas que dependem deste recursos natural.

Objetivo global 3

Os impactos de sustentabilidade na cadeia são avaliados através da análise de indicadores de sustentabilidade que caracterizam os processos da cadeia e de acordo com os princípios base que conferiram a necessidade da sustentabilidade.

Objetivo global 4

Agregação dos resultados dos indicadores de sustentabilidade ao longo da cadeia que permita avaliar os impactos totais de políticas e tecnologias de exploração e utilização de recursos florestais, quer numa perspetiva já existente ou em novas.

Objetivo global 5

Promover o aumento significativo da área florestal gerida de forma sustentável, bem como a proporção de produtos florestais provenientes de florestas geridas de forma sustentável. Aumentar o valor ambiental, económico e social dos ecossistemas florestais, dando prioridade às tecnologias e aumentando a escala de usos mais sustentáveis.

4.2.2. Método de cálculo e composição do índice de avaliação

A informação integrada sobre o desenvolvimento sustentável do ecossistema florestal é essencial para a tomada de decisão, uma vez que é muito difícil de avaliar o desempenho de cada cadeia de valor em relação a muitos indicadores. O modelo proposto neste trabalho reduz o número de indicadores agregando-os num índice de desenvolvimento sustentável composto ($I_{GTS,t}$) com capacidade para avaliar e comparar à escala global (Figura 4.3). A hierarquia de base de composição de indicadores para o $I_{GTS,t}$ é mostrado na Figura 4.4.

Em todos os quadros de indicadores, apresentados no Capítulo 2, não é feita uma tentativa de criar uma medida agregadora para facilitar a comparação a nível global, através da quantificação de uma determinada cadeia de valor, permitindo a definição de uma cascata de valor. Por exemplo, pretende-se com o $I_{GTS,t}$ avaliar as cadeias de valor existentes de uma exploração florestal ou o impacto da introdução de novas cadeias

através de um índice composto que dá informações simplificadas e quantificadas sobre o seu desempenho de sustentabilidade. Nos últimos anos, a pesquisa internacional tem-se centrado no desenvolvimento de métodos de quantificação principalmente usados para comparações internacionais que permitam avaliar o progresso ambiental, económico e social e/ou sustentável das nações de uma forma quantitativa. Com o presente trabalho pretende-se desenvolver um índice integrado de avaliação de sustentabilidade à escala global.

No presente trabalho é desenvolvido um novo modelo de avaliação de sustentabilidade integrado para ecossistemas florestais que permita a gestão sustentável¹³ dos recursos gerados por este. A *Forest GTS* é uma ferramenta de apoio à decisão através da quantificação de desempenho de sustentabilidade. Tem por objetivo quantificar o verdadeiro desempenho de sustentabilidade das cadeias de valor de exploração dos ecossistemas florestais, quer num contexto local e regional como global. A *Forest GTS*:

- 1) integra os princípios definidos para a sustentabilidade, *i.e.*, não desvirtua a definição e normas de base, integrando a conservação e defesa das funções dos ecossistemas florestais sem esquecer que para o desenvolvimento da sociedade a dimensão social e económica também têm de ser equacionadas;
- 2) apresenta um potencial de avaliação das cadeias de valor de utilização dos recursos dos ecossistemas florestais à escala global. Permite uma avaliação entre cadeias ou sistemas de qualquer território, através da integração dos critérios e indicadores de esquemas de certificação florestal em funcionamento e as normas e diretivas mais importantes ligadas à sustentabilidade, gestão sustentável das florestas e comércio internacional; e

¹³ Entende-se por gestão florestal sustentável o uso das florestas e das terras florestais de um modo e a uma taxa que mantenha a sua biodiversidade, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e potencial para desempenhar, atualmente e no futuro, funções ambientais, económicas e sociais relevantes, ao nível local, nacional e mundial, sem prejudicar outros ecossistemas (Conferência Ministerial para a Proteção das Florestas na Europa. Helsínquia, 2003: EC, 2013).

- 3) permite quantificar o grau de sustentabilidade de uma determinada cadeia de valor, em todo o ciclo de vida completo, propondo-se a utilização de um vetor resultante de sustentabilidade, em concreto um índice composto. A sustentabilidade é definida por um triângulo composto pelos vetores ambiente, social e económico, onde se refere que cada um dos vetores tem a mesma importância na análise e avaliação de sustentabilidade de qualquer sistema, processo e material¹⁴. Desta forma, o referido triângulo é equilátero. Na Figura 4.3 apresenta-se o triângulo do princípio de sustentabilidade com os vetores de pesos ambiente, social e económico identificados, assim como, o vetor de peso resultante da combinação convexa central das funções objetivo.

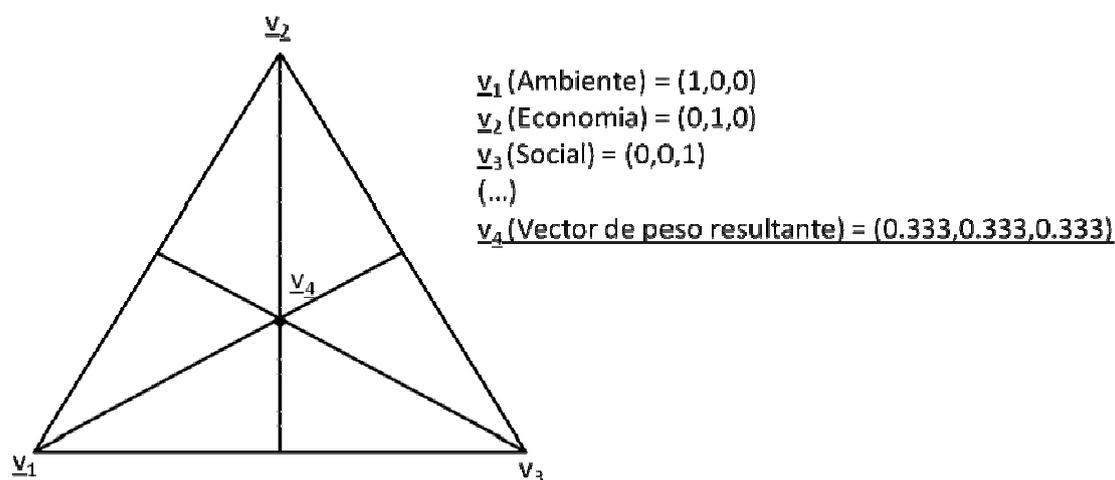


Figura 4.3 Ilustração do vetor de peso resultante aplicado ao “Triângulo de Sustentabilidade”.

O modelo define como grupo de indicadores o ambiental, o económico e o social, associados em sub-índices de sustentabilidade e, finalmente, num índice geral de performance sustentável. Para o desenvolvimento do modelo e *Índice de Avaliação de Sustentabilidade Integrado à Escala Global*, $I_{GTS,t}$ no tempo (ano) t , que permita

¹⁴ A primeira conceção define que a gestão florestal sustentável é um ato de equilíbrio, exigindo valores ambientais a serem cuidadosamente equilibrados ou negociados com valores económicos e sociais (McDonald e Lane, 2004; Elkington, 1997). Este equilíbrio tem como objetivo maximizar a conta tripla dos valores florestais (ambiental, económica e social). A segunda conceção do problema é que a atividade económica deve operar dentro dos limites ecológicos do ecossistema florestal. O modelo de restrições implica que os produtos florestais não podem ser extraídos a velocidades superiores a taxas de regeneração e que os ecossistemas florestais não podem ser perturbados de um modo que se ultrapasse a sua capacidade de resistência. Isto deriva do modelo de Prugh de sistemas de suporte à vida e de não declinação do capital natural (Prugh, 1995).

determinar o impacto à escala global é necessário recorrer aos princípios dos métodos “*Analytic Hierarchy Process, AHP*” e “*Multi-Attribute Utility Theory, MAUT*”. Pelo *AHP* é possível introduzir critérios qualitativos e quantitativos num modelo multi-nível (estrutura hierárquica). Pelo *MAUT* é feita uma classificação direta, atribuindo valores numéricos proporcionais à sua importância, permitindo que cada alternativa seja avaliada em relação a cada critério de decisão através de valores numéricos relativos que refletem as suas prioridades. A integração do procedimento e abordagem da Avaliação de Ciclo de Vida, através das normas ISO 14040-44 estipula que antes de ser efetuado o cálculo do $I_{GST,t}$, seja definido (1) o âmbito e objetivo do estudo, (2) a unidade funcional, cadeias de valor e fronteira do sistema, (3) e o inventário de ciclo de vida, com identificação das fontes de informação e qualidade dos dados. O modelo utiliza indicadores ambientais, económicos e sociais, normalizados para incorporá-las numa medida única de desempenho. Na Figura 4.4 apresenta-se a estrutura de cálculo do $I_{GST,t}$ com base numa hierarquia e com a integração da normalização e adimensionalização dos diferentes tipos de indicadores.

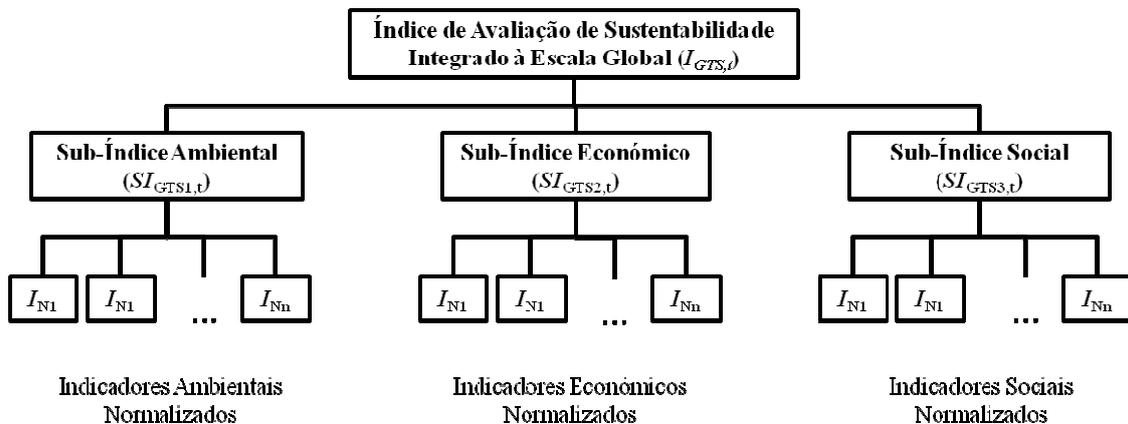


Figura 4.4 Estrutura genérica hierárquica para o cálculo do $I_{GST,t}$.

Mendoza *et al.* (1987) definiu a primeira estrutura hierárquica de medição de sustentabilidade, composta por 4 níveis. No primeiro aparece os princípios, seguido pelos critérios e depois os indicadores e por último os verificadores (Mendoza e Prabhu 2000 e 2003). O modelo da ferramenta *Forest GTS* recorre apenas a três níveis, até aos indicadores para não tornar o modelo demasiado complexo, pois pretende-se a sua utilização à escala global. O índice composto de avaliação de sustentabilidade $I_{GST,t}$ é

formado pela combinação de sub-índices (Eq. (4.1)) e representa a base principal da ferramenta *Forest GTS*.

$$I_{GTS,t} = \sum_{jt}^n w_j SI_{jt} \quad (4.1)$$

onde W_j indica o fator de peso que representa uma dada prioridade para o grupo j de indicadores de desenvolvimento sustentável. Os pesos refletem a importância dada ao desempenho ambiental, económico e social da cadeia de valor do ecossistema florestal que se pretenda avaliar. Estes pesos, de acordo com a análise do Capítulo 1 e 2 e com o Triângulo de Sustentabilidade (Figura 4.2), apresentam a mesma prioridade, ou seja, como se tem 3 grupos de indicadores, isto representa que o $W_1 = 0,33$, $W_2 = 0,33$ e $W_3 = 0,33$. O cálculo do $I_{GTS,t}$ é um procedimento passo-a-passo que agrupa diversos indicadores básicos num sub-índice de sustentabilidade (SI_{jt}) para cada grupo de indicadores de sustentabilidade j . Os sub-índices podem ser derivados como se mostra na Equação. (4.2).

$$SI_{jt} = \sum_{jit}^n w_{ij} I_{N,jit} \quad (4.2)$$

$$\sum_{ji}^n w_{ij} = 1, w_{ij} \geq 0 \text{ e } w_{ij} = \frac{1}{n} \quad (4.3)$$

onde:

- SI_{jt} , é o sub-índice sustentabilidade para um conjunto de indicadores j (ambiental, $j = 1$, económico, $j = 2$ e social, $j = 3$) no tempo (ano) t .
- $w_{ij} = \frac{1}{n}$ é o peso do indicador i para o grupo de indicadores de sustentabilidade j e reflete a importância deste indicador na avaliação de sustentabilidade da cadeia de valor do ecossistema florestal. para que cada indicador tenha o mesmo peso de importância como definido e justificado no Capítulo 1 e 2. Contudo, a ferramenta fica adaptada para que seja adaptada a outro tipo de situações, como definições de estratégias internas de empresas.

O principal problema da agregação de indicadores para o $I_{GTS,t}$ é o facto de que os indicadores podem ser expressos em unidades diferentes (e.g. kgCO₂eq, MJ ou número de empregos). Uma maneira de resolver este problema é normalizar cada indicador i , dividindo o seu valor no tempo (ano) t por uma meta superior $I_{max,jt}$ e $I_{min,jt}$.

$$I_{N,ijt} = \frac{I_{A,ijt} - I_{min,jt}}{I_{max,jt} - I_{min,jt}} \times 100 \quad (4.4)$$

Sendo o $I_{max,jt}$ a meta superior definida como o valor suficiente para garantir o máximo de satisfação do indicador j , e $I_{min,jt}$ a meta inferior definida. Este procedimento permite uma simplificação e uma análise à escala global, não tornando em um procedimento iterativo demasiado longo e sem possibilidades de num determinado momento no tempo (ano) t saber-se à escala global qual o valor máximo ou mínimo possível de desempenho para um indicador i de um grupo de indicadores j . Deste modo, apenas é necessário definir qual o máximo desejável alcançar e qual o limiar mínimo que define que abaixo desse valor todos os desempenhos são considerados zero, devido ao seu insuficiente desempenho. O modelo *Forest GTS* define assim dois limiares, um inferior (eq. (4.5)) e um superior (eq. (4.6)) onde:

$$\text{Se } I_{A,ijt} < I_{min,jt}, \text{ então } I_{A,ijt} = I_{min,jt} \quad (4.5)$$

$$\text{Se } I_{A,ijt} > I_{max,jt}, \text{ então } I_{A,ijt} = I_{max,jt} \quad (4.6)$$

considerando os grupos de indicadores e indicadores da Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Grupos de indicadores e indicadores do $I_{GTS,t}$

Grupo de indicadores	Notação do Grupo, j	Indicadores
Ambiente	1	$I_{A,1i}, i = 1, \dots, n$
Económico	2	$I_{A,2i}, i = 1, \dots, n$
Social	3	$I_{A,3i}, i = 1, \dots, n$

Os dois limiares podem ser definidos em termos políticos, quer ao nível nacional como global e poderão resultar de um entendimento político ou técnico-científico. A ferramenta *Forest GTS* também pode ser aplicada a um contexto empresarial. Trata-se assim de uma ferramenta dinâmica de avaliação de sustentabilidade. Dispõe da possibilidade de incorporar diferentes tipos de quantidades, com unidades distintas de medida (ou seja, física, económica, etc.). Entre as vantagens da normalização proposta de indicadores é a compatibilidade clara de diferentes indicadores, uma vez que todos os

indicadores estão normalizados. O modelo desenvolvido permite comparar duas cadeias de valor de dois ecossistemas distintos (A_1 e B_1) e de duas regiões de partes geográficas diferentes (R_1 e R_2) (ver Figura 4.5). A normalização dos indicadores, numa escala de 0 a 100, com a definição do limiar superior e inferior permite a simplificação do processo de avaliação e a sua exequibilidade, porque não se está sempre à procura de qual o melhor valor que poderá existir para o indicador $I_{i,j}$. O exemplo apresentado na Figura 4.5 demonstra que o $I_{i,j}$, da cadeia de valor CVB1 é superior ao limiar definido. Pelo modelo desenvolvido obtém-se assim a classificação de 100, resultante do processo de normalização definido nas equações anteriores.

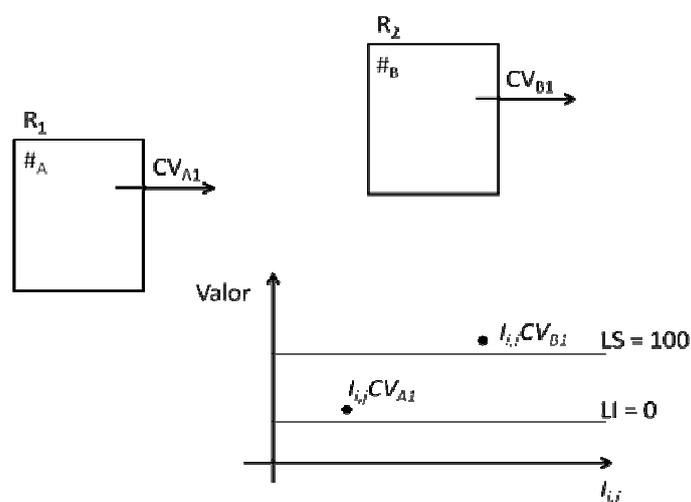


Figura 4.5 Exemplo de interpretação do modelo desenvolvido e da simplificação de normalização e avaliação para aplicação à escala global.

Este procedimento de definição do LS e LI permite a simplificação do processo e consequente aplicação à escala global, podendo na mesma ser aplicado num contexto empresarial, em que a empresa define os limites máximos e mínimos para cada indicador. Em algumas situações o $LI = 0$ pode ser o valor numérico mais alto e o $LS = 100$ o valor mais baixo, podendo assumir um valor negativo. Exemplo disso é no caso do indicador de emissões de gases com efeito de estufa, em que quanto mais alto é o valor do indicador menor é a pontuação obtida.

Resulta assim, num desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão para a gestão de ecossistemas florestais, através da aplicação de um índice de avaliação de sustentabilidade integrado e global, com capacidade de adaptação a diferentes contextos (globais e individuais). Além disso, é importante referir que os princípios de atribuição

de pesos definidos na equação permitem cumprir as regras e normas definidas pela WTO (apresentadas no Capítulo 1 e 2).

O modelo de cálculo desenvolvido será aplicado na presente dissertação tendo em consideração os princípios de sustentabilidade e florestais, ou seja, cada grupo de indicadores e indicadores assume a mesma prioridade. Contudo, o modelo de cálculo desenvolvido *Forest GTS* é uma ferramenta poderosa que pode ser aplicada noutros contextos de avaliação de sustentabilidade. No ponto 4.3 é apresentado o procedimento de cálculo do $I_{GTS,t}$ e no ponto 4.4 a seleção de indicadores i para o grupo de indicadores j que permitem realizar uma avaliação de sustentabilidade integrada à escala global e com possibilidade de aceitação dos fundamentos definidos pelos principais organismos internacionais (apresentados no Capítulo 1 e 2). Considera-se que um determinado processo, sistema ou cadeia de valor é sustentável se o $I_{GTS,t}$ for maior ou igual a 50.

4.2.2.1. Fluxograma de cálculo

O procedimento de cálculo do $I_{GTS,t}$ é dividido em algumas partes, como se apresenta na Figura 4.5. Este procedimento de cálculo pode ser aplicado quer ao nível global, quer ao nível regional ou num caso particular de uma empresa. A unidade funcional definida é 1 hectare de ecossistema florestal, pois permitirá comparar diferentes cadeias de valor com vetores finais distintos. A definição dos objetivos e âmbito do estudo, assim como, as cadeias de valor e fronteira do sistema, e inventário de Ciclo de Vida devem respeitar as normas ISO 14040-44, que estão enquadradas com a metodologia da avaliação de ciclo de vida. O modelo de cálculo da *Forest GTS* concilia a abordagem da Avaliação de Ciclo de Vida com a Análise Multi-Critério, tornando-se num procedimento de cálculo mais completo do que a Avaliação de Ciclo de Vida, porque permite calcular a componente social, económica e mais indicadores ambientais. Em relação à Análise Multi-Critério, permite torna-la mais dinâmica, prática e com capacidade de aplicação e comparação de resultados em diferentes tipos situações, devido à inclusão do procedimento de cálculo Ciclo de Vida.

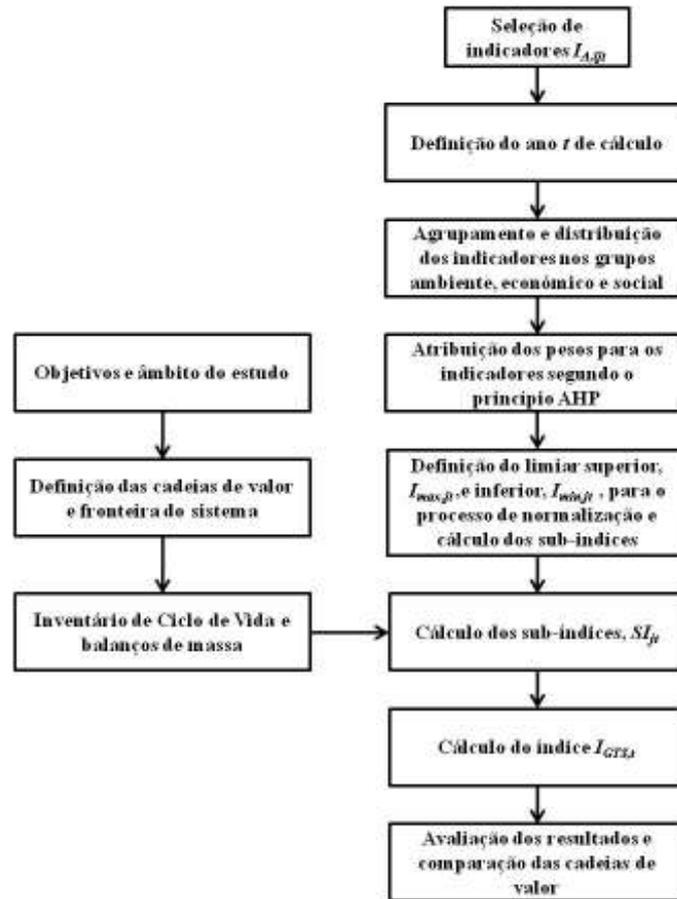


Figura 4.4 O fluxograma de cálculo da *Forest GTS*.

4.2.3. Seleção dos princípios, critérios e indicadores de avaliação

A seleção dos indicadores ambientais, económicos e sociais é um processo decisivo para garantir a equidade do índice $I_{GTS,t}$ e o carácter global do mesmo. Deste modo, apresenta-se de seguida a seleção dos indicadores i , para os grupos de indicadores ambiente, $j = 1$, económico, $j = 2$ e social, $j = 3$. Esta seleção tem como princípio de base a identificação e o cruzamento de temas/critérios segundo princípios de sustentabilidade florestal indispensáveis (Tabela 4.2). Esses temas/critérios provêm de uma seleção sobre os principais esquemas, mecanismos e programas ligados à sustentabilidade dos ecossistemas florestais ou de cadeias de valor florestal. O cruzamento de informação e a respetiva análise de seleção serão apresentados por grupo de indicadores (Tabela 4.3, 4.4 e 4.5).

4.2.3.1. Princípios

O combustível de biomassa oferece uma vasta gama de novas oportunidades, mas se não for gerido com cuidado, ele pode também acarretar riscos significativos (Ladanai e Vinterbäck, 2010). A definição e implementação de sistemas de certificação, com base na avaliação de indicadores de sustentabilidade, é uma estratégia possível para garantir que a bioenergia é produzida de forma sustentável, o que se estende também às outras cadeias de valor de exploração florestal. A certificação pode tornar-se um pré-requisito para os produtores de biomassa para a obtenção de posições seguras no mercado da UE, bem como a nível global (Vis *et al.*, 2008). Os indicadores de sustentabilidade são medidas de aspetos particulares de critérios que indicam tendências e podem ser utilizados no processo de tomada de decisão, permitindo ainda realizar quantificações. Por sua vez, os critérios são categorias de condições ou processos relativamente aos quais a sustentabilidade pode ser avaliada e que, de acordo com uma estrutura hierárquica pelo modelo proposto neste trabalho, dependem dos princípios de base definidos. Cada um dos princípios é concebido para assegurar que a exploração dos ecossistemas florestais é feita em conformidade com os requisitos de sustentabilidade. O objetivo dos princípios é promover a gestão ambientalmente responsável, socialmente benéfica e economicamente viável dos sistemas, através do estabelecimento de um padrão global de princípios reconhecidos e respeitados pelos principais organismos e mecanismos. Cada princípio é, no próximo nível hierárquico, garantido por uma série de critérios de sustentabilidade viáveis. O conjunto de princípios apresentado na Tabela 4.2 resulta de uma revisão e cruzamento de informação da literatura técnico-científica, Vis *et al.* (2008), Bossche *et al.* (2007), Ladanai e Vinterbäck (2010), Dufey (2006) e Sell *et al.* (2005). Estes estudos analisaram os mais importantes princípios florestais e de gestão sustentável de recursos a considerar no âmbito dos ecossistemas florestais.

Tabela 4.2. Identificação dos princípios florestais indispensáveis para a gestão sustentável (compilação própria)

Grupo de indicadores	Princípios	Descrição
Ambiente	PA1. Manutenção dos elevados valores de conservação florestal	Atividades de gestão de florestas de alto valor de conservação devem manter ou ampliar os atributos que definem estas florestas. Decisões relacionadas com florestas de elevado valor de conservação devem sempre ser consideradas no contexto de uma abordagem de precaução.
	PA2. A madeira, para fins transformativos ou energéticos, deve ser produzida de forma ambientalmente responsável	A gestão florestal deve conservar a diversidade ecológica e os seus valores associados aos recursos hídricos, solos, ecossistemas e paisagens frágeis e singulares, e, ao fazê-lo, manter as funções ecológicas e a integridade da floresta. Não deve comprometer o clima, em especial as alterações climáticas. Não deve ser comprometida a disponibilidade futura dos recursos, com a proteção do solo e prevenção da erosão; proteção ou a valorização da qualidade da água e regeneração após a colheita e o uso eficiente de recursos e de energia. Preferência pela valorização de recursos genéticos locais e autóctones.
	PA3 Política, planeamento e estrutura institucional conducentes a uma gestão florestal sustentável	Um plano de gestão - apropriado à escala e intensidade das operações - deve ser escrito, implementado e mantido até à data. Os objetivos de longo prazo de gestão florestal e os meios para atingi-los devem ser claramente definidos.
	PA4. Acompanhamento e monitorização	A monitorização deve ser conduzida - apropriado à escala e à intensidade da gestão florestal - para avaliar a condição da floresta, o rendimento dos produtos florestais, as atividades de gestão da cadeia de custódia e os seus impactos ambientais e sociais.
	PA5. Saúde e vitalidade dos ecossistemas florestais	Manutenção da saúde e vitalidade do ecossistema florestal, incluindo a diminuição de riscos relacionados com o tipo de prática de silvicultura, <i>e.g.</i> o risco de incêndio (função de dois grupos de variáveis, um de origem meteorológica e outro relacionado com as características do combustível presente. Enquanto o primeiro conjunto é independente da silvicultura praticada numa dada unidade de gestão, o segundo é fortemente influenciado por esta) e o estado nutricional do solo após a exploração florestal, deve estar pelo menos igual ao estado inicial. Inclui o acompanhamento do estado da floresta, designadamente pela proporção de copas com indícios de desfoliação identificando os fatores-chave bióticos e abióticos, tais como pragas, doenças, sobre pastoreio, etc.
	PA6. Manutenção e incentivo das funções produtivas das florestas (produtos madeireiros e não-madeireiros)	Produção e qualidade de bens e serviços florestais sustentáveis.
Económico	PE1. A produção deve ser economicamente viável	Manutenção ou melhoria da viabilidade económica das operações.
	PE2. Competitividade, mercados e desenvolvimento do setor e regiões de base florestal	A exploração dos recursos florestais deve ser competitiva, apresentar uma equidade de distribuição do investimento e o contínuo processo de inovação e investigação de novas soluções de tecnologias e sistemas que aumentem o valor acrescentado do ecossistema; não desequilibrar o funcionamento dos mercados e equacionar o ambiente macroeconómico e o comércio de produtos; equilíbrio entre a oferta e a procura; promover o desenvolvimento rural e o benefício das populações de base florestal.
	PE3. Balança comercial e comércio internacional	A exploração e desenvolvimento de um ecossistema florestal devem promover o equilíbrio da balança comercial e a autonomia do país. O princípio fundamental da Organização Mundial do Comércio (OMC) é a não-discriminação, o qual deve ser respeitado. Cada membro da OMC concorda em tratar os produtos de um outro membro da mesma forma que trata o seu próprio país, em troca de reciprocidade de tratamento. Se um membro da OMC estende o tratamento preferencial para uma mercadoria a um membro deve aplicar esta igualdade para o mesmo bem de todos os outros membros. Esta regra tem duas exceções, que permite a OMC sob condições estritas. A primeira exceção aplica-se a acordos regionais de comércio preferenciais. A segunda exceção é aplicável ao comércio com os países em desenvolvimento, particularmente os países menos desenvolvidos.
Social	PS1. Mercado de trabalho	As operações de gestão florestal devem manter ou ampliar, a longo prazo, o bem-estar social dos trabalhadores florestais e das comunidades locais e proteger a saúde e a segurança dos trabalhadores.
	PS2. Os direitos dos povos indígenas	Os direitos legais e consuetudinários dos povos indígenas de possuir, usar e gerir suas terras, territórios e recursos devem ser reconhecidos e respeitados.
	PS3. Posse e uso de direitos e responsabilidades	A posse e direitos pelo uso a longo prazo dos recursos da terra e florestais devem ser claramente definidos, documentados e legalmente estabelecidos.
	PS4. Segurança e saúde pública e proteção social	Manutenção e implementação dos direitos fundamentais sociais como a saúde, a segurança pública e a proteção social.
	PS5. Gestão sustentável de capital social	Proteção de áreas de especial valor histórico, cultural ou espiritual e os direitos humanos. A responsabilidade legal e as autoridades devem ser respeitadas e cumpridas as ordens decretadas de forma democrática.
	PS6 - Não competição produtiva e não influência no preço dos bens alimentares	Manutenção do equilíbrio na relação entre a procura e oferta e do preço dos bens alimentares humanos e animais.

4.2.3.2. Critérios e indicadores mínimos de avaliação de sustentabilidade à escala global

Permanece uma considerável incerteza sobre o impacto dos critérios de sustentabilidade em mercados de combustíveis de biomassa. Ao nível das cadeias de valor das indústrias transformadoras não se verifica, pois já existem atualmente mecanismos de certificação com alguma complexidade e que abordam alguns dos princípios de sustentabilidade. É necessária uma pesquisa mais empírica sobre o papel da certificação em matérias-primas como o combustível derivado de biomassa, com base no respeito dos critérios de sustentabilidade, teor de carbono, eficiência energética, princípios florestais, etc., em todo o ciclo de vida (Woods e Diaz Chavez, 2007). Mais informação credível e validada pelos principais organismos ligados à gestão florestal sustentável, sobre a situação e a evolução provável da ação de diferentes vias de utilização de recursos florestais, pode reduzir as incertezas sobre quais as vias mais sustentáveis. Isso ajudaria a obter uma melhor compreensão do impacto real dos critérios de sustentabilidade na RED UE ao nível das emissões e do mercado de combustíveis de biomassa (Al-Riffai *et al.*, 2010). O mercado da utilização dos recursos florestais para as indústrias transformadoras não tem tido uma escalada tão significativa como para a utilização energética e por isso têm sido feitas referências mais preocupantes sobre o futuro da biomassa. Avaliando os impactos ambientais e socioeconómicos reais do aumento de produção de biomassa para energia dependerá da (1) sensibilidade na escala e da tipologia tecnológica, (2) opções de empregabilidade e (3) localização. A localização é importante, pois os fatores fundamentais que regem a produtividade de biomassa variam significativamente de acordo com as propriedades do local de extração. Através de uma variedade de indicadores, um lote de combustível de biomassa pode não ser semelhante ao outro, mesmo no caso dos combustíveis finais serem química e fisicamente idênticos. Para reduzir as incertezas e alcançar uma ferramenta de avaliação de impacto de sustentabilidade é necessária uma escolha cuidadosa e correta dos critérios que irão definir os indicadores.

Temas/Critérios

As Tabelas 4.3, 4.4 e 4.5 apresentam os critérios divididos por grupos de indicadores j , sendo a primeira coluna das tabelas o resultado da integração dos princípios florestais (Tabela 4.2) e os principais esquemas, programas e mecanismos existentes a nível

global, resultado da análise efetuada no Capítulo 3 (ponto 3.3.5). Garante-se assim, que os indicadores a serem utilizados no cálculo do $I_{GTS,t}$ permitirão a comparação e o cálculo de diferentes cadeias de valor de diferentes regiões. Nas Tabelas 4.3, 4.4 e 4.5 quando um determinado mecanismo apresenta o critério identificado numa coluna a célula cruzada é marcada com “1”, quando não apresenta não é marcada, ou seja, não se coloca nenhum algarismo.

Tabela 4.3 Apuramento dos principais critérios ambientais para o $I_{GTS,t}$

Critérios ambientais	S A I	SDI- Euros tat	C S D	P AI S	Princípios florestais	RE D UE	Estratégia a Florestal da UE	IC UE 2014- 2020	W WF	OEC D	MDG	IEF - FE	FA O e outr os	SC F	CIFO R
Qualidade e poluição do ar	1	1	1		1				1	1	1	1	1		
Água: qualidade e recurso	1	1	1		1		1		1	1	1	1	1	1	
Solo: qualidade e recurso	1	1			1				1			1	1	1	
Clima	1	1	1		1	1 ^{a)}	1	1		1	1	1	1		
Recursos renováveis e não-renováveis	1	1					1	1				1			
Biodiversidade, flora, fauna e paisagem	1	1	1		1	1	1			1	1		1	1	1
Uso do solo e recursos naturais	1 ^{b)}	1	1	1	1	1					1	1	1	1	1
Produção, geração e reciclagem de resíduos	1	1	1							1					
Produção, consumo, reciclagem e disposição final dos produtos florestais					1				1	1		1	1	1	
Serviços e funções dos ecossistemas florestais						1	1					1			1
A possibilidade ou a escala dos riscos ambientais	1														
Mobilidade (modos de transporte) e o uso de energia	1	1	1				1	1	1	1		1			
Saúde animal e vegetal, alimentos e rações de segurança	1				1		1					1	1		1
Proteção dos recursos													1	1	
Gestão sustentável					1		1					1	1	1	

^{a)} Emissões de CO₂ e armazenamento de carbono

^{b)} exceto recursos naturais

Tabela 4.4 Apuramento dos principais critérios económicos para o $I_{GTS,t}$

Critérios Económicos	SAI	SDI-Eurostat	CSD	PAIS	Princípios florestais	RED UE	Estratégia Florestal da UE	IC UE 2014-2020	WWF	OECD	MDG	IEF - FE	FAO e outros	SCF	CIFOR
Competitividade, comércio e fluxos de investimento	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1
Competição no mercado interno	1														1
Custos de operação e condução do negócio	1						1			1				1	
Os custos administrativos para as empresas	1									1					
Direitos de propriedade	1														
Inovação e investigação	1			1	1			1				1			1
Os consumidores e as famílias	1			1						1					
Regiões e setores específicos	1														
Terceiros países, relações internacionais e institucionais	1				1				1		1				1
Autoridade pública	1														
O ambiente macroeconómico	1														1
Promoção do desenvolvimento rural					1		1								

Tabela 4.5 Apuramento dos principais critérios sociais para o $I_{GTS,t}$

Critérios Sociais	SAI	SDI-Eurostat	CSD	PAIS	Princípios florestais	RED UE	Estratégia Florestal da UE	IC UE 2014-2020	WWF	OECD	MDG	IEF - FE	FAO e outros	SCF	CIFOR
Emprego e mercado de trabalho	1	1		1	1	1		1		1	1	1	1	1	
Normas e direitos (qualidade de trabalho)	1				1	1			1	1	1				1
A inclusão social e proteção de determinados grupos	1	1	1		1		1	1	1	1	1				1
Igualdade no tratamento e nas oportunidades	1	1	1		1	1				1					
Vida privada e familiar, dados pessoais	1									1					
Governança, participação, acesso à justiça e aos média e ética	1				1							1			1
Saúde pública e segurança	1	1	1					1		1	1	1			1
Crime, terrorismo e segurança	1					1				1					
Proteção social, saúde e sistemas educacionais	1	1	1					1			1				1
Recreio, lazer e cultura					1		1					1	1	1	1
Uso de químicos															1
Planeamento e monitorização															1

Do cruzamento dos 15 processos e esquemas identificados e agrupados resultou na identificação de 15 critérios ambientais, 12 económicos e 12 sociais. Esta seleção de critérios irá originar um conjunto de indicadores – apresentados em seguida – que permitirão obter a ferramenta de apoio à decisão, a *Forest GTS*, e irão compor o índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,t}$.

Indicadores

A ideia de desenvolvimento sustentável foi tomada pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992. Na sua Agenda 21 os países concordaram em desenvolver indicadores de sustentabilidade, definindo que "indicadores de desenvolvimento sustentável precisam de ser desenvolvidos para fornecer bases sólidas para a tomada de decisões a todos os níveis e para contribuir para a sustentabilidade de auto-regulação de sistemas

integrados de desenvolvimento e ambiente" (Agenda 21, Capítulo 40). Os indicadores de desenvolvimento sustentável devem servir como instrumentos para medir o progresso em direção ao alcance da meta do desenvolvimento sustentável. Estão disponíveis muitas definições para os indicadores, contudo nenhuma delas é exclusiva.

Um indicador pode ser definido como:

"um parâmetro, ou valor derivado de parâmetros, que aponta para/fornecer informações sobre /descreve o estado de um fenómeno/ambiente/área com um significado que se estende além do que diretamente está associado a um valor de parâmetro." (OCDE, 1993); e

"um parâmetro quantitativo ou qualitativo que pode ser avaliado em relação a um critério. Ele descreve numa característica objetivamente verificável e caminho inequívoco do ecossistema ou sistema social relacionado, ou descreve os elementos de política e condições de gestão ou processos orientados por humanos e indicativos do estado do ecológico e do sistema social vigente." (Lammerts van Bueren e Blom, 1997).

O resultado final da amostragem, análise/avaliação/exclusão/filtragem adicional e, finalmente, a complementação é o conjunto de indicadores de sustentabilidade universais mínimos indicados nas Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8. Estas tabelas apresentam os indicadores necessários para dar resposta aos critérios definidos. Estes representam um conceito de indicadores mínimos universais para aplicar a ferramenta de apoio à decisão e de avaliação, a *Forest GTS*, os quais garantem que seja possível realizar avaliação de impacto à escala global, entre ecossistemas e cadeias de valor de regiões e setores diferentes. A seleção de indicadores e complementação tiveram por base realizar uma avaliação para uma unidade funcional de um hectare de ecossistema florestal explorado. Assim, temos o sentido da matéria-prima para o mercado, sendo possível comparar cadeias de valor com produtos diferentes, porque a unidade funcional de comparação é a mesma. Por exemplo, não seria possível avaliar o impacto da produção de 1 MJ de energia e depois comparar com a produção de 1 m³ de produto derivado de madeira, porque a unidade funcional é diferente. A maioria dos indicadores são auto-explicitos, sendo que se identificam nas Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8 quais os que são de carácter qualitativo. Quando não é feita qualquer referência é porque o indicador é do tipo quantitativo. Além disso e quando apropriado, o cálculo dos indicadores é realizado

numa perspetiva integrada completa de ciclo de vida, desde o ecossistema florestal até ao consumidor. Tendo-se ainda em consideração em alguns indicadores *e.g.* o custo de produção, qual o custo económico pela reposição dos valores iniciais do ecossistema florestal. Em termos de abordagem de ciclo de vida é utilizado como referência os procedimentos definidos nas normas ISO 14040, ISO 14044 e ISO 14067 no caso ciclo de carbono. Integram a *Forest GTS* 49 indicadores ambientais, constituídos por mais 12 sub-indicadores, 15 económicos mais 17 sub-indicadores e 22 sociais compostos por mais 7 sub-indicadores. Destes, tem-se 33 indicadores qualitativos, sendo os restantes quantitativos.

Tabela 4.6 Indicadores ambientais mínimos para o modelo *Forest GTS*

Indicador	Sub-indicador	Unidades
PA1. Manutenção dos elevados valores de conservação florestal		
CA1 - Biodiversidade, flora, fauna e paisagem		
IA1. Floresta primária deve ser excluída a menos que se comprove que a recolha de madeira não interfere com a proteção da natureza		Sim ou não Qualitativo
IA2. Número de espécies de flora a co-habitar com o ecossistema florestal		Número
IA3. Não introdução de novas espécies arbóreas e promoção de espécies autóctones		Sim ou não Qualitativo
IA4. Promoção da utilização dos recursos genéticos do território e de espécies autóctones		Sim ou não Qualitativo
IA5. Variação da área de floresta e outros terrenos arborizados protegidos para conservar a biodiversidade, paisagens e elementos naturais específicos, de acordo com "MCPFE Assessment Guidelines" a 10 anos. Escala: diminuição acentuada, diminuição, manutenção, aumento e aumento acentuado de habitats naturais.		ha/ha de ecossistema explorado
PA2. A madeira, para fins transformativos ou energéticos, deve ser produzida de forma ambientalmente responsável		
CA2 - Proteção dos recursos		
IA6. Uma quantidade adequada de resíduos ou matéria orgânica é uniformemente deixada no chão para proteger a biodiversidade. Se não houver limites mais adequados disponíveis uma recomendação geral é que a recolha de massa de madeira não deve exceder 1/3 do total de massa disponível. A recolha intensiva pode ser realizada se for comprovado que é benéfico para o ecossistema ou por razões de proteção contra fatores abióticos e bióticos.		Sim ou não Qualitativo
IA7. Áreas ciliares em cursos d'água: pelo menos 100 m dos ecossistemas ribeirinhos do curso de água é estabelecido para proteger os recursos de água doce.		Sim ou não Qualitativo
CA3 – Clima		
IA8. Exigências de redução de gases de efeito estufa (GEE) tem em conta todas as mudanças no armazenamento de C na floresta, bem como as emissões ao longo da cadeia de produção (colheita, transporte, processamento e distribuição).		
Se existirem impactos indiretos (mercado mediado), tem que ser internalizado na contabilização das emissões de GEE através da introdução de fatores de correção, como iLUC ("indirect Land Use Change"), iWUC ("indirect Wood Use Change") and iFUC ("indirect Fuel Use Change"):		
$E = ece + eaac + et + etd + eind - eccag - ecsc,$		
onde:		
E = emissões totais da utilização do combustível em g CO ₂ eq/MJ;		kg CO ₂ eq/ha
ece = cultivo ou de extração de matérias-primas;		
eaac = alterações no armazenamento de carbono (no solo: acima e abaixo do solo em 20 anos);		
et = transformação;		
etd = transporte e distribuição;		
eind = efeitos indiretos (iLUC, iWUC e iFUC);		
eccag = captura de carbono e armazenamento geológico;		
ecsc = captura e substituição de carbono,		
considerando um horizonte de 100 anos e os fatores de conversão definidos pelo IPCC para os gases de efeitos de estufa em CO ₂ eq.		
CA4 - Energia, recursos renováveis e não-renováveis		
IA9. Uso total de energia renovável		MJ
IA10. Uso total de energia não renovável		MJ
IA11. Uso de energia total por tipo de vetor		
	IA11.1 Eletricidade da rede de distribuição	MJ
	IA11.2 Calor	MJ
	IA11.3 Combustível	MJ
IA12. Geração local de energia através de renováveis		
	IA12.1 Calor	MJ
	IA13.2 Eletricidade	MJ
	IA13.3 Combustível	MJ
CA5 - Produção, geração e reciclagem de resíduos		
IA13. Proporção de resíduos gerados por cada ha de recurso florestal utilizado		%
IA14. Proporção de resíduos perigosos gerados em relação ao total de resíduos gerados		%
IA15. Quota de resíduos para reciclagem de materiais e utilização em outras unidades fabris como simbiose industrial sobre o total de resíduos gerados		%
CA6 - Produção, consumo, reciclagem e disposição final dos produtos florestais		
IA16. Quota de matéria-prima virgem utilizada por cada ha de floresta face ao produto final		%
IA17. Quota da capacidade de matéria-prima reciclada para a mesma cadeia de valor por cada ha de floresta face ao volume total de madeira gerado no ha		%

Tabela 4.6 Indicadores ambientais mínimos para o modelo *Forest GTS* (continuação)

Indicador	Sub-indicador	Unidades	
CA7 - Qualidade e impacte ambiental			
IA18. Poluição atmosférica (não contabilização das emissões de GEE neste indicador): existem muitos tipos de poluentes, dependendo do tipo de processo em causa e que podem causar poluição (níveis de concentração não suportados pelo ambiente). Considera-se avaliação de danos ao nível da saúde humana, qualidade dos ecossistemas e depleção dos recursos. A contabilização é feita em relação ao ciclo de vida completo.			
	IA18.1 Acidificação	kg SO ₂ /ha	
	IA18.2 Eutrofização	kg PO ₄ /ha	
	IA18.3 PM10	kg/ha	
CA8 - Água: qualidade e recurso			
IA19. Uso de água em todo o processo de transformação e conversão, desde a recolha da matéria-prima até ao consumidor final		m ³ /ha	
IA20. Uso de água no ecossistema florestal para a produção de Matéria-prima		m ³ /ha	
IA21. A qualidade da água dos recursos hídricos e freáticos deve ser mantida ou melhorada		Sim ou não	Qualitativo
CA9 - Solo: qualidade e recurso			
IA22. Recurso à utilização de solos com nível de proteção superior a médio da área florestal e arborizada utilizada		Sim ou não	Qualitativo
IA23. Solo com aptidões de produção agrícola		Sim ou não	Qualitativo
IA24. As propriedades químicas do solo (pH, C/N, C orgânico e base de saturação) é mantida ou melhorada		Sim ou não	Qualitativo
IA25. Perda de qualidade do solo, quer ao nível de compactação como de erosão, originada pela exploração do ecossistema florestal ou introdução de novas espécies		Sim ou não	Qualitativo
IA26. % de perda de nutrientes e capacidade produtiva do solo originada pela recolha de todo o tipo de madeira (é contabilizado a reposição de nutrientes por intermédio de cinzas de madeira ou método de silvicultura sem recurso a fertilizantes minerais)		%	
CA10 - A possibilidade ou a escala de riscos no ambiente			
IA27. Quantidade de agro-químicos usados por cada ha de ecossistema florestal, em todo o ciclo de vida		kg/ha	
CA11 - Mobilidade (modos de transporte)			
IA28. Distância de transporte média		tkm	
PA3. Política, planeamento e estrutura institucional conducentes a uma gestão florestal sustentável			
CA12 - Gestão sustentável			
IA29. Existe um plano de gestão florestal ou equivalente e está sendo cumprido na prática		Sim ou Não	Qualitativo
IA30. A remoção de madeira e resíduos verifica-se em áreas sem risco de esgotamento de nutrientes (áreas verdes) ou com risco que pode ser reduzido (áreas amarelas) de acordo com mapas desenhados de risco de nutrientes do solo. A fertilização, incluindo a reciclagem de cinzas de madeira é verificada com o fim de evitar o esgotamento de nutrientes. A reciclagem de cinzas de madeira garante que nenhuma carga de metais pesados (acima dos níveis atuais em solos florestais) ocorre. Sua aplicação deve é feita de acordo com as diretrizes regionais ou com recomendações gerais definidas. Toros e raízes são deixadas na floresta e apenas existe extração selecionada sem erosão negativa e impactos no esgotamento dos nutrientes.		Sim ou Não	Qualitativo
IA31. A recolha tem em consideração o declive (> 35 graus). Se a colheita é realizada em áreas de encostas mais altas devem ser fornecidas provas de que os limites definidos para outros indicadores são mantidos. A remoção de resíduos é permitida a partir de solos com baixo (áreas verdes) e médio (áreas amarelas) risco de perturbação de acordo com o revolvimento do solo desenvolvido para o efeito a nível do suporte. Considera a possibilidade de necessidade de reconversão do solo para reposição do ecossistema original no caso de introdução de novas espécies.		Sim ou Não	Qualitativo
IA32. Quota de recursos provenientes de áreas certificadas (de acordo com a média de área florestal certificada utilizada face à área total)		% do volume total originado	
IA33. Estrutura etária e/ou diâmetro de madeira utilizado em função do tamanho de produto final colocado no mercado: volume do produto final por volume de madeira recolhido no ecossistema florestal		número	
PA4. Acompanhamento e monitorização			
CA13 - Saúde animal e vegetal, alimentos e rações de segurança			
IA34. A exploração económica do ecossistema florestal está associada a um plano de acompanhamento e monitorização, com possibilidades de implementação de medidas de melhoria e de adaptação para promover a proteção dos serviços e funções e produtividade do ecossistema		Sim ou Não	Qualitativo
PA5. Saúde e vitalidade dos ecossistemas florestais			
CA15 - Saúde animal e vegetal e riscos bióticos e abióticos			
IA35. Risco de incêndio induzido pelo tipo de ecossistema e prática de exploração florestal face à média existente no território de exploração		Sim ou Não	Qualitativo
IA36. Prática de gestão florestal praticada induz problemas de fitossanidade animal e vegetal		Sim ou Não	Qualitativo
PA6. Manutenção e incentivo das funções produtivas das florestas (produtos madeiros e não-madeiros)			

Tabela 4.6 Indicadores ambientais mínimos para o modelo *Forest GTS* (continuação)

Indicador	Sub-indicador	Unidades
PA6. Manutenção e incentivo das funções produtivas das florestas (produtos madeireiros e não-madeireiros)		
CA15. Manutenção, conservação e encorajamento apropriado dos serviços e funções dos ecossistemas florestais		
IA37. Florestas de proteção - de infraestrutura e gestão de recursos naturais: área de floresta e outros terrenos arborizados designados para proteger infraestrutura e recursos naturais contra riscos naturais		% ha floresta de proteção por cada ha de floresta do ecossistema explorado
IA38. Florestas de proteção - solo, água e outras funções do ecossistema: área de floresta e outros terrenos arborizados designados para prevenir a erosão do solo, preservar os recursos hídricos, ou para manter outras funções do ecossistema florestal		% ha floresta de proteção por cada ha de floresta do ecossistema explorado

Tabela 4.7 Indicadores económicos mínimos para o modelo *Forest GTS*

Indicador	Sub-indicador	Unidades
PE1. A produção deve ser economicamente viável		
CE1. Produção economicamente viável de madeira		
IE1. Custo médio de produção (CMP) e parte do custo dos materiais à base de madeira	IE1.1. Quota de custo de matéria-prima em relação ao custo médio de mercado do produto final (consumidor final): € kg produto no consumidor / € kg M.P. base seca	%
PE2. Competitividade, mercados e desenvolvimento do setor e regiões de base florestal		
CE2. Competitividade e fluxos de investimento		
IE2. Eficiência económica de utilização da área florestal (Valor económico bruto gerado até ao consumidor por cada ha de área florestal ou arborizada utilizado)		Euros gerados por ha explorado
IE3. Produtividade laboral	IE3.1 Capacidade de fabrico por emprego	ton/posto de trabalho
	IE3.2 Produção económica anual por emprego	Euros/posto de trabalho
IE4. Eficiência de utilização de área florestal (modificado para estar em consonância com a unidade funcional – 1 ha – ou seja, a eficiência é no início de ciclo de vida e não por unidade de produto final): Volume de produto gerado por área de floresta e área de outras terras arborizadas utilizadas		m ³ de produto final gerado/ha explorado
IE5. Investimento em capital fixo		Euros
CE3. Competição no mercado interno		
IE6. Impacto na competição do mercado interno e desequilíbrio das atividades económicas existentes		Sim ou não Qualitativo
CE4. Inovação e Investigação		
IE7. Número de produtos novos ou significativamente melhorados a partir do mesmo processo de transformação/conversão		Número
IE8. Partilha do volume de negócios de produtos novos ou significativamente melhorados em percentagem do volume de negócios total		%
IE9. Despesa em I&D no total		Euros

Tabela 4.7 Indicadores económicos mínimos para o modelo *Forest GTS* (continuação)

Indicador	Sub-indicador	Unidades
CE5. Regiões e atividade empresarial		
IE10. Número de explorações florestais e empresas de base florestal classificada por classes de tamanho		
	IE10.1 Número de explorações florestais	Número
	IE10.2 Tamanho exploração florestal médio	Número
IE11. Classificação da atividade económica de acordo com o vetor de utilização		
		Sim ou não Qualitativo
IE12. Número de simbioses regionais		
PE3. Balança comercial e comércio internacional		
CE6 Balança comercial		
IE13. Importações e exportações de madeira e produtos derivados de madeira e produtos		
	IE13.1 % de Importação de matérias-primas e produtos (em massa)	%
	IE13.2 % de Exportação dos produtos derivados do ecossistema florestal (em massa)	%
CE7 Comércio internacional		
IE15. Cumprimentos das regras da OMC e de não discriminação		Sim ou não Qualitativo

Tabela 4.8 Indicadores sociais mínimos para o modelo *Forest GTS*

Indicador	Sub-indicador	Unidades
PS1. Mercado de trabalho		
CS1 Emprego e mercado de trabalho		
CS2 Igualdade no tratamento e nas oportunidades		
IS1. Número de pessoas empregadas em total e por género por ha de ecossistema explorado em todo o ciclo de vida		
	IS1.1. Número de empregos gerados por ha de floresta explorado	Número/ha de ecossistema explorado
	IS1.2. Quota de pessoas femininas empregadas sobre o total (pessoas (em tempo total equivalente a um ano)	%
IS2. Ordenado e salário classificado por género e em termos relativos		
	IS2.1. Percentagem de salário médio acima do ordenado mínimo nacional	%
	IS2.2. Quota de salário médio das mulheres abaixo do ordenado médio dos homens	%
IS3. Quota de funcionários com educação pós-secundária e terciária		
		%
CS3 - Normas e direitos (qualidade de trabalho)		
IS4. Cumprimento das normas e direitos de trabalho		Sim ou não Qualitativo
PS2. Os direitos dos povos indígenas		
CS4 - Proteção de determinados grupos		
IS5. Reconhecimento e respeito pelos direitos consuetudinários e tradicionais dos povos indígenas		Sim ou não Qualitativo
PS3. Posse e uso de direitos e responsabilidades		
CS5 - Governança e igualdade de oportunidade pelo uso do solo		
IS6. Não impedimento pelo uso do solo a longo prazo por outra atividade ou pessoa singular ou coletiva		Sim ou não Qualitativo
PS4. Segurança e saúde pública e proteção social		
CS6 - Saúde pública e segurança		
IS7. Acidentes ocupacionais não fatais		número absoluto por 1000 empregos gerados
IS8. Acidentes ocupacionais fatais		número absoluto por 1000 empregos gerados

Tabela 4.8 Indicadores sociais mínimos para o modelo *Forest GTS* (continuação)

Indicador	Sub-indicador	Unidades	
		Frequência de casos por número de pessoas expostas multiplicada pelo número de anos de exposição e em números absolutos por 1000 funcionários	
IS9. Doenças profissionais			
CS7 - Crime e terrorismo			
IS10. Registo de incidentes criminosos e terroristas ao nível direto e indireto (inclui a relação com os terceiros de aquisição bens ou serviços)		Sim ou não	Qualitativo
CS8 - Uso de substância mais perigosas			
IS.11 Toxicidade humana			kg/ha de ecossistema explorado
CS9. Proteção das crianças			
IS12. Registo de trabalho infantil não legal		Sim ou não	Qualitativo
PS5. Gestão sustentável de capital social			
CS10 - Promoção do desenvolvimento rural			
IS13. Impacto no número de empregos em áreas rurais (quota de emprego no local rural da empresa sobre o total (urbano e rural))		%	
CS11 - Acesso à justiça e aos média			
IS14. Impedimento, direto ou indireto, no acesso à justiça e aos meios de comunicação a terceiros ou concorrentes		Sim ou não	Qualitativo
CS12 - Prestação de serviços florestais públicos (recreio e lazer, cultura, proteção e prosperidade)			
IS15. Acessibilidade ao recreio (floresta designada para uso recreativo)			ha/ha de ecossistema explorado
IS16. Valores culturais e espirituais (conservação de locais de valor cultural e espiritual no interior de áreas florestais)		Sim ou não	Qualitativo
IS17. Serviços de proteção (quota de floresta designada para proteção)			ha/ha de ecossistema explorado
IS18. Prosperidade local	IS18.1 Operações de gestão e de marketing florestal devem incentivar o uso otimizado e o processamento local da diversidade de produtos da floresta	Sim ou não	Qualitativo
	IS18.2 Gestão florestal deve se esforçar para fortalecer e diversificar a economia local, evitando a dependência de um único produto florestal	Sim ou não	Qualitativo
IS19. Valor paisagístico	Remoção de resíduos não-florestais do interior de áreas florestais e manutenção do valor paisagístico	Sim ou não	Qualitativo
CS13 - Vida privada e familiar, dados pessoais			
IS20. Número de violações de propriedade privada, familiar ou de dados pessoais			Número/ha de ecossistema explorado
CS14 - Respeito e cumprimento pelas medidas legais e autoridades			
IS21. Violações legais e desrespeito às autoridades		Sim ou não	Qualitativo
PS6 - Não competição produtiva e não influência no preço dos bens alimentares			
CS14 - Competitividade com setor alimentar			
IS22. Competição com o setor alimentar		Sim ou não	Qualitativo

4.3. Conclusões

Para desenvolver uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade à escala global, com base num índice composto e integrado de avaliação, é extremamente importante que o índice esteja em consonância com os principais esquemas, princípios e programas ligados à sustentabilidade e gestão sustentável dos ecossistemas florestais. *Forest GTS* cumpre esta exigência e é obtida através de um processo iterativo de identificação e

cruzamento de informação entre os mais importantes processos, esquemas, princípios e programas existentes atualmente. O cruzamento de informação de 15 processos em utilização permitiu definir 15 critérios ambientais, 7 económicos e 14 sociais, os quais originaram 37 indicadores ambientais, 14 económicos e 22 sociais. Apresentam assim um conjunto de 36 critérios e 72 indicadores de avaliação.

A *Forest GTS* é uma ferramenta que pode ajudar políticos, entidades governamentais, empresas e outros agentes a avaliar o grau de sustentabilidade de uma ou diversas cadeias de valor florestais. A globalização da *Forest GTS* a um contexto europeu, garantia a determinação do impacto de sustentabilidade da exploração dos ecossistemas florestais, através de uma ferramenta de aplicação mais simples - comparativamente com os esquemas de certificação florestal existentes - e com garantias de que os princípios florestais de base são equacionados e, independentemente da origem da matéria-prima, seria possível verificar se a cadeia de valor é sustentável ou não. A *Forest GTS* permite ultrapassar as barreiras inerentes ao tratado de comércio internacional e da não discriminação nas trocas comerciais devido ao (1) processo iterativo de seleção dos indicadores; e (2) cuidado em corresponder às principais iniciativas em curso e (3) à unidade funcional definida. Foi definida uma unidade funcional que parte da origem da matéria-prima para o mercado e não no sentido inverso. Neste sentido não seria possível analisar cadeias de valor diferentes, porque ter-se-ia unidades funcionais diferentes. É assim uma ferramenta poderosa de avaliação de sustentabilidade para ecossistemas florestais e que poderá funcionar como um “*umbrela*” aos sistemas de certificação florestal, permitindo ainda a avaliação entre sistemas energéticos e de transformação de madeira – que representam os paradigmas atuais.



Ilustração da aplicação do desenvolvimento de um novo produto derivado de madeira para impermeabilização do fluxo de radioatividade natural para o interior de uma escola, no âmbito do projeto WoodCare, numa parceira integrada BLC3, Sonae Indústria e Universidade de Coimbra. Trabalho integrado o projeto de doutoramento



Produção de biopetróleo, à escala laboratorial, através de matos e incultos da região centro de Portugal, no âmbito do projeto BioREFINA-Ter



Visita a uma Central “District Heating” de estilha e partículas de resíduos florestais, na Suíça”

Trabalhos publicados em revistas internacionais com arbitragem científica

Nunes, J., Silva, J. Freitas, H., Neves, L., Pereira, A. 2013. New wood based product for the isolation of natural radiation to indoor applications. *Internacional Wood Products Journal* (in review).

Publicações em atas de conferências

Nunes, J., Freitas, H. (2012) “BioREFINA-Ter – Presenting a Decentralized Lignocelulosic Biorefinery to Promote Rural Development and Reduce Energy Dependence in Portugal”, 20th European Biomass Conference and Exhibition, Milan, Italy, Jun 18-22.

Projetos desenvolvidos e integrados com este capítulo:

WoodCare

BioREFINA-ter

Prémios

Distinção e melhor estágio de Eng. Mecânica de 2009 atribuído pela Ordem dos Engenheiros da Região Centro, 29 de Maio de 2010. Trabalho desenvolvido no âmbito das biorrefinarias ligadas aos recursos florestais.

Capítulo 5

ANÁLISE DO DESEMPENHO DE SUSTENTABILIDADE DA EXPLORAÇÃO DO ECOSISTEMA FLORESTAL DA REGIÃO CENTRO DE PORTUGAL COM APLICAÇÃO DA FOREST GTS: CADEIAS DE VALOR ATUAIS E NOVOS SISTEMAS

Este capítulo apresenta, de um modo geral, a aplicação da ferramenta *Forest GTS* desenvolvida e apresentada no Capítulo 4, usando o seu modelo de avaliação para analisar o desempenho de sustentabilidade das atuais e principais cadeias de valor existentes na região centro. Será ainda aplicado o modelo a novos cenários de valorização de recursos dos ecossistemas florestais, que poderão ser implementados.

No contexto das atuais cadeias de valor, apenas serão analisadas as principais existentes na região centro de Portugal e para as quais se conseguiu obter dados e realizar assim o inventário de ciclo de vida, a saber: (1) produção de paletes e madeira serrada; (2) produção de aglomerados derivados de madeira e MDF; (3) produção de “*pellets*”; (4) produção de energia térmica, eletricidade e em regime de cogeração através de resíduos florestais e rolaria; (5) produção de pasta e papel. Para os novos cenários será considerada (1) a valorização de matos e incultos e resíduos florestais, via uma biorrefinaria termoquímica, para a produção de FT-Diesel, e (2) um produto derivado de madeira para aplicações técnicas. O presente capítulo pretende concluir se a floresta da região centro está sendo explorada de forma sustentável e qual o grau de sustentabilidade, identificando oportunidades de melhoria e equacionando problemas

existentes resultantes das apostas e estratégias políticas. Em termos de matérias-primas, para os atuais sistemas, serão considerados os recursos obtidos através de povoamentos de eucaliptos e pinheiro bravo. Para os novos cenários, em termos da cadeia de valor de biorrefinaria, serão considerados os matos e incultos, enquanto que para o novo tipo de produto derivado de madeira será considerada a valorização de recursos gerados em povoamento de pinheiro bravo.

5.1. Introdução

Uso sustentável dos recursos e a Bioeconomia

Nas próximas décadas, o mundo vai testemunhar a um aumento da concorrência por recursos naturais limitados e finitos: como se demonstrou no ponto 1.2.1, sobre a forma como está a ocorrer a ocupação territorial e a eficiência e necessidade de utilização dos recursos. A população mundial aumenta (em 2050 irá aproximar-se dos 9 bilhões), estando a originar uma pressão adicional no setor alimentar e na utilização de recursos naturais, onde a biossegurança e a eficiência pelo uso do solo é uma questão chave (Sheppard *et al.*, 2011). A UE irá precisar de recursos biológicos renováveis para a alimentação, humana e animal, de forma segura e saudável, bem como de materiais, energia e outros produtos. A utilização dos recursos e o ambiente terão um impacto sobre os sistemas de produção primária, como a silvicultura, a agricultura, as pescas e a aquacultura (Thomas *et al.*, 2014; Correl *et al.*, 2014). No dia 13 de fevereiro de 2012, a Comissão Europeia adotou uma estratégia para mudar a economia europeia para uma maior e mais sustentável utilização dos recursos renováveis (EC, 2012). Os ecossistemas florestais europeus crescem numa ampla e diversificada gama de condições ecológicas, desde as regiões boreais ao Mediterrâneo e das regiões alpinas às terras baixas (FAO, 2010). Os ecossistemas florestais têm sido influenciados pelo povoamento e ação humana ao longo dos séculos, e, em alguns países, as plantações florestais constituem uma parte muito importante dos recursos existentes (Raghu *et al.*, 2011).

O uso sustentável dos recursos florestais é primordial para a maioria das regiões económicas do mundo transitarem para uma realidade de bioeconomia, pois é um dos principais recursos naturais e com maior capacidade renovável, devendo ser desenvolvidas estratégias de desenvolvimento sustentável (Korhonen, 2004). Na

Conferência de Oslo, foi sublinhada a necessidade de aumentar a consciencialização sobre o papel da floresta no processo de transição para a bioeconomia, reconhecendo a importância das suas funções económicas e contributo para o desenvolvimento rural, possibilitando a competitividade da silvicultura e das indústrias de base florestal (Sheppard *et al.*, 2011). Também se ressaltou a necessidade de destacar a falta de ênfase para os aspetos sociais da silvicultura e da necessidade de se adaptar às novas necessidades sociais (Forest Europe, 2013). O desenvolvimento da bioeconomia poderá ser estratégica para o uso sustentável dos recursos, devido ao seu caráter de eficiência de utilização e dinamização de cadeias de valor novas e mais competitivas, possibilitando um maior equilíbrio dos mercados. Todos os atores, em geral, apoiam a definição da Bioeconomia (economia de base-bio) prevista no documento de referência da Comissão (EC, 2011 e EC, 2013); “[...] *uma cadeia de menor produção de resíduos a partir do uso da terra e do mar, através da transformação e produção de produtos de base biológica adaptados às necessidades dos utilizadores finais. Mais precisamente, uma economia de base biológica que integra a gama de recursos biológicos naturais e renováveis –recursos terrestres e marítimos, biodiversidade e materiais biológicos (vegetais, animais e microbianos), através do processamento e do consumo desses recursos biológicos. A bioeconomia abrange a silvicultura, agricultura, pescas, os setores alimentares e de biotecnologia, bem como uma ampla gama de setores industriais (exceto o uso da biotecnologia no setor médico/farmacêutico), que vão desde a geração de energia e fabrico de produtos químicos até à construção e transporte. É composto por uma ampla gama de soluções tecnológicas específicas e genéricas (já disponíveis ou ainda a serem desenvolvidas), que poderiam ser aplicadas em todos estes setores para permitir o crescimento e desenvolvimento sustentável, por exemplo, em termos de segurança e os requisitos para o material industrial para as gerações futuras de alimentos.*”. A Bioeconomia inclui a produção primária, como a silvicultura, agricultura, pescas e aquacultura, e indústrias que utilizam/processam recursos biológicos, tais como as indústrias de transformação de produtos à base da madeira, alimentos e de papel e celulose e parte das indústrias químicas, de biotecnologia e de energia (Becker *et al.*, 2009). A Bioeconomia representa um mercado estimado em mais de 2 bilhões de euros, fornecendo 20 milhões de empregos e respondendo por 9% do total do emprego na UE em 2009 (EC, 2014). Estima-se que os

bioresíduos (cerca de 138 milhões de toneladas por ano na UE, dos quais até 40% são depositados em aterro) têm alto valor acrescentado e potencial como matéria-prima para outros processos produtivos (EC, 2014).

A UE reconhece também, que devido à sua natureza transversal, a Bioeconomia: é uma oportunidade de crescimento económico e de resolver problemas complexos; permite aumentar a eficiência de utilização e a provisão dos recursos, em particular os florestais, para satisfazer as necessidades; permitir resistir e combater as alterações climáticas e societárias; promover o desenvolvimento de novas cadeias de valor, definindo cotas de mercado e de exploração com base em cascatas de valor integrado ao nível da sustentabilidade (EC, 2014; Becker *et al.*, 2009). Os diferentes setores da floresta apresentam impactos significativos para a economia da UE, representando assim a necessidade de desenvolver mecanismos e critérios que consigam conciliar as diferentes atividades económicas e maximizar os benefícios dos ecossistemas florestais (Ragwitz *et al.*, 2009). Contudo, para que esses benefícios sejam fornecidos e mantidos de forma equilibrada, é essencial garantir a gestão sustentável das florestas.

Novos cenários de utilização de recursos florestais: biorrefinarias e produtos derivados de madeira técnicos

A utilização avançada de recursos lenho-celulósicos provenientes de ecossistemas florestais é distinguida da convencional pela conversão deste recursos em produtos com maior eficiência de utilização dos compostos presentes para utilizações mais nobres, com maiores níveis de eficiência energética e ambiental (Hoogwijk *et al.*, 2005). Um exemplo de utilização avançada é a produção de biocombustíveis para os transportes, através do conceito de biorrefinarias. A produção de eletricidade com base na combustão direta é um exemplo de utilização convencional. Estima-se que o mercado pela utilização avançada cresça de forma significativa, prevendo-se que no setor dos transportes o mercado de gásóleo na UE seja duas vezes superior ao de gasolina até 2030 (Hoogwijk *et al.*, 2005; WEF, 2010; Star-COLIBRI, 2011). As biorrefinarias poderão ser uma das principais tecnologias e cadeia de valor associada à bioeconomia, quer pela sua escala como potencial (Philp *et al.*, 2013; WEF, 2010). Estas permitem a reutilização de resíduos como matérias-primas para a produção de materiais e geração

de energia e a integração do seu conceito em outros conceitos de sistemas de transformação de madeira (Kangas *et al.*, 2011). As biorrefinarias podem produzir uma ampla gama de produtos finais, criando sistemas de produção que reduzem drasticamente a necessidade de recursos, bem como de resíduos, e apoiam o desenvolvimento de novas indústrias de base biológica e a "ecologização" das indústrias tradicionais (Hamalainen *et al.*, 2011; Nayha *et al.*, 2012). Ao apoiar novas indústrias de base biológica e a "ecologização" das indústrias tradicionais, o conceito de bioeconomia permitirá mudar a balança comercial da UE, em que esta se define como um importador líquido de petróleo e passa a exportar tecnologia e produtos de base biológica (Cichocka *et al.*, 2011). Para um novo cenário de utilização de recursos florestais será integrado o projeto BioREFINA-Ter, no campo das biorrefinarias e utilização de matos e incultos para a produção de biocombustíveis para os transportes. A teoria de inovação industrial de painéis derivados de madeira é a força motriz para o desenvolvimento (Jonsson, 2006). A tendência dos painéis derivados de madeira é de alta qualidade, composto, inteligência e refinamento (Jonsson, 2006). Neste campo, será incluído no presente estudo os resultados obtidos no projeto "Woodcare" para o desenvolvimento de uma nova aplicação técnica para aglomerados de madeira.

As cadeias de valor para o uso de matérias-primas dos ecossistemas florestais para a produção de derivados de madeira e bioprodutos são muito maiores e mais complexas, com um potencial de criação de valor geralmente maior do que quando utilizadas apenas para a geração de energia (Carpentieri *et al.*, 2005). De forma sequencial ou em cascata, o uso seria uma forma particularmente eficaz de utilizar a biomassa associada à criação de valor ideal. Tal contribuiria para minimizar o uso de recursos e reduzir a competição entre diferentes tipos de usos (de alimentos e rações, produtos químicos, materiais e geração de energia: por exemplo, combustível, biogás ou de calor). O desenvolvimento de avaliações de ciclo de vida dos produtos e processos deve englobar toda a cadeia de valor de um produto de base biológica, abordando o ciclo completo desde a produção, extração e comercialização até à utilização e eliminação. Isto traduz-se na passagem da abordagem "*cradle to grave*" rumo a uma nova "*cradle to cradle*", ou seja, desde a origem até à origem numa perspectiva de ciclo fechado (EC, 2011). Além de redução de emissões de CO₂, os futuros aspetos-chave de tais avaliações de

ciclo de vida devem incluir a biodiversidade, proteção do solo, conservação da água, qualidade do ar e sustentabilidade social (FAO, 2010).

A região centro de Portugal é caracterizada por ecossistemas predominantemente florestais, constituídos maioritariamente por povoamentos de pinheiro bravo, eucaliptos e matos e incultos. O sector florestal é extremamente importante para economia da região centro de Portugal e existem diferentes tipos de utilização destes, assim como, estratégias de valorização. Destaca-se que os povoamentos de matos e incultos são caracterizados pela não existência de atividade económica, que compreendem a auto-gestão e o problema dos grandes incêndios florestais, originando uma diminuição muito significativa da competitividade da região. Para o desenvolvimento da Bioeconomia e para a maximização da exploração do valor ambiental, económico e social é importante avaliar a sustentabilidade das opções de exploração económica. Neste contexto, o principal objetivo do presente estudo é determinar o grau de sustentabilidade das principais cadeias de valor existentes na região centro de Portugal, e qual a viabilidade de introdução de novas cadeias de valor, através da aplicação do modelo *Forest GTS*.

5.2. Métodos e materiais

5.2.1. Abordagem *Forest GTS*

Forest GTS é uma ferramenta que analisa os impactos de sustentabilidade no setor de base florestal. O setor de base florestal é descrito como Floresta-Madeira-Cadeias (FMCs) de processos de produção de valor agregado pelo qual os recursos florestais são convertidos em produtos e serviços. As cadeias estendem-se desde a gestão dos recursos florestais até ao fim de vida de um produto de madeira e com as respetivas alocações de massa associadas à integração no seu próprio processo ou em outros de fluxos de massa. A *Forest GTS* aborda as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, económica e social. Os impactos de sustentabilidade são descritos com os indicadores que estão ligados a processos de produção e são resultantes da definição de princípios e critérios (como apresentado no Capítulo 4). Usando o fluxo de material através dos processos da FMC, os impactos de sustentabilidade são determinados em termos gerais e também para as atividades específicas do setor florestal. A *Forest GTS* foi projetada para avaliar os impactos de sustentabilidade das FMC devido a ações deliberadas (por exemplo, nas políticas ou atividades de negócio) ou devido a forças externas (por exemplo, as

alterações climáticas, os mercados globais). No que se segue, descreve-se a sua implementação de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 5.1 e que determina os principais passos efetuados para alcançar os resultados que se apresentam no ponto 5.3. Apresenta-se também a avaliação dos cenários de FMC mais relevantes de uma região de estudo, desde a origem da matéria-prima na floresta até ao mercado (perspetiva “*cradle-to-cradle*”), contabilizando ainda as alterações provocadas pela produção de matéria-prima no ecossistema (impacto da reposição dos valores iniciais dos ecossistemas). A comparação é conseguida através do cálculo do índice $I_{GTS,t}$ para o ano de referência 2013, i.e. $I_{GTS,2013}$. São apresentadas abordagens de simplificação no inventário de ciclo de vida, assim como, no cálculo dos indicadores. Por último, identifica-se também, na Tabela 5.1, quais os indicadores que foram calculados e quais não foram por não se conseguir obter informação credível suficiente para todas as FMC identificadas. É utilizada uma alocação por massa.

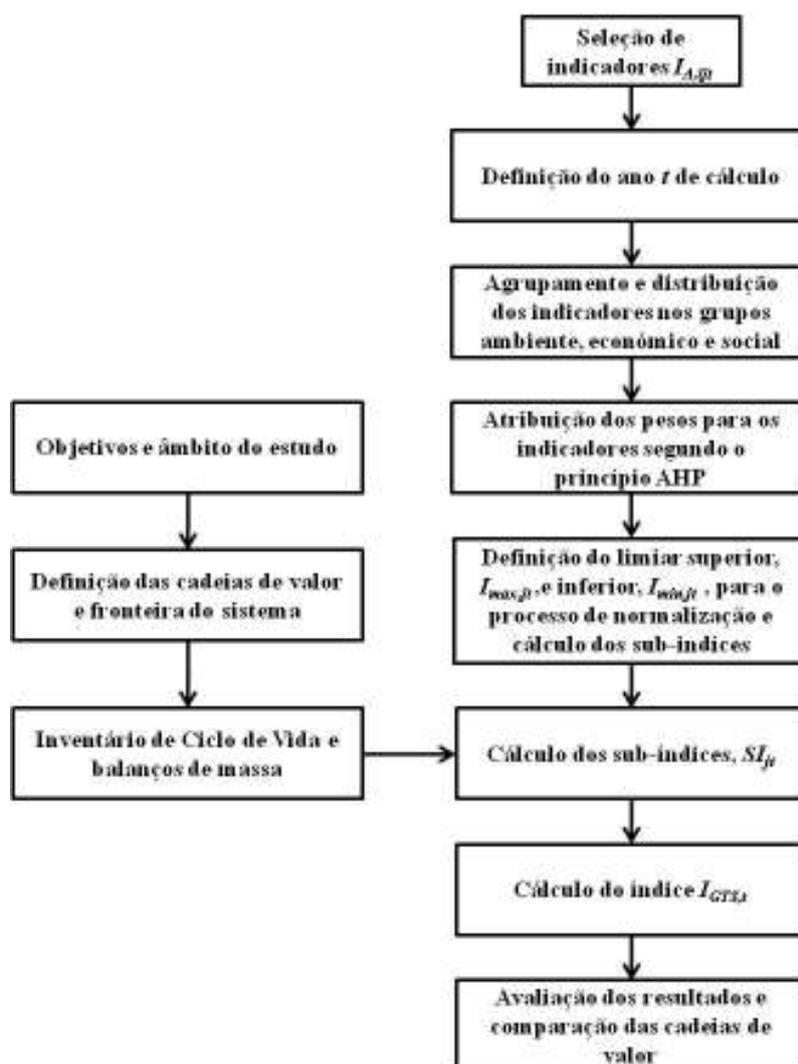


Figura 5.1 Fluxograma de cálculo e abordagem *Forest GTS*.

5.2.2. Área de estudo

O presente trabalho foi realizado como um caso de estudo às principais explorações económicas dos ecossistemas florestais da região centro de Portugal (localização apresentada na Figura 5.2), integrando ainda potenciais cenários de exploração. Esta região tem aproximadamente 891,0 mil ha de floresta, cerca de 27% do total nacional (ICNF, 2013). É um misto de propriedade privada e pública, contudo, não existem dados oficiais sobre qual a dimensão pública e privada. Pelos inventários realizados e entrevistas efetuadas a exploradores florestais, a dimensão média é de 1 a 3 ha na região centro Portugal, sendo que a zona litoral apresenta uma dimensão de propriedade superior à região mais fronteiriça com Espanha. A floresta da região centro de Portugal é caracterizada por tipos diferentes de florestas, dominadas por povoamentos de eucaliptos (em particular o eucalipto glóbulos), pinheiro bravo e matos e incultos (ICNF, 2013). Os povoamentos de matos e incultos são dominados principalmente pelas seguintes espécies: giestas, tojos, carqueja, esteva, silvas, fetos e acácias. No presente estudo foram estudadas uma mistura das seguintes espécies (giestas, tojos, esteva e carqueja), no âmbito do projeto BioREFINA-Ter. O sistema de silvicultura dos povoamentos de eucaliptos apresenta maiores níveis de gestão florestal na altura da plantação e primeiros períodos de crescimento (0-2 anos), assim como, na altura de seleção das varas provenientes da rebentação após o 1º, 2º e 3º corte. O ciclo natural de corte dos povoamentos de eucalipto na região centro é de 12 anos. Como foi referido no Capítulo 2, ainda não é possível apurar do ponto de vista técnico-científico qual o impacto após o 3º corte em termos de prática de silvicultura. Os povoamentos de pinheiro bravo na região centro estão na sua maioria e com maior impacto, associados à regeneração natural, apresentando em algumas situações uma condução de desbastes e podas e noutras situações a uma condução natural do próprio povoamento. A resina foi um importante co-produto dos povoamentos de pinheiro bravo, que permitia um rendimento extra e uma melhor gestão florestal. Hoje essa prática diminuiu significativamente, tendo-se verificado ao longo dos 6 anos de trabalho de inventário, que a partir do ano 2013, presenciou-se a um ligeiro retomar da atividade da resinagem do pinheiro bravo. O pinheiro bravo sofre atualmente em Portugal grandes pressões do ponto de vista económico (diferentes cadeias de valor associadas à exploração da

cálculo do $I_{GTS,t}$ (índice de avaliação de sustentabilidade integrado à escala global) da *Forest GTS*.

De acordo com os princípios e metodologia da ferramenta *Forest GTS*, a utilização de 1 hectare de floresta foi definida como a função do sistema, ou seja, qual a cadeia de exploração que apresenta melhor desempenho sustentável por cada hectare de floresta. A função definida permite-nos comparar posteriormente diferentes cadeias e saídas da fronteira do sistema. Atendendo à necessidade de quantificar o desempenho de cada um dos sistemas, de modo a que possam ser comparados entre si, torna-se essencial definir uma unidade funcional que traduza a função e a eficiência de cada sistema. Sendo assim, foi definida como unidade funcional a exploração de 1 ha de floresta, independentemente do tipo de povoamento presente. Isto permite que seja refletida a eficiência de utilização do solo.

5.2.3.2. Definição das cadeias de valor e fronteira do sistema

De acordo com o inventário realizado e com os dados obtidos juntos das direções regionais de económica portuguesa foi possível identificar as cadeias de valor relevantes e existentes atualmente para a exploração económica do ecossistema florestal da região centro. Neste contexto, apresenta-se o levantamento dessas cadeias na Figura 5.3.

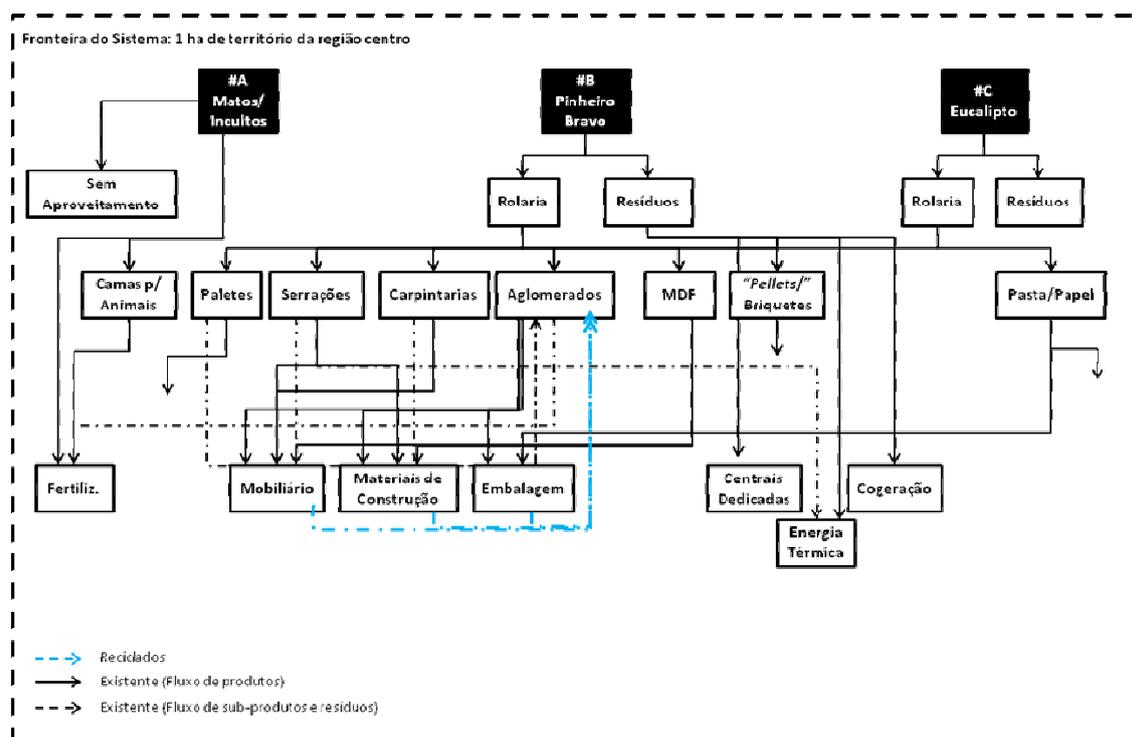


Figura 5.3 Cadeias de valor de exploração económica do ecossistema florestal da região Centro de Portugal.

5.2.3.1. Existentes

Neste ponto apresenta-se na Figura 5.4 quais as cadeias de valor com maior impacto económico em Portugal e que serão objeto de estudo. A seleção teve por base o número de unidades fabris existentes, resultante da informação obtida junto das direções regionais de economia portuguesas, volumes de negócio e dimensão de mercado.

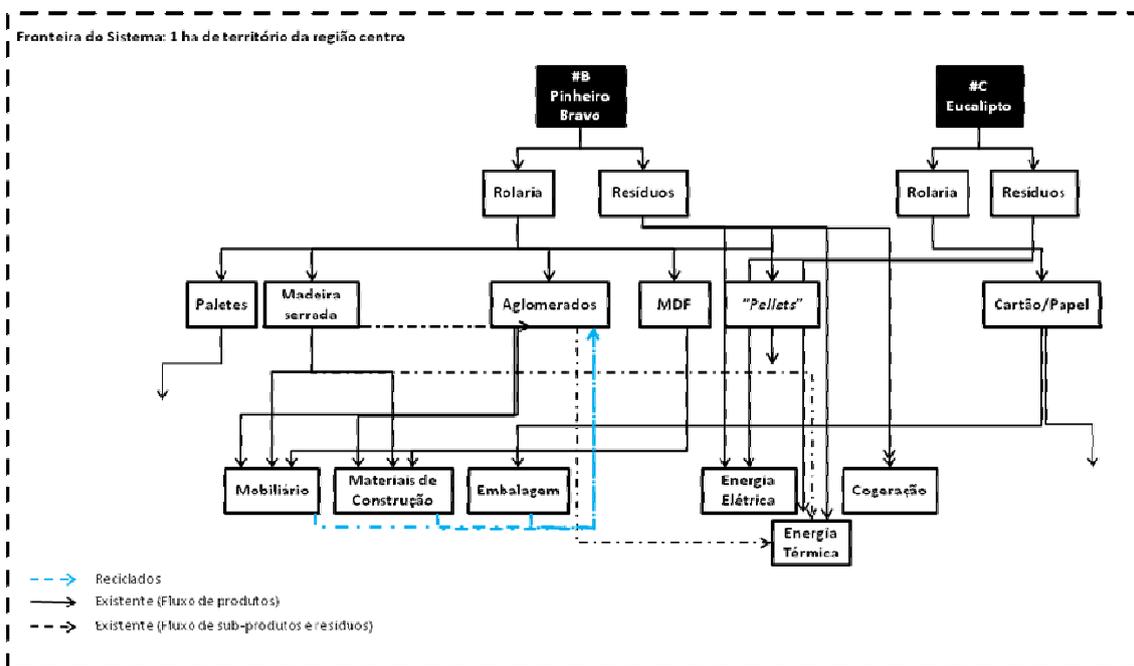


Figura 5.4 Identificação das principais cadeias de valor de exploração da região centro de Portugal.

De acordo com a Figura 5.4 obtém-se as seguintes cadeias de valor:

As cadeias de valor existentes estão associadas a dois ecossistemas principais: o #B Pinheiro Bravo e #C Eucalipto. De seguida descreve-se e apresenta-se a principal informação para cada ecossistema e respetiva cadeia de valor.

#B Pinheiro Bravo:

Produtividade em 36 anos: 180 ton_{verde}/ha de rolaria, com 50% de humidade em base seca, e 120 ton_{verde}/ha de resíduos com 50% de humidade em base seca (resultante do inventário realizado em 3 explorações florestais na região centro nas atividades de corte e recheia, com dimensão de 10 a 20 ha). No estudo Oliveira *et al.* (1999)

realizado a um povoamento de pinheiro bravo do Vale do Tâmega, com 20 ha e corte raso aos 45 anos, com altura média de 20 metros, obteve uma produtividade de 167 ton_{verde}/ha de rolaria, com 50% de humidade em base seca. Em termos médios e para um ciclo de crescimento de 36 anos com corte raso, utilizou-se no presente estudo como produtividade 173,5 ton_{verde}/ha de rolaria, com 50% de humidade em base seca, e 86,8 ton_{seca}/ha de rolaria. Estes valores dão origem a 4,82 ton_{verde}/ha/ano, com 50% de humidade em base seca e 2,41 ton_{seca}/ha/ano. Em termos de resíduos usou-se como resultados 3,33 ton_{verde}/ha/ano, com 50% de humidade em base seca e 1,67 ton_{seca}/ha/ano.

#B1 Paletes

Produção de paletes de madeira, de 22kg por unidade, com base em rolaria de madeira virgem. Apresenta um raio médio de compra de matéria-prima de 50 km, de 10 km para os restantes consumíveis, de 30 km para o transporte dos resíduos industriais. A venda do produto é feita a nível ibérico, com um raio médio de ação de 300 km. O tempo de vida para a madeira serrada e painéis de madeira é de 30 anos para uso e de 20 anos em aterro Dias *et al.* (2007a). Os dados do inventário de ciclo de vida foram todos medidos e recolhidos diretamente pelo presente estudo numa unidade fabril em operação.

#B2 Madeira serrada

Produção de madeira serrada de 4000*140*70, com base em rolaria de madeira virgem. O tempo de vida para a madeira serrada e painéis de madeira é de 30 anos para uso e de 20 anos em aterro Dias *et al.* (2007a). Os dados do inventário de ciclo de vida foram todos medidos e recolhidos diretamente pelo presente estudo numa unidade fabril em operação. O transporte médio utilizado é de 24 ton e 77 m³, sendo que os dados restantes de transporte para este cenário são iguais aos do #B1 (apresentam uma dinâmica industrial similar).

#B3 Aglomerados

Em termos gerais, a produção de painéis aglomerados de partículas de madeira modelada apresenta uma necessidade de rolaria de 46% (matéria-prima virgem), com a incorporação de 21% de reciclados, proveniente de unidades de recolha e pré-tratamento, e 33% de subprodutos de outras unidades de transformação de madeira. Esta

situação original que por cada ha de floresta estas cadeias de valor fabricam mais quantidade de produtos. A humidade média da matéria-prima é de 50%. O transporte médio utilizado é de 24 ton e 77 m³. Considerou-se apenas percursos de ida, pois apresentam otimização logística entre as entradas e saídas da unidade fabril de produção de aglomerados. O raio de ação médio de recolha de matéria-prima é de 60 km, de 200 km para os químicos e outros consumíveis e de 80 km para o caso do consumo de biomassa para a geração de calor para o processo. Considerou-se a distribuição do produto de uma unidade fabril situada em Oliveira do Hospital, da Sonae Indústria, para a empresa “Swedwood” em Paços de Ferreira, 206 km (medido pelo Google Maps®), depois a sua transformação em mobiliário doméstico, e posterior transporte até um a superfície de venda ao público, nomeadamente o IKEA, situado em Matosinhos, que representa um percurso de 33 km (medido pelo Google Maps®). Os dados do inventário de ciclo de vida foram todos medidos e recolhidos diretamente pelo presente estudo numa unidade fabril em operação.

#B3a Mobiliário

Neste cenário específico, além da informação geral apresenta-se, é importante referir que este se refere à produção de aglomerados de partículas de madeira, com revestimento decorativo, para o fabrico de móveis para utilização em habitações domésticas de 2440*1220*16 mm por painel, com densidade 671 kg/m³. O tempo de vida para a madeira serrada e painéis de madeira é de 20 anos para uso e de 20 anos em aterro Dias *et al.* (2007a). Em termos de cenários de fim de vida, Dias *et al.* (2007a), sustenta que, 3% é para aterro, 1% para sistemas abertos, contudo não apresenta dados para a decomposição e reciclagem. Devido aos centros de recolha logísticos e centros de reciclagem urbanos, Portugal já recicla uma parte muito significativa de madeira, sendo que, pelo menos 45% dos painéis de aglomerados de madeira produzidos em 2013 serão reciclados dentro de 20 anos.

#B3b Materiais de Construção

É um cenário de produção de painéis aglomerados de partículas de madeira para o setor da construção, sem revestimento, utilizado para o suporte estrutural mecânico construtivo de 2440*1220*16 mm por painel, com densidade 645 kg/m³. O tempo de

vida para a madeira serrada e painéis de madeira é de 30 anos para uso e de 20 anos em aterro Dias *et al.* (2007a). Similar, ao anterior, no restante contexto.

#B4 MDF

Em termos gerais, a produção de painéis de fibra de madeira de média densidade (do termo inglês “*Medium-density fibreboard, MDF*”) modelada apresenta uma necessidade de rolaria de 96% (matéria-prima virgem), com a incorporação de 4% de subprodutos de outras unidades de transformação de madeira. A humidade média da matéria-prima é de 50%. O transporte médio utilizado é de 24 ton e 77 m³. Considerou-se apenas percursos de ida, pois apresentam otimização logística entre as entradas e saídas da unidade fabril de produção de MDF. O raio de ação médio de recolha de matéria-prima é de 60 km, de 200 km para os químicos e outros consumíveis e de 80 km para o caso do consumo de biomassa para a geração de calor para o processo. Considerou-se a distribuição do produto de uma unidade fabril situada em Mangualde, da Sonae Indústria, para a empresa Swedwood em Paços de Ferreira, 167 km (medido pelo Google Maps®), depois a sua transformação em mobiliário doméstico, e posterior transporte até um a superfície de venda ao público, nomeadamente o IKEA, situado em Matosinhos, que representa um percurso final de 33 km (medido pelo Google Maps®). Os dados do inventário de ciclo de vida foram todos medidos e recolhidos diretamente pelo presente estudo numa unidade fabril em operação.

#B4a Mobiliário

Neste cenário específico, além da informação geral apresenta-se, é importante referir que este se refere à produção de painéis MDF, com revestimento decorativo, para o fabrico de móveis para utilização em habitações domésticas de 2440*1220*16 mm por painel, com densidade 750 kg/m³. O mesmo tempo de vida tempo de vida e cenário de fim de vida do apresentado para o cenário #B3a.

#B4b Materiais de Construção

É um cenário de produção de painéis de MDF para o setor da construção, sem revestimento, utilizado para o suporte estrutural mecânico construtivo de 2440*1220*16 mm por painel, com densidade de 740 kg/m³. O tempo de vida é igual ao apresentado no cenário #B3b e cenário de fim de vida do apresentado no #B3a.

#B5 “Pellets” – Resíduos

Em termos gerais, este cenário de produção de “pellets” é feito através de resíduos florestais de pinheiro bravo, com um poder calorífico inferior de 16 MJ, humidade de 9%, com diâmetro de 6 a 8 mm e comprimento 20 mm, e densidade de 650 kg/m³. A humidade média da matéria-prima é de 50%. O transporte médio utilizado é de 24,0 ton e 77,0 m³. Considerou-se apenas percursos de ida e volta, com um raio de ação médio de recolha de matéria-prima é de 30 km. Em termos de escoamento do produto, visto que em Portugal 97,0 % a 99,0% dos “pellets” são exportados, considerou-se a exportação para o mercado holandês, através do porto marítimo de Aveiro. Isto equivale a um percurso de 107,0 km em Portugal via camião (distância da empresa Pinewells da zona industrial de Arganil até ao Porto marítimo de Aveiro, dados obtidos via Google Maps®), mais 1787, 2 km por navio, mais 70,0 km de transporte do porto de Roterdão para um consumidor local de média a grande dimensão. Considerou-se a utilização de “pellets” numa caldeira térmica com potência instalada de 100,0 kW, com 85% de eficiência térmica. Os dados do inventário de ciclo de vida foram todos medidos e recolhidos diretamente pelo presente estudo numa unidade fabril em operação.

#B6 “Pellets” – Rolaria

Muito similar ao #B5, mudando apenas o tipo de matéria-prima, ou seja, utilização de rolaria de madeira virgem para a produção de “pellets”.

#B7 Energia Térmica – Resíduos

Este cenário representa a geração de energia térmica através da combustão direta em grelha inclinada móvel com 70,0% de eficiência energética. Considerou-se um poder calorífico inferior de 9200,0 MJ/ton_{verde} com 50,0% de humidade em base seca, de acordo com análises de calorimetria que foram realizadas. Raio de ação de recolha de matéria-prima de 30,0 km, por camião de 24,0 ton e 77,0 m³. Inventário realizado a uma unidade de produção.

#B8 Energia Elétrica – Resíduos

Mesmo poder calorífico inferior considerado para a matéria-prima do #B7 e cenário de recolha de matéria-prima. Rendimento líquido de eficiência de 21,0% considerando que se trata de um processo de ciclo de Rankine, com uma caldeira de

combustão interna de grelha inclinada móvel. Inventário realizado a uma unidade de produção.

#B9 Energia Elétrica – Rolaria

Devido à percentagem menor de inertes considerou-se um poder calorífico inferior de 9800 MJ/ton_{verde} com 50% de humidade em base seca e rendimento líquido de 22,0%. As restantes considerações são equivalentes ao cenário #B8. Inventário realizado a uma unidade de produção.

#B10 Cogeração – Resíduos

Cenário similar ao #B8, mas com aproveitamento de calor excedente do processo de geração de vapor. Foi considerado um rendimento elétrico equivalente de 56,5%. Inventário realizado a uma unidade de produção.

#B11 Cogeração – Rolaria

Cenário similar ao #B9, mas com aproveitamento de calor excedente do processo de geração de vapor. Foi considerado um rendimento elétrico equivalente de 61,5%. Inventário realizado a uma unidade de produção.

#C Eucaliptos

Considerou-se, a instalação de povoamentos de eucaliptos, com 3 cortes a cada 12 anos, com respetiva manutenção entre cortes e no final do 3º corte, surripar para o restabelecimento das condições iniciais do povoamento, visto tratar-se de uma espécie de crescimento rápido, com rebentação natural dos cepos e sem a possibilidade, de acordo com o estado da arte atual de silvicultura, de introdução de outras espécies arbustivas ou plantas, sem que esta fique predominante. Em termos de produtividade, pelo inventário realizado durante 3 operações florestais obteve-se um rendimento, para um ciclo de 36 anos, de 680 ton_{verde}/ha, a 50% de humidade em base seca, e para os resíduos, de 101 ton_{verde}/ha. Isto equivale a uma média de produção anual de rolaria de 18,89 ton_{verde}/ha, a 50% de humidade em base seca, ou seja, 9,44 ton_{seca}/ha, além disso, apresentam uma média de produção anual de resíduos de 2,81 ton_{verde}/ha, a 50% de humidade em base seca, ou seja, 1,40 ton_{seca}/ha.

#C1 Papel

A produção mais típica de papel em Portugal é tipo "*Woodfree uncoated papers*" de acordo com o relatório de contas de 2013 do grupo Portucel/Soporcel e pelo método Kraft (Portucel, 2013). A humidade média da matéria-prima é de 50%. A unidade fabril escolhida é do Grupo Portucel, sediada na Figueira da Foz. O transporte médio utilizado é de 24, ton e 77,0 m³. Considerou-se apenas percursos de ida, pois apresentam otimização logística entre as entradas e saídas da unidade fabril de produção de papel. O raio de ação médio de recolha de matéria-prima é de 60 km. Como 95% da produção é exportada, com 71,3% para a Europa, considerou-se o mesmo cenário de exportação dos "*Pellets*", ou seja, para o mercado holandês, gerando assim um percurso de 14 km até ao porto da Figueira da Foz, e de 1818,2 km até ao Porto de Roterdão, via navio, e mais 70 km para distribuição local. O tempo de vida do papel para impressão e escrita é de 10 anos para uso e de 20 anos em aterro Dias *et al.* (2007a). Em termos de cenários de fim de vida, Dias *et al.* (2007b), sustenta que, 53% é para aterro, 18% para inceneração, 4% para decomposição e 25% para reciclagem. O inventário de ciclo de vida deste cenário foi realizado também com base no estudo Dias (2005), realizado também a uma situação real portuguesa.

#C2 Pasta

Cenário muito similar ao do Papel, diferenciado apenas no produto, que se trata de pasta para posterior utilização em outros processos. Não foi considerado cenário de tempo de vida e de fim de vida, visto ser um produto para utilização em outro processo industrial. Também foi considerado o mesmo cenário de exportação, porque a produção de pasta em Portugal, que não é utilizada para produzir papel em Portugal é exportada 100% praticamente. O inventário de ciclo de vida deste cenário foi realizado também com base no estudo Dias (2005), realizado também a uma situação real portuguesa.

#C3 Energia Térmica – Resíduos

Cenário similar ao #B7, mas considerando uma matéria-prima diferente e com um poder calorífico inferior de 9400 MJ/ ton_{verde} com 50,0% de humidade em base seca, de acordo com análises de calorimetria que foram realizadas. Inventário realizado a uma unidade de produção.

#C3 Energia Elétrica – Resíduos

Cenário similar ao #B8, mas considerando uma matéria-prima diferente e com um poder calorífico inferior de 9400 MJ/ ton_{verde} com 50,0% de humidade em base seca, de acordo com análises de calorimetria que foram realizadas. Inventário realizado a uma unidade de produção.

#C5 Cogeração - Resíduos

Cenário similar ao #B10, mas considerando uma matéria-prima diferente e com um poder calorífico inferior de 9400 MJ/ ton_{verde} com 50,0% de humidade em base seca, de acordo com análises de calorimetria que foram realizadas. Inventário realizado a uma unidade de produção.

5.2.3.2. Novos cenários

Na Figura 5.5 apresentam-se os novos cenários modelados como possíveis de integração no ecossistema florestal da região centro de Portugal.

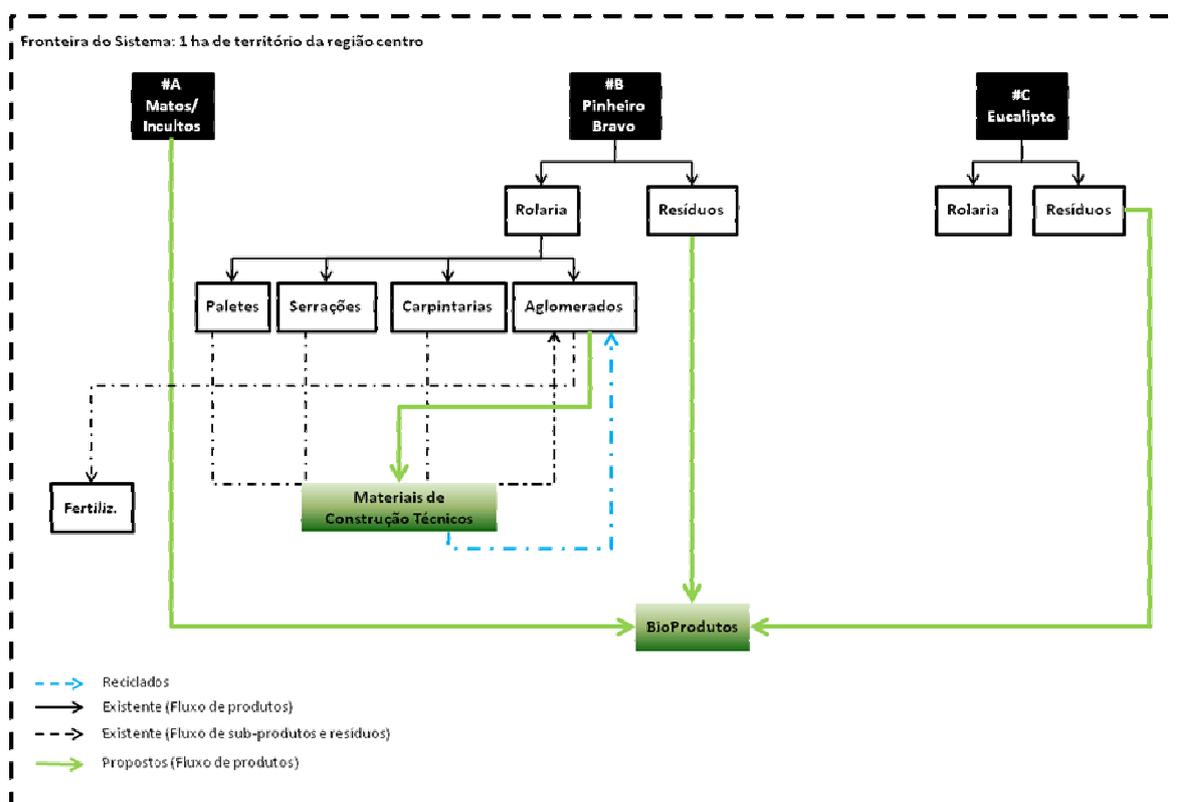


Figura 5.5 Identificação de cenários alternativos de exploração económica não existentes.

No contexto dos novos cenários possíveis de exploração dos principais ecossistemas florestais da região centro, obtém-se as seguintes cadeias de valor:

#A Matos e Incultos

#A1 Biorrefinarias (FT-Diesel)

Este cenário refere-se à produção de um biocombustível de 2ª geração, o Fischer-Tropsch diesel (FT-Diesel), através de um processo termoquímico de conversão de recursos lenho-celulósicos. Os resultados apresentados foram calculados com base nos dados obtidos no projeto *BioREFINA-Ter*. Tem como principais rendimentos, 32% de conversão por cada ton_{seca} de matéria-prima. Apresenta um consumo de 11% para geração de energia elétrica, 8% para energia térmica e gera mais um excedente de energia elétrica de 9%.

#A 1/3 Matos e Incultos + 1/3 resíduos florestais de pinheiro bravo + 1/3 de resíduos de eucalipto

#A2 Biorrefinarias (FT-Diesel)

Cenário muito similar ao #A1, mas representa a mistura de 3 tipos de matérias-primas, de acordo com a própria designação.

#B Pinheiro bravo

#B12 Aglomerados técnicos

#B12a Material de construção técnico

Cenário muito idêntico ao #B3b, mas com uma aplicação de mercado diferente. Este cenário refere-se ao fabrico de um novo tipo de aglomerado para uma aplicação técnica, nomeadamente como isolante à radioatividade natural. Os dados obtidos de mercado, resultaram do projeto *Woodcare*. Em termos de produção e inventário de ciclo de vida, este produto apenas apresenta uma variação de 1% em relação ao #B3b originada por a composição ser diferente. Como a diferença é muito pequena, considerou-se o mesmo inventário de ciclo de vida do #B3b.

5.2.3.3. Fontes de informação

A recolha de dados para os vários sistemas foi efetuada por diversas formas. Para a produção e transporte de madeira e resíduos efetuou-se entrevistas e monitorização a madeireiros e produtores florestais experientes (mais de 20 anos de serviço). Obteve-se também dados junto de empresas ligadas ao sector florestal de transporte e trituração. Outros dados foram obtidos diretamente em diversas unidades fabris de processamento

e transformação de madeira na região centro de Portugal. As informações foram depois completadas com base em alguns dados da literatura técnico-científica (e.g. Nunes, 2008 e Dias, 2005). Utilizou-se também, para a questão do transporte e obtenção de dados de impacte ambiental, os métodos de avaliação do Simparo® (“CML 2, baseline 2000”, “Ecoindicator 99 (H)”, “Cumulative Energy Demand 1.05”).

5.2.3.4. Qualidade dos dados

O estudo foi efetuado com base em informação recolhida diretamente a produtores florestais, diversas unidades fabris de transformação, literatura técnico-científica, base de dados do programa SimaPro® de matérias-primas e processos de transporte e emissões associadas a estes e a processos de combustão e recorrendo também ao procedimento de cálculo do programa SimaPro® que recorre a metodologias reconhecidas pela comunidade técnico-científica para alguns indicadores de impacte ambiental, e o Ecoinvent® para a parte do processo de transporte das cadeias de valor. A recolha direta de informação das cadeias de valor de exploração do ecossistema florestal da região centro é resultado de 9 anos de recolha de informação, que permitiu cruzar dados, obter valores médios com uma base segurança importante e sem interferência de outras entidades ou metodologias de recolha de informação. Os novos cenários foram calculados com base em informação de projetos de investigação desenvolvidos em paralelo com o presente estudo e coordenados por si, permitindo um controlo e levantamento com o mesmo nível de qualidade do realizado para os cenários existentes.

5.2.3.5. Hipóteses consideradas

Nesta subsecção apresentamos nos pontos seguintes, as principais hipóteses consideradas no presente estudo:

- i) 2013 é o ano de estudo e que define a variável t do índice $I_{GTS,t}$;
- ii) as culturas energéticas em Portugal não são muito comuns, apenas as culturas dedicadas de povoamentos de eucalipto glóbulos com fins industriais, as quais se aproximam ao conceito de culturas energéticas.

- iii) na literatura encontramos estudos, e.g. Liski *et al.* (2002), que fazem uma análise bibliográfica sobre o balanço de carbono no solo, onde concluem que devido aos inúmeros fatores que estão associados, podemos ter valores na ordem de -34% a 60% do volume de carbono retido nos solos. Devido a esta elevada incerteza optámos por considerar nulo o stock de carbono no solo, à semelhança de outros estudos (Heller *et al.*, 2003; Mann e Spath, 1997) que referem a grande controvérsia existente na literatura;
- iv) com base nas conclusões do estudo Gasol *et al.* (2007), os consumos de energia e as emissões de GEE associadas às infraestruturas, à construção de equipamentos, máquinas e alaias agrícolas e utensílios agrícolas tem um contributo pouco significativo, pelo que não foram consideradas neste estudo;
- v) com base nas entrevistas realizadas neste trabalho, em Portugal verificámos por vezes, principalmente nos locais mais montanhosos, que os parques florestais se encontram distantes dos locais de recolha, podendo esta distância chegar aos 10 km ou mais. Considerámos neste estudo que o parque florestal se encontra nas imediações do local de corte e extração da biomassa, não existindo assim, um processo de transporte relevante entre os povoamentos e os parques florestais;
- vi) não contabilizámos o consumo do óleo de lubrificação, decorrente do processo de corte de árvores;
- vii) os materiais de construção e de manutenção dos camiões de transporte (24 e 15 toneladas) podem ser desprezados porque o seu impacte energético e de emissões de GEE é muito reduzido, Gasol *et al.* (2007), verificando-se que para os restantes indicadores também não apresentam relevância;
- viii) o consumo de óleo dos motores nos transportes pesados não foi considerado, pois cada 30 litros de óleo (óleo semi-sintético) permitem realizar 50.000,0 km, o que equivale a [0,0015 – 0,0024] litros por tonelada de

Análise do desempenho de sustentabilidade da exploração do ecossistema florestal da região centro de Portugal com a aplicação do Forest GTS: cadeias de valor atuais e novos sistemas

madeira/resíduos, ou seja, $[3 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-6}] \text{ MJ}_{\text{óleo}}/\text{MJ}^{15}$, podendo baixar ainda mais 1 ou 2 ordens de grandeza no contexto da unidade funcional 1 ha;

ix) Os cogumelos não entram na valorização económica do ecossistema dos povoamentos do pinheiro bravo, porque a maioria dos cogumelos explorados atualmente nestes sistemas são do tipo *Tricholoma equestre* (nome comum, míscaro amarelo), os quais apresentam problemas de toxicidade humana e de segurança alimentar, não sendo assim um valor económico. Apesar de se ter verificado na fase de inventário a exploração também do *Lactarius deliciosus*, cogumelo comestível, a sua expressão de mercado é pouco significativa;

x) A pinha e as agulhas dos povoamentos do pinheiro bravo apresentam algum um potencial económico, contudo como já não é uma prática recorrente da região centro a sua apanha, como era feita antes da década de 90, não foi considerado o contributo destes co-produtos;

xi) A resina é um co-produto importante dos povoamentos de pinheiro bravo e pode ser explorado a partir dos 20 a 25 anos de idade (dependendo do crescimento do povoamento), ou quando atingem um perímetro de 60 cm à altura de 1,6 metros. Permite gerar um rendimento anual para o resineiro de 3 a 5€ por pinheiro. Isto resulta numa valorização económica extra de 1200 a 1600 €/ha para os povoamentos de pinheiro bravo.

5.2.4. Inventário de ciclo de vida

O inventário foi realizado desde a produção de matéria-prima ou recolha (no caso dos resíduos ou dos povoamentos de regeneração natural, como é o caso o pinheiro bravo) até à venda ao consumidor final, em superfícies comerciais no caso dos produtos derivados de madeira, ou rede de distribuição de energia (cadeias de valor de eletricidade) ou na utilização em motores (biocombustível) ou em caldeiras (combustão direta de “pellets”, resíduos e rolaria).

¹⁵ Consideramos um PCI para o óleo de $38,1 \text{ MJ}/\text{dm}^3$, de acordo com informações disponibilizadas pela Sonae Indústria – Oliveira do Hospital.

O inventário realizado para o cálculo do índice de avaliação de sustentabilidade integrado à escala global $I_{GTS,t}$ foi efetuado por forma a conseguir obter o máximo de informação credível para permitir calcular os indicadores identificados na Tabela 5.1. Inventário realizado desde 2005 até 2013 a diversas entidades coletivas e singulares de exploração florestal, produção de madeira serrada e paletes, trabalhadores de fábricas de produção de pellets, transportadoras de M.P. e outros produtos, delegações regionais dos ministérios da economia, produção de aglomerados e MDF, centrais de produção dedicada de eletricidade e sistemas de cogeração em Portugal e a um sistema “*District Heating*”, nos alpes suíços para resíduos florestais e sistemas de cogeração. Além disso, foram obtidos dados no âmbito do projeto BioREFINA-Ter (projeto na área das Biorrefinarias, desenvolvido na Associação BLC3), projeto Woodcare (desenvolvimento de um sistema de impermeabilidade à radioatividade natural, através de um produto à base de madeira).

5.3. Resultados

O presente estudo aplica-se à avaliação das principais cadeias de valor de exploração dos ecossistemas florestais da região centro de Portugal. Este ponto apresenta os resultados para as cadeias de valor existentes, assim como, para novos cenários modelados, nomeadamente um cenário de exploração para a produção de FT-Diesel através de conceitos de biorrefinarias e um outro de produção de aglomerados de partículas de madeira técnicas para um campo de aplicação no isolamento de radioatividade natural no interior de edifícios. Para obtenção dos resultados de avaliação é recorrido à ferramenta Forest GTS. Esta é constituída por 3 grupos principais, o ambiente o económico e o social. O grupo do ambiente é composto por 6 princípios, 15 critérios e 38 indicadores, o económico por 3 princípios, 7 critérios e 14 indicadores e o social por 6 princípios, 7 critérios e 2 indicadores. Foi possível calcular a maioria dos indicadores da *Forest GTS*, contudo, e devido à falta de alguma informação para todas as cadeias de valor, alguns desses indicadores não foram calculados. Nas Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3 serão apresentados os indicadores usados e não usados que fazem parte do modelo de cálculo da *Forest GTS*. É importante referir, que apesar da complexidade das cadeias de valor e dos ecossistemas florestais que foi possível calcular 92,1% dos

indicadores ambientais, 92,8% dos económicos e 68,2% dos sociais, conferindo assim uma base importante de resultados. Nos pontos 5.3.1 serão apresentados os resultados do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ agregados e específicos por grupo de indicadores para as principais cadeias de valor existentes e identificadas no ponto 5.2.3.1. No ponto 5.3.2 apresentam-se o mesmo tipo de resultados mas para dois cenários novos e possíveis de exploração dos ecossistemas florestais da região centro. O campo “Facto de Impacto” das tabelas de resultados apresenta Algarismos Significativos diferentes, devido à importância de apresentar o grau de precisão de cálculo utilizado. Os outros campos apresentam um menor número de Algarismos Significativos para facilitar a leitura dos dados, contudo, e excepcionalmente, o indicador IS1.1 apresenta Algarismos Significativos diferentes, devido a ser um indicador relacionado com o número de empregos, e como a região de estudo é da ordem de grandeza de milhões de hectares, justifica-se utilizar o grau de precisão que se apresenta.

Tabela 5.1 Identificação dos indicadores ambientais utilizados e não utilizados (marcados com sombreado) na avaliação das cadeias de valor

PA1 - Manutenção dos elevados valores de conservação florestal

CA1. Biodiversidade, flora, fauna e paisagem

IA1. Floresta primária deve ser excluída a menos que se comprove que a recolha de madeira não interfere com a proteção da natureza

IA2. Número de espécies de flora a co-habitar com o ecossistema florestal

IA3. Não introdução de novas espécies arbóreas e promoção de espécies autóctones

IA4. Promoção da utilização dos recursos genéticos do território e de espécies autóctones

IA5. Variação da área de floresta e outros terrenos arborizados protegidos para conservar a biodiversidade, paisagens e elementos naturais específicos, de acordo com "MCPFE Assessment Guidelines" a 10 anos. Escala: diminuição acentuada, diminuição, manutenção, aumento e aumento acentuado de habitats naturais.

PA2 - A madeira, para fins transformativos ou energéticos, deve ser produzida de forma ambientalmente responsável

CA2. Proteção dos recursos

IA6. Uma quantidade adequada de resíduos ou matéria orgânica é uniformemente deixada no chão para proteger a biodiversidade. Se não houver limites mais adequados disponíveis uma recomendação geral é que a recolha de massa de madeira não deve exceder 1/3 do total de massa disponível. A recolha intensiva pode ser realizada se for comprovado que é benéfico para o ecossistema ou por razões de proteção contra fatores abióticos e bióticos.

IA7. Áreas ciliares em cursos d'água: pelo menos 100 m dos ecossistemas ribeirinhos do curso de água é estabelecido para proteger os recursos de água doce.

CA3. Clima

IA8. Emissões de GEE

CA4. Energia, recursos renováveis e não-renováveis

IA09. Uso total de energia renovável

IA10. Uso total de energia não renovável

IA11. Uso de energia total por tipo de vetor

IA11.1 Eletricidade da rede de distribuição

IA11.2 Calor

IA11.3 Combustível

IA12. Geração local de energia através de renováveis

IA12.1 Calor

IA12.2 Eletricidade

IA12.3 Combustível

CA5. Produção, geração e reciclagem de resíduos

IA13. Proporção de resíduos gerados por cada ha de recurso florestal utilizado

IA14. Proporção de resíduos perigosos gerados em relação ao total de resíduos gerados

IA15. Quota de resíduos para reciclagem de materiais e utilização em outras unidades fabris como simbiose industrial sobre o total de resíduos gerados

CA6. Produção, consumo, reciclagem e disposição final dos produtos florestais

IA16. Quota de matéria-prima virgem utilizada por cada ha de floresta face ao produto final

IA17. Quota da capacidade de matéria-prima reciclada para a mesma cadeia de valor por cada ha de floresta face ao volume total de madeira gerado no ha

CA7. Qualidade e impacte ambiental

Tabela 5.1 Identificação dos indicadores ambientais utilizados e não utilizados (marcados com sombreado) na avaliação das cadeias de valor (continuação)

CA7. Qualidade e impacto ambiental
IA18. Poluição atmosférica (não contabilização das emissões de GEE neste indicador): existem muitos tipos de poluentes, dependendo do tipo de processo em causa e que podem causar poluição (níveis de concentração não suportados pelo ambiente). Considera-se avaliação de danos ao nível da saúde humana, qualidade dos ecossistemas e depleção dos recursos. A contabilização é feita em relação ao ciclo de vida completo.
CA8. Água: qualidade e recurso
IA19. Uso de água em todo o processo de transformação e conversão, desde a recolha da matéria-prima até ao consumidor final
IA20. Uso de água no ecossistema florestal para a produção de Matéria-prima
IA21. A qualidade da água dos recursos hídricos e freáticos deve ser mantida ou melhorada
CA9. Solo: qualidade e recurso
IA22. Recurso à utilização de solos com nível de proteção superior a médio da área florestal e arborizada utilizada
IA23. Solo com aptidões de produção agrícola
IA24. As propriedades químicas do solo (pH, C/N, C orgânico e base de saturação) é mantida ou melhorada
IA25. Perda de qualidade do solo, quer ao nível de compactação como de erosão, originada pela exploração do ecossistema florestal ou introdução de novas espécies
IA26. % de perda de nutrientes e capacidade produtiva do solo originada pela recolha de todo o tipo de madeira (é contabilizado a reposição de nutrientes por intermédio de cinzas de madeira ou método de silvicultura sem recurso a fertilizantes minerais)
CA10. A possibilidade ou a escala de riscos no ambiente
IA27. Quantidade de agro-químicos usados por cada ha de ecossistema florestal, em todo o ciclo de vida
CA11. Mobilidade (modos de transporte)
IA28. Distância de transporte média
PA3 - Política, planeamento e estrutura institucional conducentes a uma gestão florestal sustentável
CA12. Gestão sustentável
IA29. Existe um plano de gestão florestal ou equivalente e está sendo cumprido na prática
IA30. A remoção de madeira e resíduos verifica-se em áreas sem risco de esgotamento de nutrientes (áreas verdes) ou com risco que pode ser reduzido (áreas amarelas) de acordo com mapas desenvolvidos de risco de nutrientes do solo. A fertilização, incluindo a reciclagem de cinzas de madeira é verificada com o fim de evitar o esgotamento de nutrientes. A reciclagem de cinzas de madeira garante que nenhuma carga de metais pesados (acima dos níveis atuais em solos florestais) ocorre. Sua aplicação deve é feita de acordo com as diretrizes regionais ou com recomendações gerais definidas. Toros e raízes são deixadas na floresta e apenas existe extração selecionada sem erosão negativa e impactos no esgotamento dos nutrientes.
IA31. A recolha tem em consideração o declive (> 35 graus). Se a colheita é realizada em áreas de encostas mais altas devem ser fornecidas provas de que os limites definidos para outros indicadores são mantidos. A remoção de resíduos é permitida a partir de solos com baixo (áreas verdes) e médio (áreas amarelas) risco de perturbação de acordo com o revolvimento do solo desenvolvido para o efeito a nível do suporte. Considera a possibilidade de necessidade de reconversão do solo para reposição do ecossistema original no caso de introdução de novas espécies.
IA32. Quota de recursos provenientes de áreas certificadas (de acordo com a média de área florestal certificada utilizada face à área total)
IA33. Estrutura etária e/ou diâmetro de madeira utilizado em função do tamanho de produto final colocado no mercado: volume do produto final por volume de madeira recolhido no ecossistema florestal

Tabela 5.1 Identificação dos indicadores ambientais utilizados e não utilizados (marcados com sombreado) na avaliação das cadeias de valor (continuação)

PA4 - Acompanhamento e monitorização
CA13. Saúde animal e vegetal, alimentos e rações de segurança
IA34. A exploração económica do ecossistema florestal está associada a um plano de acompanhamento e monitorização, com possibilidades de implementação de medidas de melhoria e de adaptação para promover a proteção dos serviços e funções e produtividade do ecossistema
PA5 - Saúde e vitalidade dos ecossistemas florestais
CA14. Saúde animal e vegetal e riscos bióticos e abióticos
IA35. Risco de incêndio induzido pelo tipo de ecossistema e prática de exploração florestal face à média existente no território de exploração
IA36. Prática de gestão florestal praticada induz problemas de fitossanidade animal e vegetal
PA6 - Manutenção e incentivo das funções produtivas das florestas (produtos madeireiros e não-madeireiros)
CA15. Manutenção, conservação e encorajamento apropriado dos serviços e funções dos ecossistemas florestais
IA37. Florestas de proteção - de infraestrutura e gestão de recursos naturais: área de floresta e outros terrenos arborizados designados para proteger infraestrutura e recursos naturais contra riscos naturais
IA38. Florestas de proteção - solo, água e outras funções do ecossistema: área de floresta e outros terrenos arborizados designados para prevenir a erosão do solo, preservar os recursos hídricos, ou para manter outras funções do ecossistema florestal

Tabela 5.2 Identificação dos indicadores económicos utilizados e não utilizados (marcados com sombreado) na avaliação das cadeias de valor**PE1 - A produção deve ser economicamente viável****CE1. Produção economicamente viável de madeira**

IE1. Custo médio de produção (CMP) e parte do custo dos materiais à base de madeira

IE1.1. Quota de custo de matéria-prima em relação ao custo médio de mercado do produto final (consumidor final): € kg produto no consumidor / € kg M.P. base seca

PE2 - Competitividade, mercados e desenvolvimento do setor e regiões de base florestal**CE2. Competitividade e fluxos de investimento**

IE2. Eficiência económica de utilização da área florestal (Valor económico bruto gerado até ao consumidor por cada ha de área florestal ou arborizada utilizado)

IE3. Produtividade laboral

IE3.1 Capacidade de fabrico por emprego

IE3.2 Produção económica anual por emprego

IE4. Eficiência de utilização de área florestal (modificado para estar em consonância com a unidade funcional – 1 ha – ou seja, a eficiência é no início de ciclo de vida e não por unidade de produto final): Volume de produto gerado por área de floresta e área de outras terras arborizadas utilizadas

IE5. Investimento em capital fixo

CE3. Competição no mercado interno

IE6. Impacto na competição do mercado interno e desequilíbrio das atividades económicas existentes

CE4. Inovação e Investigação

IE7. Número de produtos novos ou significativamente melhorados a partir do mesmo processo de transformação/conversão

IE8. Partilha do volume de negócios de produtos novos ou significativamente melhorados em percentagem do volume de negócios total

IE9. Despesa em I&D no total

CE5. Regiões e atividade empresarial

IE10. Número de explorações florestais e empresas de base florestal classificada por classes de tamanho

IE10.1 Número de explorações florestais

IE10.2 Tamanho exploração florestal médio

IE11. Classificação da atividade económica de acordo com o vetor de utilização

IE12. Número de simbioses regionais

PE3 - Balança comercial e comércio internacional**CE6. Balança comercial**

IE13. Importações e exportações de madeira e produtos derivados de madeira e produtos

IE13.1 % de Importação de matérias-primas e produtos (em massa)

IE13.2 % de Exportação dos produtos derivados do ecossistema florestal (em massa)

CE7. Comércio internacional

IE14. Cumprimentos das regras da OMC e de não discriminação

Tabela 5.3 Identificação dos indicadores sociais utilizados e não utilizados (marcados com sombreado) na avaliação das cadeias de valor

PS1. Mercado de trabalho

CS1 Emprego e mercado de trabalho

CS2 Igualdade no tratamento e nas oportunidades

IS1. Número de pessoas empregadas em total e por género por ha de ecossistema explorado em todo o ciclo de vida

IS1.1. Número de empregos gerados por ha de floresta explorado

IS1.2. Quota de pessoas femininas empregadas sobre o total (pessoas (em tempo total equivalente a um ano)

IS2. Ordenado e salário classificado por género e em termos relativos

IS2.1. Percentagem de salário médio acima do ordenado mínimo nacional

IS2.2. Quota de salário médio das mulheres abaixo do ordenado médio dos homens

IS3. Quota de funcionários com educação pós-secundária e terciária

CS3 - Normas e direitos (qualidade de trabalho)

IS4. Cumprimento das normas e direitos de trabalho

PS2. Os direitos dos povos indígenas

CS4 - Proteção de determinados grupos

IS5. Reconhecimento e respeito pelos direitos consuetudinários e tradicionais dos povos indígenas

PS3. Posse e uso de direitos e responsabilidades

IS6. Não impedimento pelo uso do solo a longo prazo por outra atividade ou pessoa singular ou coletiva

PS4. Segurança e saúde pública e proteção social

CS6 - Saúde pública e segurança

IS7. Acidentes ocupacionais não fatais

IS8. Acidentes ocupacionais fatais

IS9. Doenças profissionais

CS7 - Crime e terrorismo

IS10. Registo de incidentes criminosos e terroristas ao nível direto e indireto (inclui a relação com os terceiros de aquisição bens ou serviços)

CS8 - Uso de substância mais perigosas

IS.11 Toxicidade humana

CS9. Proteção das crianças

IS12. Registo de trabalho infantil não legal

Tabela 5.3 Identificação dos indicadores sociais utilizados e não utilizados (marcados com sombreado) na avaliação das cadeias de valor (continuação)

IS12. Registo de trabalho infantil não legal
PS5. Gestão sustentável de capital social
CS10 - Promoção do desenvolvimento rural
IS13. Impacto no número de empregos em áreas rurais (quota de emprego no local rural da empresa sobre o total: urbano e rural)
CS11 - Acesso à justiça e aos média
IS14. Impedimento, direto ou indireto, no acesso à justiça e aos meios de comunicação a terceiros ou concorrentes
CS12 - Prestação de serviços florestais públicos (recreio e lazer, cultura, proteção e prosperidade)
IS15. Acessibilidade ao recreio (floresta designada para uso recreativo)
IS16. Valores culturais e espirituais (conservação de locais de valor cultural e espiritual no interior de áreas florestais)
IS17. Serviços de proteção (floresta designada para proteção)
IS18. Prosperidade local
IS18.1 Operações de gestão e de marketing florestal devem incentivar o uso otimizado e o processamento local da diversidade de produtos da floresta.
IS18.2 Gestão florestal deve-se esforçar para fortalecer e diversificar a economia local, evitando a dependência de um único produto florestal.
IS19. Valor paisagístico (Remoção de resíduos não-florestais do interior de áreas florestais e manutenção do valor paisagístico)
CS13 - Vida privada e familiar, dados pessoais
IS20. Número de violações de propriedade privada, familiar ou de dados pessoais
CS14 - Respeito e cumprimento pelas medidas legais e autoridades
IS21. Violações legais e desrespeito às autoridades
PS6 - Não competição produtiva e não influência no preço dos bens alimentares
CS14 - Competitividade com setor alimentar
IS22. Competição com o setor alimentar

5.3.1. Aplicação às cadeias de valor existentes

Na Tabela 5.4 apresenta-se os resultados agregados por vetores de avaliação, i.e. por grupo de indicadores para as principais cadeias de valor existentes na região centro e identificadas e descritas anteriormente. Apesar de serem apresentados 2 algarismos significativos nas outras colunas, isso deve a questão de apresentação, contudo foram considerados também 3 algarismos significativos. Verifica-se que em termos de desempenho de sustentabilidade as 3 melhores cadeias de valor são #B3Aglomerados/#B3a Construção, seguida da #B3Aglomerados/#B3a Mobiliário e em terceiro lugar a #B4 MDF/#B4b Construção. Abaixo do limiar de sustentabilidade, que é não obter pelo menos um desempenho de 50% (ou $I_{GTS,2013} < 0,5$), estão as cadeias de valor #B6 Pellets – Rolaria, #B9 E. E. – Rolaria, #C1 Papel, #C2 Pasta, #C3 E. T. – Res, #C4 E. E. – Res. e #C5 Cog. – Res. Considerando as atuais opções de exploração económica dos ecossistemas florestais da região centro, 61% demonstram um desempenho sustentável. Os resultados específicos de desempenho podem ser observados nas Tabelas 5.5, 5.6 e 5.7.

Tabela 5.4 Resultados agregados do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS* por cadeia de valor existente

Vetores de avaliação	Fator de impacto	#B Pinheiro Bravo											#C Eucaliptos						
		#B1 Paletes	#B2 Madeira serrada	#B3 Aglomerados		#B4 MDF		#B5 Pellets – Res.	#B6 Pellets – Rolaria	#B7 E. T. – Res.	#B8 E. E. – Res.	#B9 E. E. – Rolaria	#B10 Cog. – Res.	#B11 Cog. – Rolaria	#C1 Papel	#C2 Pasta	#C3 E. T. – Res.	#C4 E. E. – Res.	#C5 Cog. – Res.
				#B3a Mobiliário	#B3b Materiais de Construção	#B4a Mobiliário	#B4b Materiais de Construção												
Ambiente	0,33	62,58	60,43	69,66	70,27	66,22	66,34	59,94	54,64	69,53	68,14	56,34	68,07	56,40	42,87	42,96	56,59	41,66	55,88
Económico	0,33	29,91	33,91	59,93	56,00	44,60	42,61	28,28	19,33	27,11	27,85	9,82	27,83	9,74	47,36	42,27	27,15	27,95	28,01
Social	0,33	92,72	94,01	85,94	91,29	90,02	95,58	80,24	77,09	88,39	87,27	84,08	87,27	87,27	51,82	52,18	61,72	60,60	60,60
$I_{GTS,2013}$		61,12	62,15	71,13	71,79	66,28	67,49	55,59	49,85	61,06	60,47	49,58	60,45	50,63	46,87	45,34	48,00	42,97	47,68

Análise do desempenho de sustentabilidade da exploração do ecossistema florestal da região centro de Portugal com a aplicação do Forest GTS: cadeias de valor atuais e novos sistemas

Tabela 5.5 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da Forest GTS por cadeia de valor existente: grupo de indicadores ambientais

Indicador	Unidades	Facto de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#B Pinheiro Bravo										#C Eucaliptos							
					#B1 Paletes	#B2 Madeira serrada	#B3 Aglomerados		#B4 MDF		#B5 Pellets – Res.	#B6 Pellets - Rolaria	#B7 E. T.- Res.	#B8 E. E. – Res.	#B9 E. E. - Rolaria	#B10 Cog. - Res	#B11 Cog. - Rolaria	#C1 Papel	#C2 Pasta	#C3 E. T. - Res	#C4 E. E. – Res.	#C5 Cog. – Res.
							#B3a Mobiliário	#B3b Materiais de Construção	#B4a Mobiliário	#B4b Materiais de Construção												
IA1	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
IA2 ^{a)}	Número	0,0286	2,00	18,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
IA3 ^{b)}	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
IA4 ^{c)}	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
IA5 ^{d)}	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
IA6 ^{e)}	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
IA7 ^{f)}	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
IA8	kg CO2 eq/ha		-	1380,00	3990,00	-4130,00	-16110,00	-17900,00	-3312,00	-3680,00	817,00	1380,00	37,20	123,99	99,19	86,79	62,00	-2134,33	-426,87	20,14	67,12	46,98
Normalização IA9	MJ/ha	0,0286		56980,00	27,85	28,58	90,72	100,00	24,34	26,24	2,92	0,00	6,96	6,51	6,64	7,61	7,48	18,23	9,37	7,05	6,81	7,40
Normalização IA10	MJ/ha	0,0286	0,00	83950,00	2357,20	2745,30	9362,10	8511,00	3274,96	2977,24	7858,70	6537,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56980,00	51800,00	0,00	0,00	0,00
Normalização IA11	MJ/ha	0,0286	309,36	83950,00	4,14	4,82	16,43	14,94	5,75	5,23	13,79	11,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	90,91	0,00	0,00	0,00
Normalização IA11.1	MJ/ha	0,0286		73449,69	94,29	99,58	73,93	76,33	95,86	96,27	94,32	91,36	99,99	99,09	98,31	98,71	97,93	0,00	77,41	100,00	99,32	98,95
Normalização IA11.2	MJ/ha	0,0095	0,00	57710,47	1432,00	488,60	13636,70	12397,00	3386,68	3078,80	2468,90	4775,35	64,33	0,00	0,00	0,00	0,00	73449,69	26089,69	55,47	0,00	0,00
Normalização IA11.3	MJ/ha	0,0095	219,10	9840,27	98,05	99,33	81,43	83,12	95,39	95,81	96,64	93,50	99,91	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	64,48	99,92	100,00	100,00
Normalização IA12	MJ/ha	0,0095		21445,20	2214,00	2696,50	7999,09	7271,90	1920,28	1745,71	7858,69	6357,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57710,47	36028,63	0,00	0,00	0,00
Normalização IA12.1	MJ/ha	0,0095	0,00	21445,20	96,16	95,33	86,14	87,40	96,67	96,98	86,38	88,98	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	37,57	100,00	100,00	100,00
Normalização		0,0095		21445,20	3795,00	219,10	9840,27	8945,70	1737,00	1579,09	2589,35	2763,60	253,89	1067,98	1725,06	1386,20	2043,28	9769,85	8881,68	253,89	876,40	1185,46
Normalização		0,0095		21445,20	62,83	100,00	0,00	9,30	84,22	85,86	75,36	73,55	99,64	91,18	84,35	87,87	81,04	0,73	9,96	99,64	93,17	89,96
Normalização		0,0095		21445,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21445,20	0,00	0,00	9680,90	18422,10	0,00	0,00	18096,00	0,00	10433,60
Normalização		0,0095		21445,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	45,14	85,90	0,00	0,00	84,38	0,00	48,65

Tabela 5.5 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS* por cadeia de valor existente: grupo de indicadores ambientais (continuação)

Indicador	Unidades	Facto de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#B Pinheiro Bravo											#C Eucaliptos						
					#B1 Paletes	#B2 Madeira serrada	#B3 Aglomerados		#B4 MDF		#B5 Pellets - Res.	#B6 Pellets - Rolaria	#B7 E. T. - Res.	#B8 E. E. - Res.	#B9 E. E. - Rolaria	#B10 Cog. - Res	#B11 Cog. - Rolaria	#C1 Papel	#C2 Pasta	#C3 E. T. - Res	#C4 E. E. - Res.	#C5 Cog. - Res.
							#B3a Mobiliário	#B3b Materiais de Construção	#B4a Mobiliário	#B4b Materiais de Construção												
IA12.2	MJ/ha		0,00	10391,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1829,00	1829,00	0,00	0,00	0,00	6433,60	10391,90	6433,60	10391,90	3367,00	3367,00	0,00	5546,94	5546,90
Normalização		0,0095			0,00	0,00	0,00	0,00	17,60	17,60	0,00	0,00	0,00	61,91	100,00	61,91	100,00	32,40	32,40	0,00	53,38	53,38
IA12.3	MJ/ha		0,00	16704,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Normalização		0,0095			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IA13	%		2,00	70,00	70,00	59,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Normalização		0,0286			0,00	16,18	100,00	100,00	100,00	100,00	98,53	98,53	98,53	98,53	98,53	98,53	98,53	100,00	100,00	98,53	98,53	98,53
IA14 ^{g)}	%		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IA15	%		2,00	98,00	68,00	57,00	98,00	98,00	98,00	98,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	98,00	98,00	2,00	2,00	2,00
Normalização		0,0286			68,75	57,29	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
IA16	%		0,00	100,00	92,00	93,00	24,43	21,50	95,80	95,80	0,00	93,70	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	78,00	80,00	0,00	0,00	0,00
Normalização		0,0286			8,00	7,00	75,58	78,50	4,20	4,20	100,00	6,30	100,00	100,00	0,00	100,00	0,00	22,00	20,00	100,00	100,00	100,00
IA17	%		0,00	38,50	0,00	0,00	38,50	38,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Normalização		0,0286			0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IA18.					0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IA18.1	kg SO2 eq/ha		1,81	59,60	4,15	2,52	35,20	32,00	9,13	8,30	27,80	26,70	4,50	47,68	46,10	59,60	57,63	50,00	41,10	1,81	11,09	31,96
Normalização		0,0095			95,95	98,77	42,22	47,76	87,33	88,77	55,03	56,93	95,34	20,63	23,36	0,00	3,41	16,61	32,01	100,00	83,93	47,83
IA18.2	kg PO4 eq/ha		0,42	10,66	0,48	0,42	3,09	2,81	0,89	0,81	0,61	0,83	1,07	2,90	4,68	5,96	10,66	4,81	4,79	0,90	2,50	5,91
Normalização		0,0095			99,40	100,00	73,90	76,64	95,42	96,20	98,12	95,98	93,60	75,81	58,42	45,87	0,00	57,12	57,31	95,24	79,70	46,35
IA18.3	kg/ha		0,31	7,43	0,43	0,31	2,34	2,13	0,98	0,89	7,43	6,12	5,94	5,94	5,55	5,94	5,55	3,13	2,35	5,94	5,94	5,55
Normalização		0,0095			98,31	100,00	71,45	74,44	90,60	91,85	0,00	18,40	20,87	20,87	26,40	20,87	26,40	60,39	71,38	20,87	20,87	26,40
IA19	m3/ha		0,00	203,60	1,30	1,19	5,78	5,25	4,29	3,97	0,05	0,05	0,01	1,78	2,89	1,78	2,89	203,60	195,00	0,00	1,54	1,54
Normalização		0,0286			99,36	99,42	97,16	97,42	97,89	98,05	99,98	99,98	100,00	99,13	98,58	99,13	98,58	0,00	4,22	100,00	99,24	99,24
IA20 ^{h)}	m3/ha		0,00	3325,00	1450,00	1450,00	1450,00	1450,00	1450,00	1450,00	1450,00	1450,00	0,00	0,00	1450,00	0,00	1450,00	3325,00	3325,00	0,00	0,00	0,00
Normalização		0,0286			56,39	56,39	56,39	56,39	56,39	56,39	56,39	56,39	100,00	100,00	56,39	100,00	56,39	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
IA21 ⁱ⁾	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IA22	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IA23	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IA24 ^{j)}	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
IA25	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
CA10																						
IA27	kg/ha	0,0286	0,00	8,33	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
CA11																						
IA28	tkm		84,00	10764,00	292,50	292,50	4409,94	4409,94	687,93	687,93	3318,00	4788,77	100,20	100,20	144,60	144,60	144,60	10288,00	10764,00	84,00	84,00	84,00
Normalização		0,0286			98,05	98,05	59,49	59,49	94,35	94,35	69,72	55,95	99,85	99,85	99,43	99,43	4,46	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Análise do desempenho de sustentabilidade da exploração do ecossistema florestal da região centro de Portugal com a aplicação do Forest GTS: cadeias de valor atuais e novos sistemas

Tabela 5.5 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da Forest GTS por cadeia de valor existente: grupo de indicadores ambientais (continuação)

Indicador	Unidades	Facto de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#B Pinheiro Bravo											#C Eucaliptos						
					#B1 Paletes	#B2 Madeira serrada	#B3 Aglomerados		#B4 MDF		#B5 Pellets - Res.	#B6 Pellets - Rolaria	#B7 E. T. - Res.	#B8 E. E. - Res.	#B9 E. E. - Rolaria	#B10 Cog. - Res	#B11 Cog. - Rolaria	#C1 Papel	#C2 Pasta	#C3 E. T. - Res	#C4 E. E. - Res.	#C5 Cog. - Res.
							#B3a Mobiliário	#B3b Materiais de Construção	#B4a Mobiliário	#B4b Materiais de Construção												
IA28	tkm		84,00	10764,00	292,50	292,50	4409,94	4409,94	687,93	687,93	3318,00	4788,77	100,20	100,20	144,60	144,60	144,60	10288,00	10764,00	84,00	84,00	84,00
Normalização		0,0286			98,05	98,05	59,49	59,49	94,35	94,35	69,72	55,95	99,85	99,85	99,43	99,43	99,43	4,46	0,00	100,00	100,00	100,00
IA29 ^{k)}	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
IA30	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
IA31 ^{l)}	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IA32 ^{m)}	volume total originado número (mm diâmetro matéria-prima/dm ³ produto final	0,0286			0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
IA33 ⁿ⁾			20,89	415800,42	37,04	28,57	20,89	20,89	20,89	20,89	103950,10	415800,42	103950,10	103950,10	415800,42	103950,10	415800,42	317,46	415800,42	103950,10	103950,10	103950,10
Normalização		0,0286			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	75,00	0,00	75,00	75,00	0,00	75,00	0,00	99,93	0,00	75,00	75,00	75,00
IA34 ^{o)}	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
IA35 ^{p)}	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
IA36 ^{q)}	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
TOTAL					62,58	60,43	69,66	70,27	66,22	66,34	59,94	54,64	69,53	68,14	56,34	68,07	56,40	42,87	42,96	56,59	55,88	55,71

- Os povoamentos de eucalipto estão na origem do menor número de espécies a co-habitar, pontuando todos os cenários com "0". Os povoamentos de pinheiro bravo permitem a co-habitação com espécies arbustivas e herbáceas. Além disso, estão na origem de inúmeras espécies de cogumelos silvestres.
- Os povoamentos de matos e incultos são oriundos de espécies autóctones. Os povoamentos de pinheiro bravo, apesar de se pensar que foi uma espécie introduzida no século XVII, existem dados de que a sua existência já remota há muitos séculos atrás, sendo uma espécie nativa Portuguesa (Livro silvicultura e do pinheiro bravo - Pereira et al.). Os povoamentos de eucaliptos (em especial o eucaliptos glóbulos) representa a introdução de novas espécies na região centro de Portugal, pontuando com 0.
- Os matos e incultos ao serem utilizados por sistemas como as biorrefinarias representam a valorização de recursos genéticos próprios e de espécies, permitindo a obtenção de novos produtos e nichos de mercado. Os povoamentos de pinheiro bravo também promovem o uso de património genéticos e

recursos, não só pelo ponto de vista da madeira, como do ponto de vista dos co-produtos (resina, cogumelos, pinhas e caruma). Os povoamentos de eucaliptos não promovem a utilizam de recursos genéticos e de outras espécies.

- d) Escala e pontuação de acordo com o estudo http://www.ecossistemas.org/ficheiros/livro/Capitulo_5.pdf. Faz referência à variação de habitats em função do ecossistema e por escalas temporais.
- e) Pelas características dos povoamentos florestais de eucalipto que são um ecossistema que ao longo do crescimento gera pouco resíduos, verificou-se durante o inventário que quando se retira, além da rolaria de eucalipto, os resíduos florestais, que existe uma quantidade inferior a 1/3 deixada no povoamento. Nesse caso o #C3, #C4 e #C5 assumem o valor de 0. Os povoamentos de eucaliptos não promovem acumulação de matéria orgânica durante o seu crescimento. O cenário das Biorrefinarias, #A2, apesar de ter resíduos de eucaliptos como M.P., não se considerou pontuação de 0, porque representam 1/3 da entrada.
- f) Não se verifica em qualquer dos ecossistemas padrão definidos a formação de áreas ciliares para proteção dos recursos hídricos.
- g) Nenhuma cadeia de valor apresenta resíduos perigosos. Validado pelo programa SIMAPRO, pelo método de avaliação EDIP2003.
- h) Os cenários dos resíduos não são contabilizados, porque não é uma cultura de produção, mas sim resultante de outra atividade.
- i) Visto tratar-se de culturas que não utilizam fertilizantes (exceto os povoamentos de eucaliptos, mas em quantidades pouco significativas quando comparados com a agricultura) e de as unidades industriais terem sistemas de tratamento de águas, simplificou-se este ponto admitindo que por cada ha de floresta explorada a qualidade dos recursos hídricos é mantida, sendo que os ecossistemas florestais evitem os fenómenos de lixiviação. Os impacto indiretos dos incêndios não são considerados por ser de muito difícil quantificação.
- j) A exploração de povoamentos de eucaliptos implica o agravamento das propriedades do solo. Os outros ecossistemas e cadeias de valor matem as qualidades iniciais do solo.
- k) Apesar de o conceito de gestão florestal sustentável não ser aplicado em Portugal, em termos práticos, os únicos ecossistemas que têm implementado sistemas de gestão são os de eucaliptos. Os outros são maioritariamente de regeneração e gestão natural.
- l) Tendo em consideração as condições geográficas e custos logísticos em Portugal, geralmente não é feita a recolha em situações com mais de 35% de declive.
- m) Para o tipo de clientes dos cenários aglomerados, MDF, pasta e papel trata-se de clientes com exigência de certificação quanto à origem de M.P.
- n) No caso da energia térmica e elétrica, visto que o produto final é MJ ou kWh, considera-se a dimensão do produto na câmara de combustão, como dimensão final, em termos de volume $2*2*11\text{ mm} = 0,000044\text{ dm}^3$.
- o) Os ecossistemas florestais dos eucaliptos apresentam planos de monitorização e controlo.

Análise do desempenho de sustentabilidade da exploração do ecossistema florestal da região centro de Portugal com a aplicação do Forest GTS: cadeias de valor atuais e novos sistemas

- p) Devido às características dos povoamentos de pinheiro bravo e eucaliptos, a sua cultura está inerente, de forma geral, a monoculturas e a um aumento do risco de incêndio. Não apresentam definição de faixas ecológicas de proteção. O mesmo no caso da exploração de resíduos florestais.
- q) Pela mesma razão do subcritério anterior, os povoamentos de monoculturas estão associados ao aumento do risco fitossanitário vegetal. Deste modo, considera-se que as cadeias de valor de exploração destes espaços pontuam com 0.

Tabela 5.6 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS* por cadeia de valor existente: grupo de indicadores económicos

Indicador	Unidades	Fator de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#B Pinheiro Bravo												#C Eucaliptos					
					#B3 Aglomerados				#B4 MDF				#B5 Pellets - Res.	#B6 Pellets - Rolaria	#B7 E. T. - Res.	#B8 E. E. - Res.	#B9 E. E. - Rolaria	#B10 Cog. - Res	#B11 Cog. - Rolaria	#C1 Papel	#C2 Pasta	#C3 E. T. - Res
					#B1 Paletes	#B2 Madeira serrada	#B3a Mobiliário	#B3b Materiais de Construção	#B4a Mobiliário	#B4b Materiais de Construção												
IE1	%		0,00	0,59	0,26	0,59	0,07	0,25	0,13	0,19	0,17	0,31	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,09	0,20	0,01	0,02	0,01
Normalização		0,077			43,97	100,52	12,21	42,10	21,95	31,77	28,23	51,94	2,02	3,38	5,69	1,79	2,739	15,592	34,11	2,043	3,30	1,526
IE2	Euros gerados por ha explorado		234,97	24736,95	763,00	312,00	13108,17	3800,72	1406,10	1082,83	431,67	623,00	457,97	272,51	440,21	479,23	833,624	6972,008	3113,11	386,45	234,97	457,775
Normalização		0,077			3,11	1,27	53,50	15,51	5,74	4,42	1,76	2,54	1,87	1,11	1,80	1,96	3,402	28,455	12,71	1,58	0,00	1,868
IE4	m3 de produto final gerado/ha explorado		0,60	9,34	0,92	1,95	9,34	8,49	2,98	2,88	2,41	3,48	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	4,83	4,14	0,96	0,96	0,960
Normalização		0,077			10,53	22,31	106,87	97,15	34,10	32,96	27,55	39,76	10,96	10,99	10,99	10,96	10,99	55,27	47,37	10,99	10,99	10,985
IE5	Euros/ha		32,76	894,41	39,52	32,76	272,60	272,59	218,07	218,07	91,12	64,55	36,14	113,57	78,69	118,73	82,27	202,44	193,54	43,10	135,47	141,626
Normalização		0,077			4,59	0,00	31,64	31,66	25,31	25,31	10,58	7,49	4,19	13,18	9,13	13,78	9,55	23,49	22,46	5,00	15,72	16,436
IE6	Sim ou não	0,077	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	100,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,000
IE7	Número	0,077	0	6,00	0,00	0,00	83,33	50,00	66,67	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	0,00	0,00	0,00	0,000
IE8	%	0,077	0	100,00	0,00	0,00	57,00	57,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,000
IE9	Milhões Euros		0,00	4,16	0,00	0,00	0,40	0,40	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	2,77	0,00	0,00	0,000
Normalização		0,077			0,00	0,00	9,61	9,61	14,41	14,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	66,67	0,00	0,00	0,000
IE11	Sim ou não	0,077	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,000
IE12	Número	0,077	0	6,00	16,67	16,67	100,00	100,00	66,67	66,67	50,00	0,00	33,33	33,33	0,00	33,33	0,00	16,67	16,67	33,33	33,33	33,333
IE13.2	%	0,038			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
IE13.3	%	0,038			20,00	0,00	50,00	50,00	50,00	50,00	99,00	99,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,00	99,00	0,00	0,00	0,000
IE14	Sim ou não	0,077	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,000
TOTAL		1,000			29,913	33,91	59,93	56,00	44,60	42,61	28,28	19,33	27,11	27,85	9,816	27,83	9,74	47,36	42,27	27,15	27,95	28,011

Análise do desempenho de sustentabilidade da exploração do ecossistema florestal da região centro de Portugal com a aplicação do Forest GTS: cadeias de valor atuais e novos sistemas

Tabela 5.7 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da Forest GTS, por cadeia de valor existente: grupo de indicadores sociais

Indicador	Unidades	Fator de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#B Pinheiro Bravo										#C Eucaliptos							
					#B1 Paletes	#B2 Madeira serrada	#B3 Aglomerados		#B4 MDF		#B5 Pellets - Res.	#B6 Pellets - Rolaria	#B7 E. T. - Res.	#B8 E. - Res.	#B9 E. E. - Rolaria	#B10 Cog. - Res	#B11 Cog. - Rolaria	#C1 Papel	#C2 Pasta	#C3 E. T. - Res	#C4 E. E. - Res.	#C5 Cog. - Res.
IS1.1	Número de postos de trabalho/ha de ecossistema explorado		0,001	0,043	0,007	0,009	0,013	0,036	0,015	0,043	0,002	0,001	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,006	0,002	0,003	0,002	0,002
Normalização		0,033			17,52	20,25	30,77	85,88	34,59	100,00	4,96	2,58	7,94	6,03	4,29	6,03	0,00	13,34	5,33	7,94	6,03	6,03
IS1.2	%		3,00	24,00	3,00	3,00	24,00	24,00	24,00	24,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	11,00	11,00	3,00	3,00	3,00
Normalização		0,033			0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38,10	38,10	0,00	0,00	0,00
IS4	Sim ou não	0,067	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IS5	Sim ou não	0,067	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IS6 ^{a)}	Sim ou não	0,067	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IS10	Sim ou não kg 1,4	0,067	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IS.11 ^{b)}	dichlorobenzene (1,4-DB) eq/ha de ecossistema explorado		70,30	620,00	169,00	70,30	594,00	540,00	286,00	260,00	505,00	483,00	225,00	312,00	295,00	312,00	295,00	620,00	560,00	225,00	312,00	312,00
Normalização		0,067			82,04	100,00	4,73	14,55	60,76	65,49	20,92	24,92	71,86	56,03	59,12	56,03	59,12	0,00	10,92	71,86	56,03	56,03
IS12	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IS13	%		37,0	100,0	100	100	49	76	51	80	56	56	100	100	100	100	100	38	37	100	100	100
Normalização		0,067			100,00	100,00	19,05	61,90	22,22	68,25	30,16	30,16	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	1,59	0,00	100,00	100,00	100,00
IS14	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IS16 ^{c)}	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IS18.1 ^{d)}	Sim ou não	0,033	0	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	100,00	100,00	0,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IS18.2 ^{e)}	Sim ou não	0,033	0	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IS19 ^{f)}	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IS20 ^{g)}	Número/ha de ecossistema explorado	0,067	0	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IS21	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IS22.1	Sim ou não	0,033	0	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IS22.2	Sim ou não	0,033	0	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL					92,72	94,01	85,94	91,29	90,02	95,58	80,24	77,09	88,39	87,27	84,08	87,27	87,27	51,82	52,18	61,72	60,60	60,60

- a) Os povoamentos de pinheiro bravo, depois do corte raso, permitem a introdução de novas espécies, não originando assim o impedimento por parte de outras entidades à exploração económica do espaço. Os matos e incultos, pela própria base do ecossistema permitem o seu uso a longo prazo por outras atividades económicas. Os povoamentos de eucalipto impedem a longo prazo um outro tipo de utilização. Só poderá ser possível com elevados investimentos, que origem grandes mobilizações do solo, e não é totalmente seguro mesmo com grandes mobilizações que não haja surgimento de eucaliptos, devido à capacidade de rebentação pelo sistema radicular. A pontuação apenas é de zero para os cenários ligados à produção de rolaria.
- b) Pelo programa SIMAPRO, através da metodologia CML 2 baseline 2000.
- c) Os povoamentos de eucaliptos são os únicos que estão associados à não conservação do valor cultural e espiritual. E.g. os povoamentos de pinheiro bravo estão muitas vezes associados a locais de recreio, convívios familiares, etc., e locais de reflexão. O mesmo se passa com os povoamentos de matos e incultos.
- d) As operações de gestão e marketing dos povoamentos de eucaliptos estão mais associadas à agregação de propriedades e aumento das áreas de plantação, verificado até recentemente pelo fomento dado pelo Governo Português no acesso facilitado à plantação de eucaliptos em propriedades de pequena dimensão. Os povoamentos de pinheiro bravo estão muito associados a diferentes tipo de ações de marketing de utilização dos co-produtos (e.g. cogumelos e resina) e de diferentes cadeias de valor integradas em simbioses.
- e) As cadeias de valor de exploração económica de povoamentos de eucaliptos não representam, de forma geral, a dinamização da economia local e da ecologia industrial, pontuando 0.
- f) Os matos e incultos é uma parte intrínseca da paisagem florestal portuguesa. Os povoamentos de pinheiro bravo fazem parte do património paisagístico da floresta portuguesa e são uma marca desta e, de forma geral, estão associados à remoção dos resíduos florestais, contudo, os povoamentos com resinagem por vezes originam alguns resíduos não florestais que não são recolhidos, mas em representação muito inferior ao normal, obtendo assim a pontuação de 100. Os povoamentos de eucaliptos não apresentam resíduos não florestais, contudo originam uma alteração do valor paisagístico significativa e que tem gerado grandes controvérsias entre as entidades defensoras dos valores da floresta. Devido à alteração paisagística que representam e à não aceitação das entidades protetoras da floresta, a pontuação é 0.
- g) As violações de propriedade registadas não estão associadas diretamente à cadeia de valor. Contudo, durante a realização de inventário verificou-se que por vezes na atividade de corte existem alguns problemas de violação da propriedade. Não existe nenhum estudo que indique se este número de violações é

Análise do desempenho de sustentabilidade da exploração do ecossistema florestal da região centro de Portugal com a aplicação do Forest GTS: cadeias de valor atuais e novos sistemas

significativo face ao número total de atividades de corte. Deste modo o limiar inferior é igual ao limiar superior, ou seja, igual a zero. Zero indica o melhor desempenho possível, pontuando com 100.

5.3.2. Aplicação a novos cenários de utilização

Neste ponto apresentam-se os resultados para avaliar o desempenho de sustentabilidade que se obteria se no ano de 2013 se (1) os ecossistemas florestais de matos e incultos e o mixa com resíduos florestais fossem explorados economicamente por cadeias de valor associadas a sistemas de biorrefinarias ou (2) à utilização de rolaria de povoamentos de pinheiro bravo para a produção de aglomerados técnicos de base reciclados, para a produção de um produto técnico específico para aplicar em pavimentos e paredes interiores de edifícios para isolar o fluxos de radioatividade para o interior de habitações.

5.3.2.1. Biorrefinarias

Depois de aplicado o modelo de avaliação da ferramenta Forest GTS obtiveram-se os resultados específicos de desempenho de cada um dos indicadores para os vetores ambiente (Tabela 5.9), económico (Tabela 5.10) e social (Tabela 5.11), assim como, o desempenho integrado de sustentabilidade, através do cálculo do $I_{GTS,2013}$ (Tabela 5.8). Os resultados demonstram que a produção do biocombustível de 2ª geração, FT-Diesel, é uma solução sustentável para o a valorização e conversão quer só para um cenário de Matos e Incultos, como de um “mix” de Matos e Incultos e resíduos florestais. O desempenho económico para os dois cenários é inferior a 50, o que demonstra alguma fragilidade destas cadeias de valor ao nível económico, porém são compensados pelos seus elevados desempenhos ambientais e sociais.

Tabela 5.8 Resultados agregados do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS* para a cadeia de valor “Biorrefinarias”

Vetores de avaliação	Fator de impacto	#A Matos e Incultos	#A Matos e Incultos + Resíduos (1/3 Matos e Incultos + 1/3 resíduos florestais de pinheiro bravo + 1/3 de resíduos de eucalipto)
		#A1 Biorrefinarias (FT-Diesel)	#A2 Biorrefinarias (FT-Diesel)
Ambiente	0,33	80,30	80,42
Económico	0,33	48,69	47,14
Social	0,33	88,02	86,97
$I_{GTS,2013}$		71,61	70,79

Tabela 5.9 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS* para o grupo de indicadores ambientais para a cadeia de valor “Biorrefinarias”

Indicador	Unidades	Fator de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#A Matos e Incultos	#A 1/3 Matos e Incultos + 1/ resíduos florestais de pinheiro bravo + 1/3 de resíduos de eucalipto
					#A1 Biorrefinarias (FT-Diesel)	#A2 Biorrefinarias (FT-Diesel)
IA1	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA2	Número	0,0286	2,00	18,00	100,00	100,00
IA3	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA4	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA5	diminuição acentuada = 0, diminuição = 25 manutenção = 50 aumento = 75 aumento acentuado = 100	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA6	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA7	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	0,00	0,00
IA8	kg CO ₂ eq/ha		-17900,00	1380,00	380,30	612,37
Normalização		0,0286			9,13	3,98
IA09	MJ/ha		0,00	56980,00	4095,00	4750,20
Normalização		0,0286			7,19	8,34
IA10	MJ/ha		309,36	83950,00	5054,55	5707,40
Normalização		0,0286			94,33	93,55
IA11.1	MJ/ha		0,00	73449,69	4950,00	5742,00
Normalização		0,0095			93,26	92,18
IA11.2	MJ/ha		0,00	57710,47	3600,00	4176,00
Normalização		0,0095			93,76	92,76
IA11.3	MJ/ha		219,10	9840,27	599,55	539,60
Normalização		0,0095			96,05	96,67
IA12.1	MJ/ha		0,00	21445,20	9000,00	10440,00
Normalização		0,0095			41,97	48,68
IA12.2	MJ/ha		0,00	10391,90	4050,00	4698,00
Normalização		0,0095			38,97	45,21
IA12.3	MJ/ha		0,00	16704,00	14400,00	16704,00
Normalização		0,0095			86,21	100,00
IA13	%		2,00	70,00	25,00	25,00
Normalização		0,0286			66,18	66,18
IA14	%	0,0286	0,00	0,00	100,00	100,00
IA15	%		2,00	98,00	20,00	20,00
Normalização		0,0286			18,75	18,75
IA16	%		0,00	100,00	0,00	0,00
Normalização		0,0286			100,00	100,00
IA17	%		0,00	38,50	0,00	0,00
Normalização		0,0286			0,00	0,00
IA18.1	kg SO ₂ eq/ha		1,81	59,60	2,24	3,52
Normalização		0,0095			99,25	97,03
IA18.2	kg PO ₄ eq/ha		0,42	10,66	7,72	5,18
Normalização		0,0095			28,69	53,47
IA18.3	kg/ha		0,31	7,43	2,46	3,86
Normalização		0,0095			69,80	50,08
IA19	m ³ /ha		0,00	203,60	1,06	1,23
Normalização		0,0286			99,48	99,39
IA20	m ³ /ha		0,00	3325,00	0,00	0,00
Normalização		0,0286			100,00	100,00

Análise do desempenho de sustentabilidade da exploração do ecossistema florestal da região centro de Portugal com a aplicação do Forest GTS: cadeias de valor atuais e novos sistemas

IA21	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
------	------------	--------	------	--------	--------	--------

Tabela 5.9 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS* para o grupo de indicadores ambientais para a cadeia de valor “Biorrefinarias” (continuação)

Indicador	Unidades	Fator de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#A Matos e Incultos	#A 1/3 Matos e Incultos + 1/ resíduos florestais de pinheiro bravo + 1/3 de resíduos de eucalipto
					#A1 Biorrefinarias (FT-Diesel)	#A2 Biorrefinarias (FT-Diesel)
IA22	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA23	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA24	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA25	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA27	kg/ha	0,0286	0,00	8,33	100,00	100,00
IA28	tkm		84,00	10764,00	150,00	174,00
Normalização		0,0286			99,38	99,16
IA29	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA30	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA31	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA32	% do volume total originado número (mm diâmetro	0,0286			0,00	0,00
IA33	materia-prima/dm3 produto final		20,89	415800,42	50,00	100,00
Normalização		0,0286			99,99	99,98
IA34	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA35	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
IA36	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	100,00	100,00
TOTAL					80,30	80,42

Tabela 5.10 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS* para o grupo de indicadores económicos para a cadeia de valor “Biorrefinarias”

Indicador	Unidades	Fator de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#A Matos e Incultos	#A 1/3 Matos e Incultos + 1/ resíduos florestais de pinheiro bravo + 1/3 de resíduos de eucalipto
						#A1 Biorrefinarias (FT-Diesel)
IE1	%		0,00	0,590	0,135	0,099
Normalização		0,077			22,946	16,944
IE2	Euros gerados por ha explorado		234,97	24736,954	780,000	1225,250
Normalização		0,077			3,183	5,001
IE3.1	ton/posto de trabalho	0,038				
IE3.2	Euros/posto de trabalho m3 de	0,038				
IE4	produto final gerado/ha explorado		0,60	9,339	0,600	0,943
Normalização		0,077			6,866	10,785
IE5	Euros/ha		32,76	894,414	894,414	689,655
Normalização		0,077			100,000	80,038
IE6	Sim ou não	0,077	0	100,000	100,000	100,000
IE7	Número	0,077	0	6,000	33,333	33,333
IE8	%	0,077	0	100,000	100,000	100,000
IE9	Milhões Euros		0,00	4,164	0,000	0,000
Normalização		0,077			0,000	0,000
IE11	Sim ou não	0,077	0	100,000	100,000	100,000
IE12	Número	0,077	0	6,000	66,667	66,667
IE13.2	%	0,038			0,000	0,000
IE13.3	%	0,038			0,000	0,000
IE14	Sim ou não	0,077	0	100,000	100,000	100,000
TOTAL		1,000			48,692	47,136

Análise do desempenho de sustentabilidade da exploração do ecossistema florestal da região centro de Portugal com a aplicação do Forest GTS: cadeias de valor atuais e novos sistemas

Tabela 5.11 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da Forest GTS, para o grupo de indicadores sociais para a cadeia de valor “Biorrefinarias”

Indicador	Unidades	Fator de impacto			#A Matos e Incultos	#A 1/3 Matos e Incultos + 1/ resíduos florestais de pinheiro bravo + 1/3 de resíduos de eucalipto
			Limiar Inferior	Limiar Superior		
IS1.1	Número de postos de trabalho/ha de ecossistema explorado		0,001	0,043	0,007	0,006
Normalização		0,033			15,60	15,08
IS1.2	%		3,0	24,0	5,00	5,00
Normalização		0,033			9,52	9,52
IS4	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00
IS5	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00
IS6	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00
IS10	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00
IS.11	kg 1,4 dichlorobenzene (1,4-DB) eq/ha de ecossistema explorado		70,3	620,0	533,70	619,09
Normalização		0,067			15,70	0,17
IS12	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00
IS13	%		37,0	100,0	95,000	95
Normalização		0,067			92,06	92,06
IS14	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00
IS16	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00
IS18.1	Sim ou não	0,033	0	100	100,00	100,00
IS18.2	Sim ou não	0,033	0	100	100,00	100,00
IS19	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00
IS20	Número/ha de ecossistema explorado	0,067	0	0	100,00	100,00
IS21	Sim ou não	0,067	0	100	100,00	100,00
IS22.1	Sim ou não	0,033	0	100	100,00	100,00
IS22.2	Sim ou não	0,033	0	100	100,00	100,00
TOTAL					88,02	86,97

5.3.2.2. Novos derivados de madeira

A semelhança do ponto anterior, obtiveram-se os resultados específicos de desempenho de cada um dos indicadores para os vetores ambiente (Tabela 5.13), económico (Tabela 5.14) e social (Tabela 5.15), assim como, o desempenho integrado de sustentabilidade, através do cálculo do $I_{GTS,2013}$ (Tabela 5.12) para a produção de um novo derivado de madeira de base técnico. Os resultados demonstram que o desenvolvimento de mercados de aplicação técnica para aglomerados será uma opção sustentável para a região centro de Portugal. O melhor desempenho que obtém é ao nível social, com um valor de desempenho muito próximo dos 90, numa escala de 0-100. Os desempenhos ambiente e económico são inferiores, contudo são superiores a 50, o que revela também

que nestas dimensões esta cadeia de valor também apresentam desempenhos interessantes.

Tabela 5.12 Resultados agregados do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS*, para cadeia de valor “Aglomerado técnicos”

Vetores de avaliação	Fator de impacto	#B Pinheiro Bravo
		#B12 Aglomerados técnicos #B12a Material de construção técnico
Ambiente	0,33	68,65
Económico	0,33	65,72
Social	0,33	86,12
$I_{GTS,2013}$		72,76

Tabela 5.13 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS* para o grupo de indicadores ambientais para a cadeia de valor “Aglomerado técnicos”

Indicador	Unidades	Fator de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#B Pinheiro Bravo
					#B12 Aglomerados técnicos #B12a Material de construção técnico
IA1	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA2	Número	0,0286	2,00	18,00	100,00
IA3	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA4	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA5	diminuição acentuada = 0, diminuição = 25 manutenção = 50 aumento = 75 aumento acentuado = 100	0,0286	0,00	100,00	50,00
IA6	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA7	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	0,00
IA8	kg CO2 eq/ha		-17900,00	1380,00	-1790,00
Normalização		0,0286			16,44
IA09	MJ/ha		0,00	56980,00	8511,00
Normalização		0,0286			14,94
IA10	MJ/ha		309,36	83950,00	11943,00
Normalização		0,0286			86,09
IA11.1	MJ/ha		0,00	73449,69	12397,00
Normalização		0,0095			83,12
IA11.2	MJ/ha		0,00	57710,47	7271,90
Normalização		0,0095			87,40
IA11.3	MJ/ha		219,10	9840,27	785,70
Normalização		0,0095			94,11
IA12.1	MJ/ha		0,00	21445,20	0,00
Normalização		0,0095			0,00
IA12.2	MJ/ha		0,00	10391,90	0,00
Normalização		0,0095			0,00
IA12.3	MJ/ha		0,00	16704,00	0,00
Normalização		0,0095			0,00
IA13	%		2,00	70,00	2,00
Normalização		0,0286			100,00
IA14	%	0,0286	0,00	0,00	100,00

Tabela 5.13 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da Forest GTS para o grupo de indicadores ambientais para a cadeia de valor “Aglomerado técnicos” (continuação)

Indicador	Unidades	Fator de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#B Pinheiro Bravo
					#B12 Aglomerados técnicos
					#B12a Material de construção técnico
IA15	%		2,00	98,00	98,00
Normalização		0,0286			100,00
IA16	%		0,00	100,00	21,50
Normalização		0,0286			78,50
IA17	%		0,00	38,50	38,50
Normalização		0,0286			100,00
IA18.1	kg SO2 eq/ha		1,81	59,60	32,00
Normalização		0,0095			47,76
IA18.2	kg PO4 eq/ha		0,42	10,66	4,81
Normalização		0,0095			57,12
IA18.3	kg/ha		0,31	7,43	3,13
Normalização		0,0095			60,39
IA19	m3/ha		0,00	203,60	5,25
Normalização		0,0286			97,42
IA20	m3/ha		0,00	3325,00	1450,00
Normalização		0,0286			56,39
IA21	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA22	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA23	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA24	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA25	Sim ou não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA27	kg/ha	0,0286	0,00	8,33	100,00
IA28	tkm		84,00	10764,00	4409,94
Normalização		0,0286			59,49
IA29	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	0,00
IA30	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	0,00
IA31	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	100,00
IA32	% do volume total originado	0,0286			100,00
	número (mm diâmetro				
IA33	matéria-prima/dm3 produto final		20,89	415800,42	20,89
Normalização		0,0286			100,00
IA34	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	0,00
IA35	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	0,00
IA36	Sim ou Não	0,0286	0,00	100,00	0,00
TOTAL					68,65

Tabela 5.14 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da *Forest GTS* para o grupo de indicadores económicos para a cadeia de valor “Aglomerado técnicos”

Indicador	Unidades	Fator de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#B Pinheiro Bravo
					#B12 Aglomerados técnicos #B12a Material de construção técnico
IE1	%		0,00	0,59	0,00
Normalização		0,077			0,52
IE2	Euros gerados por ha explorado		234,97	24736,95	24736,95
Normalização		0,077			100,000
IE3.1	ton/posto de trabalho	0,038			
IE3.2	Euros/posto de trabalho	0,038			
IE4	m3 de produto final gerado/ha explorado		0,60	9,34	8,49
Normalização		0,077			97,15
IE5	Euros/ha		32,76	894,41	272,59
Normalização		0,077			31,636
IE6	Sim ou não	0,077	0	100,00	100,00
IE7	Número	0,077	0	6,00	100,00
IE8	%	0,077	0	100,00	100,00
IE9	Milhões Euros		0,00	4,16	0,00
Normalização		0,077			0,00
IE11	Sim ou não	0,077	0	100,00	100,00
IE12	Número	0,077	0	6,00	100,00
IE13.2	%	0,038			0,00
IE13.3	%	0,038			50,00
IE14	Sim ou não	0,077	0	100,00	100,00
TOTAL		1,000			65,72

Tabela 5.15 Resultados específicos do índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ da Forest GTS, para o grupo de indicadores sociais para a cadeia de valor “Aglomerado técnicos”

Indicador	Unidades	Fator de impacto	Limiar Inferior	Limiar Superior	#B Pinheiro bravo
					#B12 Aglomerados técnicos
					#B12a Material de construção técnico
IS1.1	Número de postos de trabalho/ha de ecossistema explorado		0,0011	0,0430	0,0129
Normalização		0,033			30,77
IS1.2	%		3,0	24,0	24,00
Normalização		0,033			100,00
IS4	Sim ou não	0,067	0	100	100,00
IS5	Sim ou não	0,067	0	100	100,00
IS6	Sim ou não	0,067	0	100	100,00
IS10	Sim ou não	0,067	0	100	100,00
IS.11	kg 1,4 dichlorobenzene (1,4-DB) eq/ha de ecossistema explorado		70,3	620,0	540,00
Normalização		0,067			14,55
IS12	Sim ou não	0,067	0	100	100,00
IS13	%		37,0	100,0	76
Normalização		0,067			61,90
IS14	Sim ou não	0,067	0	100	100,00
IS16	Sim ou não	0,067	0	100	100,00
IS18.1	Sim ou não	0,033	0	100	100,00
IS18.2	Sim ou não	0,033	0	100	0,00
IS19	Sim ou não	0,067	0	100	100,00
IS20	Número/ha de ecossistema explorado	0,067	0	0	100,00
IS21	Sim ou não	0,067	0	100	100,00
IS22.1	Sim ou não	0,033	0	100	100,00
IS22.2	Sim ou não	0,033	0	100	100,00
TOTAL					86,12

5.4. Discussão

Além do presente estudo existem poucos estudos no campo ambiental, económico e social dos ecossistemas florestais da região centro, dificultando assim a realização de uma avaliação integrada de sustentabilidade.

A média obtida para o índice de avaliação de sustentabilidade $I_{GTS,2013}$ foi de 50,95, demonstrando que em média o ecossistema florestal da região centro é feito de forma sustentável, devido a pelo menos 61% das opções de exploração apresentarem um $I_{GTS,2013}$ superior a 50. A utilização de rolaria para o setor energético não é uma opção sustentável, quer pelo ponto de vista da produção de “pellets” como na sua utilização para a geração de energia elétrica dedicada. Os povoamentos de eucalipto, na região centro de Portugal, também não são uma opção sustentável de exploração do

ecossistema florestal, quando comparados com outras opções, e.g. os povoamentos de pinheiro bravo ou de matos e incultos.

Os dados obtidos colocam em causa a estratégia florestal da região centro que Portugal tem seguido nos últimos anos. Isto coloca em causa a liberação que foi feita em Portugal para a plantação de povoamentos de eucaliptos em povoamentos de pequena dimensão e a aposta no setor dos “*pellets*”, muito associado à utilização de rolaria de pinheiro bravo. Os resultados para as novas cadeias de valor são interessantes e demonstram que novas cadeias de valor podem surgir e promoverem uma utilização mais sustentável dos ecossistemas florestais da região centro de Portugal. As novas cadeias de valor apresentam um desempenho 36 a 37% superior à média existente. A exploração de pinheiro bravo para a produção de aglomerados de partículas de madeira técnicos, em particular para aplicações na área da saúde humana e melhoria da qualidade do ar interior de edifícios é o cenário e opção que poderá aumentar mais. De facto os campo de discussão e investimento para o desenvolvimento de derivados de madeira técnicos tem vindo a crescer e verifica-se pelo presente estudo que são opções sustentáveis de desenvolvimento e investimento. Outra opção possível poderá ser a produção de bioprodutos para o setor das indústrias químicas, através de matos e incultos ou em “*mix*” com resíduos florestais.

5.5. Conclusões

A aplicação do modelo de avaliação de sustentabilidade integrado da ferramenta de apoio à decisão *Forest GTS* permite conhecer o desempenho de sustentabilidade de cadeias de valor de exploração económica associadas aos ecossistemas florestais. O presente trabalho e estudo conseguiu obter informação para 92,1% dos indicadores ambientais, 92,8% dos económicos e 68,2% dos sociais, contudo é importante serem desenvolvidos mais estudos sobre os ecossistemas florestais da região centro. Mais em concreto sobre o ciclo de nutrientes e capacidade produtiva do solo, a capacidade de proteção dos ecossistemas florestais florestas ao nível das principais funções, o número e tamanho médio das explorações florestais por tipo de cadeia de valor, o ordenado e salário classificado por género, a quota de funcionários com educação pós-secundária e terciária, os acidentes ocupacionais não fatais e fatais, as doenças profissionais e as

áreas de floresta destinadas ao recreio e serviços de proteção por tipo de ecossistema florestal.

O presente estudo conclui que 61% das principais cadeias de exploração económica da floresta da região centro têm-no feito de forma sustentável, tendo-se alcançado um valor médio $I_{GTS,2013}$ de 50,95. As cadeias de valor energéticas de exploração de rolaria de pinheiro bravo obtiveram um desempenho insustentável, à semelhança de todas as cadeias de valor com origem em povoamentos de eucaliptos. Os povoamentos de eucaliptos são muito contestados pelos organismos ambientais, como sendo uma opção insustentável. O presente estudo demonstra que a forma como estão sendo explorados os povoamentos de eucaliptos apresentam valores inferiores a um mínimo desejável, que seria pelo menos 50, numa escala de 0 a 100.

Uma oportunidade de melhoria de exploração dos ecossistemas da região centro, seria apostar no desenvolvimento e introdução de novos cenários de exploração económica dos ecossistemas de matos e incultos de forma isolada ou em integração com resíduos florestais através de sistemas de biorrefinarias, ou em desenvolvimento de derivados de madeira técnicos para aplicações ao nível da saúde humana e melhoria da qualidade do ar interior.

Capítulo 6

CONCLUSÕES GERAIS E TRABALHOS FUTUROS

6.1. Conclusões gerais

A floresta portuguesa, em particular a da região centro de Portugal, sofre atualmente uma grande pressão sobre a procura do mesmo tipo de matéria-prima, assim como, na perda de biodiversidade e no aumento bruto de monoculturas de grandes áreas territoriais. Esta situação aumenta muito significativamente o risco de abandono do território, o descontrolo no desenvolvimento rural e a perda de produtividade e dos valores ambientais, económicos e sociais da Floresta, porque algumas decisões e pressões existentes não têm em consideração a perspetiva macro da florestal que é o interesse nacional. Ou seja, estão a ser privilegiadas cadeias de valor sem existir uma avaliação sustentável de quais as melhores opções que devem ser efetuadas de acordo com a realidade à escala global e com as indicações dos principais organismos ligados ao sector florestal e ao desenvolvimento societário (e.g. WTO, WWF, FAO, OCDE, ONU e União Europeia). O presente estudo apresenta uma particular importância como uma ferramenta de apoio à decisão para as entidades políticas nacionais. Por um lado, desenvolve uma ferramenta que permite analisar a sustentabilidade de uma ou mais cadeias de valor associadas ao ecossistema florestal. Por outro lado, permite avaliar quais as cadeias de valor atuais que demonstram interesse em continuarem a ser apoiadas e promovidas e quais as que não apresentam interesse para o país ou região,

permitindo ainda maximizar o valor da floresta portuguesa de acordo com as indicações e orientações definidas pelos principais organismos internacionais e demonstrar quais as melhores simbioses industriais que poderão existir em prol do uso sustentável do território.

Pelo Capítulo 1 conclui-se, em termos gerais, que deve ser dada a mesma prioridade a cada indicador e grupos de indicadores, porque e.g. é difícil atribuir maior importância às emissões de gases com efeito de estufa do que à biodiversidade. Verifica-se também que existem inúmeras ferramentas de avaliação e modelação que podem ser aplicadas para avaliar a sustentabilidade de ecossistemas florestais. No âmbito do presente trabalho destaca-se os métodos da Análise Multicritério de Apoio Decisão, Avaliação de Ciclo de Vida, os critérios e indicadores e os índices de avaliação.

O Capítulo 2, que realizar uma análise sobre a realidade da atividade económica da floresta portuguesa, conclui que os povoamentos de pinheiro bravo diminuíram significativamente nos últimos anos a uma taxa de 17,5 mil/ha/ano e os eucaliptos cresceram a uma taxa de 6,3 mil ha/ano. Os povoamentos de eucaliptos serão a espécie predominante da floresta portuguesa nas próximas décadas; em 2029 existirão 529,0 mil ha no terceiro corte e que apresentarão menor interesse económico. A introdução dos “*pellets*” em Portugal ocorreu de forma muito rápida. Portugal é o país do mundo com maior capacidade instalada por cada 1 milhão de hectare de floresta, ultrapassando muito significativamente qualquer outro país e a média da Europa, que é continente com maior capacidade instalada. Portugal apresenta uma capacidade de produção de “*pellets*” de 305.300,0 ton/1 milhão ha floresta e a Europa 19.500 ton/1 milhão ha floresta. O balanço comercial da atividade relacionada com a floresta e madeira é de 1503,8 milhões €/ano. Em termos de balanço comercial, a Finlândia é país que aparece em primeiro no TOP 25, no ano 2012, do balanço económico, entre as exportações e importações, *per capita* com um valor de 2102,2 US\$/per capita. Portugal aparece na 5ª posição com um balanço de 185,5 US\$/per capita. Se o impacto das externalidades dos incêndios florestais fosse diminuto poder-se-ia dizer que Portugal, tendo em consideração os resultados para o ano 2012, era um dos principais países com maior rentabilidade económica no setor florestal. Os incêndios florestais apresentam uma perda económica média anual 961,3 - 1.007,5 milhões €, com um impacto de 63,9% a

70,0% na balança comercial. Tendo em consideração os problemas das externalidades negativas dos incêndios florestais, Portugal passaria de 2.º lugar no ranking de produtividade US/ha floresta para 7.º.

Para o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade aplicada à gestão sustentável dos recursos dos ecossistemas florestais é fundamental ter em consideração os princípios florestais e os princípios da abordagem ecossistémica. Esta é uma conclusão importante do Capítulo 3. Os critérios e indicadores vistos pelos principais organismos internacionais do setor florestal como ferramentas de apoio à decisão muito importantes para a gestão dos recursos deste setor. Os sistemas de certificação são processos voluntários que também recorrem aos critérios e indicadores para analisar a gestão florestal. Num contexto de potencial de aplicação global existe um problema de avaliação e comparação entre cadeias de valor de regiões diferentes devido aos inúmeros processos e esquemas de certificação florestal e critérios e indicadores, com duplicação e com uma capacidade reduzida ou praticamente inexistente de comparação de cadeias de valor. Além disso, o tratado internacional de comércio da WTO é um ponto fundamental a considerar em qualquer modelo de avaliação que pretenda de alguma forma discriminar o comércio de um determinado bem ou produto. É importante, devido aos problemas de desequilíbrio das atividades económicas, de competição pelos recursos e de definição de cascatas de valor. A definição de critérios mínimos é uma solução chave para ultrapassar os conflitos de interesse para a uniformização de um sistema de avaliação à escala global para os ecossistemas florestais.

O desenvolvimento da ferramenta de apoio à decisão e de avaliação para ecossistemas florestais e denominada por “*Forest GTS: Forest Global True Sustainability*” é feita no Capítulo 4, tendo-se obtido como conclusões gerais que: (1) para desenvolver uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade à escala global, com base num índice composto e integrado de avaliação, é necessário que o índice considere os principais esquemas, princípios e programas ligados à sustentabilidade e gestão sustentável dos ecossistemas florestais; (2) através de processo iterativo e de cruzamento de informação, definiu-se como critérios e indicadores mínimos um conjunto de 15 critérios ambientais, 7 económicos e 14 sociais, os quais originaram 37 indicadores ambientais, 14 económicos e 22 sociais. Apresenta assim um conjunto de

36 critérios e 72 indicadores de avaliação. A *Forest GTS* é uma ferramenta poderosa de avaliação de sustentabilidade para ecossistemas florestais e que poderá funcionar como um “*umbrela*” aos sistemas de certificação florestal, permitindo ainda a avaliação entre sistemas energéticos e de transformação de madeira. É ainda uma ferramenta que pode ajudar políticos, entidades governamentais, empresas e outros agentes a avaliar o grau de sustentabilidade de uma ou diversas cadeias de valor florestais. A globalização da *Forest GTS* a um contexto europeu permitiria a definição da cascata de valor, o dimensionamento de mercado de exploração dos recursos e a definição de prioridades de industrialização ou re-industrialização. *Forest GTS* permite ultrapassar as barreiras existentes ao nível global, porque é (1) um processo iterativo de seleção dos indicadores; e (2) cuidado em corresponder às principais iniciativas em curso e (3) à unidade funcional definida.

O último Capítulo do presente trabalho conseguiu obter informação para 92,1% dos indicadores ambientais, 92,8% dos económicos e 68,2% dos sociais das principais cadeias de valor da região centro. Apesar dos anos de inventário realizado no presente estudo verificou-se que existe falta de informação importante para garantir o cálculo de todos os indicadores. Os principais ecossistemas da região centro de Portugal são os Matos e Incultos, Povoamentos de pinheiro bravo de regeneração natural e os povoamentos de Eucaliptos, de origem antropogénica. Avaliou-se as principais cadeias de valor existentes, num total de 18 cadeias de valor existentes e mais 3 cenários novos de exploração dos ecossistemas florestais da região centro de Portugal, resultantes de trabalho desenvolvido em dois projetos de investigação na área das biorrefinarias – o BioREFINA-Ter – e na área dos aglomerados técnicos – o Woodcare. O presente estudo conclui que 61% das principais cadeias de exploração económica da floresta da região centro são sustentáveis. O valor médio do índice de avaliação de sustentabilidade para o ano 2013, $I_{GTS,2013}$, é de 50,95. As cadeias de valor energéticas de exploração de rolaria de pinheiro bravo e todas as cadeias de valor com origem em povoamentos de eucaliptos obtiveram um desempenho insustentável. Conclui-se assim que da forma como estão sendo explorados os povoamentos de eucaliptos, estes apresentam valores inferiores a um mínimo desejável de sustentabilidade, que seria pelo menos 50, numa escala de 0 a 100. Tendo em consideração que nas próximas décadas, caso não haja nenhuma alteração face ao atual os povoamentos de eucaliptos serão os principais e

dominantes da região centro, prevendo-se assim problemas de sustentabilidade associados à exploração económica dos ecossistemas florestais da região centro de Portugal. Identificaram-se também oportunidades de melhoria de exploração dos ecossistemas da região centro de Portugal, através da implementação de novos cenários de exploração económica dos ecossistemas de matos e incultos (que apresentam implicações significativas ao nível dos grandes incêndios florestais) e de povoamentos de pinheiro bravo. Exemplo desses novos cenários seria uma aposta pelas biorrefinarias ao nível dos Matos e Incultos e resíduos florestais e no desenvolvimento de mercados de aplicação técnica para aglomerados de madeira com aplicação no setor da qualidade do ar interior de edifícios.

6.2. Limitações do estudo

Olhando para o futuro da atividade económica e da tecnologia, em parte, envolve a avaliação do passado e do presente. No entanto, os dados existentes, bem como as previsões, por diversos aspetos, são significativamente incompletos e, em muitos casos, não estão disponíveis para todos. Além disso, a perceção e a informação são, às vezes, conflitantes e frequentemente representam preconceitos disciplinares dos autores.

As questões a serem consideradas no âmbito da avaliação de sustentabilidade são inúmeras, que vão desde as aspirações das populações rurais, às mudanças políticas no setor florestal, bem como outros setores da economia regional e global. As alterações de preços e ajustes de várias matérias-primas têm efeitos profundos sobre o setor florestal. Qualquer estudo de perspetiva, estratégia e de otimização é influenciado pela heterogeneidade dos territórios. A região Ásia-Pacífico é composta por alguns países dotados de recursos substanciais de floresta. A cobertura florestal da Papua de Nova Guiné, Brunei e do Camboja é superior a 70 por cento, enquanto que a do Paquistão e Singapura está abaixo de 10 por cento. Em uma base per capita florestal pode-se chegar de menos de 0,1 ha para cerca de 9 ha. Em certo sentido, a diversidade proíbe a prestação de uma imagem consistente de desenvolvimentos passados e futuros. Na verdade, não há dois países ou regiões iguais. A diversidade de informação é agravada pela falta de confiabilidade ou indisponibilidade no setor florestal.

O uso de ferramentas de modelação permitem apoiar as tomadas de decisão sobre quais as melhores opções de diferentes sistemas, assim como, a avaliação dos principais

fatores que envolvem a interação entre os sistemas e o meio envolvente, no entanto, um grande número de variáveis devem ser conhecidos e algumas hipóteses devem ser efetuadas. Para o caso dos ecossistemas florestais é necessário adaptar este tipo de ferramentas à realidade da complexidade existente. Os ecossistemas florestais são cadeias de valor muito complexas, que envolvem interações e simbioses de difícil interpretação e caracterização, com um conjunto muito significativo de processos. Alguns dos processos e interações existentes nos ecossistemas estão pouco estudados e analisados, revelando a inexistência de informação técnico-científica significativa. E.g. não existem muitos estudos de diferentes autores para o mesmo tipo de processo, e.g. estudo dos valores ecológicos, económicos e sociais da biodiversidade em função do tipo de floresta e análise qualitativa e quantitativa enquanto serviço florestal.

Em suma, as principais limitações do estudo estão mais associadas aos poucos estudos e informações sobre alguns processos das cadeias de valor do ecossistema florestal, em particular da região centro de Portugal, é a complexidade destes sistemas.

6.3. Trabalhos futuros

O presente estudo identificou importantes trabalhos a realizar no futuro para todas as cadeias de valor identificadas no Capítulo 5, nomeadamente:

1. Ciclo de nutrientes e capacidade produtiva do solo;
2. Ciclo de vida da água, com especial atenção para a integração da parte evaporativa, retenção no solo e consumo da árvore, ao nível foliar, do tronco e radicular: para cada tipo de povoamento florestal;
3. A capacidade de proteção dos ecossistemas florestais florestas ao nível das principais funções;
4. O número e tamanho médio das explorações florestais por tipo de cadeia de valor;
5. O ordenado e salário classificado por género;
6. A quota de funcionários com educação pós-secundária e terciária;
7. Os acidentes ocupacionais não fatais e fatais;
8. As doenças profissionais e as áreas de floresta destinadas ao recreio e serviços de proteção por tipo de ecossistema florestal;

Adicionalmente seria importante para Portugal a realização de um estudo semelhante de avaliação de sustentabilidade para os montados de sobreiro da região sul de Portugal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbas, D., Currentb, D., Phillipsc, M., Rossmand, R., Hogansonf, H., Brookse, N. B.. 2011. Guidelines for harvesting forest biomass for energy: A synthesis of environmental considerations; in: Biomass and Bioenergy vol. 35 no. 11, pp. 4538-4546. GGL. 2005. Approved Forest Management Certification Systems, version 2005.3., Green Gold Label Program.

AF&PA, CEPI, CPPA, JPA e NZFIC. 2000. "Meeting the challenge of global climate change - views of the forest and paper industry in: New Zealand, Canada, Japan, United States, Europe." American Forest & Paper Association, Confederation of European Paper Industries, Canadian Pulp and Paper Association, Japan Paper Association, New Zealand Forest Industries Council, Washington, Brussels, Montreal, Tokyo, Wellington, pp. 12.

Afionis, S. & Stringer, L.C. 2012. European Union leadership in biofuels regulation: Europe as a normative power?..*Journal of Cleaner Production*(32)pp. 114-123.

AGFR (Associação para um Gestão Florestal Responsável). 2013. Certificação da Cadeia de Custódia. Consultado no período de janeiro de 2013 a abril de 2013. Disponível em: <http://www.pt.fsc.org/>.

AICHE.Center for Waste Reduction Technologies (CWRT).2004 Focus Area: Sustainability Metrics. Disponível em: <http://www.aiche.org/cwrt/pdf/BaselineMetrics.pdf>.

Alfonso, A., Dallmeier, F., Granek, E., Raven, P. 2001. Biodiversity: Connecting with the Tapestry of Life, Smithsonian Institution/Monitoring and Assessment of Biodiversity Program and President's Committee of Advisors on Science and Technology, Washington, DC, USA.

Al-Riffai P., Dimaranan B., Laborde D. 2010. Global Trade and Environmental Impact Study of the EU Biofuels Mandate.Final Report. March 2010. ATLASS Consortium. International Food Policy Institute (IFPRI).

Amutio M, Lopez G, Alvarez J, Moreira R, Duarte G, Nunes J, Olazar M, Bilbao J. 2013b. Pyrolysis kinetics of forestry residues from the Portuguese Central Inland Region, Chemical Engineering Research and Design.Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2013.05.031>.

Amutio, M., Lopez, G., Alvarez, J., Moreira, R., Duarte, G., Nunes, J., Olazar, M., Bilbao, J. 2013a. Flash pyrolysis of forestry residues from the Portuguese Central Inland Region within the framework of the BioREFINA-Ter project, Bioresource Technology, 129, pp. 512–518.

Ananda, J. & Herath, G. 2003. The use of Analytic Hierarchy Process to incorporate stakeholder preferences into regional forest planning. *Forest Policy and Economics*, 5 (1): pp. 13-26.

APA (Agência Portuguesa do Ambiente) – Comité Executivo da Comissão para as Alterações Climáticas. 2012. Roteiro Nacional de Baixo Carbono. Análise técnica das opções de transição para uma economia de baixo carbono competitiva em 2050. Report. Agência Portuguesa do Ambiente. Amadora. Portugal. pp. 122.

APCOR (Associação Portuguesa de Cortiça). 2011. Cortiça, Cultura, Natureza, Futuro. Estudo de caracterização sectorial 2011. Pp. 84.

APREN - EREC. 2011. Mapping Renewable Energy Pathways towards 2020 – EU Roadmap pp. 104

ARANGE. 2014. Project Arange. http://www.arange-project.eu/?page_id=181. Consultado em 2012-2013.

Autoridade Florestal Nacional, AFN. 2010. "Plano de Gestão Florestal, Mata Nacional de Leiria", Report, Portugal.pp. 160.

Azapagic A, Perdan S. 2000. Indicators of sustainable development for industry: a general framework. *Trans IChemE(Proc Safety Envir Prot) Part B*;78(4): pp. 243–61.

Azapagic A, Perdan S. 2000Indicators of sustainable development for industry: a general framework. *Trans IChemE(Proc Safety Envir Prot) Part B*;78(4): pp. 243–61.

Azapagic A. 2004Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry.*J Cleaner Prod*: 12: pp. 639–62.

Bahovec, V. & Neralić, L. 2001. Relative efficiency of agricultural production in county districts of

Croatia. *Mathematical Communications - Supplement 1* (2001), 1: pp. 111–119.

Baker, S. 2006. Environmental values and climate change policy: contrasting the European Union and the United States. In: Lucarelli, S., Manners, I. (Eds.). *Values and Principles in European Union Foreign Policy*. Routledge. London. pp. 77-96.

Bare, B.B., Mendoza, G.A. 1992. Timber harvest scheduling in a fuzzy decision environment. *Can. J. Forest Res.* 22, pp. 424–428.

Bauen A., J. Howes, A. Chase, R. Tipper, A. Inkinen, J. Lovell and J. Woods. 2005. Feasibility study on certification for a Renewable Transport Fuel Obligation, Final report. Preparado pela E4tech, ECCM and Imperial College London.

Bebbington, J., Brown, J., Frame, B. 2007. Accounting technologies and sustainability assessment models. *Ecological Economics* 61, pp. 224–236.

Becker, D. R., Skog, K., Hellman, A., Halvorsen, K. E., Mace, T. 2009. An outlook for sustainable forest bioenergy production in the Lake States. *Energy Policy* 37, pp. 5687-5693.

Bell S., Morse S. 2003. *Measuring sustainability: learning by doing*. Sterling, VA: Earthscan Publications Ltd, London. pp. 206.

Benoît, C., Mazijn, B. 2009. Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products, UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, Sustainable Product and Consumption Branch: Paris, France.

Benoit-Norris. C., Cavan, D. A., Norris, G. 2012. Identifying social impacts in product supply chains: overview and application of the social Hotspot Database. *Sustainability*, 4, pp. 1946-1965.

Bentancourt, K., M. Ibrahim, C. Harvey, and B. Vargas. 2003: Effect of tree cover on animal behavior in dual purpose cattle farms in Matiguas, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 10, pp. 47-51.

Berrahmouni, N. 2009. FSC Certification of Cork Market Chain to Support the Conservation of Cork Oak Landscapes. WWF, Padova.

BI (Bioenergy International). 2012. *The World of Pellets January 2012*. SBSAB/Bioenergy International Magazine. Stockholm. Sweden.

Bizikova, L., Roy, D., Swanson, D., Venema, H., D., McCandless, M. 2013. The Water-Energy-Food Security Nexus: towards a practical planning and decision-support framework for landscape investment and risk management. International Institute for Sustainable Development. Report. pp. 28.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit). 2009. *National Biomass Action Plan for Germany: Biomass and Sustainable Energy Supply*. Germany. pp. 17.

Bogetoft, P.; Thorsen, B.J. & Strange, N. 2003. Efficiency and merger gains in the Danish Forestry Extension Service. *Forest Science*, 49 (4): pp. 585-595.

Bohringer, C., Jochem, P.E.P. 2007. Measuring the immeasurable—a survey of sustainability indices. *Ecological Economics* 63, pp. 1–8.

Booyens, F. 2002. An overview and evaluation of composite indices of development. *Social Indicators Research* 59, pp. 115–151.

Bossche, P. v. d., N. Schrijver, and G. Faber. 2007. Unilateral measures addressing non-trade concerns, a study on WTO consistency, relevance of other International Agreements, economic effectiveness and impact on developing countries of measures concerning nonproduct-related processes and production methods. Den Haag, Ministry of Foreign Affairs of The Netherlands.

Bousson, E. 2001. Development of a multicriteria decision support system adapted to multiple-use forest management: application to forest management at the management unit level in Southern Belgium. In: Franc, A., Laroussinie, O., Karjalainen, T. (Eds.), *Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management at the Forest Management Unit Level*, EFI Proceedings, vol. 38., pp. 151–164.

Bronckers, M, G. Verberne, and P. Juttman. 2007. WTO/EG-rechtelijke toetsing van de door de projectgroep duurzame productie van biomassa opgestelde duurzaamheidscriteria. Amsterdam, Van Doorne advocaten, notarissen, fiscalisten.

Brown, M.A., Baek, Y. 2010. The forest products industry at an energy/climate crossroads. *Energy Policy* 38 (12), pp. 7665–7675.

Buongiorno, J., Gilles, J.K. 2003. *Decision Methods for Forest Resource Management*, Academic Press, California, pp. 439 .

- Buongiorno, J., Zhu, S., Raunika, R., Prestemon, J.P., 2012. Outlook to 2060 for world forests and forest industries: a technical document supporting the Forest Service 2010 RPA assessment. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station. Technical Report SRS-151, Asheville, NC.
- Carpentieri, M., Corti, A., Lombardi, L. 2005. Life cycle assessment (LCA) of an integrated biomass gasification combined cycle (IBGCC) with CO₂ removal. *Energy Conversion and Management*. 46 (11-12):1790-1808.
- Carvalho, J.H. 2011. Measuring economic performance, social progress and sustainability using an index. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: pp. 1073–1079.
- Cashore, B., F. Gale, E. Meidinger and D. Newsom. 2006. *Confronting sustainability: Forest certification in developing and transitioning countries*. Yale, Yale School of Forestry & Environmental Studies.
- Castañeda, F. 2000. Criteria and indicators for sustainable forest management: international processes, current status and the way ahead. *Unasylva* 203, pp. 34–40.
- CBD. 2000. Report of the fifth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. UNEP/CBD/COP/6/20. (Decision VI/12: Ecosystem approach. Disponível em: www.biodiv.org/decisions/default.aspx?id=126&lg=0)
- CEC (Commission of the European Communities). 2006. on an EU Forest Action Plan. *Official Journal of the EU*. COM(2006) 302 final. pp. 15.
- CEI-Bois. 2004. “Memorandum of the woodworking industries to the European institutions.” European Confederation of Woodworking Industries, Brussels, pp. 21.
- CIFOR. 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management. Report. pp. 187.
- CIFOR. 2013. *The Changing Face of Forestry*. 2012 annual report. pp. 17.
- CI-SFM (Implementing Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management in Europe). 2014. Project. disponível e consultado em novembro de 2013: <http://www.ci-sfm.org/report.html>
- CI-SFM. 2014. Project CI-SFM. http://www.ci-sfm.org/about.html#About_the_project. Consultado em 2012-2013.
- Clavijo, M., M. Nordenstahl, P. Gundel, and E. Jobbágy. 2005: Poplar afforestation effects on grasslands structure and composition in the flooding pampas. *Rangeland Ecology & Management*, 58, pp. 474-479.
- Colombo, S. J., Chen, J., Ter-Mikaelian, M. T., McKechnie, J., Elkie, P. C., MacLean, H., L., Health, S. L. 2012. Forest protection and forest harvest as strategies for ecological sustainability and climate change mitigation. *Forest Ecology and Management* 281, pp. 140-151.
- COM. 2006. 302 final. 2006. Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu: sobre um plano de acção da União Europeia para as florestas. Consultada em 2013.
- COM. 2008. 400 final. 2008. Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Public procurement for a better environment. Consultada em 2012.
- COM. 2010. 11 final. 2010. Report from the Commission to the Council and the European Parliament: on sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling. consultada em novembro de 2013.
- COM. 2011. 244 final. 2011. Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the regions: Our life insurance, our natural capital – an EU biodiversity strategy to 2020. Consultada em 2013.
- COM. 2008. 645 final. 2008. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Enfrentar os desafios da desflorestação e da degradação florestal para combater as alterações climáticas e perda de biodiversidade. Consultada em 2012.
- COM. 2010. 66 final. 2010. Green Paper: on Forest Protection and Information in the EU – Preparing forests for climate change. Consultado em 2012.

COM.2012. 93 final. 2012. Proposal for a Decision of the European Parliament and of the Council: on accounting rules and action plans on greenhouse gas emissions and removals resulting from activities related to land use, land use change and forestry. Consultada em 2013.

Correll, D., Yoshinori, S., Martens, B. J. 2014. Logistical supply chain design for bioeconomy applications. *Biomass and Bioenergy*. 66: 60-69.

Daly H, Cobb J. 1989. *For the Common Good: Redirecting the Economy Towards Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Boston, MA, USA: Beacon Press.

Daly H, Cobb J. 1989. *For the Common Good: Redirecting the Economy Towards Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Boston, MA, USA: Beacon Press.

Daly H, Cobb J. 1989. *For the Common Good: Redirecting the Economy Towards Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Boston, MA, USA: Beacon Press;.

Davis, L. S., Johnson, K. N., Bettinger, P., Howard, T. E. 2001. *Forest Management: to sustain Ecological, Economic, and Social Values*. Waveland Press, Inc., 4th Edition. pp. 804, USA.

Davis, L.S., Johnson, K.N., Bettinger, P.S., Howard, T.E. 2001. *Forest Management*, 4th Ed, McGraw-Hill, New York, pp. 816.

Davosir Pongrac, D. 2006. Efikasnost osiguravajućih društava u Republici Hrvatskoj. Magistarski rad, Ekonomski fakultet, Zagreb, str. 1–139 + III.

DECC (Department of Energy & Climate Change). 2009. Energy markets outlook. Disponível em: <http://www.officialdocuments.gov.uk/document/hc0910/hc01/0176/0176.pdf>.

Dembner, S. A., 1995. Trade and marketing of forest products. FAO. New Zealand Forest Research Institute. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/v7850e/v7850e04.htm>

Devereaux C. and Lee H. 2009. Biofuels and Certification A Workshop at the Harvard Kennedy School of Government, May 11-12, 2009. Summary Report. Belfer Center Discussion Paper 2009-07 June 2009.

DGF. 2001. Inventário Florestal Nacional, Portugal Continental, 3ª Revisão 1995 – 1998. Lisboa: Direcção-Geral das Florestas.

DGGE – Direcção Geral de Geologia e Energia. 2007. “Renováveis – Estatísticas rápidas”, pp. 23.

DGRF – Direcção Geral dos Recursos Florestais. 2006. “Inventário Florestal Nacional – Portugal continental 2005 – 2006”, Ed. Direcção-Geral das Florestas, Lisboa.

DGRF. 2006a. Estratégia Nacional para as Florestas. Lisboa: Direcção-Geral dos Recursos Florestais.

DGRF. 2006b. Inventário Florestal Nacional (2005-2006) – Resultados preliminares. Lisboa: Direcção-Geral dos Recursos Florestais.

Diakoulaki D, Kavadakis G. 2002. Cost-benefit analysis of biofuel of oil-seed origin in Greece. *Options Méditerranéennes* 48, pp. 77–84.

Dias AC, Arroja L, Capela I. 2007b. Life Cycle Assessment of Printing and Writing Paper Produced in Portugal. *Int J LCA* 12 (7) 521–528.

Dias, A.C. 2005. Avaliação do contributo do sector florestal para as alterações climáticas. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. 253 pp.

Dias, A.C., Arroja, L., Capela, I. 2007a. Evaluation of the Greenhouse Gas Balance in the Eucalyptus Globulus sector in Portugal. *Boletín del CIDEU* 4: 59-70. ISSN 1885-5237.

Diaz-Balteiro, L. & Romero, C. 2008. Making forestry decisions with multiple criteria – a review and an assessment. *Forest ecology and management*, 255 (8-9): pp. 3222-3241.

Diaz-Balteiro, L., Romero, C. 1998. Modeling timber harvest scheduling problems with multiple criteria: an Application in Spain. *For. Sci.* 44, pp. 47–57.

Diaz-Balteiro, L., Romero, C. 2004. Sustainability of forest management plans: a discrete goal programming approach. *Journal of Environmental Management* 71, pp. 351-359.

Diaz-Balteiro, L.; Herruzo, A. C.; Martinez, M. & González-Pachón, J. 2006. An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to Spain's wood-based industry. *Forest Policy and Economics*, 8 (7): pp. 762-773.

Dinkelbach, L. 2000. “Thermochemical Conversion of Willow from Short Rotation Forestry”, Netherlands Energy Research Foundation, pp. 21.

- Diretiva 1999/105/CE. 1999. Diretiva 1999/105/CE do Conselho, de 22 de Dezembro de 1999, relativa à comercialização de Materiais Florestais de Reprodução (MFR). Consultada em 2013.
- Diretiva 2000/29/CE. 2000. Diretiva 2000/29/CE do Conselho, de 8 de Maio de 2000, relativa às medidas de protecção contra a introdução na Comunidade de organismos prejudiciais aos vegetais e produtos vegetais e contra a sua propagação no interior da Comunidade. Consultada em 2013.
- Diretiva 2009/28/CE. 2009. Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis que altera e subsequentemente revoga as Directivas 2001/77/CE e 2003/30/CE. Consultada em 2013.
- DJSI.2003. Dow Jones Sustainability Indexes. Dow Jones Sustainability World Indexes Guide, Version 5.0. Disponível em: <http://www.sustainability-index.com>.
- DJSI-Dow Jones Sustainability Indexes. 2003. Dow Jones Sustainability World Indexes Guide, Version 5.0. Disponível em: <http://www.sustainability-index.com>.
- Duarte, G. V., Moura, A.I., Moreira, R., Nunes, J., Figueiredo, M.M., Carvalho, M. G. 2013. Evaluation of several forest residues as potential raw material for bioethanol production in Portugal, Journal of Bioprocess Engineering and Biorefinery. Vol. 2, pp. 1-6.
- Ducey, M.J., Larson, B.C. 1999. A fuzzy set approach to the problem of sustainability. For. Ecol. Man 115, pp. 29-40.
- Dudek, D., A. Golub, and E. Strukova. 2002. Ancillary benefits of reducing greenhouse gas emissions in transitional economies. Working Paper, Environmental Defence. Washington, D.C.
- Dufey A. 2006. Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues. Sustainable Markets Discussion Paper No. 2. IIED, London.
- EC (2012). Commission proposes strategy for sustainable bioeconomy in Europe. Press release. Brussels. 13 February. Disponível em: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_press_release.pdf.
- EC (European Commission). 2008. Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects, European Commission Directorate General Regional Policy.
- EC (European Commission). 2010. Summary of the impact assessment: Accompanying document to the Report from the Commission to the Council and the European Parliament on sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling. COM (2010) 11 final and SEC (2010) 65 final.
- EC (European Commission). 2013. A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector. Official Journal of the EU. COM(2013) 659 final. pp. 17.
- EC (European Commission). 2007. Measuring progress towards a more sustainable Europe – Statistical books 2007. Monitoring report of the EU sustainable development strategy. Disponível em: http://ec.europa.eu/sustainable/docs/estat_2007_sds_en.pdf [Cited 29 July 2013].
- EC (European Commission). 2013. Agriculture and bioenergy. Disponível e Consultado em novembro de 2013: http://ec.europa.eu/agriculture/bioenergy/index_en.htm.
- EC .2014.. What is the Bioeconomy. Research & Innovation. Consultado em janeiro de 2014 e disponível em: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/policy/bioeconomy_en.htm.
- EC, 2011 – European Commission. 2011. Key Figures, Market Observatory for Energy. Disponível online em: http://ec.europa.eu/energy/observatory/countries/doc/key_figures.pdf, consultado em fevereiro de 2014
- EC. 2005. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Thematic strategy on the sustainable use of natural resources. COM(2005) 670 Final, Brussels; 21.12.2005.
- EC. 2011. Bio-based economy in Europe: state of play and future potential Part 2. Summary of the position papers received in response to the European Commission's Public on-line consultation. Directorate-General for Research and Innovation Food, Agriculture & Fisheries, & Biotechnology. Report. pp. 30.
- ECa (European Commission) 2009: Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC; Official Journal of the EU, June 5, 2009 L 140 pp. 16-62.

ECb (European Commission). 2009. Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC; Official Journal of the EU, June 5, 2009 L 140 pp. 88-112.

Edwards R, Szekeres S, Neuwahl F, Mahieu V. 2008. Biofuels in the European context: facts and uncertainties. European Commission and Joint Research Centre.

EEA (Environmental Environmental Agency). 2006. How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? EEA Report No. 7/2006. European Environment Agency, Copenhagen.

EEC (Environmental European Commission).2013. Environmental Impact Assessment. Disponível e consultado em 18 de novembro de 2013: <http://ec.europa.eu/environment/eia/home.htm>.

EEC (European Economic Community). 1987. Council Regulation No 2658/87, of 23 July 1987, on the tariff and statistical nomenclature and on the Common Customs Tariff. (OJ L 256 de 7.9.1987, pp. 1).

EFI (Eruopean Forest Institute). 2014. Research. Disponível e consultado em janeiro de 2014: <http://www.efi.int/portal/>.

EFORWOOD. 2014. Project Eforwood. <http://www.innovawood.com/eforwood/>. Consultado em 2012-2013.

Eid T., Hoen H.F., Økseter P. 2002. Timber production possibilities of the Norwegian forest area and measures for a sustainable forestry. *Forest Policy and Economics* 4: pp. 187–200. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S1389-9341\(01\)00069-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1389-9341(01)00069-7)

Ekvall, T. 2011. Nations in social LCA. *International Journal Life Cycle Assessment*. 16, pp. 1-2.

Elkington, J. 1997. *Cannibals with Forks: the Triple-bottomline of 21st Century Business*. Oxford, Capston.

Enerdata. 2013 – Disponível online em: <http://yearbook.enerdata.net/>, consultado em: fevereiro de 2014

EP. 2013. A UNIÃO EUROPEIA E AS FLORESTAS. Disponível em: http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/pt/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.2.11.html

Ericksen, P. J. 2008. Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change* 18, pp. 234–245.

Eriksson LN, Gustavsson L. 2008. Biofuels from stumps and small roundwood – costs and CO2 benefits. *Biomass Bioenergy* 32, pp. 897–902.

EU (European Union - Commission Regulation). 2012. No 601/2012. Monitoring and reporting of greenhouse gas emissions pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council. OJ L 181.12.7.2012.

EU (European Union). 2010. Regulation EU No 995/2010 of the European Parliament and of the Council of 20 October 2010. Laying down the obligations of operators who place timber and timber products on the market (Text with EEA relevance). OJ L 295 de 12.11.2010)

European Council, 1990. Presidency Conclusions e European Council. Doc. SN60/1/90, June, Dublin, June. Disponível em : <<http://www.europarl.europa.eu/summits/dublin/>

Eurostat 2013c. Employment statistics. Disponível em: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Employment_statistics/pt_consultada_em_novembro_2013.

EuroStat.2013a. Sustainable development indicators. Disponível e consultada no período de janeiro de 2012 a novembro de 2013: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/sdi/indicators>.

EuroStat.2013b. Europe 2020 Indicators. Faaij, A. P. (2006) “Bio-energy in Europe: changing technology choices: Renewable Energy Policies in the European Union”, *Energy Policy*, 34(3), pp. 322-342. Disponível em: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/europe_2020_indicators/headline_indicators

Faaij A. 2008. Developments in international bioenergy markets and trade. *BIOMASS & BIOENERGY* 32(8), pp. 657-659.

Faaij A.P.C. & Domac J. 2006. Emerging international bioenergy markets and opportunities for socio-

economic development. Energy for Sustainable Development (Special Issue on Emerging International Bio-energy markets and opportunities for socio-economic development), Vol. X, No 1. March. pp. 7-19.

Failing, L., Gregory, R. 2003. Ten common mistakes in designing biodiversity indicators for forest policy. *J. Environ. Manage.* 68, pp. 121–132.

Falkner, R. 2007. The political economy of 'normative power' Europe: EU environmental leadership in international biotechnology regulation. *Journal of European Public Policy*(14)pp. 507-526.

FAO – Food and Agriculture Organization. 2010. Global Forest Resources Assessment 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations"). 2008. International processes on criteria and indicators for sustainable forest management; Rome: Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/ci/16607@45291@45449/en/>

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). 2010a: Criteria and indicators for sustainable woodfuels; Rome: FAO

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2003. Sustainable forest management and the ecosystem approach: two concepts, one goal. By Wilkie M. L., Holmgren, P. and F. Castañeda. Forest Management Working Papers, Working Paper FM 25. Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. FAO. Rome (unpublished).

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2001. Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management: a compendium. Forest Management Working Paper. Forestry Department. pp. 89.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. Forest Resources Assessment 2010. Main report. 378 pp. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>

FAO. 2001. Criteria and Indicators of Sustainable Forest Management of all Types of Forests and implications for Certification and Trade (Secretary Note). Item 6 of the Provisional Agenda. Fifteenth session. Rome, Italy, 12-16 March. Disponível em: http://www.fao.org/docrep/MEETING/003/X8783E.HTM#P63_4959

FAO. 2013 – Disponível online em: <http://faostat.fao.org/site/368/default.aspx#ancor>. consultado em: Fevereiro de 2014

FAO. 2014. Global Production and trade of forest products in 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938/en/>

Farley, K., E.G. Jobbágy and R.B. Jackson. 2004. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. Center on Global Change, Duke University, Durham. Department of Biology and Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University, Durham. Grupo de Estudios Ambientales - IMASL, Universidad Nacional de San Luis & CONICET, Argentina.

Field, D.B. 1973. Goal programming for forest management. *For. Sci.* 19, pp. 125–135. (apresentado por Prabhu R., Colfer C.J.P., Dudley R.G. (1999). Guidelines for developing, testing and selecting criteria for sustainable forest management. Criteria and Indicators Toolbox Series no. 1. CIFOR, Bogor, Indonesia. pp. 186)

Forest Europe (2013). SFM in a Green Economy. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. Disponível em e consultado em novembro de 2013: <http://www.foresteurope.org/sfm-green-economy>.

FOREST EUROPE, UNECE and FAO. 2011: State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe. Report. pp. 344.

Forestry Working Group. 1995. Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests. The Montreal Process. Ottawa Canadian Forest Service, Ottawa. pp. 28.

Franc, A., Laroussinie, O., Karjalainen, T. (Eds.). 2001. Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management at the Forest Management Unit Level. EFI Proceedings No. 38.

Fraser E.D.G., Dougill A.J., Mabee W.E., Reed M., McAlpine P. 2006. Bottom up and top down: Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *Journal of Environmental Management* 78: pp. 114–127. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.04.009>

Fritsche, R. U. 2012. Sustainability criteria for solid bioenergy: is the RED enough? Sustainability for wood pellets workshop. Brussels. Disponível em: http://www.enplus-pellets.eu/wp-content/uploads/2012/01/Sustainability-criteria-for-solid-bioenergy_Uwe-Fritsche_Oeko-Institut_26Jan2012.pdf.

Fritsche, r. u., Jong, J., Thuijl, E., Lammers, E., Agostini, A., Scarlet, N. 2013. "Sustainability criteria and indicators for solid bioenergy from forests". Report. pp. 109.

Fritsche, U.R., Hennenberg, K.J., Hermann, A., Hünecke, K., Herrera, R. 2010. Development of strategies and sustainability standards for the certification of biomass for international trade – Summarizing Final Report. Disponível em: <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/3961.pdf>

FSC (Forest Stewardship Council). 2013. Forest Producers Association in Portugal. Report. pp. 2.

Galanopoulos, K.; Aggelopoulos, S.; Kamenidou, I. & Mattas, K.. 2006. Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming. *Agricultural Systems*, 88 (2-3): pp. 125-141.

Gil, L., 2000. História da Cortiça. Associação Portuguesa de Cortiça, Santa Maria de Lamas.

Glass, .J.C.; McKillop, D.G. & O'Rourke, G. 1999. A cost indirect evaluation of productivity change in UK universities. *Journal of Productivity Analysis* 10 (2): pp. 153–75.

GlobalBiopact , 2013. Project GlobalBiopact. <http://www.globalbiopact.eu/project-description.html>. Consultado em 2012-2013.

Gobbi, J. 2003. Financial behavior of investment in sylvopastoral systems in cattle farms of Esparza, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10, pp. 52-60.

Goldemberg, J. 2000. "World Energy Assessment", Preface, United Nations Development Programme, New York, NY, USA.

GP (Governo de Portugal). 2013. Anexos: Estratégia Europa 2020: Ponto de Situação das Metas em Portugal. Disponível e consultado em junho de 2013: http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/nd/prgprep2013_portugal_pt.pdf.

GPP (2006) GPP – Gabinete de Planeamento e Políticas. 2006. Estratégia Nacional para as Florestas. Disponível em: <http://www.gpp.pt/ambiente/PROT/OVT/doc/ENF.pdf>

GRI. 2002. Global Reporting Initiative. Sustainability Reporting Guidelines 2002 on Economic, Environmental and Social Performance. Global Reporting Initiative, Boston, USA. Disponível em: <http://www.globalreporting.org>.

GRI. 2002. Global Reporting Initiative. Sustainability Reporting Guidelines 2002 on Economic, Environmental and Social Performance. Global Reporting Initiative, Boston, USA. Disponível em: <http://www.globalreporting.org>.

GWP (Global Water Partnership). 2000. Integrated water resources management (TAC Background Paper No. 4). Stockholm: Technical Advisory Committee, Global Water Partnership.

Hafeez K, Zhang Y, Malak N. 2002. Determining key capabilities of a firm using analytic hierarchy process. *Int J ProdEcon*. 76: pp. 39–51.

Hamalainen, S., Nayha, A. Pesonen, H. 2011. Forest biorefineries – a business opportunity for the Finnish forest cluster. *Journal of Cleaner Production*. 19: 1884-1891.

Hamelinck, C., Faaij, A.. 2005. "Outlook for advanced biofuels", Energy Policy.

Harris, C.C., McLaughlin, W. J., Becker, D. R., Nielsen, E. A. 2000. Rural Community Assessments Applying Criteria & Indicators for Sustainable Resource Management. Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management at the Forest Management Unit Level. EFI Proceedings No. 38.

Hasenauer, H. 2006. Sustainable Forest Management: Growth Models for Europe. Springer Verlag (ed). Germany. ISBN-103-540-26098-6. pp. 398.

Hector D., Christensen C., Petrie J. 2009. A problem-structuring method for complex societal decisions: Its philosophical and psychological dimensions. *European Journal of Operational Research* 193: pp. 693–708. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2007.06.058>

Henkel. 2003. Sustainability Report 2003. Disponível em: <http://www.she.henkel.com/>.

Herath, G. & Prato, T. 2006. Using multi-criteria decision analysis in natural resource management, Ashgate publishing, pp. 239, Hampshire, England

- Hillring, B. 2006. World trade in forest products and wood fuel. *Biomass and Bioenergy* 30, pp. 815-825.
- Hillring, B. 2006. World trade in forest products and wood fuel. *Biomass and Bioenergy* 30, pp. 815-825.
- Hiltunen, V.; Kangas, J. & Pykäläinen, J. 2008. Voting methods in strategic forest planning – Experiences from Metsähallitus. *Forest Policy and Economics*, 10 (3): pp. 117-127.
- Hoogwijk, M., Faaij, A., Eickhout, B., Vries, B., Turkenburg, W. 2005. Potential of biomass energy out to 2100, for four IPCC SRES land-use scenarios. *Biomass and Bioenergy* 29, 225-257.
- Hurmekoski, E., Hetemäki, L. 2013. Studying the future of the forest sector: Review and implications for long-term outlook studies. *Forest Policy and Economics* 34. Pp. 17-29.
- Husgafvel, R., Watkins, G., Linkosalmi, L., Dahl, O. 2013. Review of sustainability management initiatives within Finnish forest products industry companies-Translating EU level steering into proactive initiatives. *Resources, Conservation and Recycling* 76, pp. 1-11.
- Husgafvel, R., Watkins, G., Linkosalmi, L., Dahl, O. 2013. Review of sustainability management initiatives within Finnish forest products industry companies-Translating EU level steering into proactive initiatives. *Resources, Conservation and Recycling* 76, pp. 1-11.
- IC (Imperial College). 2012: Biomass Futures - Analysing Europe's Future Bioenergy Needs; Panoutsou C (project coordinator); London etc. Disponível em: www.biomassfutures.eu
- ICChemE.2004. Sustainable Development Progress Metrics Recommended for use in the Process Industries. Disponível em: <http://www.icheme.org/sustainability/metrics.pdf>.
- ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. 2014. Portal Florestas. Disponível em: <http://www.icnf.pt/portal/florestas>.
- ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas. 2013. 6º Inventário Nacional Florestal: Resultados Preliminares v1.1. pp. 35.
- IEA – International Energy Agency. 2012. World Energy Outlook 2012 – Renewable Energy Outlook. Disponível em: http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2012/WEO2012_Renewables.pdf
- IEA (International Energy Agency). 2001. Toward a sustainable energy future. Disponível em: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2000/future2001.pdf>.
- IEA Bio (International Energy Agency Implementing Agreement on Bioenergy). 2011: Developing Sustainable Trade in Bioenergy; Summary and Conclusions from the IEA Bioenergy ExCO 65 Workshop; Paris. Disponível em: <http://www.ieabioenergy.com/MediaItem.aspx?id=6880>.
- IEG (2013). Managing Forest Resources for Sustainable Development: An evaluation of World Bank Group Experience. Report. pp. 178. Disponível em: https://ieg.worldbankgroup.org/Data/reports/chapters/forest_eval.pdf.
- IN2WOOD. 2014. Project In2Wood. <http://www.in2wood.eu/>. Consultado em 2012-2013.
- Ince, P.J., Kramp, A., Skog, K.E., 2012. Evaluating economic impacts of expanded global wood energy consumption with the USFPM/GFPM model. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue Canadienne D'agroéconomie* 60 (2), pp. 211–237.
- Ince, P.J., Kramp, A.D., Skog, K.E., Yoo, D.I., Sample, V.A. 2011. Modeling future U.S. forest sector market and trade impacts of expansion in wood energy consumption. *Journal of Forest Economics* 17 (2), pp. 142–156.
- International Organization for Standardization (ISO). 1997. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and framework No. European standard EN ISO 14040, Geneva. pp. 20.
- IPCC. 2000. Special report on land use, land-use change and forestry. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 375.
- IPCC. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1535.
- ISO.1993. Quantities and Units, ISO Standards Handbook. Genève: International Organization for Standardization.

ITTO 1998. Criteria and Indicators for the Sustainable Management of Natural Tropical Forests. ITTO, Yokohama. pp. 29.

IUCN, UNEP, WWF. 1980. "World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development". (Gland, Switzerland: IUCN, WWF; Nairobi: UNEP, 77 pp. ISBN 2.88032-104-2 (Bound).

IWPB (Initiative Wood Pellets Buyers). 2012. Report n°1. Proposal for Sustainability Principles for Woody Biomass Sourcing and Trading. pp. 30.

Jalilova G., Khadka C., Vacik H. 2012. Developing criteria and indicators for evaluating sustainable forest management: A case study in Kyrgyzstan. *Forest Policy and Economics* 21: pp. 32–43. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2012.01.010>

James, C.S., Serafini, D., Rutz, D., Janssen, R., Schober, S. 2009. International Latin American – European Cooperation Workshop on "Sustainability in Biofuels Production and Biofuel Conversion Technologies. Disponível em: http://www.wip-munich.de/images/stories/3_projects/BioTop/ANNEX-1-13_WP3_D3-4_Minutes-Argentina-Workshop.pdf

Jeswani H.K., Azapagic A., Schepelmann P., Ritthoff M. 2010. Options for broadening and deepening the LCA approaches. *Journal of Cleaner Production* 18: pp. 120–127.

Joanaz, S., Soares, R., 2012. O Pinhal e a Lagoa, Portal regiaocentro.net, Disponível e consultado em 08-11-2012: <http://www.regiaocentro.net/lugares/leiria/pinhalelagoa.html>.

Johnson, T. G., Altman, I. 2014. Rural development opportunities in the bioeconomy. *Biomass and Bioenergy*. 63: 341-344.

Jonsson, R. 2006. Increasing the competitiveness of wood in material substitution: a method for assessing and prioritizing customer needs. *J. Wood Sci.* 52: 154-162.

JRC – Joint Research Center. 2002. Internal Market Index 2002: Technical Details of the Methodology. Institute for the Protection and Security of the Citizen, Technological and Economic Risk Management. Applied Statistics Group. Disponível em: <http://www.jrc.cec.eu.int/>.

Kahraman, C. 2008. Fuzzy multi-criteria decision making: theory and applications with recent developments, pp. 591, Berlin/Heidelberg.

Kajanus, M.; Kangas, J. & Kurttila, M. 2004. The use of value focused thinking and the A'WOT hybrid method in tourism management. *Tourism Management*, 25 (4): pp. 499-506.

Kangas, A.; Kangas, J.; Lahdelma, R. & Salminen, P. 2006. Using SMAA-2 method with dependent uncertainties for strategic forest planning. *Forest Policy and Economics*, 9, (2): pp. 113-125.

Kangas, H., Lintunen, J., Pohjola, J., Hetemaki, L., Uusivuori, J. 2011. Investments into forest biorefineries under different price and policy structures. *Energy Economics*. 33: 1165-1176.

Kangas, J. 1992. Multiple-use planning of forest resources by using analytic hierarchy process. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7 (1-4): pp. 259-268.

Kangas, J., Alho, J.M., Kolehmainen, O., Mononen, A. 1998. Analyzing consistency of experts' judgements-case of assessing forest biodiversity. *For. Sci.* 44, pp. 610–617.

Kangas, J., Kangas, A. 2005. Multiple criteria decision support in forest management – the approach, methods applied, and experiences gained. *Forest ecology and management*, 207 (1-2): pp. 133-143.

Kangas, J., Kangas, A.. 2004: Multicriteria approval and SMAA-O in natural resource decision analysis with both cardinal and ordinal criteria. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 12 (1): pp. 3-15.

Kangas, J.; Hokkanen, J.; Kangas, A.; Lahdelma, R. & Salminen, P. 2003. Applying stochastic multicriteria acceptability analysis to forest ecosystem management with both cardinal and ordinal criteria. *Forest Science*, 49 (6): pp. 928-937.

Kao, C. 1998. Measuring the efficiency of forest districts with multiple working circles. *Journal of the Operational Research Society*, 49 (6): pp. 583-590.

Kao, C., Brodie, J.D. 1979. Goal programming for reconciling economic, even flow, and regulation objectives in forest harvest scheduling. *Can. J. For. Res.* 9, pp. 525–531. (apresentado por Prabhu R., Colfer C.J.P., Dudley R.G. (1999). Guidelines for developing, testing and selecting criteria for sustainable forest management. Criteria and Indicators Toolbox Series no. 1. CIFOR, Bogor, Indonesia. pp. 186).

Keeney, R.L. & Raiffa, H. 1976. Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs.

John Wiley & Sons, NY.

Keeney, R.L., Raiffa, H. 1993. Decisions with multiple objectives. Preferences and value tradeoffs, Cambridge University Press, Cambridge, Original publication. John Wiley and Sons, New York, 1976, pp. 569.

Kelemen, D.R. 2010. Globalizing European Union environmental policy. *Journal of European Public Policy*(17)pp. 335-349.

King, S. D. 2010. World Economic Forum: The Future of Industrial Biorefineries. pp. 40.

Kloepffer W. 2000. Life-Cycle Based Methods for Sustainable Product Development. Editorial for the Life Cycle Management (LCM) Section in *Int J LCA* 8, pp. 157–159.

Kloepffer, W., Renner, I. 2008. Life-Cycle Based Sustainability Assessment of Products. In: Schaltegger S (ed): *Environmental Management Accounting for Cleaner Production*. Volume 13, Issue 2, pp. 89-95.

Korhonen, J. 2004. Industrial ecology in the strategic sustainable development model: strategic applications of industrial ecology. *Journal of Cleaner Production*. 12: 809-823.

Krajnc D, Glavič P. 2003. Indicators of sustainable production. *Clean Technol Environ Policy*.5: pp. 279–288.

Krajnc, D., Glavic, P. 2005. A model for integrated assessment of sustainable development. *Resources, Conservation and Recycling*, 43, pp. 189-208.

Kraxner, F., Nordström, E., Havlík, P., Gusti, M., Mosnier, A., Frank, S., Valin, H., Fritz, S., Fuss, S., Kindermann, G., McCallum, I., Khabarov, N., Böttcher, H., See, L., Aoki, K., Schmid, E., Máthé, Obersteiner, M. Global bioenergy scenarios e Future forest development, land-use implications, and trade-offs. *Biomass and Bioenergy* (57), pp. 86-96.

Kre, J. 1999. Večkriterijalno dinamično vrednotenje tehnoloških, ekonomskih, socialnih in ekoloških vplivov na gospodarjenje z gozdovi. Disertacija, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 174 str. Ljubljana.

Kunsch P.L., Kavathatzopoulos I., Rauschmayer F. 2009. Modelling complex ethical decision problems with operations research. *Omega* 37: pp. 1100–1108. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2008.11.006>

Kurttila, M.; Pesonen, M.; Kangas, J. & Kajanus, M. 2000. Utilizing the analytical hierarchy process (AHP) in SWOT analysis – a hybrid method and its application to a forest certification case. *Forest Policy and Economics*, 1 (1): pp. 41-52.

Ladanai, S., Vinterbäck, J. 2010. Certification criteria for sustainable biomass for energy. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Energy and Technology. Report pp. 45.

Ladanai, S., Vinterbäck. 2010. Certification criteria for sustainable biomass for energy. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Energy and Technology. Report pp. 45.

Ladanai, Svetlana e Vinterbäck, Johan. 2010. Certification Criteria for Sustainable Biomass for Energy. SLU. Institutionen för energi och teknik. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Energy and Technology. Report pp. 45.

Lal, P., Alavalapati, J. R. R., Marinescu, M., Dwivedi, P., Matta, J. R. 2011: Developing Sustainability Indicators for Woody Biomass Harvesting in the United States; in: *Journal of Sustainable Forestry* vol. 30 no. 8, pp. 736-755.

Lammerts van Bueren, E. M., Blom, E.M. 1997. Hierarchical Framework for the formulation of sustainable forest management standards. pp. 92.

Lattimore, B., Smith, C.T., Titus, B.D., Stupak, I., Egnell, G. 2009. Environmental factors in woodfuel production: Opportunities, risks, and criteria and indicators for sustainable practices; in: *Biomass and Bioenergy* vol. 33 no. 10, pp. 1321–1342.

Laukkanen, S.; Kangas, A. & Kangas, J. 2002. Applying voting theory in natural resource management: a case of multiple-criteria group decision support. *Journal of Environmental Management*, 64 (2): pp. 127-137.

Lautier A., Rosenbaum R.K., Margni M. et al. 2010. Development of normalization factors for Canada and the United States and comparison with European factors. *Science of the Total Environment* 409: pp. 33–42. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.09.016>

Leading Indicators. Short-term Economic Statistics Division, Statistics Directorate/OECD. 2002. Disponível em: <http://www.oecd.org>.

LeBel, L.G. 1996. Performance and efficiency evaluation of logging contractors using Data envelopment analysis. Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, pp. 201.

Lewandowski, I., Faaij, A. 2004. Steps towards the development of a certification systems for sustainable bio-energy trade. Report NWS-E-2004-31.

Li, J. 2013. PhD Thesis *Large-scale bioenergy and oil forestry programs in rural China: An institutional analysis*. Wageningen University. pp. 201

Lightfoot, S. & Burchell, J. 2004. Green hope or greenwash? The actions of the European Union at the World Summit on sustainable development. *Global Environmental Change*(14)pp. 337-344.

Lindner M., Suominen T., Palosuo T., Garcia-Gonzalo J., Verweij P., Zudina S., Päivinen R. 2010. ToSIA — A tool for sustainability impact assessment of forest- wood chains. *Ecological Modelling* 221: 2197–2205. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.08.006>

Linsler, S. 2001. Critical Analysis of the Basics for the Assessment of Sustainable Development by Indicators. Freiburg: Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung, Band 17.

Mann S. 2011. Sustainable Lens: A visual guide. NewSplash Studio, Dunedin. pp. 206.

Marimon, N. P. 2010. Integrated sustainability analysis of innovative uses of forest biomass. Bio-oil as an energy vector. Universitat Autònoma de Barcelona. Dissertation. pp. 218.

McDonald, G.T., Lane, M.B. 2004. Converging global indicators for sustainable forest management. *Forest Policy and Economics* 6, pp. 63-70.

McKendry. 2002. “Energy production from biomass (part 2): conversion technologies”, *Bioresource Technology*, 83, pp. 47–54.

MCPFE. 1998. Third Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Annex 1 of the Resolution L2 Pan-European Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management, Lisbon/Portugal, MCPFE Liaison Unit, June 1998.

MCPFE. 2003a. Implementation of MCPFE Commitments: National and pan-European Activities 1998-2003 Vienna, Austria.

Mendoza, G.A. e Sprouse, W. 1989. Forest planning and decision making under fuzzy environments: an overview and illustrations. *Forest Science*, 35 (2): pp. 481-502.

Mendoza, G.A., Hartanto, H., Prabhu, R., Prabhu, R., Villanueva, T. 2002. Multicriteria and critical threshold value analysis in assessing sustainable forestry. *Journal of Sustainable Forestry* 15, pp. 25-62.

Mendoza, G.A., Macoun, P., Prabhu, R., Sukadri, D., Purnomo, H, Hartanto, H. 1999. Guidelines for applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators. Center for International Forestry Research, Jakarta, pp. 82.

Mendoza, G.A., Prabhu, R. 2000a. Development of a methodology for selecting criteria and indicators of sustainable forest management: a case study on participatory assessment. *Env. Man.* 26(6), pp. 659–673.

Mendoza, G.A., Prabhu, R. 2000b. Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. *For. Ecol. Man.* 131, pp. 107–126.

Mendoza, G.A., Prabhu, R. 2003. Qualitative multi-criteria approaches to assessing indicators of sustainable forest resource management. *For. Ecol. Man.* 174, pp. 329–343.

Merlo, M., Croitoru, L. 2005. Valuing mediterranean forests: towards total economic value. CABI Publishing. London. UK. pp. 406.

Messier, C., Kneeshaw, D.D. 1999. Thinking and acting differently for sustainable management of the boreal forest. *For. Chron.* 75(6), pp. 929–938.

Micales J. A. e Skog K. E. 1997. The decomposition of forest products in landfills. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 39(2-3): pp. 145-158.

Migliavacca, G., Marengo, S., Maggioni, A., Morreale, C., Hugony, F., Bertagna, S. 2012. Biofuel-Fed appliances: a detailed environmental impact comparison. 20th European Biomass Conference and Exhibition, 18-22 June, Milan, Italy.

- Miles, I. 2010. The development of technology foresight: a review. *Technological Forecasting and Social Change* 77 (2010), pp. 1448–1456.
- Moberg Å. 1999. Environmental Systems Analysis Tools – differences and similarities, Master thesis, Stockholm University, Dept of Systems Ecology, Stockholm.
- Mrosek T., Balsillie D., Schleifenbaum P. 2011. Field testing of a criteria and indicators system for sustainable forest management at the local level. Case study results concerning the sustainability of the private forest Haliburton Forest and Wild Life Reserve in Ontario, Canada. *Forest Policy and Economics* 8: pp. 593–609. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2004.11.002>
- Mrosek, T. 2001. Developing and testing of a method for the analysis and assessment of multiple forest use from a forest conservation perspective. *For. Ecol. Man* 140, pp. 65–74.
- Mrosek, T., Balsillie, D., Schleifenbaum, P. 2006. Field testing of a criteria and indicators system for sustainable forest management at the local level. Case study results concerning the sustainability of the private forest Haliburton Forest and Wild Life Reserve in Ontario, Canada. *Forest Policy and Economics* 8, pp. 593-609.
- Mukhopadhyay, K. 2004 “An assessment of a Biomass Gasification based Power Plant in the Sunderbans”, *Biomass and Bioenergy*, 27(3), pp. 253-264.
- Murray CJL, Lauer J, Tandon A, Frenk J. 2001. Overall health system achievement for 191 countries. *Global Programme on Evidence for Health Policy Discussion Paper Series: No. 28*. World Health Organization (WHO). Disponível em: http://www3.who.int/whosis/discussion_papers/pdf/paper28.pdf.
- Murray, D.M. & Gadow, K. 1991. Prioritizing mountain catchment areas. *Journal of Environmental Management*, 32 (4): pp. 357-366.
- Mustajoki J., Saarikoski H., Marttunen M., Ahtikoski A., Hallikainen V., Helle T., Hyppönen M., Jokinen M., Naskali A., Tuulentie S., Varmola M., Vatanen E., Ylisirniö A-L. 2011. Use of decision analysis interviews to support the sustainable use of the forests in Finnish Upper Lapland. *Journal of Environmental Management* 92: pp. 1550–1563. Disponível em:
- Myllyviita T., Leskinen P., Lähtinen K., Pasanen K., Sironen S., Kähkönen T., Sikanen L. 2013. Sustainability assessment of wood-based bioenergy – a methodological framework and a case-study. *Biomass and Bioenergy*. In print. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.07.010>
- Myllyviita, T. 2013. Sustainability assessment of forest resources – tools for a problem-orientated approach. *Dissertationes Forestales* 168. pp. 38. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14214/df.168>
- Nabuurs, G.J., Masera O., Andrasko K., Benitez-Ponce P., Boer R., Dutschke M., Elsiddig E., Ford-Robertson J., Frumhoff P., Karjalainen T., Krankina O., Kurz W.A., Matsumoto M., Oyhantcabal W., Ravindranath N.H., Sanz Sanchez M.J., Zhang X., 2007. Forestry. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Nabuurs, G.J., O. Masera, Andrasko K., Benitez-Ponce P., Boer R., Dutschke M., Elsiddig E., Ford-Robertson J., Frumhoff P., Karjalainen T., Krankina O., Kurz W.A., Matsumoto M., Oyhantcabal W., Ravindranath N.H., Sanz Sanchez M.J., Zhang X., 2007: Forestry. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Navarro, L.M., Pereira, H.M. 2012. Rewilding Abandoned Landscapes in Europe. *Ecosystems* 15: pp. 900-912.
- Nayha, A., Pesonen, H. 2012. Diffusion of forest biorefineries in Scandinavia and North America. 79: 1111-1120.
- Nebel, B., Zimmer, B., Wegener, G. 2006. ”Life Cycle Assessment of Wood Floor Coverings”, *LCA Case Studies*, 11 (3), pp. 172-182.
- Norris G. 2001. The requirement for congruence in normalization. *International Journal of Life Cycle Assessment* 6: pp. 85–88.
- Norris, G. A. 2006. Social impacts in product life cycles: Towards life cycle attribute assessment. *International Journal Life Cycle Assessment*. 11, pp. 97-104.

Nunes, J, Fierro, J., Freitas, H. 2012. “Sustainable management of Forest Ecosystems and Lignocellulosic Biomass Use: A case study from Portugal”, 20th European Biomass Conference and Exhibition, Milan, Italy, Jun 18-22.

Nunes, J. 2008. “Avaliação Integrada da Produção de Electricidade com base em Biomassa Lenho Celulósica em Portugal: Emissões de GEE, Análise Tecnológica e Energética de Ciclo de Vida”, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, pp.149.

Nunes, J., Fierro, J., Freitas, H. 2012. “Sustainable management of Forest Ecosystems and Lignocellulosic Biomass Use: A case study from Portugal”, 20th European Biomass Conference and Exhibition, Italy, Milan, Jun 18 – 22.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). 2008. OECD Key environmental indicators. pp. 38. Disponível em: <http://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/37551205.pdf>

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). 2001. Corporate Responsibility, Private Initiatives and Public Goals. Paris, France: OECD Publications.

OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development). 2012. Sustainability Assessment Methodologies. Disponível e consultado em 06-11-2012: <http://www.oecd.org/greengrowth/>.

OECD. 1993. OECD Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. Environment Monographs, No 83. Paris

OECD. 2012. Green Growth and Developing Countries: A Summary for Policy Makers. Report. pp. 28. Disponível em: <http://www.oecd.org/dac/50526354.pdf>.

Oliveira, A., C., Pereira, J. S., Correia, A., V. 2000. A silvicultura do pinheiro bravo”, Associação para a Valorização da Floresta do Pinho, CentroPinus, pp. 111.

Oliveira, A., Moura, P., Pinto, M. 1999. Manual de boas práticas Florestais para o pinheiro bravo. CentroPinus. ISBN: 972-98308-0-0. 32 pp.

O’Riordan T., Cameron J., Jordan A. 2001. Reinterpreting the Precautionary Principle. Cameron May, London. pp. 284.

Ott K. 2003. The Case for Strong Sustainability. In: Ott K., Thapa P. (ed.) Greifswald's Environmental Ethics 59–64. Steinbecker Verlag Ulrich, Greifswald. pp. 59–64.

Pakkasvirta J. 2008. From Pulp to Fiction? Fray Bentos Pulp Investment Conflict through the Finnish Media. Cooperation and Conflict 43: pp. 421–446. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0010836708096883>

Parikka M. Global biomass fuel resources. Biomass & Bioenergy 2004;27: pp. 613–20.

Parrotta, J.A. 2002: Restoration and management of degraded tropical forest landscapes. In Modern Trends in Applied Terrestrial Ecology. R.S. Ambasht and N.K. Ambasht (eds.), Kluwer Academic/Plenum Press, New York, pp. 135-148.

Pearce, D. W. 2001. The economic value of forest ecosystems. Blackwell Science. Ecosystem Health. Vol 7 No. 4. pp. 284-296.

PEFC . 2014. Statistical figures on PEFC certification. Disponível e consultado em setembro de 2014: <http://register.pefc.cz/STATISTICS1.ASP>.

Pereira (2004), Pereira, J.M.C., Basto, J. 2004. Proposta Técnica para o Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios. Instituto Superior de Agronomia. Disponível em: http://www.isa.utl.pt/pndfci/Proposta_Tecnica_PNDFCI.pdf

Pereira, H. 2007. Cork: Biology, Production and Uses. Elsevier, Amsterdam.

Petersen, A. K., Solberg, B. 2005. “Environmental and economic impacts of substitution between wood products and alternative materials: a review of micro-level analysis from Norway and Sweden. Forest Policy Econ 7 (3) pp. 249-259.

Pezzoli K. 1997. Sustainable Development: A Transdisciplinary Overview of the Literature. Journal of Environmental Planning and Management 40: pp. 549-574. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09640569711949>

Pré Consultants. 2001. The Eco-indicator 99 – a damage oriented method for life cycle impact assessment. Methodology Report. Disponível em: <http://www.pre.nl/>.

- Prabhu R., Colfer C.J.P., Dudley R.G. 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria for sustainable forest management. Criteria and Indicators Toolbox Series no. 1. CIFOR, Bogor, Indonesia. pp. 186.
- PROSILVA, 2013. Project ProSilva. <http://prosilvaeurope.ning.com/> . Consultado em 2012-2013.
- Prugh, T. 1995. Natural Capital and Human Economic Survival. International Society for Ecological Economics Press, Solomon, USA.
- Pukkala, T. 2002. Introduction to multi-objective forest planning. In: Pukkala T (ed) Multi-objective forest planning. Kluwer, Dordrecht, pp. 1-26.
- Pykalainen, J. Kangas, J. & Loikkanen, T. 1999. Interactive decision analysis in participatory strategic forest planning: experiences from state owned boreal forests. Journal of Forest Economics, 5 (3): pp. 341-364.
- Raghu, S., Spencer, J.L., Davis, A.S., Wiedenmann. 2011. Ecological considerations in the sustainable development of terrestrial biofuel crops. Current Opinion in Environmental Sustainability. 3: 15-23.
- Ragwitz, M., Schade, W., Breitschopf, Walz, R., Helfrich, F., Rathmann, M., Resch, G., Panzer, C., Faber, T., Haas, R., Nathani, C., Holzhey, M., Konstantinaviciute, I., Zagamé, P., Fougeyrollas, A., Hir, B. 2009. The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union. Report. pp. 226.
- Raison, R.J., Brown, A.G., Flinn, D.W. (Eds.). 2001. Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management. IUFRO Research Series 7, CABI Publishing, Wallingford.
- Raitio K. 2012. Discursive institutionalist approach to conflict management analysis —The case of old-growth forest conflicts on state-owned land in Finland. Forest Policy and Economics 33: pp. 97–103. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2012.06.004>.
- Rametsteiner E., Pülzl H., Alkan-Olsson J., Frederiksen P. 2011. Sustainability indicator development — Science or political negotiation? Ecological Indicators 11: pp. 61–70. Disponível em:
- Rametsteiner, E., Pülzl, H., Puustjärvi, E. 2006. Tools for Sustainability Impact Assessment. Eforwood. Report. pp. 102.
- Rametsteiner, E., Simula, M. 2003. Forest certification – an instrument to promote sustainable forest management? J. Environ. Manage. 67(1), pp. 87–98.
- Rametsteiner, E., Smula, M. 2003. Forest certification—an instrument to promote sustainable forest management?. Journal of Environmental Management 67, pp. 87–98.
- Read, M. 1991. An assessment of claims of "sustainability" applied to tropical wood products and timber retailed in the United Kingdom, July 1990-January 1991. London, World Wide Fund for Nature.
- Reaney MJT, Furtan WH, Loutas P. 2006. A Critical Cost Benefit Analysis of Oilseed Biodiesel in Canada, A BIOCAP Research Integration Program Synthesis Paper. Kingston: BIOCAP.
- Regulamento (CE) 2012/2002. 2012. Regulamento (CE) 2012/2002 do Conselho de 11 de Novembro de 2002: institui o Fundo de Solidariedade da União Europeia. Consultado em 2013.
- Regulamento (UE) n.º 995/2010. 2010. Regulamento (UE) N.º 995/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho de 20 de Outubro de 2010 que fixa as obrigações dos operadores que colocam no mercado madeira e produtos da madeira. Consultado em 2012.
- Reischl, G. 2009. The European Union and International Forest Negotiations. An analysis of Influence. Doctoral Thesis No 2009:25, Faculty of Forestry, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Research in Slovenia, Podčetrtek, Slovenia, September 24-26. 2003. pp. 153-159.
- Rezende, J. L. P., Souza, A. N., Oliveira, A. D. 2005. THE OPTIMAL TIME FOR SUBSTITUTION OF Eucalyptus spp. PLANTATIONS – THE TECHNOLOGICAL PROGRESS CASE. Cerne, Lavras, v. 11, n. 1, pp. 1-15.
- Rivela, B., Almudena, A., Moreira, M. T., Gumersindo, F. 2006. "Life Cycle Inventory of Particleboard: A Case Study in the Wood Sector", LCA Case Studies, 11 (2), pp. 106-113.
- Rives J, Fernandez-Rodriguez I, Rieradevall J, Gabarrell X. 2011. Environmental analysis of the production of natural cork stoppers in Southern Europe (Catalonia — Spain). J Clean Prod; 30: pp. 949–57.
- Rosenström U. 2009. Sustainable development indicators: Much wanted less used? Edita Prima Ltd, Helsinki. pp. 77.

- Röser, D., Asikainen, A., Raulund-Rasmussen, K., Stupak, I. 2008. Sustainable Use of Forest Biomass for Energy: A synthesis with focus on the Baltic and Nordic Region. *Managing Forest Ecosystems*. Springer Science+Business Media B.V. Dordrecht. The Netherlands. ISBN 978-1-4020-5053-4 (HB). pp. 257.
- Saaty T.L. 1980. *Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T.L. 1980. *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill. New York. pp.287.
- Saaty, T.L. 1980. *The analytical hierarchy process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T.L. 2001. *Decision making with dependance and feedback - the analytic network process*. RWS Publications, Pittsburgh.
- Sampson, N. 2003. Timber, Fuel, and Fiber (Chapter 9), in Bystrakova, N., Brown, S., Gonzalez, P., Irland, L.C., Kauppi, P., Sedjo, R. and I.D. Thompson. *Ecosystems and human well-being: Current states and trends*. Disponível em: www.maweb.org/documents/document.278.aspx.pdf
- Sampson, N. 2003. Timber, Fuel, and Fiber (Chapter 9), in Bystrakova, N., Brown, S., Gonzalez, P., Irland, L.C., Kauppi, P., Sedjo, R. and I.D. Thompson. *Ecosystems and human well-being: Current states and trends*. Disponível em: www.maweb.org/documents/document.278.aspx.pdf
- Schumidhuber, J., e Tubiello, F. 2007. Global food security under climate change. *PNAS*, 104(50), pp. 19703–19708.
- Segotic, K., Sporcic, M., Martinić, I. 2003. The choice of a working method in forest stand thinning. *SOR '03 Proceedings – The 7th International Symposium on Operational*
- Segotic, K., Sporcic, M., Martinić, I. 2007. Ranking of the mechanisation working units in the forestry of Croatia. *SOR '07 Proceedings of the 9th International Symposium on Operational Research*, Nova Gorica, Slovenia, September 26-28, 2007., pp. 247-251.
- Seljak J. 2001. *Sustainable Development Indicators (in Slovenian language, abstract in English)*. Ljubljana, Slovenia: Institute of Macroeconomic Analysis and Development (IMAD).
- Seljak J. 2001. *Sustainable Development Indicators (in Slovenian language, abstract in English)*. Ljubljana, Slovenia: Institute of Macroeconomic Analysis and Development (IMAD).
- Sell, M., B. Lee and M. Walls. 2005. *Emerging Issues in the Interface between Trade, Climate Change and Sustainable Energy*, ICTSD Discussion Paper, Geneva.
- Seppälä J., Hämäläinen, R.P. 2001. On the meaning of the distance-to-target weighting method and normalisation in life cycle impact assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* 6: pp. 211–218. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02979376>
- Sheldon, G.M. 2003. The efficiency of public employment services. A nonparametric matching function analysis for Switzerland. *Journal of Productivity Analysis*, 20: pp. 49-70.
- Sheppard, A. W., Gilespie, L., Hirsch, M., Begley, C. 2011. Biosecurity and sustainability within the growing global bioeconomy. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 3: 4-10.
- Shields, D.J.; Tolwinski, B. & Kent, B.M. 1999. Models for conflict resolution in ecosystem management. *Socio-Economic Planning Sciences*, 33 (1): pp. 61-84.
- Sikdar SK. 2003. Sustainable development and sustainability metrics. *AIChE J.*49(8): pp. 1928–32.
- Sikdar SK. 2003. Sustainable development and sustainability metrics. *AIChE J.*49(8): pp. 1928–32.
- Silva, T. P., Pereira, J. M. C., Paúl, J. C. P., Santos, M. T. N., Vasconcelos, M. J. P. 2006. Estimativa de emissões atmosféricas originadas por Fogos Rurais em Portugal. *Silva Lusitana* 14(2): 239-263
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., Dikshit, A. K. 2012. An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological indicators* 15, pp. 281-299. doi:10.1016/j.ecolind.2011.01.007.
- Sleeswijk A.W., van Oers L., Guinee J.B., Struijs J., Huijbregts M.A.J. 2008. Normalisation in product life cycle assessment: An LCA of the global and European economic systems in the year 2000. *Science of the Total Environment* 390: pp. 227–240. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.09.040>
- SMILE. 2014. Project Smile. <http://www.smile-fp7.eu/>. Consultado em 2012-2013.
- Stael, G.C., Tavares, M.B.I., d'Almeida, J.R.M. 2001. "Impact behaviour of sugarcane bagasse waste-EVA composites. *Polymer Testing* 20, pp. 869-872."
- Start-COLIBRI. 2011. *Joint European Biorefinery Vision for 2030*. Report. pp. 54.

Statistics Finland. 2003. Index of Environmental Friendliness. Disponível em: <http://www.stat.fi/tk/yr/ye22 en.html>.

Statistics Finland.2003. Index of Environmental Friendliness. Disponível em: <http://www.stat.fi/tk/yr/ye22 en.html>.

Stupak I., Asikainen A., Jonsell M., Karlton E., Lunnan A., Mizaraite D., Pasanen K., Parn H., Raulund-Rasmussen K., Roser D., Schroeder M., Varnagiryte I., Vilkryste L., Callesen I., Clarke N., Gaitnieks T., Ingerslev M., Mandre M., Ozolincius R., Saarsalmi A., Armolaitis K., Helmisaari HS., Indriksons A., Kairiukstis L., Katzensteiner K., Kukkola A., Ots K., Ravn HP. & Tamminen P. 2007. Sustainable utilisation of forest biomass for energy-possibilities and problems: Policy legislation certification and recommendations and guidelines in the Nordic Baltic and other European countries. *BIOMASS & BIOENERGY* 31(10), pp. 666-684.

Suurs R. 2002. Long distance bioenergy logistics—an assessment of costs and energy consumption for various biomass energy transport chains. Department of Science, Technology and Society, Utrecht University, Utrecht. Report 62.

Tarp, P. & Helles, F. 1995. Multi-criteria decision making in forest management planing – an overview. *Journal of Forest Economics*, 1 (3): pp. 273-306.

Tavares, R. 2002. A bibliography of Data envelopment analysis (1978-2001), Ructor Research Report.

the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC; Official Journal of the EU, June 5, 2009 L 140. pp. 16-62.

Triantaphyllou, E. 2000. Multi-criteria decision making methods: a comparative study, Kluwer, pp.288., Dordrecht, Netherlands.

Turkenburg, W. C. 2000. “Renewable energy technologies”, World Energy Assessment, United Nations Development Programme, New York, NY, USA, pp. 219–272.

UN (United Nations). 2001. Road map towards the implementation of the United Nations Millennium Declaration. Report. pp. 58.

UN. 2013. Millennium Development Goals Indicators. The official United Nations site for the MDG Indicators. Disponível em <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Host.aspx?Content=Indicators/About.htm> (consultado em novembro de 2013).

UNCED. 1992. The Earth Summit. Disponível em: <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html> .Consultado em 2013.

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). 2008. Making certification work for sustainable development: the case of biofuels. Report. New York e Geneva. pp. 56.

UNDP – United Nations Development Programme. Human Development Report. New York: Oxford University Press. Disponível em: <http://hdr.undp.org/>, Diversos anos, 1990–2003.

UNDP.2014. United Nations Development Programme. Human Development Report. New York: Oxford University

UNFCCC. 2003. Estimation, reporting and accounting of harvested wood products - technical paper. FCCC/TP/2003/7, United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, pp. 44.

UPM. 2005. Parallel field testing of forest certification standards, a project to promote aglobal increase in the use of certified wood, UPM, Forestry and Wood Sourcing Environmental Forestry Affairs.

Veleva V, Ellenbecker M.2001. Indicators of sustainable production: framework and methodology. *J Cleaner Prod* .9: pp. 519–49.

Veleva V, Ellenbecker M.2001. Indicators of sustainable production: framework and methodology. *J Cleaner Prod*;9: pp. 519–49.

Vennesland, B. (2005). Measuring rural economic development in Norway using data envelopment analysis. *Forest Policy and Economics*, 7 (1): pp. 109-119.

Venter, S.N.; Kühn, A.L. & Harris, J. 1998. A method for the prioritization of areas experiencing microbial pollution of surface water. *Water Science and Technology*, 38, (12): pp. 23-27.

Verdonk M., Dieperink C. & Faaij A.P.C. 2007. Governance of the emerging bioenergy markets. *ENERGY POLICY* 35(7), pp. 3909-3924.

- Vincke, Ph. 1992. Multi-criteria decision aid. Wiley, New York.
- Vis, M. W., Vos, J., Berg, D. van den. 2008. “Sustainability criteria e certification systems for biomass production”. Final report.pp. 133.
- Vogler, J. 2003. The external environmental policy of the European Union. In: Stokke, O.S., Thommessen, Ø.B. (Eds.), *Yearbook of International Cooperation on Environment and Development 2003/2004*. Earthscan, London, pp. 65-72.
- Walsh P.R. 2011. Creating a "values" chain for sustainable development in developing nations: where Maslow meets Porter. *Environment, Development and Sustainability* 13: pp. 789–805. Disponível em:
- WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. 1997. Signals of Change: Business Progress Toward sustainable Development. Genève, Switzerland.
- WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. 1997. Signals of Change: Business Progress Toward sustainable Development. Genève, Switzerland.
- WCED. 1987. Our common future. World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford, pp. 43. referido em Röser, D., Asikainen, A., Raulund-Rasmussen, K., Stupak, I. (2008).
- Weeks J. 2004. Renewable energy markets. *BioCycle* 45 (12), pp. 38-40, 42, 44.
- WEF – World Economic Forum. 2002. An Initiative of the Global Leaders of Tomorrow Environment Task Force. Annual Meeting 2002. Pilot Environmental Performance Index. Disponível em : http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI/EPI2002_11FEB02.pdf.
- WEF – World Economic Forum. 2002. An Initiative of the Global Leaders of Tomorrow Environment Task Force. Annual Meeting 2002. Pilot Environmental Performance Index. Disponível em: http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI/EPI2002_11FEB02.pdf.
- WEF (World Economic Forum). 2010. The Future of industrial biorefineries. Report.pp. 40.
- Wijewardana D. (2008). Criteria and indicators for sustainable forest management: The road travelled and the way ahead. *Ecological Indicators* 8: pp. 115–122. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.11.003>
- Wijewardana, D. 2008. Criteria and indicators for sustainable forest management: The road travelled and the way ahead. *Ecol. Indic.* 8, pp. 115–122.
- Wiskerke WT, Dornburg V, Rubanza CDK, Malimbwi RE, Faaij APC. 2010. Cost/benefit analysis of biomass energy supply options for rural smallholders in the semi-arid eastern part of Shinyanga Region in Tanzania. *Renew Sust Energ Rev* 14, pp. 148–65.
- Wolfslehner, B., Vacik, H., Lexer, M. J., Würz, A., Hochbichler, E., Klumpp, R., Spörk, J. 2003. “A system analysis approach for assessing sustainable forest management at forest management unit level”. XII World Forestry Congress. Québec City, Canadá.
- Wolfslehner, B.; Vacik, H., Lexer, M.J. 2005. Application of the analytic network process in multi-criteria analysis of sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 207 (1-2): pp. 157-170.
- Woods J. and Diaz Chavez R. 2007. The Environmental Certification of Biofuels Discussion Paper No. 2007-6, December 2007. JOINT TRANSPORT RESEARCH CENTRE. OECD.
- WRI (World Resources Institute). 2003. Ecosystemas e o Bem-estar Humano: Estrutura para uma Avaliação. Resumo. Um relatório do Grupo de Trabalho da Estrutura Conceptual da Avaliação do Milênio dos Ecosystemas. pp. 32.
- WRI. 2013 – Disponível online em: <http://www.wri.org/resources/data-sets/aqueduct-country-and-river-basin-rankings>, consultado em: Fevereiro de 2014
- WTO (World Trade Organization). 2013. Annual Report 2013. Report. pp. 148.
- WWF (2012). WWF. 2012. WWF’s Living Forest Report: Chapter 4 – Forests and Wood Products. Disponível em: <http://www.worldwildlife.org/publications/wwf-s-living-forest-report-chapter-4-forests-and-wood-products>.
- WWF (World Wildlife Fund). 2014. Importance of Forest. Disponível em: http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_forests/importance/ (consultado em fevereiro de 2014).

WWF (World Wildlife Fund).2012. WWF Living Forest Report: Chapter 4 Forest and Wood Products. Pp. 33. Disponível em: <http://worldwildlife.org/publications/wwf-s-living-forest-report-chapter-4-forests-and-wood-products>.

WWF (World-Wide Fund for Nature). 2012: WWF's recommendations for sustainability criteria for forest based biomass used in electricity, heating and cooling in Europe; Disponível em: Brussels http://awsassets.panda.org/downloads/forest_based_biomass_position_paper_finale.pdf.

WWF. 1994. Truth or trickery?: timber labelling past and future. London.

WWF. 2009. WWF's global forest & trade network common framework for assessing legality of forestry operations, timber processing and trade. Report.pp. 12.

ANEXO I.1

A. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O termo “Desenvolvimento Sustentável”, DS, foi introduzido pela primeira vez no debate internacional “*World Conservation Strategy*”, em 1980 (IUCN, UNEP, WWF, 1980). A definição de desenvolvimento sustentável foi apresentada mais tarde, em 1987, no “Relatório Brundtland” elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas. Este relatório definiu DS como sendo “o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades; significa garantir que Humanidade atinge um nível satisfatório de desenvolvimento social e económico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais” (WCED,1987).

Na Conferência de 1992 das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), no Rio de Janeiro, a nova forma de desenvolvimento, introduzida em 1980 e afirmada no “Relatório Brundtland” foi amplamente difundida e aceite. De facto, na preparação para este evento histórico, o Conselho Europeu de Dublin de 1990 observou que a capacidade da União Europeia (UE) para “prover liderança” no campo da formulação de políticas ambientais internacionais foi muito significativa (European Council, 1990). Depois desta conferência, a União Europeia tem vindo a tentar “assumir a bandeira do desenvolvimento sustentável a nível internacional” (Lightfoot e Burchell, 2004). A UE tem feito esforços significativos durante as últimas décadas para se posicionar como líder na política ambiental e promover de forma significativa boas práticas para fomentar o desenvolvimento sustentável num cenário global (Vogler, 2003). A UE proclamou o desenvolvimento sustentável como um objetivo oficial a ser integrado em todas as políticas da UE e na tomada de decisão (Baker, 2006), fazendo jus a uma legislação ambiental que está entre as mais avançadas e progressistas do mundo, desde o comércio de emissões de gás de efeito estufa até à reciclagem, gestão de resíduos, biossegurança e eco-rótulos (Falkner, 2007; Kelemen, 2010).

O desenvolvimento sustentável foi incluído explicitamente no Tratado de Amsterdão, de 1997, bem como nos documentos que lhe sucederam de Nice, em 2001, e de Lisboa, em 2007 - com um objetivo fundamental de estabelecer um compromisso global (Afionis e Stringer, 2012). A UE tem revelado determinação em manter o desenvolvimento sustentável nas agendas das organizações internacionais, tais como, o G-8, G-20, o Banco Mundial, o Conselho de Segurança e a Assembleia Geral das Nações Unidas e a Organização Mundial da Saúde. A Europa desempenhou um papel muito construtivo durante a Cimeira Mundial da Terra, sobre Desenvolvimento Sustentável (WSSD ou Rio +10), realizada em Joanesburgo, em 2002, e dez anos depois, na conferência do Rio+20, consolidou esta atitude positiva, garantindo que as deliberações da conferência afirmassem ainda mais a imagem do bloco europeu como líder mundial da economia verde, verdadeiro modelo para outros atores estatais. Com o foco principal sobre o tema da "economia verde", o Rio+20 representa uma plataforma ideal para a Europa comunicar globalmente a recente estratégia adotada, intitulada "Estratégia Europa 2020", com destaque para "um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo» (Afionis e Stringer, 2012).

Garantir a sustentabilidade implica equilibrar as necessidades aparentemente conflitantes através do que é conhecido como "As Três Dimensões da Sustentabilidade" (Gomar e Stringer, 2011). As três dimensões são igualmente importantes em termos de sustentabilidade e, portanto uma abordagem de equilíbrio é uma condição *sine qua non*. Priorizar não é uma opção, como fazê-lo, implementá-lo e garantir o equilíbrio entre as três dimensões é considerado o grande desafio (Singhet *al.*, 2012; EC, 2007; Walsh, 2011; Blackburn, 2007). Blackburn (2007) argumenta que a pertinência do equilíbrio e da importância mútua é como perguntar: "o que é mais importante para a vida humana: ar, água ou comida?". O conceito desenvolvimento sustentável, defendido por inúmeros trabalhos e programas de desenvolvimento, e de acordo com as estratégias europeias, confere igual importância às três dimensões (Afionis e Stringer, 2012; Lightfoot e Burchell, 2004; European Council, 1990). Este é um aspeto fundamental do presente trabalho, conciliando a questão dos mercados globais com a igual ponderação de todas as etapas de análise.

Diferentes dimensões da sustentabilidade podem ter impactos convergentes sobre sustentabilidade, por exemplo, utilizando matérias-primas de forma eficiente é,

normalmente, economicamente viável, mas também ambientalmente razoável (Pezzoli, 1997). Ainda assim, muitas vezes, diferentes dimensões da sustentabilidade são contraditórias, por exemplo, quando a sustentabilidade económica é garantida, mas a sustentabilidade social está em perigo. Um exemplo deste tipo de casos contraditórios seria as empresas não reconhecerem as necessidades ou as culturas locais. As indústrias florestais têm enfrentado regularmente desafios desta natureza nos países em desenvolvimento (Pakkasvirta, 2008). Outro exemplo é o conflito sobre a gestão florestal na Finlândia (Raitio, 2012). A gestão florestal na Finlândia foi considerada sustentável, uma vez que a remoção anual tem sido menor do que o crescimento anual. No entanto, e em especial as organizações não-governamentais, criticaram a gestão florestal finlandesa por causa da recolha de madeira de florestas antigas. Os conflitos culminaram na chamada "guerras pela floresta". No entanto, tem sido demonstrado que com técnicas adequadas de estruturação e facilitação, juntamente com ferramentas de apoio à decisão avançadas, diferentes atores estão dispostos a estabelecer compromissos que promovam uma maior sustentabilidade do uso do território florestal (Mustajoki *et al.*, 2011). Além de diferentes perceções sobre o significado de sustentabilidade, há diferentes perceções da importância relativa das dimensões da sustentabilidade. Antes do conceito de sustentabilidade ser estabelecido, a sustentabilidade económica (mais corretamente referindo, a viabilidade económica) foi sem dúvida a dimensão mais avançada e importante, a que hoje chamamos de sustentabilidade. Contudo, e em particular no contexto floresta, ainda apresenta, na maioria dos casos, a mesma importância da época anterior a 1987 (Forestry Working Group, 1995). A economia foi considerada a base para as outras duas dimensões da sustentabilidade, como retratado no modelo de "Mickey Mouse" para o desenvolvimento sustentável (Figura I.1) (e.g. Mann, 2011). Esta opinião é corroborada, por exemplo, pelo fenómeno da produção sustentável ter sido amplamente aplicada como um indicador de recolha de madeira sustentável e de pesca (e.g. Bell e Morse, 2003). De um ponto de vista metodológico, este tipo de avaliação de sustentabilidade pode ser atualizado através da maximização dos lucros económicos e definindo as outras duas dimensões como restrições.

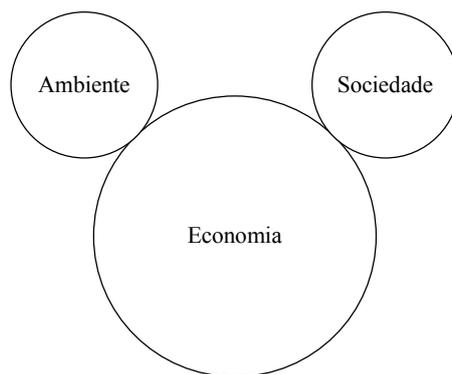


Figura I.1 Modelo “Mickey Mouse” para o desenvolvimento sustentável, onde o ambiente e a sociedade dependem largamente da economia (O’Riordan *et al.*, 2001).

Após as grandes catástrofes ambientais, como a destruição da camada do ozono e as alterações climáticas registadas nas últimas décadas, a atenção foi deslocada para a dimensão ecológica da sustentabilidade (mais conhecida por ambiente). Nesta visão, a natureza estabelece limites para as outras duas dimensões da sustentabilidade e, portanto, deve ser considerada a base da sustentabilidade (Ott, 2003; Carvalho, 2011). Consequentemente, as outras duas dimensões da sustentabilidade são realizáveis somente se assegurada a sustentabilidade do vetor ambiente, como retratado/apresentado no modelo para a sustentabilidade "Russian doll" (O’Riordan *et al.* 2001) (Figura I.2). A sustentabilidade social tem um menor valor dentro das dimensões da sustentabilidade, no entanto, foram definidos como objetivos fundamentais a garantia de equidade, eliminando a pobreza e a fome, e o bem-estar geral da humanidade, a fim de alcançar a sustentabilidade (UNCED 1992). Isto apresenta ainda mais significado após as crises financeiras de emprego que se verificaram em muitas regiões do mundo.

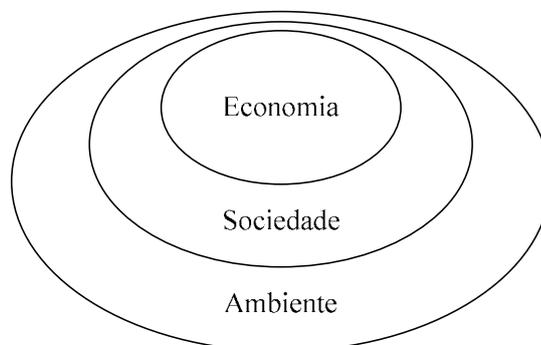


Figura I.2. Modelo “Mickey Mouse” para o desenvolvimento sustentável. A economia é limitada pelas dimensões ambiente e social (O’Riordan *et al.* 2001).

As interações entre as dimensões da sustentabilidade são reconhecidas no diagrama de Venn (Figura I.3) (Mann, 2011), onde a sustentabilidade é alcançada apenas se garantir as três dimensões da sustentabilidade. Este conceito é amplamente defendido pelas políticas da UE.

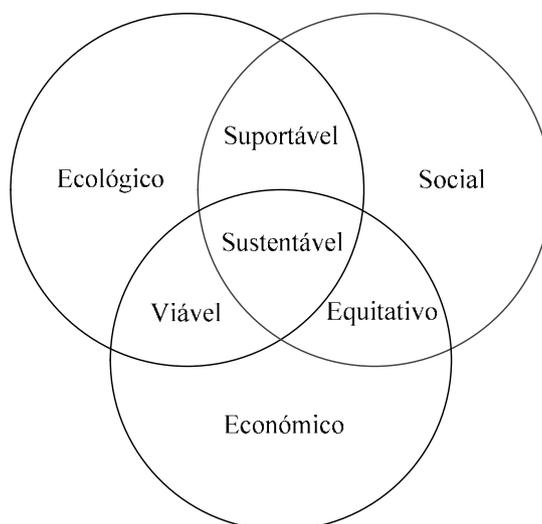


Figura I.3. Diagrama de Venn para o desenvolvimento sustentável (Mann, 2011).

B. ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, SUSTENTABILIDADE FLORESTAL E FLORESTAS BIOENERGÉTICAS NA UNIÃO EUROPEIA

A definição de floresta não é consensual em todos os Estados-Membros da UE. Para a recolha de estatísticas a nível internacional, são consideradas florestas os terrenos com percentagem de coberto arbóreo superior a 10% e área superior a 0,5 hectares. A vegetação arbórea deve ser suscetível de atingir a altura mínima de 5 metros na maturidade *in situ* (EP, 2013).

Os recursos florestais e os benefícios que deles derivam são importantes para a satisfação das necessidades da humanidade em energia, matérias-primas e qualidade de vida. Estes benefícios abrangem uma ampla gama de bens e serviços. Entre outros, incluem: madeira, co-produtos, recreio, água, preservação do solo, ar puro, património natural e paisagístico. A maioria desses benefícios e serviços podem ser simultaneamente adquiridos a partir de um único povoamento florestal, sendo que todas as funções ecológicas da floresta são também funções económicas (Pearce, 2001; Colombo *et al.*, 2012; Mustajoki *et al.*, 2011). Os recursos provenientes dos

ecossistemas florestais apresentam cinco importantes setores quanto à sua aplicação, nomeadamente a: (1) utilização no próprio ecossistema florestal, num formato de simbioses ecológicas; (2) doméstico; (3) industrial; (4) agrícola; e (5) turismo. As florestas são multifuncionais, tendo objetivos económicos, sociais e ambientais. Proporcionam habitats para animais e plantas, e desempenham um papel muito importante na atenuação das alterações climáticas e na prestação de outros serviços ambientais (EC, 2013; Colombo *et al.*, 2012), contribuem para a proteção dos solos (por exemplo, evitando a erosão), influenciam o ciclo da água e regulam as condições meteorológicas locais (através da evapotranspiração) e globais (através das reservas de carbono). As florestas, enquanto habitat para inúmeras espécies, protegem igualmente, a biodiversidade (EP, 2013). Quase um quarto da superfície florestal da UE é protegida ao abrigo da rede Natura 2000, e grande parte da restante superfície acolhe espécies protegidas pela legislação comunitária relativa à proteção da natureza (EC, 2013). As florestas proporcionam também amplos benefícios à sociedade, designadamente em termos de saúde humana, recreio e turismo (Mroseket *al.*, 2011; Jalilova *et al.*, 2012). Ambientalmente, as florestas da UE pertencem a muitas regiões biogeográficas diferentes e têm-se adaptado a uma variedade de condições naturais, que vão desde pântanos a florestas alpinas. A importância socioeconómica das florestas é muito significativa, mas é frequentemente subestimada (Hilring, 2006).

Segundo WRI (2003) ecossistema e serviços dos ecossistemas apresentam a seguinte definição:

- Ecossistema: *“Um ecossistema é um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microorganismos e do meio ambiente não-vivo interagindo como uma unidade funcional. Os seres humanos são uma parte integrante dos ecossistemas. Os ecossistemas variam muito em tamanho; depósito de água na cavidade de uma árvore e uma bacia oceânica, podem ser ambos exemplos de ecossistemas.”*
- Serviços dos ecossistemas: *“Os serviços dos ecossistemas são os benefícios que as pessoas recebem dos ecossistemas. Estes incluem serviços de produção como alimento e água; serviços de regulação como regulação de enchentes, de secas, da degradação dos solos, e de doenças; serviços de suporte, como a formação*

dos solos e os ciclos de nutrientes, e serviços culturais como o recreio, valor espiritual, valor religioso e outros benefícios não-materiais.”

O bem-estar humano também é um ponto importante no contexto da análise e valorização dos ecossistemas florestais, sendo definido por WRI (2003) como:

- Bem-estar: *“O bem-estar humano tem constituintes múltiplos, incluindo materiais básicos para uma vida boa, liberdade e escolha, saúde, boas relações sociais, e segurança. Bem-estar é o oposto da pobreza, a qual foi definida como uma “privação acentuada de bem-estar”. Os componentes do bem-estar, vividos e percebidos pelas pessoas, são dependentes da situação, refletindo a geografia local, a cultura e as circunstâncias ecológicas”.*

Os serviços dos ecossistemas podem ser (Lindberg *et al.*, 1997):

- de suporte (por exemplo, formação do solo, ciclo de nutrientes e a produção primária);
- de provisionamento (por exemplo, alimentos, água potável, combustível, fibra, compostos bioquímicos e recursos genéticos);
- regulamentar (por exemplo, regulação do clima, controlo de doenças, regulação da água, purificação da água, regulação de nutrientes, controlo de erosão, polinização, serviços chave para a biodiversidade do próprio ecossistema e habitat para outras espécies); e
- Cultural (por exemplo, espiritual e religioso, recreio e ecoturismo, estético, educacional, de lugar e herança cultural).

As mudanças nestes serviços afetam o bem-estar humano de várias formas (ver Tabela I.1). O problema resultante da procura crescente de serviços de ecossistema é aumentado por uma degradação grave e contínua da capacidade dos ecossistemas de prestar estes serviços. Esta combinação de procuras crescentes impostas a ecossistemas degradados, diminui seriamente as perspetivas de um desenvolvimento sustentável. O bem-estar humano é afetado, não somente pela diferença entre a capacidade de produção e a procura de serviços de ecossistema, mas também pela crescente vulnerabilidade de indivíduos, comunidades e nações. Ecossistemas produtivos, com a sua gama de serviços, abastecem as pessoas e as comunidades com recursos e opções que podem ser usados como seguro em caso de catástrofes naturais ou distúrbios

sociais. Enquanto ecossistemas bem geridos reduzem riscos e vulnerabilidade, os sistemas geridos de forma deficiente podem agravar a situação e aumentar os riscos de enchentes, secas, perda de culturas, ou doenças, (WRI, 2003).

A Tabela I.1 apresenta algumas funções dos recursos florestais, evidenciando uma análise importante sobre o potencial destes ecossistemas para as atividades económicas e não-económicas, e como cada função pode ter implicações em multi-setores. A atividade não-económica (ou gestão natural) é apresentada neste contexto como uma atividade não humana, que está relacionada com a atividade do próprio ecossistema e inerente a diferentes funções com elevados graus de complexidade. Na tabela seguinte utiliza-se uma nomenclatura de “1” e “0” para identificar o(s) setor(es) que beneficiam significativamente de um determinado bem ou serviço. O número “1” identifica positivamente o tipo de utilização direta e significativa num determinado setor de atividade, ou seja, quando aparece na tabela o valor “0” quer dizer que determinado tipo de bem ou serviço “X” do ecossistema florestal não apresenta um peso significativo no setor “Y” ou apresenta uma relevância muito pouco significativa.

Tabela I.1 Serviços dos ecossistemas e relação com o bem-estar humano, WRI (2003)

Serviços dos Ecossistemas	Determinantes e Constituintes do bem-estar		
Serviços de Suporte Serviços necessários para a produção de todos os outros serviços dos ecossistemas <ul style="list-style-type: none"> • Formação do solo • Ciclos de Nutrientes • Produção Primária 	Serviços de Aprovisionamento Produtos obtidos dos ecossistemas <ul style="list-style-type: none"> • Comida • Água Potável • Combustível • Fibras • Compostos bioquímicos • Recursos Genéticos 	Segurança <ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de viver num ambiente limpo e seguro • Capacidade de reduzir a vulnerabilidade aos choques e stress ecológicos 	
	Serviços de Regulação Benefícios obtidos através da regulação dos processos dos ecossistemas <ul style="list-style-type: none"> • Regulação do clima • Regulação de doenças • Regulação da água • Purificação da água 	Saúde <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de permanecer adequadamente alimentado • Capacidade de permanecer livre de doenças evitáveis • Capacidade de ter água potável e adequada • Capacidade de ter um ar limpo • Capacidade de obter energia para se manter aquecido ou fresco 	Liberdade e Escolha
	Serviços Culturais Benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas <ul style="list-style-type: none"> • Espirituais e religiosos • Recreio e turismo • Estéticos • Inspiradores • Educacionais • Sensação de lugar • Herança cultural 	Boa Relações Sociais <ul style="list-style-type: none"> • Oportunidades de expressar valores estéticos e de recreio associados aos ecossistemas • Oportunidade de expressar valores culturais e espirituais associados aos ecossistemas • Oportunidade de observar, estudar e apreender sobre os ecossistemas 	

Tabela I.2 Tipos de bens e serviços dos ecossistemas florestais vs. setor

Bens e serviços dos ecossistemas florestais	Ecossistema florestal	Doméstico	Industrial	Agrícola	Turismo
Alimentação e alimentos	1	1	1	1	1
Água	1	1	1	1	1
Armazenamento de carbono	1	1	1	1	0
Biocompostos/bioprodutos ^{1,2}	0	1	1	1	0
Biodiversidade	1	0	0	0	1
Caça	1	1	1	1	1
Combustível	1	1	1	1	0
Cultural	0	1	1	0	1
Nutrientes	1	1	1	1	0
Produtos de madeira	0	1	1	1	1
Produtos não-madeireiros	1	1	1	1	1
Recreio e lazer	0	0	0	0	1

Como se ilustra na Tabela I.2, o cruzamento da dimensão bens e serviços com setor de atividade, demonstra que os ecossistemas florestais disponibilizam um conjunto de bens e serviços com um impacto e ligação em multi-setores. Num contexto global, também se verifica e demonstra que é necessário gerir de forma sustentável o uso dos ecossistemas florestais, pois o impacto dos seus bens e serviços é multi-sectorial, apresentando assim impacto a nível global. A globalização aumentou e aumentará a aplicação multi-setorial de cada bem ou serviço da floresta, e com os avanços da biotecnologia, mais e maiores bens e serviços serão identificados no seio dos ecossistemas florestais.

As ameaças abióticas e bióticas e os problemas agravados pelas alterações climáticas são aspetos-chave dos ecossistemas florestais. Entre os fatores abióticos (físicos e químicos) que ameaçam as florestas, há que referir os incêndios (em especial, na região mediterrânica), as secas, as tempestades (ao longo dos últimos 60 anos, em média, duas tempestades por ano colocaram em grande risco as florestas europeias) e a poluição atmosférica (emissões provenientes do tráfego rodoviário). Além disso, a fragmentação das florestas resultante da construção de infra-estruturas de transporte representa um risco para a biodiversidade. Existem também fatores bióticos, como animais (insetos e cervídeos) e doenças, que podem contribuir para a deterioração das florestas. No total, cerca de 6% das áreas florestais são ameaçadas por, pelo menos, um destes fatores. Em Portugal, e só no contexto dos incêndios florestais, verifica-se que, em média, 150 mil hectares/ano (1,5% do território português) são afetados pelos incêndios florestais (ICNF, 2013). As alterações climáticas já colocam desafios às florestas europeias e poderão afetar, consoante os fatores geográficos, a rapidez do crescimento e a área de distribuição das florestas, bem como a área de distribuição de determinadas pragas, ou mesmo a frequência e a intensidade de fenómenos meteorológicos extremos. A adaptação das florestas a estes acontecimentos e a sua participação no combate aos mesmos (por exemplo, através da substituição de energias e de materiais não renováveis pela madeira) são dois dos principais desafios (EC, 2013). Por conseguinte, as florestas da UE devem corresponder a diversas expectativas, que são, por vezes, divergentes, como ilustram as tensões existentes entre a exploração e a proteção florestal e entre o setor da energia e dos produtos derivados de madeira. Um

dos principais desafios para o uso sustentável do ecossistema florestal consiste na atenuação deste tipo de pressões e tensões de mercado.

Manter a biodiversidade é uma meta ambiciosa quando se procura compatibilizar com a atividade económica. A própria definição de biodiversidade é frequentemente um obstáculo. Muitos autores partem da definição dada na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), que distingue diversidade genética, de espécies e níveis do ecossistema. Na prática a prioridade é muitas vezes a espécie. Mesmo se agregarmos as espécies aos tipos de vegetação florestal, o número e a diversidade destes agregados é enorme (Hasenauer, 2006). Especialmente nos ecossistemas florestais tropicais, onde muitas vezes pouco se sabe sobre técnicas de gestão adequadas para manter até mesmo as principais espécies de um determinado tipo de vegetação florestal, sendo apontado como um caminho mínimo de garantia a manutenção da diversidade biológica. O comércio de matérias-primas provenientes das florestas é globalizado, pelo que as metodologias de certificação, a implementação de critérios e indicadores e a avaliação de impacto de sustentabilidade são fundamentais (Hasenauer, 2006). A UE reconhece essa necessidade e importância, estando a rever quais as melhores políticas e instrumentos que promovam o uso sustentável dos ecossistemas florestais, independentemente do tipo de utilização final e da cadeia de valor resultante (EC, 2013). As ameaças à biodiversidade a partir de práticas incorretas de gestão florestal são diversas e generalizadas. Grande parte da biodiversidade terrestre é encontrada em florestas, especialmente em florestas tropicais (Alfonso *et al.*, 2001). Tendo em conta a taxa de desflorestação global de cerca de 5 milhões de hectares por ano (0,13%) (FAO, 2010) a intensificação dos esforços na manutenção da biodiversidade através da melhoria da gestão florestal é certamente uma parte importante de uma estratégia global para manter a biodiversidade terrestre (Myllyviita *et al.*, 2013; Castañeda, 2000).

As políticas de mitigação climática podem trazer benefícios que vão além da proteção do clima global e que realmente se acumulam a nível local (Dudek *et al.*, 2002). Desde os benefícios secundários que tendem a ser locais, em vez de globais, identificando e respondendo por eles, estes podem reduzir ou compensar parcialmente os custos das medidas de mitigação. No entanto, as florestas cumprem muitas importantes funções e serviços que podem ser melhorados ou negativamente perturbados por atividades humanas e decisões de gestão ambiental. As questões globais

de gestão dos recursos dos ecossistemas e da gestão do território são fundamentais (Kangas *et al.*, 1998). Os efeitos negativos podem ser desencadeados por algumas opções de mitigação sob determinadas circunstâncias. Parar ou reduzir a desflorestação e a degradação florestal (perda de densidade de carbono) e a gestão florestal sustentável podem contribuir significativamente para conservar os recursos hídricos e evitar inundações, controlar a erosão, reduzir o assoreamento do rio e prevenir os fenómenos de lixiviação, proteger a pesca e os investimentos em instalações de energia em hidroelétricas e, ao mesmo tempo, preservar a biodiversidade (Parrotta, 2002). Assim, evitar a desflorestação tem grandes implicações positivas para o desenvolvimento sustentável. Além disso, as florestas naturais são uma importante fonte de subsistência para centenas e milhares de comunidades que dependem da floresta. Os efeitos das plantações sobre o desenvolvimento sustentável das sociedades rurais têm sido diversos, dependendo das condições socioeconómicas e ambientais e do regime de gestão (Tabela I.3). As plantações podem ter efeitos ambientais e sociais positivos e/ou negativos significativos. Eles podem contribuir de forma positiva, por exemplo, para o aumento do emprego, para o crescimento económico e das exportações, para a oferta de energia renovável e para a redução da pobreza.

Tabela I.3 Implicações do desenvolvimento sustentável na mitigação florestal (IPCC, 2009)

Categoria da Atividade	Implicações no desenvolvimento sustentável		
	Social	Económico	Ambiental
A. Aumento ou manutenção da área florestal			
	<i>Positiva</i>	<i>Positiva ou Negativa</i>	<i>Positiva</i>
Redução da desflorestação e degradação da floresta	Promove a subsistência	Fornecer um rendimento sustentado a comunidades pobres A proteção das florestas pode reduzir os rendimentos locais	Conservação da biodiversidade Proteção da bacia hidrográfica Proteção do solo Utilidade pública (reservas naturais, etc.)
	<i>Positiva ou Negativa</i>	<i>Positiva ou Negativa</i>	<i>Positiva ou Negativa</i>
Arborização/ Reflorestação	Promove a subsistência Retarda a migração da população para outras áreas (quando há um uso menos intenso da terra esta é renovada) Deslocamento de pessoas pode ocorrer se a atividade anterior for interrompida e se não forem fornecidos os meios para atividades alternativas Afluência de população externa tem impacto na população local	Criação de emprego (quando há um uso menos intenso da terra esta é renovada) Aumento/diminuição dos rendimentos das comunidades locais Disponibilização de produtos florestais (lenha, fibras, alimentos, materiais de construção) e outros serviços	Nível de impacto sobre a conservação da biodiversidade depende do contexto ecológico Potenciais impactos negativos sobre a conservação da biodiversidade (plantações mono-específicas substituem a biodiversidade de alguns terrenos de pastagem ou terrenos arborizados) Proteção das bacias hidrográficas (exceto se as espécies utilizadas necessitarem de níveis elevados de água) Perda do caudal fluvial Proteção do solo Propriedades do solo podem ser afetadas negativamente
B. Mudança para uma gestão sustentável das florestas			
	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
Gestão florestal nas plantações	Promove a subsistência	Criação de emprego Aumento dos rendimentos das comunidades locais Disponibilização de produtos florestais (lenha, fibras, alimentos, materiais de construção) e outros serviços	Melhora os impactos positivos e minimiza as implicações negativas sobre a biodiversidade, água e solos
	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
Gestão florestal sustentável em florestas nativas	Promove a subsistência	Criação de emprego Aumento dos rendimentos das comunidades locais Disponibilização de produtos florestais (lenha, fibras, alimentos, materiais de construção) e outros serviços.	A gestão sustentável da floresta impede degradação, conserva a biodiversidade e protege as bacias hidrográficas e os solos.
C. Substituição de materiais de consumo intensivo de energia			
	<i>Positiva ou Negativa</i>	<i>Positiva</i>	<i>Negativa</i>
Substituição do uso intensivo de produtos fósseis por produtos de base lenho-celulósicos	Os proprietários das florestas podem ser beneficiados Potencial concorrência com o sector agrícola (produção de alimentos, etc.)	Aumento dos rendimentos locais e do emprego nas zonas rurais e urbanas. Potencial diversificação da economia local Importações reduzidas	Colheita não sustentável poderá conduzir à destruição de florestas, da biodiversidade e do solo
D. Bioenergia			
	<i>Positiva ou Negativa</i>	<i>Positiva ou Negativa</i>	<i>Positiva ou Negativa</i>
Produção de bioenergia a partir da floresta	Os proprietários das florestas podem ser beneficiados Potencial concorrência com o sector agrícola (produção de alimentos, etc.)	Aumento dos rendimentos locais e do emprego Potencial diversificação da economia local Disponibilização de fontes de energia renovável e independente Potencial concorrência com o sector agrícola (produção de alimentos, etc.)	Benefícios se a produção de combustível derivado de madeira for feita de uma forma sustentável Plantações mono-específicas de rotação curta para obter energia podem afetar negativamente a biodiversidade, a água e os solos, dependendo das condições do local

ANEXO I.2

Tabela I.4 Resumo dos índices de avaliação de sustentabilidade (Singh *et al.*, 2012)

Nome	Número de sub-índices	Escala e normalização	Pesos dos indicadores	Agregação
1 <i>"Summary Innovation Index"</i>	17	[+10,-10]; subtração da média	Igual peso	Número de indicadores que são mais de 20% acima da média europeia menos o número de indicadores que são mais de 20% abaixo e divisão pelo número total de indicadores disponíveis para cada país.
2 <i>"Internal Market Index"</i>	19	Porcentagem de diferenças anuais	PCA ¹	Síntese de variáveis usando PCA
3 <i>"Business climate indicator"</i>	5	-100 para 100	PCA & FA ²	PCA aplicado para definir pesos.
4 <i>"Investment in the knowledge based economy"</i>	7	Subtração média e divisão do desvio padrão	Escolha de pesos é de responsabilidade do usuário	Média ponderada
5 <i>"Performance in the knowledge based economy"</i>	7	Subtração média e divisão do desvio padrão	Escolha de pesos é de responsabilidade do usuário	Média ponderada
6 <i>"Relative intensity of regional problems in the Community"</i>	3	Subtração média e divisão do desvio padrão	Pesos empíricos são determinados considerando o grau de correlação entre os dois sub-índices	A neutralização do efeito de correlação
7 <i>"Economic Sentiment Indicator"</i>	4	Dividindo as mudanças de mês a mês com o mês médio	Igual peso	Somatório
8 <i>"Composite Leading Indicators"</i>	Número varia entre os Estados membros	Dividindo as mudanças de mês a mês com o mês médio	Suavização via "Meses da média móvel de dominância cíclica"	Média aritmética dos indicadores normalizados
9 <i>"Information and communication Technologies"</i>	5	Classificação dos países para cada indicador	n.d.	Soma dos "rankings"
10 <i>"Environmental Sustainability Index"</i>	68	Subtração média e divisão do desvio padrão	Igual peso	Média aritmética dos indicadores normalizados
11 <i>"Human Development Index"</i>	3	[0, 1], usando o valor mínimo e máximo para cada indicador	Igual	Média aritmética dos indicadores normalizados
12 <i>"Technology Achievement Index"</i>	8 (agrupados em quatro sub-índices)	[0, 1], usando o valor mínimo e máximo para cada indicador	Igual	Média aritmética dos indicadores normalizados
13 <i>"Overall Health System Attainment"</i>	5	[0, 100]	Pesos com base no levantamento das preferências dos indivíduos informados	Somatório
14 <i>"Two Synthetic environmental indices"</i>	22	Os indicadores são combinados em dois índices sintéticos (um estrutural e um funcional)	Igual	Média aritmética dos indicadores normalizados
15 <i>"National innovation capacity"</i>	8	São considerados os valores logarítmicos das sub-índices	Modelo de regressão múltipla	A análise de regressão empregados

¹ - PCA - "Principal Component Analysis"

² - FA - "Factor Analysis"

Tabela AI.4 Resumo dos índices de avaliação de sustentabilidade (Singh *et al.*, 2012)
(continuação)

Nome	Número de sub-indicadores	Escala e normalização	Pesos dos indicadores	Agregação
15 “National innovation capacity”	8	São considerados os valores logarítmicos das sub-indicadores	Modelo de regressão múltipla	A análise de regressão empregados
16 “General Indicator of Science & Technology”	13	FA/PCA foi aplicada para definir os pesos	PCA	PCA (principal componente primordial de cada set)
17 “Success of software process improvement”	14	Escala subjetiva	PCA	n.d.
18 “European Labour Market Performance”	3	[0, 100] fronteira de eficiência (método objetivo)	Peso com base em juízo de valor	n.d.
19 “Eco-indicator 99”	3	Divisão por um valor de referência para cada indicato	Sistema de ponderação é selecionado por um painel de especialistas	n.d.
20 “Concern about environmental problems”	11	Dividindo-se o valor em cada ano pelo valor para o ano para o qual cada indicador é primeiro avaliado	Pesos derivados de pesquisas de opinião pública	Soma de pesos normalizados multiplicado pelos correspondentes indicadores normalizados
21 “National Health Care systems performance”	6	Sem padronização	Alocação orçamentária “levantamento de 1000 pessoas em todo o Reino Unido definiu os pesos para os indicadores	Média ponderada
22 “Index of sustainable and economic welfare”	20	Os sub-indicadores são expressos em termos monetários	Igual. Permitir que o usuário altere as ponderações e premissas utilizadas no índice	Média aritmética dos indicadores
23 “Index of Environmental Friendliness”	11	A normalização dos índices de problema pela divisão do índice de problemas sectorial sobre o valor do índice de problemas nacional	Pesos subjetivos para os índices de problemas normalizados são determinados a partir de especialistas por meio do Processo de Análise Hierárquica	Soma ponderada
24 “Environmental Policy Performance Indicator”	6 indicadores temáticos (composto por vários indicadores simples)	Divisão pelo correspondente a) a) os níveis de sustentabilidade, e b) os objetivos políticos	Igual	Soma dos seis indicadores temáticos
25 “Living Planet Index”	2.000 populações de mais de 11 mil espécies	Relação ao ano atual e anterior	Pesos iguais	A média geométrica
26 “Ecological footprint City”	6	Área	Igual	Somatório
27 “Development Index”	5	Distância a partir da média	PCA/especialista	Média ponderada
28 “Environment Performance Index”	Seis categorias políticas	[0, 100]	PCA/especialista	Média ponderada

Tabela AI.4. Resumo dos índices de avaliação de sustentabilidade (Singh *et al.*, 2012)
(continuação)

Nome	Número de sub-índices	Escala e normalização	Pesos dos indicadores	Agregação
29 “ <i>Environment Vulnerability Index</i> ”	50	Objetivo = 1, Pior = 7	Igual	Média
30 “ <i>Well Being Index</i> ”	87	[0, 100]	Subjetiva	Média ponderada
31 “ <i>Composite Sustainability Performance Index</i> ”	5 categorias: 59 indicadores	Distância a partir da média	AHP	Média ponderada
32 “ <i>Composite sustainable development index</i> ”	3 categorias: 38 indicadores	Distância do máximo e mínimo	AHP	Média ponderada
33 “ <i>Ford of Europe’s Product Sustainability Index</i> ”	8	Avaliação de impacto de ciclo de vida	n.d.	n.d.
34 “ <i>Genuine Savings Index</i> ”	3 capitais	Monetizado	Igual	Somatório
35 “ <i>Sustainability Performance Index</i> ”	5	Área	Igual	Área total por unidade de produto dividida pela área per capita
36 “ <i>Compass Index of Sustainability</i> ”	Quatro categorias de indicadores	[0, 100]	Igual	Média
37 “ <i>ITT Flygt Sustainability Index</i> ”	40	[+10, -100]	Opinião da companhia	Somatório
38 “ <i>Environment Quality Index</i> ”	Com base na teoria da utilidade multi-atributo	[0, 10], a função de utilidade linear	AHP	Soma ponderada
39 “ <i>Life Cycle Index</i> ”	4 categorias: 21 indicadores	Funções lineares e não lineares	AHP	Média geométrica
40 “ <i>G Score</i> ”	5 categorias	subjetivo	Igual	Somatório
41 “ <i>Index of Sustainable Society</i> ”	5 categorias; 22 indicadores	Fórmula matemática para cada indicador	Igual	Somatório

ANEXO II.1

Tabela II.1 Sumário dos “Princípios Florestais”, FAO (2003)

Princípios Florestais	
1 & 2a	Os Estados têm o direito soberano de usar, gerir e desenvolver os seus próprios recursos e devem assegurar que as atividades não causam danos ao meio ambiente de outros Estados/regiões. O aumento do custo para alcançar o desenvolvimento sustentável deve ser equitativamente partilhado pela comunidade internacional.
2	Os recursos florestais e áreas florestais devem ser geridos de forma sustentável para atender às necessidades sociais, económicas, ecológicas, culturais e espirituais das gerações presentes e futuras e devem ser protegidos contra os efeitos nocivos da poluição, incêndios, pragas e doenças. Os governos devem promover e oferecer oportunidades para a participação de todas as partes interessadas no desenvolvimento e na implementação de políticas florestais nacionais.
3	As políticas e estratégias nacionais devem fornecer uma estrutura para o aumento dos esforços para a gestão, conservação e desenvolvimento sustentável das florestas e das áreas florestais. Os acordos institucionais internacionais devem facilitar a cooperação internacional no domínio das florestas. A proteção ambiental e desenvolvimento económico e social devem ser integrados na gestão florestal sustentável.
4	O papel vital de todos os tipos de florestas na manutenção e equilíbrio dos processos ecológicos deve ser reconhecido.
5	A política pública das florestas nacionais deve apoiar os povos indígenas/nativos, outras comunidades e habitantes da floresta. A participação das mulheres em todos os aspetos da SFM deve ser ativamente promovida.
6	O papel das florestas no fornecimento de bioenergia e madeira industrial deve ser reconhecido e os aspetos relacionados com a produção, o consumo e o escoamento dos produtos florestais levados em conta. As decisões devem auxiliadas de avaliações ambientais custo-benefício e devem ser promovidas metodologias para a avaliação económica. As florestas plantadas tal como as florestas naturais desempenham papel importante para o fornecimento de bens e serviços e deve ser promovida a gestão florestal sustentável.
7	Devem ser desenvolvidos incentivos económicos para a gestão florestal sustentável e promovido um clima económico internacional favorável.
8	Devem ser realizados esforços para manter e aumentar a cobertura florestal e a produtividade da floresta Implementação de políticas e programas florestais nacionais devem ser apoiados por uma cooperação técnica e financeira internacional. A gestão florestal sustentável deve ser baseada em políticas nacionais sólidas e diretrizes tendo em conta metodologias e critérios acordados internacionalmente. A gestão florestal deve ser integrada com a gestão de áreas adjacentes, de forma a manter o equilíbrio ecológico e produtividade sustentável. Proteção das florestas representativas ou únicas a nível ecológico devem ser protegidas, incluindo os valores culturais, espirituais, históricos ou religiosos. O acesso aos recursos biológicos deve estar à devida consideração dos direitos soberanos e a compartilha de tecnologia e lucros de produtos biotecnológicos deve ser em condições mutuamente acordadas. As avaliações de impacto ambiental devem ser realizadas quando existem ações que são suscetíveis de ter efeitos significativos sobre os recursos florestais importantes.
9,10 &	Os países em desenvolvimento devem ser apoiados financeiramente para melhorar a sua capacidade de implementar a gestão florestal sustentável.
11	As políticas florestais devem ter em conta as pressões e exigências sobre os ecossistemas florestais de fora do setor e estabelecer meios intersectoriais para lidar com estes. O acesso e a transferência e tecnologias ecologicamente corretas e o know-how deve ser facilitado.
12	A investigação científica, a capacidade institucional e partilha de conhecimento deve ser reforçada. Os benefícios advindos do uso do conhecimento nativo devem ser equitativamente partilhados.
13	O comércio de produtos florestais deve ser aberto e livre. Os custos e benefícios ambientais devem ser incorporados em forças e mecanismos de mercado.
14	As medidas unilaterais para restringir o comércio internacional de produtos florestais devem ser evitadas.
15	Os poluentes que são prejudiciais para os ecossistemas florestais devem ser controlados.

ANEXO II.2

A “Abordagem Ecosistêmica” foi desenvolvida no âmbito da “*Convenção em Diversidade Biológica*” e baseia-se em abordagens anteriores semelhantes, como a chamada "abordagem sistêmica" aplicada à gestão dos recursos naturais pelo programa “*Man and Biosphere*” da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em 1970. A abordagem de gestão do ecossistema, desenvolvida no setor florestal dos Estados Unidos da América na década de 1980, teve uma evolução semelhante no Canadá e noutros países, bem como, no trabalho realizado pela “Comissão em Gestão de Ecossistemas da União Mundial de Conservação, o “Fundo Mundial para a Natureza” e as organizações não-governamentais ambientais. A “*Convenção em Diversidade Biológica*” descreve a abordagem ao ecossistema da seguinte forma (CBD, 2000): “*A abordagem ecosistêmica é uma estratégia para a gestão integrada da terra, água e de recursos vivos, que promove a conservação e o uso sustentável de uma forma equitativa. E mais adiante: "Uma abordagem ecosistêmica é baseada na aplicação de metodologias científicas apropriadas focadas em níveis de organização biológica, que abrangem a estrutura essencial, processos, funções e interações entre os organismos e seu ambiente.*”. Reconhece também que as populações humanas, com a sua diversidade cultural, são uma componente integral de muitos ecossistemas.

Tabela II.2 Os doze princípios da “Abordagem Ecosistêmica, CBD(2000)

Princípios da “Abordagem Ecosistêmica”	
1	Os objetivos da gestão do solo, da água e dos recursos vivos são uma questão importante também para a dimensão social.
2	A gestão deve ser descentralizada para o nível mais baixo apropriado.
3	Os gestores de ecossistemas devem considerar os efeitos (reais ou potenciais) das suas atividades sobre os ecossistemas adjacentes e sobre outros ecossistemas.
4	Reconhecendo os potenciais ganhos provenientes da gestão, é comum haver a necessidade de compreender e gerir o ecossistema num contexto económico. Qualquer programa de gestão dos ecossistemas deve: a) reduzir as alterações de mercado que afetam negativamente a diversidade biológica; b) alinhar os incentivos para promover a conservação da biodiversidade e uso sustentável; e c) interiorizar os custos e benefícios em determinado ecossistema na medida do possível.
5	A conservação da estrutura e do funcionamento do ecossistema, a fim de manter os serviços ecosistêmicos, deve ser um alvo prioritário na abordagem ecosistêmica.
6	Os ecossistemas devem ser geridos dentro dos limites de seu funcionamento.
7	A abordagem ecosistêmica deve ser realizada nas escalas temporais e espaciais apropriadas.
8	Reconhecendo as diferentes escalas temporais que caracterizam os processos do ecossistema, os objetivos para a gestão dos ecossistemas devem ser definidos a longo prazo.
9	A gestão deve reconhecer que a mudança é inevitável.
10	A abordagem ecosistêmica deve procurar o equilíbrio adequado entre a integração da conservação e uso da diversidade biológica.
11	A abordagem ecosistêmica deve considerar todas as formas de informações relevantes, incluindo o conhecimento, a inovação e as práticas científicas, indígenas e locais.
12	A abordagem ecosistêmica deve envolver todos os setores relevantes da sociedade e disciplinas científicas.

ANEXO II.3

Tabela II.3 Identificação de alguns projetos internacionais importantes no desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão para a gestão sustentável florestal

Estudos e projetos mais relevantes	Observações	Referências Bibliográficas
“ <i>Social Hotspot Database</i> ” (SHDB)	Ferramenta com as recomendações de prioridades a aplicar no inventário.	Benoit-Norris <i>et al.</i> (2012)
PROSILVA	PROSILVA promove estratégias de gestão florestal que otimizam a manutenção, conservação e utilização dos ecossistemas florestais, de modo que as funções ecológicas e sócio-econômicas são sustentáveis e rentáveis. 1. Conservação dos ecossistemas; 2. Proteção do solo e clima; 3. Produção de madeira e outros produtos; 4. Aspectos culturais, de recreio e de amenidade.	PROSILVA (2013)
GlobalBiopact	O principal objetivo do projeto Global-Bio-Pact (Avaliação Global dos Impactos da Biomassa e Bioprodutos sobre a componente socio-econômica e a sustentabilidade) foi o desenvolvimento e harmonização dos sistemas de certificação global de sustentabilidade para a produção, sistemas de conversão e comércio de biomassa, a fim de evitar impactos sócio-econômicos negativos.	GlobalBiopact (2013)
“ <i>C&I for SFM</i> ”	O projeto é um elemento integrado do programa de trabalho FOREST EUROPE e é coordenado e realizado pelo Instituto Florestal Europeu (EFI), em estreita cooperação com a Europa Floresta Liaison Unit Madrid, UNECE / FAO, Metla e peritos na matéria. O projeto tem como objetivos: analisar a implementação de critérios e indicadores para a gestão florestal sustentável nas 46 Forest Europe dos estados signatários.	CI-SFM (2014)
“ <i>SMILE</i> ”	O projeto está baseado no trabalho anterior realizado pelos parceiros do projeto em um projeto Decoin FP6 (Desenvolvimento e Comparação de Indicadores de Sustentabilidade, consulte www.decoin.eu). A idéia é usar o procedimento que foram desenvolvidos em Decoin e analisar os “ <i>trade-offs</i> ” e sinergias entre os diferentes aspectos do desenvolvimento sustentável.	SMILE (2014)
ARANGE	ARANGE (“ <i>Advanced multifunctional management of European mountain forests</i> ”) é um projeto de colaboração no âmbito do FP7 com o objetivo de proporcionar uma melhor visão na gestão multifuncional do projeto europeu montanha forests.	ARANGE (2014)
EFORWOOD/ ToSIA	“ <i>EFORWOOD- Contribution to the development of sustainable forest management</i> ”, projeto desenvolvido por sete parceiros dos países nórdicos e bálticos. Pretende contribuir para o desenvolvimento de orientações de gestão para o uso sustentável da biomassa florestal para energia e disponibilizar recomendações e políticas para o desenvolvimento da gestão florestal sustentável na Europa e atingir os objetivos desejados no uso de biomassa à base de madeira para energia. Apresenta cinco temas-chave: 1) balanço de nutrientes; 2) reciclagem de cinzas; 3) biodiversidade e pragas de insetos; 4) economia e políticas; 5) recomendações e gestão.	EFORWOOD (2014)
In2Wood	IN2WOOD promove o desenvolvimento, em rede, de núcleos de investigação no setor florestal europeu e o intercâmbio de conhecimentos.	IN2WOOD (2014)

APÊNDICE I.1

A Tabela AI.1 foi elaborada com base numa revisão das fontes de informação disponibilizadas pela UE, ONU, FAO, WWF, Instituto de Conversão da Natureza e das Florestas, Agência Portuguesa do Ambiente, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Centro, e nos trabalhos técnico-científicos de Röser, (2008), Ladanai e Vinterbäck (2010) e Sikdar, (2003). Olhar além fronteiras faz parte da realidade atual e futura no contexto da utilização de recursos e da sua integração na economia. As alterações climáticas, a biodiversidade, o ciclo biogeoquímico de nutrientes e de água, a saúde ambiental, a relação entre o Homem e a Natureza e os fluxos de massa e de energia são problemas de carácter global. Na sua qualidade de grande potência comercial e económica do mundo e de um importante bloco político, a UE tem responsabilidades internacionais.

Tabela AI.1 Políticas portuguesas e internacionais de promoção pelo desenvolvimento sustentável em relação aos ecossistemas florestais

Área	Acordos/Ações/Legislação	Ano	Relevância para os ecossistemas florestais
Alterações climáticas	- Conferência de Estocolmo, Conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Ambiente	1972	Primeira reunião global sobre ambiente, com participação de 113 países para refletir a relação entre a proteção do ambiente e o desenvolvimento humano. Resultou na Declaração sobre o Ambiente Humano ou Declaração de Estocolmo, e na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA.
	- Conferência de Toronto (Canadá) sobre Alterações na Atmosfera	1988	Conclui que a humanidade está sendo conduzida de forma descontrolada para uma experiência perversa, podendo ter como consequências finais uma guerra global nuclear. Recomendou que os países industrializados deveriam reduzir suas emissões de GEE em, pelo menos, 20% até o ano de 2005.
	- Criação do Painel Intergovernamental de Alterações Climática (IPCC, sigla em inglês e de conhecimento geral)	1990	Painel importante no contexto das alterações climáticas devido a processos naturais, forças externas, ou mudanças persistentes causadas pela ação do homem na composição da atmosfera ou do uso da terra.
	-Conferência das Nações Unidas para as Alterações Climáticas	1992	Tratado realizado entre quase todos os países do mundo e teve como objetivo a estabilização da concentração de GEE na atmosfera em níveis que evitem a interferência com o sistema climático.
	- Protocolo de Quioto	1997	Fixou limites obrigatórios para as emissões de GEE antropogénicas e disposições coercitivas. O Protocolo foi estabelecido em 1997, tendo por base os princípios estabelecidos e assinados em 1992. A 16 de Fevereiro de 2005 tornou-se oficial do ponto de vista legal.
	- Programa Europeu para as Alterações Climáticas	2000	Programa Europeu para as Alterações Climáticas, para identificar as políticas e medidas mais promissoras e mais eficazes, em termos de custos e benefícios, a adotar à escala europeia. Lançada pela Comissão Europeia.
	- Diretiva 2003/87/CE	2003	Criação de um regime de comércio de licenças de emissão de GEE.
	- Comércio Europeu de Emissões de GEE	2005	Mercado introduzido na Europa para facilitar os Estados Membros a cumprirem os seus compromissos de Quioto para 2 fases: Fase 1 = Jan. 2005 a Dez. 2007; Fase 2 = Jan. 2008 a Dez. 2012.
	- Programa Português para as Alterações Climáticas	2006	Congrega um conjunto de políticas e medidas de aplicação sectorial através das quais se visa o cumprimento do Protocolo de Quioto, que se organizam em dois tipos: políticas e medidas de referência e políticas e medidas adicionais.
	- Plano de Ação de Bali	2007	Indica as soluções para o consenso global quanto ao regime climático e aceita a evidência científica como justificação para a ação, incluindo o intervalo de redução de 25%-40% até 2020 para os países do Anexo I da Convenção, relativamente aos níveis de 1990, e o desvio da tendência de crescimento das emissões nas economias em desenvolvimento mais avançadas, para um aumento da temperatura média global limitado a 2°C.

Tabela AI.1 Políticas portuguesas e internacionais de promoção pelo desenvolvimento sustentável em relação aos ecossistemas florestais (continuação)

Área	Acordos/Ações/Legislação	Ano	Relevância para os ecossistemas florestais
Alterações climáticas	- Acordo de Copenhaga	2009	Reconhecimento do papel crucial da redução da emissão de desmatamento e degradação florestal e a necessidade de intensificar a remoção de emissão GEE por florestas e concordar com a necessidade de fornecer incentivos positivos para tais ações e permitir a mobilização de recursos financeiros dos países desenvolvidos.
	- “Acordo de Cancun”, Conferência sobre Alterações Climáticas	2010	Apelidado de "Acordos de Cancun", as decisões incluem formalizar compromissos de mitigação e assegurar uma maior responsabilização, bem como tomar medidas concretas para proteger as florestas. Medidas de se comprometer com um aumento máximo de temperatura de 2°C acima dos níveis pré-industriais, e considerar uma redução que máximo a 1,5°C em um futuro próximo. Mecanismo de tecnologia para impulsionar a inovação, desenvolvimento e disseminação de novas tecnologias favoráveis ao clima até 2012. Criação de um Fundo Verde para o Clima para o financiamento de projetos, programas, políticas e outras atividades em países em desenvolvimento através de janelas financiamento temático.
	- Estratégia Portuguesa de Adaptação às Alterações Climáticas	2010	Identifica nove setores estratégicos onde se irão focar esforços de identificação de impactos e de definição de medidas de adaptação às alterações climáticas, que inclui a Biodiversidade e a Agricultura, Florestas e Pescas.
	- Conferência das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CNUAC) de Durban	2011	Reconhecimento claro dos governos para a necessidade de elaborar o projeto para um novo acordo universal e legal até 2015, para gerir a mudança climática depois de 2020.
	- Pacote de medidas de políticas de baixo carbono no setor da Energia	2011	A UE estabelece planos para reduzir as emissões em mais de 80% sem interromper o fornecimento de energia e a competitividade económica.
	- Roteiro para uma economia de baixo carbono no horizonte 2050	2011	A UE estabelece a necessidade de redução de 80% das emissões de GEE até 2050 para manter o aquecimento global abaixo dos 2°C.
	- Novo período e acordo de Quioto (Conferência de Doha)	2012	Reforço dos princípios do Protocolo de Quioto e estabelecimento de um calendário para adotar um acordo climático universal até 2015, que entrará em vigor em 2020. Extensão do período do Protocolo de Quioto 2013-2020. Enfatizou a necessidade de aumentar a sua ambição de reduzir os GEE e ajudar os países mais vulneráveis a se adaptarem.
	- Roteiro Português de Baixo Carbono 2020-2050	2012	Impõe um conjunto de metas importante: dependência energética em 2050 inferior a 50%; poupança na balança comercial de produtos energéticos em 2050 valores de 500-1200 M€; geração emprego verde; incentivo à investigação e desenvolvimento; redução custos de dano que pode atingir 240 M€ em 2050; redução de emissões acidificantes; e melhor saúde pública.

Tabela AI.1 Políticas portuguesas e internacionais de promoção pelo desenvolvimento sustentável em relação aos ecossistemas florestais (continuação)

Área	Acordos/Ações/Legislação	Ano	Relevância para os ecossistemas florestais
Alterações climáticas	- Planos setoriais de baixo carbono Português	2012	Enunciando o contributo dos diferentes ministérios e organismos para a redução das suas emissões, com vista a quantificar objetivos na esfera direta da sua atuação.
	- Plano Português para as Alterações Climáticas 2020	2012	Consolida e reforça as políticas, medidas e instrumentos de carácter sectorial; define novas políticas, medidas e instrumentos com o objetivo de limitar as emissões dos sectores não CELE (comércio europeu de licença de emissões); prevê as responsabilidades sectoriais, o financiamento e os mecanismos de monitorização e controlo.
Desenvolvimento sustentável	- Debate Internacional sobre “Estratégia de Conservação Mundial”	1980	Primeira referência e introdução do termo “Desenvolvimento Sustentável”.
	- Assembleia das Nações Unidas sobre “Relatório Brundtland”	1983	Criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.
	- Plano de Desenvolvimento Sustentável da Floresta Portuguesa	1987	Escrita a definição de Desenvolvimento Sustentável.
	- Conselho Europeu de Lisboa	1998	Configura-se como um referencial obrigatório de uma ação de mobilização nacional em torno da problemática florestal. Reforça e identifica o papel do estado no desenvolvimento sustentável da floresta e introduz a necessidade de um plano de investigação para a floresta.
	- Conselho Europeu de Gotemburgo	2000	UE estabeleceu um novo objetivo estratégico para 2010: tornar-se na economia mais dinâmica e competitiva do mundo, com base no conhecimento, capaz de garantir um crescimento económico sustentável, com mais e melhores empregos e com maior coesão social.
	- Cimeira de Joanesburgo	2001	Adotada uma estratégia a favor do desenvolvimento sustentável.
	- Estratégia Portuguesa para o Desenvolvimento Sustentável (ENDS) 2005 - 2015	2002	10º aniversário da Cimeira da Terra. Reafirma um compromisso global. Foi acordado o tratamento equilibrado e integrado dos três pilares do Desenvolvimento Sustentável: económico, social e ambiental (foco combate à pobreza e gestão dos recursos naturais).
		2005	Identifica os incêndios florestais como o maior risco natural e ambiental das florestas. Definiu como indicadores chave para a ENDS (1) a qualificação e sociedade do conhecimento, (2) economia sustentável, competitiva e orientada para as atividades do futuro, (3) gestão eficiente do ambiente e dos recursos naturais, (4) organização equilibrada do território que valorize Portugal no espaço Europeu e que proporcione qualidade de vida, (5) plano ativo de Portugal na cooperação para a sustentabilidade global, (6) dinâmica de coesão social e responsabilidade individual. Reforça a necessidade de assegurar a funcionalidade dos sistemas e sua conectividade: equilíbrio dos ciclos da água e dos nutrientes e a existência de corredores ecológicos. Define como meta o desenvolvimento sustentável da floresta portuguesa na perspetiva do uso múltiplo, voltado para o incremento progressivo da percentagem das folhosas autóctones, em detrimento de resinosas eucalipto, com maior vulnerabilidade a incêndios florestais e fraco contributo para a biodiversidade.

Tabela AI.1 Políticas portuguesas e internacionais de promoção pelo desenvolvimento sustentável em relação aos ecossistemas florestais (continuação)

Área	Acordos/Ações/Legislação	Ano	Relevância para os ecossistemas florestais
Desenvolvimento sustentável	- Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território	2007	Plano transversal que integra a Estratégia Portuguesa de Desenvolvimento Sustentável, da Energia, Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Florestas, Combate à Desertificação e Alterações Climáticas.
	- Estratégia Europeia 20/20/20	2010	Plano estratégico de promoção por um crescimento inteligente, sustentado e inclusivo, que iniciou o seu percurso em 2010, mas que sofre mudanças em 2013 devido à crise Europeia. Estabelece como metas a diminuição de 20% das emissões de GEE até 2020, em comparação com 1990.
	- Plano de Ação para as Energias Renováveis em Portugal	2010	Medidas para a promoção da utilização de energia da biomassa e medias para aumentar a disponibilidade e melhorar o abastecimento da biomassa.
	- Livro verde: Um quadro para as políticas de clima e de energia em 2030	2013	Reflexão sobre o impacto da crise Europeia nas medidas 20/20/20 e reforço da necessidade de uma aposta na descarbonização, modernização do sistema energético e investigação.
Gestão sustentável da floresta	-Declaração dos princípios sobre a floresta, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992 (Cimeira da Terra)	1992	Declaração dos Princípios da Floresta: princípios para um consenso global sobre gestão, conservação e desenvolvimento sustentável de todos os tipos de Florestas. A extração da bioenergia florestal deve respeitar os princípios da gestão florestal sustentável para manter a produtividade, saúde e viabilidade da floresta, e as funções de proteção de floresta em relação aos ecossistemas adjacentes, principalmente ao solo e à água.
	- Conferências Ministeriais sobre a Proteção das Florestas na Europa (CMPFE)	1990, 1993, 1998 e 2003	Plataforma política criada para o diálogo sobre questões florestais na Europa. O aumento do uso de produtos florestais para a energia é abordada no primeiro critério de Lisboa e no quinto da resolução de Viena de MCPFE
	- Processo Montreal	1992	Acordo voluntário sobre a gestão florestal sustentável, que integra os princípios florestais da Cimeira da Terra de 1992.
	- Lei n.º33/96	1996	Define as bases da política florestal portuguesa.
	- Estratégia da UE para as Florestas	1998	Estabeleceu um quadro para as ações relacionadas com as florestas de apoio à gestão florestal sustentável.
	- Plano de Desenvolvimento Sustentável da Floresta Portuguesa	1998	Propostas opções estratégicas para o setor florestal, pretendendo que seja o elemento de referência das orientações e planos de ação públicos e privados para o desenvolvimento do setor nas próximas décadas.
	- Estratégia Portuguesa para as Florestas	2006	Estabelece o enquadramento estratégico para o desenvolvimento do setor a curto e médio prazo.

Tabela AI.1 Políticas portuguesas e internacionais de promoção pelo desenvolvimento sustentável em relação aos ecossistemas florestais (continuação)

Área	Acordos/Ações/Legislação	Ano	Relevância para os ecossistemas florestais
Gestão sustentável da floresta	- Estratégica temática para o uso sustentável dos recursos naturais	2005	Diminuir as pressões sobre o ambiente resultantes da produção e do consumo dos recursos naturais sem penalizar o desenvolvimento económico
	- Plano Regional de Ordenamento do Território para a Região do Centro de Portugal	2006	Define como opção estratégica a proteção, valorização e gestão sustentável dos recursos hídricos e florestais.
	- Dec. Lei n.º 16/2009 e Despacho n.º 20194/2009	2009	Aprova o regime jurídico dos planos de ordenamento, de gestão e de intervenção de âmbito florestal. Homologação das Normas Técnicas de Elaboração de Planos Específicos de Intervenção Florestal.
	- Planos Regionais de Ordenamento Florestal de Portugal	2009	Aprovação de "instrumentos setoriais de gestão territorial" que estabelecem as normas de intervenção sobre a ocupação e a utilização dos espaços florestais, encontrando-se previstos na Lei de Bases da Política Florestal Portuguesa.
	- Livro Verde sobre a Proteção das Florestas e a Informação Florestal	2010	Lançar o debate sobre as possíveis abordagens da UE tendo em vista preparar as florestas para as alterações climáticas.
	- Plano de ação da UE para as Florestas	2006	Apresenta como objetivos principais: melhorar a competitividade a longo prazo; melhorar e proteger o meio ambiente; contribuir para a qualidade de vida; e promover a coordenação e comunicação.
	- Diretiva 2001/77/CE; 2003/30/CE e 2009/28/CE	1998 e 2009	Estabelecimento de critérios de sustentabilidade aplicáveis aos biocombustíveis e biolíquidos.
	- Nova estratégia da UE para as florestas e o setor florestal	2013	Visão coerente e global da gestão florestal dos benefícios do uso múltiplo das florestas, integrando as questões internas e externas da política florestal e abordando toda a cadeia de valor da floresta.
Biodiversidade e conservação da natureza	- Diretiva 79/409/CEE	1979	Garantir a conservação de espécies de aves, e seus habitats, e das espécies de aves migratórias.
	- Lei de Bases Portuguesa do Ambiente	1987	Prevê e fomenta a elaboração de uma estratégia de conservação da natureza.
	- Diretiva 92/43/CEE	1992	Contribuir para assegurar a Biodiversidade, através da conservação de habitats naturais e dos habitats de espécies da flora e da fauna selvagens, considerados ameaçados no espaço da UE. Criação da Rede Natura 2000 e de zonas especiais de conservação.
	- Convenção em Diversidade Biológica	1995	A colheita de bioenergia florestal pode comprometer os valores da biodiversidade em algumas florestas, mas a convenção não faz nenhuma referência direta à utilização de bioenergia.

Tabela AI.1 Políticas portuguesas e internacionais de promoção pelo desenvolvimento sustentável em relação aos ecossistemas florestais (continuação)

Área	Acordos/Ações/Legislação	Ano	Relevância para os ecossistemas florestais
Biodiversidade e conservação da natureza	- Convenção Europeia da Paisagem	2000	Importância e papel das funcionalidades da floresta no contexto da paisagem e reforço que a paisagem desempenha importantes funções de interesse público ao nível cultural, ecológico, ambiental e social e um recurso favorável à atividade económica.
	- Acordo de Cotonou	2000	Rege as relações da UE com 77 países em desenvolvimento em África, nas Caraíbas e no Pacífico (países ACP), contendo um capítulo especial sobre a proteção do ambiente e a utilização e gestão sustentáveis dos recursos naturais. Entre as prioridades identificadas no acordo destaca-se as florestas tropicais, a água, a pesca, a biodiversidade, os ecossistemas frágeis (como recifes de coral), as fontes de energia renováveis, o desenvolvimento rural e urbano sustentável, a desertificação, as secas, a desflorestação, o turismo sustentável e o transporte e eliminação dos resíduos perigosos.
	- Estratégia Portuguesa de Conservação da Natureza e da Biodiversidade	2001	Prioriza a conservação da biodiversidade, a utilização sustentável dos seus componentes e a partilha justa e equitativa dos benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos.
	Mensagem de Malahide	2004	Co-financiamento comunitário da rede Natura 2000, nomeadamente, o reforço do financiamento do programa Life-Nature no novo instrumento financeiro para o Ambiente, bem como o reforço das dotações inscritas ao abrigo dos Fundos Estruturais e de Desenvolvimento Rural.
	Mensagem de Atenas		Definição das prioridades políticas essenciais para lançar o debate sobre a futura política de biodiversidade (pós-2010).
Desertificação	- Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação	1994	A convenção incentiva o uso de fontes de energia alternativas, particularmente dos recursos energéticos renováveis, com vista a reduzir as dependências em madeira para combustível em áreas sensíveis à desertificação.
	- Programa Português de Combate à Desertificação	2010	Indicadores referentes às áreas dos ecossistemas de florestas, agrícolas e aquaculturas sob gestão sustentável e políticas e medidas de desenvolvimento dirigidas à desertificação / degradação dos solos e mitigação dos efeitos da seca.
Emissões e fronteiras de poluição de longo alcance	- Convenção da Comissão Económica Europeia sobre Poluição Atmosférica Transfronteiriça de Longo Alcance	1979	Alguns protocolos estão preocupados também com as emissões atmosféricas provenientes da combustão de madeira, mesmo que inicialmente a principal preocupação era as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis.

A preocupação com as questões ambientais globais tem sido também do próprio interesse da UE, como se demonstrou na Tabela 1.4. A deterioração dos habitats marinhos no outro lado do mundo afeta o nosso abastecimento alimentar. A degradação da qualidade do ar da UE pode ter consequências noutra continente. A camada de ozono entre 10-50 km acima da crosta terrestre protege-nos da radiação ultravioleta prejudicial do Sol, pelo que a sua redução afeta-nos a todos. Por conseguinte, a UE participa ativamente na negociação dos tratados internacionais no domínio do ambiente (e.g. Protocolo de Quioto e Protocolo de Montreal). Muitos outros tratados são igualmente cruciais para melhorar a sustentabilidade do uso de recursos e habitats, em particular dos ecossistemas florestais. Esta participação ativa é também evidente na Tabela AI.1. A UE assumiu igualmente o compromisso de tomar em consideração as questões ambientais nos seus acordos com outros países, pretendendo ajudar esses países a criar as capacidades de gestão necessárias para administrar políticas ambientais sustentáveis a longo prazo, tendo realizado o Acordo Cotonou, identificado na Tabela AI.1. A UE está também fortemente empenhada no cumprimento dos compromissos em matéria de desenvolvimento sustentável assumidos na cimeira mundial sobre desenvolvimento sustentável realizada em Joanesburgo em 2002. O objetivo é combinar a erradicação da pobreza com padrões sustentáveis de produção e consumo e proteger os recursos naturais que serão cruciais para o desenvolvimento económico e social das gerações futuras. O presente trabalho encontra-se alinhado com o contexto político nacional e europeu e defendido por muitas e importantes entidades singulares e coletivas a nível europeu e internacional, as quais são identificadas na apresentação da Tabela AI.1, e assume uma importância relevante para apoiar a tomada de decisão sobre a utilização de uma parte significativa do território europeu – a Floresta. No relatório de análise sobre as políticas e iniciativas florestais na UE (EP, 2013), com incidência sobre o desafio da coerência, refere que os Tratados não mencionam especificamente as florestas e a UE não dispõe de uma política florestal comum. Por conseguinte, a política florestal permanece sobretudo uma competência nacional. Contudo, as inúmeras ações europeias têm um impacto tanto nas florestas europeias como nas florestas dos restantes países. A estratégia florestal para a União Europeia (Resolução do Conselho de 15 de dezembro de 1998) constitui o quadro de referência para o setor florestal na UE. Esta estratégia visa melhorar a coordenação das políticas dos Estados-Membros e das ações da UE que

têm impacto nas florestas. Os princípios fundamentais consagrados nessa resolução consistem no princípio da subsidiariedade, na gestão florestal sustentável e no reconhecimento do papel multifuncional das florestas. O plano de ação da União Europeia para as florestas (COM (2006) 302), um instrumento complementar da estratégia, visa melhorar a competitividade a longo prazo da silvicultura, proteger o ambiente, contribuir para uma melhor qualidade de vida dos cidadãos europeus e favorecer a coerência intersectorial das iniciativas florestais. Este plano de ação foi complementado pela comunicação da Comissão sobre indústrias florestais inovadoras e sustentáveis na UE (COM (2008) 113), em que são propostas novas medidas para aumentar a competitividade das indústrias florestais da UE. Mais recentemente, e devido aos problemas de perturbação de mercados, a UE lançou uma nova estratégia e plano para as florestas e setor florestal, (EC, 2103). A UE já desenvolveu um conjunto de ações com impacto nas florestas. A Política Agrícola Comum (PAC), principal fonte europeia de financiamento das florestas, com cerca de 90% dos fundos da UE afetados às florestas provenientes da política de desenvolvimento rural (Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural ou Feader), o segundo pilar da PAC. Para o período 2007-2013, cerca de 8 milhões de euros (9% do orçamento do Feader) foram afetados ao cofinanciamento das medidas florestais. Os Estados-Membros tiveram a possibilidade de escolher entre 20 medidas ligadas direta ou indiretamente às florestas (PE, 2013). No âmbito do eixo 1 que assenta na competitividade, as medidas mais utilizadas pelos Estados-Membros foram as relacionadas com a formação, a melhoria do valor económico das florestas, o aumento do valor acrescentado dos produtos silvícolas e o desenvolvimento de infraestruturas. No âmbito do eixo 2 (ambiente), residem as duas medidas mais importantes: apoio à primeira florestação de terras agrícolas ou não agrícolas (2,4 mil milhões de euros do Feader), ao restabelecimento do potencial silvícola e à adoção de medidas de prevenção (1,6 mil milhões de euros) (PE, 2013).

O apoio a investimentos não produtivos também figura entre as medidas mais escolhidas. Por exemplo, cerca de 890 000 hectares de terras agrícolas e não agrícolas deveriam ser arborizadas nesse período. Por fim, no âmbito do eixo 3 (diversificação), o apoio à diversificação relativamente a atividades não agrícolas (por exemplo, produção de energias renováveis) constitui a medida relativa às florestas mais escolhidas (PE, 2013).

Reforçando ainda a questão das políticas Europeias no contexto florestal e sua preocupação por este setor, a comercialização de materiais florestais de reprodução encontra-se enquadrada a nível europeu pela Diretiva 1999/105/CE. O regime fitossanitário europeu tem por objetivo impedir a propagação de organismos prejudiciais às florestas (Diretiva 2000/29/CE). A UE consagra, além disso, outros fundos à investigação florestal, nomeadamente no âmbito do Sétimo Programa-Quadro. Por seu turno, a política energética fixou um objetivo juridicamente vinculativo para que a UE alcance, até 2020, uma quota de 20% de energia proveniente de fontes renováveis, o que deverá aumentar a procura de biomassa florestal (Diretiva 2009/28/CE). Os projetos florestais podem também ser cofinanciados no âmbito da política de coesão, pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (prevenção de incêndios, produção de energias renováveis, preparação para as alterações climáticas, etc.). O Fundo de Solidariedade (Regulamento (CE) n.º 2012/2002) auxilia os Estados-Membros aos prejuízos causados pelas catástrofes naturais de grandes proporções, incluindo tempestades (por exemplo, 82 milhões de euros para a Suécia, 2005) e os incêndios florestais (por exemplo, 90 milhões de euros para a Grécia, 2007). Além disso, 37,5 milhões de hectares de floresta são abrangidos pela rede Natura 2000, que visa a proteção da natureza, criada no âmbito da política ambiental da UE. O instrumento financeiro para o ambiente, LIFE+, apoia diversos projetos florestais, nomeadamente para a prevenção dos incêndios florestais. Além disso, a estratégia da UE para a biodiversidade (COM (2011) 244) prevê que, até 2020, os planos de gestão sustentável das florestas sejam aplicáveis a todas as florestas que sejam propriedade pública. Além disso, o Sistema Europeu de Informação sobre Incêndios Florestais (EFFIS) visa a monitorização dos incêndios florestais. A UE promove, igualmente, os contratos públicos ecológicos (COM(2008) 400), que podem favorecer a procura de produtos de madeira produzidos de forma sustentável. Neste contexto, o rótulo ecológico europeu é atribuído a soalhos, móveis e papel. O Plano de Ação FLEGT prevê «acordos de parceria voluntários» com os países produtores de madeira e o Regulamento (UE) n.º 995/2010, em vigor a partir de março de 2013, estabelece a proibição de colocação no mercado de madeira extraída ilegalmente.

Quanto à política climática, existem várias iniciativas sobre as florestas: o Livro Verde sobre a proteção das florestas e a informação florestal na UE - preparar as

florestas para as alterações climáticas (COM(2010) 66); a valorização do papel das florestas nos compromissos internacionais da UE a fim de combater as alterações climáticas (COM(2012) 93); o apoio ao objetivo de deter a perda do coberto florestal até 2030, o mais tardar, e em reduzir a desflorestação tropical bruta em, pelo menos, 50%, até 2020, relativamente aos níveis atuais (COM(2008) 645); o financiamento de projetos no âmbito do Programa REDD+, que visa a redução das emissões resultantes da desflorestação e da degradação das florestas na Ásia, na África e na América Latina. Por último, a política de vizinhança pode também contribuir, por exemplo, através do programa de ação de 2012 para Marrocos, que prevê um programa de apoio à sua política florestal de 37,0 milhões de euros.

APÊNDICE I.2

Na tabela seguinte apresentam-se as principais medidas e programas que manifestam influência sobre os ecossistemas florestais, que por um lado criam pressões em outras atividades económicas, bem como levantam preocupações sobre o uso sustentável dos recursos destes ecossistemas. Alguns dos pontos apresentados na Tabela 1.6 apresentam impacto pelo contexto da biomassa.

Tabela AI.2 Políticas energéticas portuguesas e internacionais enquadradas com os ecossistemas florestais

Acordos/Ações/Legislação	Ano	Relevância para os ecossistemas florestais
Livro Branco	1996	Livro Branco sobre a Política Energética da União Europeia.
Diretiva 98/70/EC e 2009/30/CE	1998 e 2009	Refere as especificações da gasolina e do gasóleo rodoviário e não rodoviário e a introdução de um mecanismo de monitorização e de redução das emissões de GEE.
Livro verde: Para uma estratégia europeia de segurança do aprovisionamento energético	2000	Estratégia de segurança do aprovisionamento energético destinada a reduzir os riscos associados a esta dependência externa.
Diretiva 2001/77/CE	2001	Promoção da eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da eletricidade (22% de peso de produção de eletricidade verde até 2010).
Diretiva 2003/30/CE	2003	Promoção pelo uso de biocombustíveis nos transportes (peso 5,75% em 2010).
Diretiva 2003/96/CE	2003	Reestrutura o quadro comunitário de tributação dos produtos energéticos e da eletricidade. Isenção e redução dos impostos no uso de biocombustíveis na produção de eletricidade. Primeiro passo, um passo de coordenação, que define medidas para a promoção da utilização da biomassa para aquecimento, para a produção de eletricidade e nos transportes, acompanhadas de medidas transversais que afetam o abastecimento, o financiamento e a investigação no domínio da biomassa. Lançamento de um programa específico da promoção a um aumento na utilização de biomassa até 80 milhões de toneladas, até ao ano de 2010.
Plano de ação Biomassa da UE	2005	Comissão propõe uma política energética europeia comum, que permitira à Europa enfrentar os desafios de fornecimento de energia do futuro e os efeitos que estes terão sobre o crescimento e o meio ambiente. Integra a dimensão da bioenergia como fonte de diversidade na matriz energética.
Livro Verde: Estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura	2006	A Comissão Europeia define o papel que os biocombustíveis, produzidos a partir de biomassa, um recurso renovável, podem desempenhar no futuro, como uma fonte de energia renovável que serve como para o sector dos transportes. Propõe medidas para promover a produção e uso de biocombustíveis.
Estratégia da União Europeia no domínio dos biocombustíveis	2006	O Tratado que institui a Comunidade da Energia cria um mercado integrado da energia (eletricidade e gás) entre a Comunidade Europeia e as Partes Contratantes, sendo um tratado importante no contexto da biomassa enquanto recurso dos ecossistemas florestais.
Tratado que institui a Comunidade da Energia	2006	Nova orientação política da Comissão Europeia para mover as energias renováveis mais perto do topo da agenda da UE. Plano de energia de 20% meta para as energias renováveis na matriz energética global da UE até 2020 (meta de 12% em 2010) e uma obrigação de incorporação de 10% dos biocombustíveis na matriz de combustíveis de transportes da UE até 2020 (meta de 5,75% em 2010).
Roteiro das Energias Renováveis	2007	

Tabela AI.2 Políticas energéticas portuguesas e internacionais enquadradas com os ecossistemas florestais (continuação)

Acordos/Ações/Legislação	Ano	Relevância para os ecossistemas florestais
Plano estratégico para as tecnologias energéticas (“ <i>SET Plan</i> ”)	2007	Plano estratégico para acelerar o desenvolvimento e a utilização ao melhor custo das tecnologias de baixa intensidade de carbono.
Consulta da UE para os Biocombustíveis	2007	Procura de comentários pelos interessados e público em geral, entre outros sobre a pergunta "como deve ser projetado um sistema de sustentabilidade dos biocombustíveis?". Um número elevado de ONGs, empresas e institutos participou nesta consulta.
Diretiva 2009/28/CE	2009	Promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, destacando a biomassa. A cota de 10 % de fontes renováveis do consumo final de energia no sector dos transportes até 2020. Inclusão de critérios de sustentabilidade ambiental e requisitos de verificação para os biocombustíveis e bioprodutos.
Estratégia Portuguesa para a Energia 2020	2010	Promoção e forte aposta nas energias renováveis, eficiência energética, descarbonização, com a promoção da economia e emprego, apostando ainda na investigação e desenvolvimento tecnológico.
Roteiro para a Energia 2050	2011	Reforça os objetivos de redução de carbono de 80% até 2050, identificando que o setor energético terá de estar próximo de emissões zero de carbono, em termos de ciclo de vida completo. Introduce a necessidade de subida das quotas de energias renováveis na matriz energética.
Diretiva 2004/8/CE, 2005/28/CE, 2006/32/CE, 2008/28/CE, 2009/125/CE e 2012/27/UE	2004 a 2012	Requisitos de conceção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia. Instrumentos e medidas para a rotulagem energética e “ <i>ecodesign</i> ”. Incorporação da gestão de ciclo de vida na gestão estratégica e no apoio à decisão.
Estratégia Europeia 2020	2010	Objetivo de diminuir os consumos de energia em 20% comparativamente com 1990 e assegurar que 20% da energia consumida na UE tem origem em fontes renováveis.
Diretiva 2002/91/CE e 2010/31/UE	2002 e 2010	Melhorar o desempenho energético dos edifícios com a promoção e.g. do uso da biomassa e o melhoramento da eficiência energética das caldeiras.
Diretivas 2004/8/CE, 2006/32/CE, 2009/125/CE, 2010/30/UE, 2012/27/EC	2004 a 2012	Implementação da eficiência energética e reforço do papel das energias renováveis.
Programa de Eficiência Energética na Administração Pública – ECO.AP	2012	Barómetro eficiência energética e baixo carbono na Administração Pública, que contempla indicadores de carbono, água, papel e resíduos, permitindo a monitorização e acompanhamento da evolução das emissões e de consumo recursos por parte dos organismos, constituindo uma ferramenta de apoio à elaboração dos Planos Sectoriais de Baixo Carbono.
Decisão do Parlamento Europeu	2013	O Parlamento Europeu defende que a quota de energia proveniente de biocombustíveis de primeira geração, não deve ser superior a seis por cento do consumo final de energia nos transportes em 2020. Também defende o não desflorestamento para a produção de biocombustíveis, privilegiando medidas de aceleração de sistemas de produção à base de resíduos e algas e outras matérias-primas que não comprometam os ecossistemas florestais e a segurança alimentar.

APÊNDICE I.3

Tabela AI.3 Caracterização da distribuição global dos recursos e dependência por regiões económicas e principais países, comparando a situação portuguesa

	Ano de referência	Europa (UE27)	Asia e Pacífico	América do Norte	América Latina e Caraíbas	África e Médio Oriente		Portugal	EUA	Canadá	China	Índia	Brasil	Referências bibliográficas	
						Médio Oriente e Norte de África	África subsariana								
Caracterização geral populacional e territorial	Número de habitantes (milhões)	2012	508,0	4.250,4	351,6	603,2	1.070,1	10,5	313,9	34,9	1.350,7	1.236,7	198,7	Eurostat, 2013	
		1997	480,9	3.478,8	302,7	501,5	294,1	613,3	10,1	272,7	30,0	1.230,1	9.904,6	166,9	WorldBank, 2013
	Taxa de crescimento populacional nos últimos 30 anos (%)	2012	5,41	36,5	25,9	38,6	53,3		5,4	25,5	27,0	24,2	39,5	53,1	WorldBank, 2013
	Percentagem de habitantes total (%)	2012	7,2	59,9	5,0	8,5	15,1		0,1	4,4	0,5	19,0	17,4	2,8	WorldBank, 2013
	Área territorial (milhões de km ²)	2012	4,4	49,7	24,5	17,8	30,4		0,1	9,4	10,0	9,6	3,3	8,5	WorldBank, 2013
	Percentagem de área territorial total (%)	2012	6,9	29,5	16,5	12,0	20,5%		0,1	6,3	6,7	6,5	2,2	5,7	WorldBank, 2013
	Densidade populacional (hab/km ²)	2012	117,0	89,1	21,2	28,6	30,5		115,3	32,8	3,5	141,0	382,8	23,0	WorldBank, 2013
	Percentagem de população rural (% sobre o total de população)	1983	31,9	56,6	16,6	45,9	35,6	73,9	38,4	17,4	19,2	48,2	68,3	31,9	WorldBank, 2013
	2012	27,1	48,1	12,2	35,3	25,8	60,8	55,7	25,8	23,9	78,5	76,2	15,1	WorldBank, 2013	
Alimentação	Produção alimentar (milhões ton./ano)	2012	612,9	4237,9	693,6	1549,9	255,9	652,6	6,5	609,5	841,4	1667,8	966,5	976,7	FAO, 2013
	Produção agrícola per capita (ton./capita/ano)	2012	1,2	1,0	2,0	2,6	0,7	0,7	0,6	1,9	24,1	1,2	0,8	4,9	FAO, 2013
	Consumo energético alimentar per capita total (kcal/capita/dia)	2009	3453,0	2706,0	3659,0	2803,5	2560,0		3617,0	3688,0	3399,0	3036,0	2321,0	3173,0	FAO, 2013
	Consumo energético alimentar per capita de produtos vegetais (kcal/capita/dia)	2009	2451,0	2277,0	2658,0	2171,7	2353,0		2563,0	2675,0	2506,0	2342,0	2113,0	2436,0	FAO, 2013
	Consumo energético alimentar per capita total de produtos animais (kcal/capita/dia)	2009	1002,0	429,0	1001,0	631,8	207,0		1054,0	1013,0	893,0	694,0	209,0	737,0	FAO, 2013
	Consumo de proteínas per capita (kg/capita/ano)	2009	38,4	27,3	40,8	28,7	24,3		43,3	41,2	37,7	34,2	20,7	32,3	FAO, 2013
	Consumo de gorduras per capita (kg/capita/ano)	2009	52,5	26,1	56,5	33,3	19,9		53,9	56,9	53,0	35,1	18,2	40,6	FAO, 2013

Tabela AI.3 Caracterização da distribuição global dos recursos e dependência por regiões económicas e principais países, comparando a situação portuguesa (continuação)

	Ano de referência	Europa (UE27)	Ásia e Pacífico	América do Norte	América Latina e Caraíbas	África e Médio Oriente		Portugal	EUA	Canadá	China	Índia	Brasil	Referências bibliográficas	
						Médio Oriente e Norte de África	África subsariana								
Alimentação	Consumo energético alimentar per capita total de produtos animais (kcal/capita/dia)	2009	1002,0	429,0	1001,0	631,8	207,0	1054,0	1013,0	893,0	694,0	209,0	737,0	FAO, 2013	
	Consumo de proteínas per capita (kg/capita/ano)	2009	38,4	27,3	40,8	28,7	24,3	43,3	41,2	37,7	34,2	20,7	32,3	FAO, 2013	
	Consumo de gorduras per capita (kg/capita/ano)	2009	52,5	26,1	56,5	33,3	19,9	53,9	56,9	53,0	35,1	18,2	40,6	FAO, 2013	
Energia	Consumo de energia (Mtep)	2012	1642,6	4855,0	2456,3	813,4	1342,0	22,0	2152,0	256,0	2713,0	774,0	281,0	Enerdata, 2013; EC, 2011	
	Percentagem sobre o consumo total de energia (%)	2012	12,7	37,4	18,9	6,3	10,3	0,2	16,6	2,0	20,9	6,0	2,2	Enerdata, 2013; EC, 2011	
	Consumo de energia per capita (tep/capita)	1983	3234,6	1434,0	7125,5	950,0	3109,1	663,8	1117,9	7199,3	7051,6	622,3	310,3	872,4	WorldBank, 2013
		2011	3467,0	2356,1	7167,8	1712,0	4126,1	635,0	2186,6	7032,3	7303,3	2029,4	613,7	1371,1	WorldBank, 2013
	Consumo de energia fóssil (% do total de energia)	1983	87,7	62,3	83,2	59,3	97,3	25,6	85,3	89,5	77,0	69,6	45,5	49,7	WorldBank, 2013
		2011	76,0	75,0	78,6	67,8	97,6	31,7	76,1	83,7	73,5	88,3	72,3	54,6	WorldBank, 2013
	Importações líquidas de energia (% sobre o uso de energia)	1983	55,3	-36,4	-1,3	-7,8	-251,7	-67,7	85,7	12,8	-15,4	-5,1	4,6	29,6	WorldBank, 2013
		2011	53,9	-41,3	-21,9	-10,1	-116,9	-94,1	77,0	18,5	-62,4	10,8	27,8	7,7	WorldBank, 2013
	Uso de combustíveis renováveis, resíduos e detritos (% do total de energia)	1983	3,5	35,5	4,0	34,7	2,5	71,7	7,4	3,5	4,4	29,2	52,3	38,9	WorldBank, 2013
		2011	9,8	18,9	4,5	22,5	1,8	63,3	13,9	4,2	4,9	7,9	24,7	28,9	WorldBank, 2013
	Retiradas de água doce anuais, total (bilhões m ³)	1997	243,6	1713,2	510,2	237,9	262,4	68,7	n.d.	468,0	42,2	525,4	500,0	54,9	WorldBank, 2013
		2011	237,7	2323,8	524,4	270,8	309,2	124,6	8,5	478,4	46,0	554,1	761,0	58,1	WorldBank, 2013
	Percentagem de água doce retirada sobre o total global (%)	1997	7,8	55,1	16,4	7,7	8,4	2,2	n.d.	15,1	1,4	16,9	16,1	1,8	WorldBank, 2013
	2011	6,1	59,7	13,5	7,0	7,9	3,2	0,2	12,3	1,2	14,2	19,5	1,5	WorldBank, 2013	
Água	Retirada de água doce anual per capita (m ³ /capita)	1997	506,6	492,5	1685,5	474,4	892,0	112,0	n.d.	1716,2	1406,7	427,1	50,5	328,8	WorldBank, 2013
		2011	494,2	668,0	1732,3	540,0	1051,4	203,1	837,9	1754,3	1532,3	450,5	76,8	347,9	WorldBank, 2013
	Todos os sectores	1987-2002	2,0	2,6	2,1	2,4	4,2	0,9	3,3	2,9	1,2	2,9	3,6	0,9	WRI, 2013
	"Stress" hídrico* Agricultura	1987-2002	1,9	2,5	2,9	2,3	4,1	0,8	3,2	3,5	2,4	3,0	3,6	0,8	WRI, 2013
	Doméstico	1987-2002	2,0	2,5	1,8	2,4	4,2	0,9	3,7	2,7	0,9	2,6	3,1	1,1	WRI, 2013
Industrial	1987-2002	1,9	2,6	1,8	2,3	4,2	1,3	3,5	2,5	1,2	2,9	3,4	0,9	WRI, 2013	

Tabela AI.3 Caracterização da distribuição global dos recursos e dependência por regiões económicas e principais países, comparando a situação portuguesa (continuação)

	Ano de referência	Europa (UE27)	Ásia e Pacífico	América do Norte	América Latina e Caraíbas	África e Médio Oriente		Portugal	EUA	Canadá	China	Índia	Brasil	Referências bibliográficas	
						Médio Oriente e Norte de África	África subsariana								
Floresta	Área florestal (% sobre a área total de território)	1990	31,4	37,4	28,8	45,1	2,7	33,5	36,4	32,4	34,1	16,8	21,5	68,0	WorldBank, 2013
		2011	33,5	38,9	29,1	42,8	3,0	29,9	35,4	33,3	34,1	22,5	23,1	61,2	WorldBank, 2013
Agricultura	Área agrícola (% sobre a área total de território)	1983	52,9	30,3	24,8	32,9	30,8	44,3	43,6	47,1	7,3	49,0	60,7	27,0	WorldBank, 2013
		2011	43,8	33,6	22,2	31,2	33,1	48,9	39,8	45,0	6,9	55,7	60,5	32,5	WorldBank, 2013
	Valor acrescentado (% do PIB)	1983	7,5	25,1	2,8	13,9	8,0	30,4	15,3	2,1	3,5	33,2	33,5	10,9	WorldBank, 2013
		2012	6,2	14,5	2,1	8,1	8,4	25,2	n.d.	3,6	1,9	10,1	17,4	5,2	WorldBank, 2013
	Valor acrescentado por trabalhador (constante 2005 US\$)	1983	10115,5	4476,8	16778,5	2814,0	1686,9	740,1	4049,2	13894,0	19662,9	268,0	422,5	1330,7	WorldBank, 2013
		2012	12084,4	5622,9	n.d.	5266,4	14786,5	1421,5	n.d.	n.d.	n.d.	749,4	662,5	5035,2	WorldBank, 2013
	Área agrícola de regadio (% sobre área agrícola total)	2001	8,0	23,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	32,2	n.d.	WorldBank, 2013
		2011	7,6	22,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	WorldBank, 2013
	Área de território cultivável (% sobre a área total de território)	1983	29,9	12,1	15,2	9,9	7,8	11,1	26,3	20,5	5,0	11,9	54,7	5,6	WorldBank, 2013
		2011	25,8	11,5	12,3	10,0	6,5	14,7	12,0	17,5	4,7	12,0	52,9	8,5	WorldBank, 2013
Área de território cultivável per capita (hectares por pessoa)	1983	0,3	0,2	1,2	0,4		0,6	0,3	0,7	1,7	0,1	0,0	0,3	WorldBank, 2013	
	2011	0,2	0,1	0,9	0,3		0,6	0,1	0,5	1,4	0,1	0,14	0,4	WorldBank, 2013	
Área de território cultivado em permanência (% sobre a área de território total)	1983	3,3	8,0	0,4	5,4	3,0	3,0	8,1	0,2	0,7	0,4	2,0	0,8	WorldBank, 2013	
	2011	2,2	7,6	0,4	4,6	3,2	3,9	7,8	0,3	0,5	1,6	4,1	0,8	WorldBank, 2013	

* - A escala encontra-se definida no final da Tabela.

Notas complementares à Tabela 1.7:

Número de habitantes (milhões): É o número total de habitantes registados e contabilizados por região.

Taxa de crescimento populacional nos últimos 30 anos (%): É a taxa de crescimento exponencial da população considerando a população desde 30 de junho do ano $t-30$ a t , sendo t o ano de referência.

Percentagem de habitantes total (%): Percentagem da população calculada pelo quociente entre a população de uma dada região e a população total.

Área territorial (milhões de km²): É a área total de um país, excluindo a área sob massas de água interiores, reivindicações nacionais à plataforma continental e zonas económicas exclusivas. Na maioria dos casos a definição de massas de água interiores inclui grandes rios e lagos.

Percentagem da área territorial total (%): Percentagem de área de uma determinada região calculada pelo quociente entre a área territorial dessa região e a área territorial total a nível mundial.

Densidade populacional (hab/km²): Densidade populacional é a população no final do primeiro semestre dividida por área de território em quilómetros quadrado. População é baseada no facto de definição da população, que conta todos os habitantes, independentemente do estatuto legal ou de cidadania - exceto para os refugiados que não se estabeleceram permanentemente no país de asilo e que são geralmente considerados parte da população de seu país de origem. Área terrestre é a área total de um país, excluindo a área sob massas de água interiores, reivindicações nacionais à plataforma continental e zonas económicas exclusivas. Na maioria dos casos a definição de massas de água interiores inclui grandes rios e lagos.

Percentagem de população rural (% sobre o total de população): População rural refere-se a pessoas que vivem em áreas rurais, conforme definido pelos institutos nacionais de estatística. Esta é calculada como a diferença entre a população total e a população urbana.

Produção agrícola (milhões de ton./ano): É a soma de todos os produtos agrícolas obtidos durante um ano numa determinada região/país.

Produção agrícola “per capita” (ton./capita/ano): É calculada pelo quociente entre a produção agrícola de uma determinada região/país e o número de habitantes dessa região/país.

Consumo energético alimentar “per capita” total (kcal/capita/dia): Estimativa da quantidade “per capita” de alimentos disponíveis para o consumo humano durante um determinado período de tempo em termos de valor calórico fornecido, considerando todos os alimentos. O cálculo destes valores é efetuado através do quociente entre o valor calórico de todos os alimentos disponíveis e a população total de uma dada região/país, na verdade, toda a população que participa no consumo de alimentos durante o período de referência, ou seja, a população atualmente presente dentro da área delimitada pelos presentes limites geográficos da região/país em questão, no ponto médio do período de referência. Assim, os cidadãos que vivem no exterior durante o período de referência são excluídos, mas os estrangeiros que vivem na região/país são incluídos.

Consumo energético alimentar “per capita” de produtos vegetais (kcal/capita/dia): Estimativa da quantidade “per capita” de alimentos disponíveis para o consumo humano durante um determinado período de tempo em termos de valor calórico fornecido, considerando apenas os produtos vegetais.

Consumo energético alimentar “per capita” total de produtos animais (kcal/capita/dia): Estimativa da quantidade “per capita” de alimentos disponíveis para o consumo humano durante um determinado período de tempo em termos de valor calórico fornecido, considerando apenas os produtos animais.

Consumo de proteínas “per capita” (kg/capita/ano): Estimativa da quantidade “per capita” de alimentos disponíveis para o consumo humano durante um determinado período de tempo em termos de conteúdo proteico fornecido, considerando todos os alimentos.

Consumo de gorduras “per capita” (kg/capita/ano): Estimativa da quantidade “per capita” de alimentos disponíveis para o consumo humano durante um determinado período de tempo em termos de conteúdo de gorduras fornecido, considerando todos os alimentos.

Consumo de energia (Mtep): O consumo de energia refere-se ao uso de energia primária antes de transformação para outros combustíveis de consumo final, que é igual à produção interna mais as importações e as mudanças de armazenamento, menos as exportações e os combustíveis fornecidos a navios e aviões que efetuam transportes internacionais.

Percentagem sobre o consumo total de energia (%): Consumo de energia de cada região sobre o consumo total de energia no Mundo inteiro.

Consumo de energia per capita (tep/capita): Consumo de energia de cada região sobre o número de habitantes dessa mesma região.

Consumo de energia fóssil (% do total de energia): Os combustíveis fósseis inclui derivados do carvão, do petróleo e do gás natural.

Importações líquidas de energia (% sobre o uso de energia): são estimadas pela subtração entre energia usada e energia produzida. Um valor negativo indica que o país é um exportador de energia.

Uso de combustíveis renováveis, resíduos e detritos (% do total de energia): os combustíveis e resíduos renováveis incluem biomassa sólida, biomassa líquida, biogás, resíduos industriais e resíduos municipais, medidos como percentagem total da energia consumida.

Retiradas de água doce anuais, total (bilhões m³): Extração de água doce anual refere-se à procura total de água, sem contar as perdas por evaporação das bacias de armazenamento. A extração também inclui água das estações de dessalinização em países onde elas são uma fonte significativa. As extrações podem ultrapassar os 100 por cento do total de recursos renováveis, onde a extração de aquíferos não-renováveis ou estações de dessalinização é considerável ou onde há reutilização significativa de água. As extrações para a agricultura e indústria são extrações totais para irrigação e pecuária e para uso industrial direto (incluindo as extrações para arrefecimento de estações termelétricas). As extrações para consumos domésticos incluem água potável, consumo ou fornecimento municipal e consumo para os serviços públicos, estabelecimentos comerciais e residências. Os dados são relativamente ao período mais recente disponível, 1987-2002.

Percentagem de água doce retirada sobre o total global (%): Quantidade total de água doce retirada de uma determinada região sobre a quantidade total retirada no Mundo inteiro.

Retirada de água doce anual per capita (m³/capita): Quantidade total de água doce retirada de uma determinada região sobre o número de habitantes dessa mesma região.

"Stress" hídrico: Ranking por país e bacia hidrográfica (linha de base de stress hídrico). A linha de base do "stress" hídrico é uma medida da quantidade de água retirada do solo expressa em percentagem total anual de água doce disponível. Os valores elevados indicam maior competição entre os consumidores. [4-5]: "stress" extremamente elevado (>80%); [3-4]: "stress" elevado (40-80%); [2-3]: "stress" médio-elevado (20-40%); [1-2]: "stress" médio-reduzido (10-20%); [0-1]: "stress" reduzido (<10%) <http://www.wri.org/resources/data-sets/aqueduct-country-and-river-basin-rankings>.

Área florestal (% sobre a área total de território): A área florestal são terras com culturas de árvores naturais ou plantadas de pelo menos 5 metros *in situ*, quer seja produtivo ou não, e exclui culturas em sistemas de produção agrícola (por exemplo, plantações de frutas e sistemas agroflorestais) e árvores em parques e jardins urbanos.

Área agrícola (% sobre a área total de território): Território agrícola refere-se à parcela da área do território que é arável, com culturas permanentes, e sob pastagens permanentes. As terras aráveis incluem terrenos definidos pela FAO como ocupadas com culturas temporárias (áreas de cultivo duplo são contadas apenas como uma), prados temporários para cortar relva ou para pasto, terrenos de mercado ou hortas e terrenos temporariamente de pousio. Terrenos abandonados como resultado da agricultura itinerante são excluídos. Terrenos com culturas permanentes são terrenos cultivados com culturas que ocupam as terras por longos períodos e não precisam ser replantadas após cada colheita, tais como cacau, café e borracha. Esta categoria inclui terra sob arbustos, árvores frutíferas, árvores de nozes, e videiras mas exclui terra destinado à produção de madeira. Terrenos de pastos permanentes são terrenos usados por cinco ou mais anos para forragem/feno, incluindo as culturas naturais e cultivadas.

Agricultura, Valor acrescentado (% do PIB): A agricultura corresponde às divisões ISIC 1-5 incluindo a silvicultura, caça e pesca, bem como o cultivo de culturas e pecuária. Valor acrescentado é o "output" líquido de um setor após somadas todos os outputs e subtraídos os "inputs" intermediários. Este é calculado sem fazer deduções para depreciação de bens fabricados ou escassez e degradação dos recursos naturais. A origem do valor acrescentado é determinada pela

International Standard Industrial Classification (ISIC), revisão 3. Nota: Para os países VAB (valor acrescentado bruto) é o fator custo utilizado como denominador.

Valor acrescentado por trabalhador (constante 2005 US\$): Valor acrescentado agrícola por trabalhador é uma medida de produtividade agrícola. O valor acrescentado na agricultura mede o “*output*” do setor agrícola (ISIC divisões 1-5) menos o valor dos “*inputs*” intermédios. A agricultura inclui valor acrescentado da silvicultura, caça e pesca, bem como o cultivo de culturas e pecuária. Os dados estão calculados em valor contante 2005 U.S. dólar.

Área agrícola de regadio (% sobre área agrícola total): Área agrícola irrigada refere-se às áreas agrícolas propositadamente fornecidas com água, incluindo a terra irrigada por inundação controlada.

Área de território cultivável (% sobre área total de território): Inclui solos definidos pela FAO como ocupados com culturas temporárias (áreas de cultivo duplo são contadas apenas como uma), prados temporários para cortar relva ou para pasto, terrenos de mercado ou hortas e terrenos temporariamente de pousio. Terrenos abandonados como resultado da agricultura itinerante são excluídos.

Área de território cultivável (hectares “*per capita*”): É a área de solos definidos pela FAO como ocupadas com culturas temporárias (áreas de cultivo duplo são contadas apenas como uma), prados temporários para cortar relva ou para pasto, terrenos de mercado ou hortas e terrenos temporariamente de pousio. Terrenos abandonados como resultado da agricultura itinerante são excluídos. São áreas de solo com potencial agrícola, com utilizações sazonais, mas que identificam qual o potencial futuro máximo de exploração do solo.

Área de território cultivado em permanência (% sobre área de território total): São áreas de solo cultivadas com culturas que ocupam as terras por longos períodos e não precisam ser replantadas após cada colheita, tais como cacau, café e borracha. Esta categoria inclui terra sob arbustos, árvores frutíferas, árvores de nozes, e videiras mas exclui terra destinado à produção de madeira.

APÊNDICE II.1

Tabela AI.4 Importações e exportações de rolaria para a indústria transformadora e para fins energéticos nas principais regiões e comparação com Portugal

Indústria transformadora												Madeira para fins energéticos																				
Importações						Exportações						Importações						Exportações														
Região	bilhões US\$				milhões de m3				bilhões US\$				milhões de m3				bilhões US\$				milhões de m3				bilhões US\$				milhões de m3			
	2002	(do total)	2012	(do total)	2002	(do total)	2012	(do total)	2002	(do total)	2012	(do total)	2002	(do total)	2012	(do total)	2002	(do total)	2012	(do total)	2002	(do total)	2012	(do total)	2002	(do total)	2012	(do total)	2002	(do total)	2012	(do total)
África	0,1	0,9	0,1	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,8	11,3	1,2	9,1	4,8	4,1	3,3	3,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,5	
Ásia	5,4	58,2	12,0	72,5	51,5	43,7	59,5	51,9	0,9	12,4	2,0	14,5	8,9	7,6	5,9	5,3	0,0	10,0	0,0	6,1	0,2	8,0	0,2	4,2	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,4	
América do Norte e Central	0,6	6,5	0,4	2,4	9,7	8,2	6,0	5,2	1,6	21,9	2,6	19,3	15,6	13,4	19,0	17,3	0,0	9,8	0,0	4,1	0,3	12,0	0,2	4,2	0,0	10,0	0,0	8,8	0,4	10,8	0,6	7,8
Oceânia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	8,6	2,5	18,4	11,6	9,9	20,7	18,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	
América do Sul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	0,1	0,8	2,8	2,4	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Europa	3,1	34,1	4,0	24,3	56,0	47,5	48,4	42,2	3,3	44,3	5,2	37,9	72,8	62,5	60,6	55,0	0,1	79,5	0,4	89,3	2,0	80,0	5,1	91,4	0,1	89,0	0,4	88,7	3,3	89,2	7,0	90,9
EU27	3,0	32,4	3,9	23,7	52,6	44,6	47,0	41,0	1,5	19,4	3,1	22,8	30,3	26,0	34,8	31,6	0,1	69,6	0,4	85,5	1,9	76,0	4,9	88,8	0,1	66,0	0,3	66,9	2,2	59,2	4,9	63,6
Rússia	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	1,6	22,0	1,5	11,2	36,8	31,6	17,7	16,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	2,9	1,0	26,1	0,2	2,7
Portugal	0,1	1,3	0,1	0,8	0,9	0,8	1,5	1,3	0,0	0,6	0,1	0,8	0,8	0,7	1,1	1,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	
Mundo	9,2	100,0	16,5	100,0	118,0	100,0	114,6	100,0	7,5	100,0	13,7	100,0	116,5	100,0	110,2	100,0	0,1	100,0	0,4	100,0	2,5	100,0	5,5	100,0	0,1	100,0	0,5	100,0	3,7	100,0	7,7	100,0

Tabela AI.5 Importações e exportações de pasta para papel e papel e cartão nas principais regiões e comparação com Portugal

Pasta para papel												Papel e Cartão																				
Importações						Exportações						Importações						Exportações														
Região	bilhões US\$				milhões de ton				bilhões US\$				milhões de ton				bilhões US\$				milhões de ton				bilhões US\$				milhões de ton			
	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)				
África	0,1	0,9	0,4	1,1	0,3	0,8	0,6	1,1	0,2	1,4	0,2	0,6	0,5	1,4	0,3	0,6	1,5	2,2	4,0	3,8	2,0	2,1	4,0	3,8	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6
Ásia	5,4	32,6	15,4	47,0	13,0	33,1	24,3	49,0	0,9	6,1	2,1	7,0	2,7	6,9	4,0	7,9	12,5	18,6	24,5	23,7	19,8	20,5	25,7	24,2	6,4	9,9	15,7	15,7	10,7	10,9	16,3	15,1
América do Norte e Central	2,7	16,6	3,6	11,0	7,5	19,3	5,9	11,9	6,9	44,8	10,5	34,4	17,5	44,1	16,5	32,6	14,3	21,4	15,9	15,4	21,3	22,0	16,0	15,0	14,9	23,0	17,0	17,0	23,7	24,2	20,5	19,0
Oceânia	0,1	0,8	0,2	0,6	0,3	0,8	0,3	0,6	0,2	1,5	0,4	1,4	0,8	1,9	0,9	1,7	1,2	1,8	2,0	2,0	1,7	1,8	2,0	1,8	0,5	0,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,6	1,5
América do Sul	0,4	2,4	0,8	2,3	0,8	2,2	1,0	2,1	2,0	13,3	7,6	24,9	5,7	14,5	13,9	27,3	1,8	2,7	4,4	4,3	2,6	2,7	4,5	4,2	1,1	1,7	2,7	2,8	1,9	1,9	2,8	2,6
Europa	7,7	46,6	12,4	37,9	17,1	43,8	17,4	35,2	5,0	32,9	9,7	31,7	12,3	31,2	15,2	29,9	35,3	52,8	52,0	50,4	49,0	50,6	53,7	50,5	41,4	64,0	62,6	62,8	59,7	61,1	66,0	61,2
EU27	7,4	44,8	11,9	36,4	16,4	42,1	16,9	34,1	4,2	27,6	8,4	27,4	9,9	25,0	12,6	24,8	32,8	49,1	47,0	45,5	46,1	47,6	49,5	46,6	38,4	59,3	59,3	59,5	53,9	55,2	61,7	57,2
Rússia	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	0,3	0,5	3,4	1,1	3,5	1,8	4,5	2,2	4,3	0,6	0,8	2,1	2,0	0,6	0,7	1,5	1,5	0,9	1,3	1,7	1,7	2,5	2,5	2,6	2,4
Portugal	0,0	0,3	0,1	0,2	0,1	0,4	0,1	0,2	0,4	2,5	0,6	2,0	1,0	2,4	1,1	2,1	0,5	0,8	0,6	0,6	0,7	0,1	0,8	0,1	0,7	1,1	1,7	1,7	1,0	1,0	1,8	1,7
Mundo	16,5	100,0	32,7	100,0	39,1	100,0	49,5	100,0	15,3	100,0	30,6	100,0	39,6	100,0	50,8	100,0	66,9	100,0	103,2	100,0	96,8	100,0	106,3	100,0	64,8	100,0	99,8	100,0	97,7	100,0	107,8	100,0

Tabela AI.6 Importações e exportações de madeira serrada e painéis derivados de madeira nas principais regiões e comparação com Portugal

Madeira serrada										Painéis derivados de madeira																						
Importações					Exportações					Importações					Exportações																	
Região	bilhões US\$				milhões de m3				bilhões US\$				milhões de m3				bilhões US\$				milhões de m3											
	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)	2002	% (do total)	2012	% (do total)								
África	0,8	3,2	2,6	7,9	4,2	3,5	9,4	8,0	0,6	2,8	1,2	3,7	1,6	1,4	2,5	2,0	0,2	1,3	1,3	4,0	0,9	1,3	2,1	2,9	0,4	2,0	0,8	2,3	0,7	1,1	0,8	1,0
Ásia	5,9	24,5	13,3	40,8	25,3	21,5	48,4	41,5	2,4	10,6	2,9	9,3	9,8	8,2	7,8	6,5	5,2	28,9	10,9	33,6	20,1	30,1	24,4	33,6	4,4	24,8	12,6	38,1	16,1	24,5	27,5	36,7
América do Norte e Central	7,4	30,8	4,9	15,1	40,8	34,7	21,1	18,0	8,8	38,2	8,2	26,1	42,3	35,2	30,9	25,6	4,6	25,5	5,4	16,7	19,4	29,1	12,2	16,8	3,4	19,1	2,7	8,2	15,0	22,7	7,3	9,7
Oceânia	0,3	1,2	0,4	1,3	0,9	0,7	0,8	0,7	0,5	2,1	0,8	2,5	1,9	1,6	2,5	2,0	0,1	0,8	0,4	1,2	0,4	0,6	0,7	1,0	0,4	2,3	0,5	1,5	1,5	2,2	1,1	1,5
América do Sul	0,0	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	1,0	4,2	1,1	3,6	5,3	4,4	4,0	3,3	0,1	0,7	0,7	2,2	0,4	0,6	1,2	1,7	0,9	4,9	1,5	4,4	3,7	5,7	3,8	5,0
Europa	9,4	39,3	11,0	33,8	45,4	38,6	36,4	31,1	9,7	42,2	17,3	54,8	59,1	49,2	73,0	60,5	7,7	42,2	13,6	41,8	25,3	37,9	31,8	43,8	8,3	46,9	15,1	45,5	28,8	43,8	34,4	46,0
EU27	9,0	37,4	10,3	31,4	43,2	36,8	34,1	29,2	8,4	36,4	13,2	41,8	46,8	39,0	49,0	40,5	7,0	38,8	11,5	35,3	23,2	34,7	26,8	36,9	7,6	42,8	12,9	39,0	25,7	39,0	29,5	39,4
Rússia	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,01	0,0	0,03	0,9	3,8	3,4	10,6	9,0	7,5	20,3	16,8	0,1	0,7	0,8	2,5	0,6	0,9	2,0	2,8	0,3	1,9	1,2	3,7	1,6	2,4	2,6	3,5
Portugal ¹	0,1	0,4	0,2	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,4	1,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	0,5	0,2	0,6	0,3	0,4	0,7	0,9	0,2	0,9	0,2	0,7	0,7	1,1	0,8	1,1
Mundo	24,0	100,0	32,7	100,0	117,7	100,0	116,8	100,0	23,0	100,0	31,6	100,0	120,1	100,0	120,6	100,0	18,1	100,0	32,5	100,0	66,8	100,0	72,6	100,0	17,7	100,0	33,1	100,0	65,8	100,0	74,8	100,0

Apêndice III.1

União Europeia, UE

No contexto nacional e internacional atual, a biomassa, enquanto fonte de energia – bioenergia –, vem assumindo particular destaque. Em termos da UE, a procura e pressão sobre o mesmo tipo de matéria-prima por diferentes setores de atividade (energia e produtos derivados de madeira), os quais apresentam importantes e particulares interesses para o desenvolvimento económico, representam o maior conflito de interesse e problema existente.

Terminologia e classificação

Quando a UE se refere às políticas florestais, esta utiliza o termo “Madeira” como se fosse na prática uma “Biomassa” (*e.g.* matéria orgânica e fonte de energia) ou um conjunto de outros produtos derivados (*e.g.* painéis de partículas). O plano de ação da União Europeia para as florestas de 2006 (CEC, 2006) refere que “A utilização da madeira enquanto fonte de energia pode ajudar a atenuar as alterações climáticas através da substituição da energia fóssil, contribuindo para a autonomia energética, a segurança dos abastecimentos e a criação de emprego nas zonas rurais.”, evidencia a oportunidade e interesse do mercado da energia para o termo geral “Madeira”, sem especificar quais as subclasses que deveriam ser contabilizadas e promovidas enquanto fonte de energia. De acordo com o regulamento relativo à nomenclatura pautal e estatística e à Pauta Aduaneira Comum (EEC, 1987) e o regulamento que estabelece as obrigações dos operadores que colocam madeira e produtos da madeira no mercado interno pela primeira vez, bem como as obrigações dos comerciantes (EU, 2010), verifica-se que a madeira e os produtos de madeira podem apresentar, em termos de mercado interno da UE, 17 subclasses diferentes. Existe uma subclasse, 4403, que refere e classifica a “Madeira” no seu estado bruto, ou seja, como matéria-prima e recurso do ecossistema florestal em estado natural, sem nenhuma transformação originada por um processo produtivo. Por outro lado, em termos de nomenclatura, nos diferentes documentos oficiais do Parlamento e Comissão Europeia surgem vulgarmente os seguintes termos reconhecidos: “Biomassa Florestal, Biomassa Agro-florestal e outras derivadas de setores de atividade”; “Biomassa Sólida” e “Biomassa gasosa” no contexto do estado

físico; e “Biolíquidos” e Biocombustíveis em termos de mercado de aplicação. No contexto energético a UE definiu:

- “Biomassa” última definição apresentada em (EU, 2012): *“a fração biodegradável de produtos, resíduos e detritos de origem biológica provenientes da agricultura (incluindo substâncias de origem vegetal e animal), da exploração florestal e de indústrias afins, incluindo da pesca e da aquicultura, bem como a fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos; inclui os biolíquidos e os biocombustíveis”*

- “Biolíquidos”, (ECa, 2009): *“combustíveis líquidos para fins energéticos, com exceção dos destinados aos transportes, incluindo electricidade, aquecimento e arrefecimento, produzidos a partir de biomassa”*; e

- “Biocombustíveis”(ECa, 2009): *“combustíveis líquidos ou gasosos para os transportes, produzidos a partir de biomassa”*.

Nos termos da definição de “Biomassa” e da regulamentação Europeia, que gere os princípios e critérios para a utilização de biomassa para a produção de biocombustíveis e biolíquidos (ECa, 2009), não é contemplada como “Biomassa” matérias-primas provenientes da exploração florestal, pois apenas contempla produtos, resíduos e detritos. Matéria-prima é um recurso que se encontra no estado natural ou semi-transformado (bem intermediário) e que pode ser submetido a um processo produtivo até ser transformado num produto acabado. Assim a “Madeira”, enquanto matéria-prima proveniente da floresta e bem não processado, não é classificada como “Biomassa” e nem é um recurso previsto na diretiva Europeia 2009/28/CE de promoção da utilização de fontes de energias renováveis. Na diretiva Europeia 2009/28/CE de promoção da utilização de fontes de energias renováveis (ECa, 2009) são apresentadas restrições à utilização de matérias-primas das florestas. No ponto 3, do artigo 17º da diretiva Europeia 2009/28/CE, é referido que os “biocombustíveis e biolíquidos considerados para os efeitos das alíneas a), b) e c) do n.º 1 não devem ser produzidos a partir de matérias-primas provenientes de terrenos ricos em biodiversidade...”, isto é, nesta parte da diretiva não é referido o termo biomassa, mas sim matérias-primas, gerando incongruências de interpretação.

Em COM (2010) a União Europeia reflete uma análise sobre os requisitos de sustentabilidade aplicáveis à utilização de fontes de biomassa sólida e gasosa para a eletricidade, o aquecimento e o arrefecimento. Por exemplo os “*pellets*” e briquetes ou estilha são considerados biomassa sólida, uma vez que, não podem ser enquadrados como biocombustíveis, pelo seu estado físico e características físico-químicas. Não contempla a “Biomassa líquida” (e.g. biolíquido resultante da conversão termoquímica de resíduos lenho-celulósicos a 450 a 550°C ou resultante de um processo de liquefação) que pode ser utilizada tanto para os transportes, eletricidade, aquecimento e arrefecimento e faz parte do mercado global existente. É também incongruente a questão da utilização de “Madeira” enquanto matéria-prima no estado natural ou bruto, porque não se enquadra no termo de definição de “Biomassa” e por isso não poderá ser considerada “Biomassa sólida” ou “Biomassa gasosa”. Porém, no regulamento dos requisitos de sustentabilidade aplicáveis à utilização de fontes de biomassa sólida e gasosa para a eletricidade, aquecimento e arrefecimento (COM, 2010) considera-se biomassa sólida ou gasosa como sendo “*A biomassa sólida e gasosa tem origem em culturas e resíduos agrícolas (...) Na prática, pode ser qualquer matéria orgânica.*”, ou seja, a “Madeira” enquanto matéria-prima já é abrangida neste regulamento. Com base na informação disponível e na longa revisão técnico-científica não foi encontrada uma legislação ou diretiva que estabeleça a definição particular de “Biomassa sólida ou gasosa”, sendo recorrente que estas duas terminologias sejam utilizadas e definidas com base na definição geral de “Biomassa”. O anexo V, da diretiva Europeia 2009/28/CE, na parte do processamento aparece e.g. “etanol de madeira” e nas restantes aparece “etanol de resíduos de madeira”. Tendo em consideração a nomenclatura pautal e estatística e a Pauta Aduaneira Comum (EEC, 1987) evidenciam uma incongruência que pode gerar problemas de mercado, à semelhança da gerada pelo regulamento dos requisitos de sustentabilidade (COM, 2010). As anteriores interligações e problemas de terminologia e classificação são evidenciados na Figura 2.2. Destaca-se ainda no próximo parágrafo, a forma como as incongruências de terminologia e classificação geraram problemas significativos de perturbação dos mercados e estes foram reconhecidos recentemente pela UE, como se demonstra de seguida.

Conflitos de interesse pelo uso do território e matérias-primas

Na análise de subsidiariedade que a União Europeia fez (EC, 2010), considera-se que a biomassa pode ser facilmente negociada, concluindo que existe o risco de perturbações do funcionamento do mercado interno para os comerciantes, os fornecedores e os produtores de biomassa e que a atuação à escala da UE pode assegurar uma proteção comum do ambiente, evitando ao mesmo tempo distorções do mercado interno. Nas conclusões do relatório de avaliação de impacto dos requisitos de sustentabilidade para a biomassa sólida e gasosa (EC, 2010), a UE verifica que o principal indicador do cumprimento dos objetivos é a utilização crescente de biomassa que não provoque desflorestação nem outros impactos negativos no ambiente. Mais recentemente a UE verificou um desequilíbrio em termos de mercados e da pressão crescente pela procura do mesmo tipo de matéria-prima, refletindo sobre novas orientações políticas para a nova estratégia florestal e para o sector florestal (EC, 2013). Segundo os planos de ação nacionais para as energias renováveis, a biomassa utilizada para o aquecimento, o arrefecimento e a eletricidade fornece cerca de 42% do objetivo de 20% relativo às energias renováveis para 2020. Se esse objetivo for alcançado, a quantidade de madeira utilizada para fins energéticos na UE será equivalente à totalidade da madeira abatida atualmente (EC, 2013). Esta realidade pode originar problemas e perturbações de mercado, com possibilidades de subidas de preços na matéria-prima ou problemas no aprovisionamento e disponibilidades.

O conflito de interesse entre o setor dos produtos derivados dos ecossistemas florestal, em particular os das indústrias transformadoras de madeira para o fabrico de derivados de madeira e o da bioenergia está a crescer. Este conflito deve-se ao facto de os dois sectores procurarem pelo mesmo tipo de matéria-prima – madeira natural ou bruta, conhecida em termos de senso comum, por rolaria de porte grande e proveniente de povoamentos florestais com mais de 30 a 40 anos. A procura pelo mesmo tipo de matéria-prima é uma consequência dos problemas de ineficiência energética e ambiental das atuais cadeias de valor de produção de eletricidade, calor e frio e reconhecido pela UE no novo plano estratégico traçado e apresentado no relatório EC (2013). Estes problemas de ineficiência implicam problemas de competitividade em termos de custos de produção. Os resíduos e detritos, referidos na diretiva Europeia 2009/28/CE para a promoção da utilização de biomassa, apresentam menor peso em termos dos recursos da

floresta para a produção de eletricidade, calor e frio, porque representam custos logísticos e de operação superiores. Deste modo, cada setor tem desenvolvido esforços e “lobbies” para conseguir políticas próprias e aumentar a sua cota de mercado e acesso à matéria-prima.

Novos mercados emergentes

A importância socioeconómica das florestas é muito significativa, mas é frequentemente subestimada, contribuindo ainda para o desenvolvimento rural, (EC, 2013). Se for obtida de florestas geridas sustentavelmente e transformada e utilizada para minimizar os efeitos negativos para o clima e o ambiente, proporcionando ao mesmo tempo meios de subsistência, o seu papel pode ser sustentável (EC, 2013). Os materiais e produtos químicos avançados obtidos da madeira deverão desempenhar um importante papel na bioeconomia da UE. Os biocombustíveis de 2.^a geração aparecem como uma das bioindústrias emergentes com maior destaque e magnitude, tendo a União Europeia referido em 2009 a necessidade de garantir a disponibilidade comercial dos biocombustíveis de segunda geração (ECa, 2009). O Conselho Europeu de Junho de 2008 voltou a referir a necessidade dos critérios de sustentabilidade e o desenvolvimento de biocombustíveis de segunda geração – produto emergente e resultante de recursos lenho-celulósicos –, salientando ainda a necessidade de avaliar os eventuais impactos da produção de biocombustíveis nos produtos agroalimentares, consequências ambientais e sociais da produção e do consumo de biocombustíveis deverão continuar a ser analisadas, para tomar as medidas adequadas para colmatar eventuais lacunas. No contexto dos produtos derivados de madeira tem havido um destaque pelos produtos multifuncionais e com novas propriedades técnicas que possam ser úteis para o quotidiano da sociedade. O desenvolvimento dos mercados emergentes e de produtos com maior valor acrescentado poderão aumentar as perturbações e problemas de mercados.

Novas orientações políticas da UE para a gestão sustentável do ecossistema florestal

Depois do Comité Permanente Florestal apoiar a execução do plano de ação biomassa, nomeadamente no que diz respeito ao desenvolvimento de mercados para “pellets” e estilha, informando igualmente os proprietários florestais quanto às

possibilidades de produção de uma matéria-prima energética. Com as ligações cada vez maiores entre os mercados internacionais dos géneros alimentícios, alimentos para animais, fibras e combustíveis verificou-se um aumento inesperado de perturbações do mercado. Neste contexto a UE identificou ser necessário um novo enquadramento para (EC, 2013):

“- Assegurar que o potencial multifuncional das florestas seja gerido de forma sustentável e equilibrada, possibilitando o funcionamento correto dos serviços ecossistémicos vitais das nossas florestas.

- Satisfazer a procura crescente de matérias-primas para os produtos existentes e os novos produtos (por exemplo, fibras têxteis ou produtos químicos ecológicos) e de energias renováveis. Esta procura constitui uma oportunidade de diversificação dos mercados, mas representa um desafio importante para a gestão sustentável e para o equilíbrio da procura. A procura para novos usos na bioeconomia e bioenergia deve ser coordenada com as procuras tradicionais e deve respeitar a sustentabilidade.

- Responder aos desafios e oportunidades a que as indústrias florestais fazem frente em matéria de eficiência de recursos e energia, matérias-primas, logística, adaptação estrutural, inovação, educação, formação e competências, concorrência internacional, política climática para além de 2020 e informação e comunicação, para estimular o crescimento.

- Proteger as florestas e a biodiversidade dos efeitos graves das tempestades e fogos, da escassez crescente de recursos hídricos e das pragas. Estas ameaças não respeitam fronteiras nacionais e são exacerbadas pelas alterações climáticas.

- Reconhecer que a UE não depende só da sua própria produção e que o seu consumo tem implicações para as florestas a nível mundial.

- Desenvolver um sistema de informação adequado para o seguimento das questões acima referidas.”

A UE reconhece ainda as seguintes orientações estratégicas que são necessárias implementar face aos desafios atuais (EC, 2013):

“- Os Estados-Membros devem utilizar os fundos do desenvolvimento rural para melhorar a competitividade, promover a diversificação da atividade económica e a qualidade de vida, fornecer bens ambientais específicos, contribuir para a promoção das funções sociais da gestão florestal sustentável.

- A Comissão e os Estados-Membros devem avaliar e melhorar o efeito das medidas florestais no âmbito da política de desenvolvimento rural.

- Enquanto parte do objetivo de simplificação do pacote de modernização dos auxílios estatais, a Comissão propõe que seja tida em consideração a inclusão das grandes empresas no regime de isenção por categoria e está a rever as condições para a isenção por categoria no setor florestal.

- Com a ajuda do financiamento do desenvolvimento rural, os Estados-Membros são encorajados a apoiar os sistemas de aconselhamento florestal para ações de

sensibilização, bem como a formação e a comunicação entre os proprietários florestais locais e as autoridades.

- A Comissão e os Estados-Membros deverão avaliar melhor os benefícios das florestas para a sociedade e, através da gestão florestal sustentável, encontrar o justo equilíbrio entre o fornecimento dos vários bens e serviços.

A Comissão, juntamente com os Estados-Membros e outros interessados, deverá:

- Explorar e promover um maior uso da madeira enquanto matéria-prima sustentável, renovável e benéfica em termos de clima e ambiente, sem danificar as florestas e os serviços ecossistémicos por elas proporcionados; avaliar os benefícios para o clima decorrentes da substituição dos materiais e energia pela biomassa florestal e os produtos lenhosos extraídos e analisar se os incentivos para a utilização de biomassa florestal criam distorções no mercado.

- Desenvolver, até final de 2014, a nível da UE, critérios de gestão florestal sustentável que sejam objetivos, ambiciosos e demonstráveis e que possam ser aplicados em diferentes contextos políticos independentemente do uso final da biomassa florestal. A Comissão apresentará medidas adequadas.

- Avaliar o abastecimento potencial de madeira e facilitar uma maior mobilização sustentável de madeira; desenvolver boas práticas para este efeito e para o princípio de «cascata», bem como para processos de fabrico eficientes em termos de recursos e energia, sobretudo para as indústrias florestais, as PME e as microempresas.

- Estimular o crescimento do mercado e a internacionalização dos produtos das indústrias florestais da UE e melhorar os conhecimentos setoriais, incluindo os relativos à construção sustentável e à informação dos consumidores sobre mobiliário.

- Facilitar o acesso a mercados de países terceiros aos produtos e matérias-primas da indústria florestal da UE através de acordos comerciais bilaterais e da melhoria das informações sobre condições de importação e exportações de matérias-primas.

- Apoiar a plataforma tecnológica do setor florestal e encorajar novas iniciativas, tais como parcerias público-privadas, por exemplo no setor biológico, que promovam a investigação e a inovação para vários produtos e processos eficientes em termos de recursos e energia.”

Na Figura III.1 é apresentado um cruzamento de informação entre diferentes regulamentos, diretivas e orientações no contexto da UE para se verificar quais as causas que poderão estar na origem do desequilíbrio de mercado florestal. A relação 3) da Figura III.1 demonstra a necessidade de estabelecimento futuro de requisitos para a utilização de energética de biomassa. Porém, depois na relação 5) é identificado que não é necessário mais nenhuma medida (relação 6)) e identificam que madeira é biomassa à luz das definições formuladas em 1) e dos mecanismos identificados em 2) e 4). Em 8) a UE reconhece que existem desequilíbrios e que terá de definir políticas e requisitos em

2014 para a utilização de biomassa onde se inclui madeira. Atualmente, referir biomassa ou madeira é o mesmo e enquadram-se no mesmo patamar.

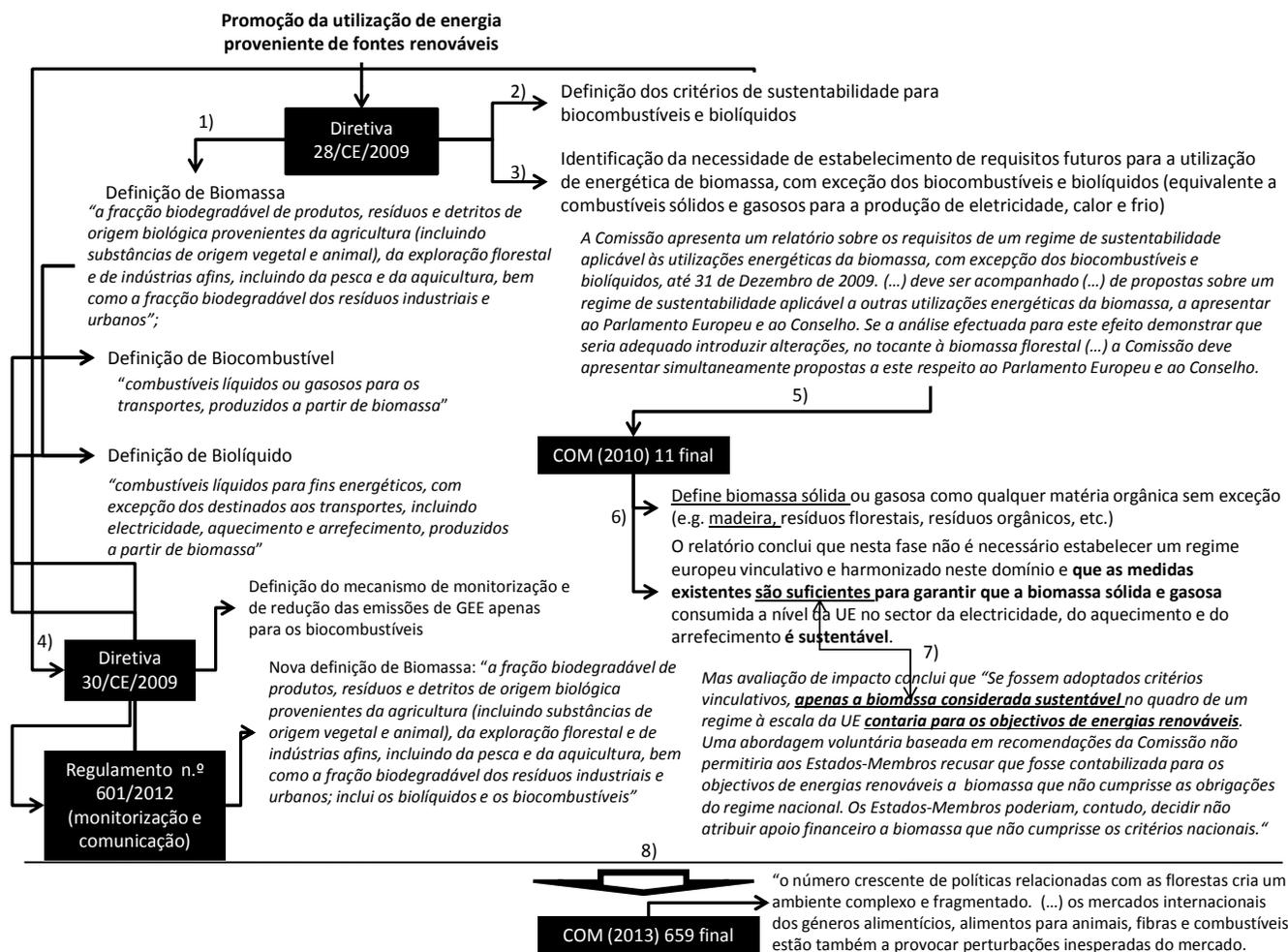


Figura III.1 Relações entre as orientações políticas, definições e conceitos num contexto de sustentabilidade dos recursos dos ecossistemas florestais.

Considerações finais

Conclui-se pela análise efetuada que os principais conflitos de interesse para a implementação dos critérios de sustentabilidade para os ecossistemas florestais, devem-se ao facto de as políticas florestais serem tratadas isoladamente das políticas de energia e de ordenamento do território, quando estas duas dimensões estão associadas ao mesmo território de base. Esta forma isolada de definição de políticas e orientações confirma-se pelo problema da terminologia identificado anteriormente. Não identificando a origem do problema a UE reconhece que existem atualmente perturbações de mercado muito significativas e que têm origem na competição entre a dimensão energia e produtos derivados de madeira (EC, 2013). Ao longo dos últimos anos a UE lançou diferentes programas de diretivas e estratégias relacionadas com os recursos naturais da floresta e da agricultura. Pelas perturbações identificadas e assinaladas pela UE no estudo EC (2013) e também de acordo com análise apresentada na Figura II.1 verifica-se que não houve uma correta definição da unidade funcional do problema. Seria mais correto desenvolver e aplicar instrumentos políticos em relação à fonte dos recursos e forma de utilização dos recursos, como unidade funcional, e não em função dos produtos finais. Realizar comparação em relação ao produto final é uma dificuldade, porque *e.g.* entre biocombustíveis e biolíquidos, entre biolíquidos e biomassa sólida ou gasosa, pois são setores de mercado diferentes, mas que utilizam matérias-primas provenientes do mesmo ecossistema. A UE concentrou-se inicialmente, no ano 2009, nos problemas de competição entre o setor alimentar e o setor dos biocombustíveis, com destaque para as questões da desflorestação com elevados níveis de armazenamento de carbono, importantes reservas e influência no contexto do ciclo de água, biodiversidade, etc. O setor dos biocombustíveis de 1.^a geração também é uma dimensão que introduz pressão sobre os ecossistemas florestais e sobre o desenvolvimento de metodologias e ferramentas para a implementação dos critérios de sustentabilidade à escala global. Por último, as políticas da UE, recentemente reconhecidas e aprovadas pelo Parlamento Europeu, reconhecem que os biocombustíveis de 1.^a geração não devem fazer parte dos objetivos futuros. Contudo, existe uma indefinição sobre o real potencial e forma de substituição da dependência energética externa e petrolífera no setor dos transportes e dos produtos derivados de petróleo. Deste modo, os critérios de sustentabilidade devem ser desenvolvidos de

forma integrada entre os diferentes setores de atividade económica e num contexto de globalização, em que os diferentes fluxos de massa e origens de matérias-primas continuarão a existir como uma importação na economia da UE. No contexto dos co-produtos florestais (*e.g.* resinas e cogumelos) não se tem presenciado perturbações significativas como as anteriormente referidas.

No contexto da política Europeia para a sustentabilidade da biomassa, apenas a Alemanha implementou um esquema de sustentabilidade para a biomassa líquida (BMU, 2009). A Comissão Europeia, devido aos problemas de desequilíbrios de mercado, lançou as seguintes iniciativas (BMU, 2009 e compilação própria):

1. Estudo coordenado pela entidade belga VITO no âmbito da biomassa sólida para a gestão sustentável;
2. Lançou uma consulta sobre os critérios de sustentabilidade para a biomassa sólida;
3. Reabriu a discussão dos critérios de sustentabilidade para a biomassa líquida sobre a pressão de ONG's;
4. Referiu que pode considerar critérios de sustentabilidade uniforme vinculativos: para "*pellets*" e para centrais de geração de energia acima de 20 ou 50 MW; e
5. Em 2011 efetuou um estudo sobre a necessidade ou não de implementação de critérios de sustentabilidade para a biomassa sólida e líquida, tendo concluído que não seria necessário, e convidou vivamente os Estados Membros a implementarem o mesmo tipo de critérios definidos na diretiva RED. Contudo, em setembro de 2013 a UE reconhece que existe um desequilíbrio no mercado e que é necessário implementar critérios para a biomassa sólida e líquida e que até final de 2014 existirá um relatório nas próximas políticas europeias neste campo.