



**UNIVERSIDA DE COIMBRA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
Departamento de Ciências da Terra

**Os Aproveitamentos Hidroelétricos em Angola. Sua  
Importância.**

**Justino Chimica Sandandji**

**MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS – AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO**

**Orientador científico:**

Prof. Doutor António Luís Saraiva\*

\*Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra  
Setembro 2014

## **Agradecimentos**

Nada na vida é obra de trabalho solitário, esta dissertação, sem dúvidas, não me teria sido possível se não fosse o apoio e contributo de várias pessoas na qual quero exprimir a minha imensa gratidão e carinho a todos aqueles que me acompanharam nestes dois anos de descoberta e aprendizagem.

Em primeiro lugar sou especialmente grato ao meu orientador, professor Doutor António Luís de Almeida Saraiva, por ter aceitado esta posição, pelo apoio, disponibilidade e possibilidade de discussão de ideias e conhecimentos.

À minha esposa e amiga Ilda Sandandji, a meus filhos, Bernardo, Mimi, Dady, Jadimira, Ary, Pedro e Tina; a minha mãe Cristina; aos meus irmãos Bitá, Hossi, Diniz, Bertino, Flávio, Toni e ao tio Bernardo, pela amizade, companheirismo e apoio condicional que em muito me ajudaram a chegar à última página desta dissertação.

Ao engenheiro Gomes Pinto pelas suas respostas às minhas questões e pela visão experiente do sector energético e da implementação de aproveitamentos hidroeléctricos.

Aos meus amigos e colegas, pelo apoio, amizade e força que demonstraram em todos os momentos, quando não tinha forças para enxergar o caminho, António Ngunga, Nelito, David Muquepe, José Chicanha Delfino, Cassoma, Yambi e, em especial o João Cavita e o Luís S. da Silva pela conversa e troca de ideias por acreditarem que era possível.

A todos os professores do Departamento de Ciências da Terra, pelos conhecimentos transmitidos.

À minha Directora Patrícia e à Subdirectora Administrativa Ivone, pelo apoio e compreensão.

Agradeço àquele que tornou tudo isto possível. Sinto-me profundamente grato a Deus, especialmente por me ter concedido a perseverança, que me impulsionou e me fez chegar até aqui.

O meu muito obrigado a todos.

## **Resumo**

A guerra civil que se abateu sobre o País (1975-2002) teve como prejuízo a degradação dos serviços de produção, transporte e distribuição de energia eléctrica. Nas zonas rurais as taxas de cobertura da rede eléctrica são inferiores e em alguns casos inexistentes, devido ao difícil acesso, comparando com as áreas urbanas. Com o alcance da paz foram criados diversos programas e planos que visam na melhoria do sector eléctrico angolano.

Angola é um País que possui uma matriz energética bastante diversificada, ressalta aqui o vasto potencial hídrico que possui, conta com 47 bacias hidrográficas, mas verifica-se que o País explora somente 5% do poder de suas águas.

A electrificação de zonas rurais, irá permitir a diminuição de migração da população para as áreas urbanas, por potenciar o aumento da agricultura, acesso a educação, saúde e bens fundamentais de sobrevivência, como a água tratada.

O Governo angolano é imprescindível em primeiro lugar, desenvolver uma forte campanha de sensibilização e cultura energética e ambiental, em todos os círculos e níveis de ensino e na população em geral. Começar, por aplicar e explorar aquelas tecnologias mais disponíveis, conhecidas e tecnologicamente bem testadas como: hidroeléctricas, eólica, solar e mini hídricas, não podem ser descartadas em regiões rurais isoladas.

O objectivo desta dissertação é o de evidenciar as grandes questões energéticas que se colocam à sociedade e a economia angolana no que toca a produção, transporte e distribuição, apresentando as energias renováveis, como uma escolha aceitável, principalmente a de vertente hídrica, contribuindo fundamental para a prossecução dos objectivos globais definidos na Estratégia Angola 2025.

**Palavras-chave:** Angola, Energias renováveis, Electrificação de zonas rurais e Desenvolvimento sustentável.

## **Abstract**

The civil war that befell the Country (1975-2002) resulted in prejudice to the degradation of the services of production, transmission and distribution of electricity. In rural areas the electrical network coverage rates are lower and in some cases non-existent, due to difficult access, compared to urban areas. With the achievement of peace were created several programs and plans aimed at the improvement of the electric sector in Angola.

Angola is a Country which has a diversified energy matrix, praising the vast water potential which has, has 47 hydrographic basins, but it turns out that the Country explores only 5% of the power of its waters.

The electrification of rural areas, will allow the reduction of migration of population to urban areas, by promoting increased agriculture, access to education, health and basic goods to survive as the treated water.

The Angolan Government is essential first of all; develop a strong awareness campaign and energy and environmental culture, in all circles and levels of education and in the general population. Start by applying and explore those technologies more affordable, known and technologically well tested as: hydro, wind, solar and mini hydro, cannot be discarded in isolated rural regions.

The aim of this dissertation is to highlight the major energy issues facing society and the Angolan economy in terms of production, transmission and distribution, renewable energies, showing how a choice acceptable, especially of water shed, contributing essential for the achievement of the overall objectives defined in Angola Strategy 2025.

**Keywords:** Angola, renewable energy, electrification of rural areas and Sustainable Development.

**Índice**

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>i</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>ii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de Tabelas</b> .....	<b>viii</b>
<b>Abreviaturas e Símbolos</b> .....	<b>ix</b>
<b>1.Considerações Introdutórias</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Objectivos do trabalho</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3. Enquadramento do tema</b> .....	<b>7</b>
<b>1.4. Metodologia e Técnicas Aplicadas</b> .....	<b>8</b>
<b>1.5. Estrutura da dissertação</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Caracterização Geológico-Estrutural de Angola</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1. Caracterização geomorfológica</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.1. Faixa Litoral</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.3. Cadeia Marginal de Montanhas</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.4. Planalto Antigo</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.5. Baixo Cunene</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1.6. Alto Cuanza</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.7. Planalto de Malange</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.8. Peneplanície do Zaire</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.9. Baixa de Cassange</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.10. Peneplanície do Zambeze-Cubango</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.11. Maciço do Alto Zambeze</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2. Caracterização Geológica</b> .....	<b>17</b>
<b>3.Caracterização Climática e Hídrica de Angola</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1. Pluviosidade</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2. Caracterização das principais bacias dos rios angolanos</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2.1. Caracterização hidrográfica</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2.2. Bacias hidrográficas</b> .....	<b>26</b>
<b>4. As energias renováveis em Angola</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1. Hídrica</b> .....	<b>30</b>
<b>4.2. Eólica</b> .....	<b>32</b>

<b>4.2.1. Localização de zonas com potencial eólico em virtude da velocidade do vento com a altitude.....</b>	<b>34</b>
<b>5. Barragens em Angola - Breve descrição.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1. Barragens- Revisão bibliográfica.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.1.Histórico .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.2.O plano do Cunene .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2. Barragens de gravidade .....</b>	<b>47</b>
<b>5.3. Barragens em arco.....</b>	<b>49</b>
<b>5.4. Barragens de contrafortes.....</b>	<b>50</b>
<b>5.5. Barragens de aterro .....</b>	<b>51</b>
<b>6. Os aproveitamentos hidroelétricos no rio Cuanza .....</b>	<b>53</b>
<b>6.1. O rio Cuanza.....</b>	<b>53</b>
<b>6.1.1. Caracterização da bacia hidrográfica .....</b>	<b>53</b>
<b>6.1.2. Recursos hídricos.....</b>	<b>54</b>
<b>6.2. Caracterização geológica .....</b>	<b>55</b>
<b>6.3. Caracterização dos aproveitamentos hidroelétricos.....</b>	<b>57</b>
<b>6.3.1.Barragem de Laúca.....</b>	<b>58</b>
<b>7. Produção, distribuição e consumo de energia hídrica e sua importância em Angola. ....</b>	<b>60</b>
<b>8.Impactos sócio-económicos e ambientais dos aproveitamentos hidroelétricos em Angola.....</b>	<b>76</b>
<b>9. Importância das energias renováveis no plano de ordenamento do território em Angola.....</b>	<b>82</b>
<b>10. Considerações finais .....</b>	<b>85</b>
<b>11. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>89</b>

**Índice de Figuras**

Figura 1.1-Metodologia geral da dissertação .....	8
Figura 2. -Grandes unidades de paisagem .....	14
Figura 2.2 - Sinuosidades do rio Cuanza .....	15
Figura 2.3 - Quedas de Calandula .....	16
Figura 2.4-Geologia e litologia de Angola .....	18
Figura 3.1-Mapa da distribuição das temperaturas em Angola .....	23
Figura 3.2 - Mapa da distribuição das precipitações em Angola .....	24
Figura 3.3 - Mapa da principal rede hidrográfica de Angola .....	25
Figura 3.4 - Mapa das principais zonas de drenagem de Angola .....	26
Figura 3.5-Mapa das principais bacias hidrográficas de Angola .....	27
Figura 4.1 - Produção de energia eléctrica até 2030, a partir de fontes renováveis.....	30
Figura 4.2-Evolução da potência eólica instalada no Mundo.....	33
Figura 4.3-Mapa da velocidade média do vento a 50 m de altura .....	36
Figura 4.4-Mapa da velocidade média do vento a 75 m de altura .....	37
Figura 4.5 -Mapa da velocidade média do vento a 100 m de altura .....	38
Figura 4.6-Mapa da distribuição da radiação solar média em Angola.....	41
Figura 4.7-Célula solar foto voltaica.....	43
Figura 5.1 – Planta relativa ao estudo conjunto dos aproveitamentos hidráulicos da bacia do Cunene.....	45
Figura 5.2-Perfil longitudinal do rio com a localização dos aproveitamentos hidráulicos que se projectava construir.....	46
Figura 5.3-Barragem de gravidade.....	48
Figura 5.4-Barragem de arco simples.....	49
Figura 5.5-Barragem de arco duplo.....	50
Figura 5.6-Barragem de contraforte.....	51
Figura 5.7-Barragem de terra/enrocamento.....	53
Figura 6.1-Bacias parcelar do rio Cuanza.....	55

Figura 6.2-Projectos hidro-energéticos no Médio Cuanza.....	58
Figura 7.1-Sistema eléctrico Norte.....	65
Figura 7.2-Sistema eléctrico Centro.....	66
Figura 7.3-Sistema eléctrico Sul.....	67
Figura 7.4-Consumo total e per capita de electricidade em Angola.....	69
Figura 7.5-Organização do sector eléctrico de Angola.....	70
Figura 7.6-Previsão da matriz energética de Angola em 2017.....	71
Figura 7.7-Relações institucionais na electrificação rural.....	73
Figura 7.8-Percentagem de energia proveniente de combustíveis fósseis do total de produção em Angola.....	76
Figura 8.1-Impactes de projectos hidroeléctricos.....	80
Figura 8.2-Percentagem de energia hídrica do total de produção em Angola.....	80

**Índice de Tabelas**

Tabela 4.1-Potencial hídrico de Angola.....	31
Tabela 4.2-Vantagens e desvantagens do uso da energia hídrica.....	32
Tabela 4.3-Vantagens e desvantagens do uso da energia eólica.....	35
Tabela 4.4-Programa aldeia solar (1ª fase) .....	39
Tabela 4.5-Programa aldeia solar (2ª fase) .....	40
Tabela 4.6-Vantagens e desvantagens do uso da energia foto voltaica.....	42
Tabela 7.1-Potência estimada nas principais bacias hidrográficas .....	62
Tabela 7.2-Principais barragens de Angola .....	64
Tabela 7.3-Potências instaladas e disponíveis em Angola por sistemas .....	68
Tabela 7.4-Estimativa da capacidade de produção de energia em Angola.....	69
Tabela 8.1-Exemplos de factores socioeconómicos e a sua potencial mudança resultantes da construção..... de barragens.....	79
Tabela 8.2-Ciclo de vida das emissões gasosas das energias renováveis.....	80

**Abreviaturas e Símbolos**

A H	Aproveitamento Hidroelétrico
AGGREKO	Empresa Escocesa de Energia
BCC	Betão Compactado com Cilindro
CEIC	Centro de Estudos e Investigação da Universidade Católica
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CPLP	Comunidade de Países de Língua Portuguesa
CSD	Comissão para o Desenvolvimento Sustentável
DNE	Direcção Nacional de Energia
EDEL	Empresa de Distribuição de Electricidade de Luanda
EDP	Energias de Portugal
ENE	Empresa Nacional de Electricidade
ER	Energias Renováveis
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação
FV	Fotovoltaico
GAMEK	Gabinete de Aproveitamento do Médio Kuanza
GEE	Gases com efeito de estufa
IEA	International Energy Agency
IFE	Industria de Fornecimento de Eléctricidade
INAMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IRSE	Instituto Regulador do Sector Eléctrico
MINEA	Ministério da Energia e Águas
MINERG	Ministério da Energia
MINUA	Ministério do Urbanismo e Ambiente
NO <sub>x</sub>	Óxidos de Azoto
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SAPP	South African Power Pool
SNEL	Société National d'Electricité
WEO	World Energy Outlook

## **1.Considerações introdutórias**

### **1.1. Introdução**

No mundo 1,3 mil milhões de pessoas não têm acesso à energia eléctrica (WEO, 2011). Segundo dados do World Energy Outlook (WEO, 2002) caso se mantenha a tendência das taxas de electrificação, no ano de 2030 ainda teremos um contingente de mil milhões de pessoas sem acesso à energia eléctrica, sendo que para universalizar o acesso na região Sul da Ásia e na África Subsaariana serão necessários mais de 40 anos e 80 anos, respectivamente.

A falta de energia numa sociedade acentua a existência de assimetrias sociais nas condições e qualidade de vida, tais como: a permanência da pobreza, a falta de oportunidade para o crescimento, o fluxo migratório para as grandes cidades e a descrença desta sociedade perante o seu futuro. Acredita-se que, com a chegada da electricidade, as comunidades rurais possam adquirir um maior grau de sustentabilidade económica e energética (Pereira, 2011).

Hoje, o mundo reconhece a importância dos serviços energéticos para o atendimento das Metas do Milénio<sup>1</sup>, especialmente destacada na sessão nove da Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CSD – 9), onde afirma (UNDP, 2003):

*“Para a implementação das metas do milénio a comunidade internacional deve reduzir a metade o número de pessoas vivendo com menos de US\$ 1/dia até 2015, sendo o acesso aos serviços energéticos um pré-requisito. O aumento do acesso à energia segura e confiável é um fundamental indutor para a redução da pobreza...”*

Se existem sectores em que Angola sente o peso de estruturas que devem ser modernizadas, a produção de energia eléctrica é um deles. Ainda que o modelo vigente, tradicionalmente apoiado em grandes centrais de geração de energia eléctrica tenha cumprido seu papel, não há mais como fugir das evidências que apontam para a necessidade de criarmos formas alternativas de produção que devem passar pelas energias renováveis.

Em Angola a energia é fundamental para a reconstrução do país, porque é um elemento essencial no desenvolvimento económico e no progresso social do país, factor de promoção da actividade económica e do bem-estar humano. Na verdade, um aprovisionamento suficiente e seguro em energia pode ser determinante para a concretização dos objectivos de desenvolvimento económico e social fixado.

O Governo deve aproveitar esta fase de reconstrução nacional para mudar a forma como produz e usa a energia. Estamos presos aos combustíveis fósseis, que na sua transformação em energia, libertam CO<sub>2</sub> e outros compostos que têm alterado substancialmente a composição da atmosfera e o balanço térmico do planeta, provocando o aquecimento global. E ainda pelo facto de não serem renováveis, tem-se verificado o esgotamento de reservas em todas as partes do mundo.

Angola depende em grande escala do petróleo e esta dependência é perigosa. Além do esgotamento das reservas de petróleo, o sector petrolífero é caracterizado por uma grande incerteza e instabilidade tanto em termos de variação dos preços internacionais, como de oferta dado que a sua expansão depende cada vez mais da exploração em águas profundas.

As consequências dessa dependência foram evidenciadas, em finais de 2008, quando a economia angolana entrou em contracção, por causa do preço do petróleo. Logo, o melhor é conservar e poupar estas fontes de energia e investir noutras formas renováveis e mais amigas do ambiente.

Se, por um lado, temos a sorte de dispor de imenso potencial hidroelétrico, por outro lado, vemos que o modelo actual precisa ser corrigido e adaptado para as necessidades das futuras gerações.

Temos procurado evoluir no plano educacional, na produtividade da indústria e da agricultura, na distribuição de renda e na estabilidade monetária. Chegou a hora de enfrentarmos a questão da energia, sem medo de testar a validade de velhos preconceitos, transformado sem tabus por hábitos arraigados e interesses inconfessáveis.

A incorporação, à nossa matriz energética, de estruturas descentralizadas de geração de energia eléctrica é um avanço necessário e irrefreável. Quanto mais cedo dermos esse passo, menores os custos para a sociedade e maiores os retornos para o projecto de desenvolvimento sustentável que todos desejam.

Não faz sentido impedir que um pequeno produtor rural produza a energia eléctrica a partir de biomassa e seja remunerado por esse produto. A verdade é que ele deve ser incentivado, de todas as formas, a desenvolver esse projecto (Caderno de Altos Estudos, 2012)

A opção pela energia renovável decorre, entre outras coisas, dos efeitos nocivos das mudanças climáticas, da necessidade de segurança energética e da preferência pelo desenvolvimento sustentável (Caderno de Altos Estudos, 2012).

Não podemos ignorar a questão ecológica urgente, cada vez mais prioritária na agenda internacional. Nem tampouco podemos deixar de criar fontes alternativas para diversificar e complementar a actual matriz energética (Caderno de Altos Estudos, 2012).

Além disso, a descentralização da produção de energia eléctrica tem um efeito altamente positivo sobre a economia, incentivando novas cadeias produtivas, com geração de emprego e renda em lugares onde pequenos ganhos produzem grandes resultados. A criação e desenvolvimento de tecnologias voltadas para as necessidades locais é uma questão estratégica para o País (Caderno de Altos Estudos, 2012).

A importância da electricidade para a sociedade é algo que existe desde as épocas mais primitivas. Entretanto, a sua relevância para as sociedades actuais é indiscutível uma vez que os hábitos desenvolvidos pelos indivíduos nos primórdios geravam a necessidade penas do fogo para atender as demandas referentes à iluminação local e a feitura de alimentos e agora com a evolução tecnológica da sociedade permeia todas as suas acções quotidianas. Assim, esta evolução indicou a necessidade de criação e utilização de outras fontes energéticas para que as descobertas científicas fossem dia após dia, se aprimorando e transformando a sociedade (Diálogos & Ciência, 2011).

Neste contexto, observa-se que a sociedade contemporânea é dependente da energia advinda de fontes fósseis há muitos anos e que precisa melhorar a qualidade em relação aos seus efeitos ambientais, bem como o custo desta energia. É fundamental, portanto, manter a qualidade e aumentar a geração de energia por meio da produção e utilização de fontes de energias renováveis que são sensivelmente mais adequadas ao nosso meio ambiente já tão devastado pela cobiça desenfreada das nações (Diálogos & Ciência, 2011).

O acesso à água e à energia eléctrica por parte dos mais vulneráveis e a gestão dos rios são identificados no Relatório do Desenvolvimento Humano 2006, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), como dois dos problemas mais sensíveis que o Mundo enfrenta. Por paradoxal que possa parecer tais problemas residem, sobretudo, nas instituições e nas políticas e não tanto nas reservas hídricas existentes.

A energia assume um papel central nos modelos de desenvolvimento socioeconómico modernos. Satisfazer a procura de energia no momento e no local em que é necessária e sob a forma adequada é um dos principais desafios com que a sociedade é confrontada no início do século XXI. Para responder a este desafio é necessário dispor de fontes primárias de energia suficientes e diversificadas e ainda de um sistema eficiente e economicamente viável de conversão da energia dessas mesmas fontes em diversas formas de energia

(eléctrica, térmica e combustível), acessíveis aos consumidores, com uma repartição determinada em parte pela procura.

A energia será muito provavelmente o principal factor condicionante dos possíveis modelos de desenvolvimento futuro à escala global, regional e nacional. Cerca de um terço da população mundial vive em países em desenvolvimento e contínua sem acesso à energia comercializada, dependendo da energia da biomassa para aquecimento e da energia somática para providenciar energia mecânica (Duarte Santos, 2007).

A transição da era dos combustíveis fósseis para a das energias renováveis é possível mas exige uma nova ordem de prioridades de investimento apoiada numa firme vontade política tanto a nível nacional como global (Duarte Santos, 2009). O problema está no investimento avultado que é necessário para assegurar as tendências da procura sem manter a dependência dos combustíveis fósseis a curto prazo e aumentar a utilização das energias renováveis. Os principais entraves à utilização destas são a necessidade de criar as infraestruturas de produção de energia e o seu sistema de distribuição, o transporte para as zonas de maior procura e a intermitência da matéria-prima.

Vivemos num País com elevada disponibilidade de recursos hídricos e com uma sazonalidade climática bem marcada, onde a água constitui um bem essencial ao desenvolvimento socioeconómico (Russo et al, 2009).

O Sector de Energia e Águas joga um papel preponderante na prossecução dos objectivos globais definidos na Estratégia Angola 2025, na medida em que contém dois subsectores de infra-estrutura básica, cuja dimensão e desempenho condicionam o desenvolvimento harmonioso do País (MINEA, 2013).

Alinhado com essa estratégia, foi elaborado um Plano de Desenvolvimento do Subsector Eléctrico de Angola, por sua vez alicerçado na Estratégia de Segurança Energética, que estabelece as acções e projectos cuja execução concorre para a universalização do acesso a energia eléctrica, ao uso eficiente da energia eléctrica, a sustentabilidade da actividade económica do sector, dentre outros objectivos (MINEA, 2013).

É tendo em conta essa estratégia e programa, traduzidos em objectivos de governação para a presente Legislatura, que foi elaborado o presente Plano de Acção, que na sua essência contém e descreve o seguinte:

- i. É feita uma caracterização dos dois subsectores, compreendendo as infra-estruturas e componente institucional, da qual resultam traços comuns, como por ex. o

- subdimensionamento e ineficiência operacional dos sistemas, o desequilíbrio económico-financeiro das empresas públicas e a insuficiência de valências;
- ii. Apontando para o desenvolvimento dos dois subsectores, foram identificados os projectos prioritários e estruturantes, tendo sido feita a respectiva avaliação orçamental e programação;
  - iii. É, com base nos pressupostos referidos anteriormente, feita uma avaliação da carteira de investimentos a desenvolver no quinquénio, que totaliza um valor de USD 29,17 mil milhões.
  - iv. O sucesso do programa de reforma do sector e em particular a preservação e valorização dos activos que o Estado tem estado a financiar, dependem também da capacitação dos recursos humanos existentes, pelo que os dois Subsectores, com a assistência técnica de entidade competente, deverão proceder à uma ampla inventariação dos recursos existentes, projectando o seu fortalecimento com base no desenvolvimento das infra-estruturas de águas e electricidade.
  - v. O investimento na capacidade térmica é essencial como medida intercalar, tendo como “handicap” a garantia de contínua operação do equipamento instalado, uma vez que os custos operacionais são elevados e a ENE não dispõe da capacidade necessária para o efeito. Assim, será de se garantir, com recursos públicos a alocar à ENE, o funcionamento ininterrupto dessas instalações, com base na celebração de contractos de operação e manutenção, incluindo as revisões-capital. Para o efeito, é feita uma avaliação das necessidades presentes e futuras, com base na projecção do crescimento do parque térmico nacional (570 MW de aumento, entre 2013 e 2014).

As barragens tornaram-se elementos de grande preponderância para as sociedades devido à importância que estas apresentam na vivência do homem. Vistas como elementos cruciais ao progresso, obtiveram a sua evolução natural ao longo da história acompanhando o homem até aos dias de hoje. As barragens surgem pela necessidade de armazenamento de água que permitiu a fixação de população, permitindo assim fazer face a períodos de seca (Nunes, 2012).

Angola possui muitas barragens, algumas para fins hidroeléctricos e outras para irrigação, consumo e regularização de caudais. Mas as principais barragens existentes foram construídas durante o tempo colonial, tendo muitas ficado inoperacionais devido ao conflito armado ou por falta de manutenção (Espírito Santo, 2009).

Em alguns casos em Angola para satisfazer os índices de consumo de energia recorre-se normalmente a combustíveis fósseis. Actualmente patenteia-se uma alteração das políticas de consumo de energia tendo por base o conceito de desenvolvimento sustentável. O acesso à energia eléctrica é fundamental no combate a pobreza, pois aumenta a qualidade de vida da população.

A electrificação em zonas rurais de Angola irá permitir a diminuição de migração da população para as áreas urbanas, por potenciar o aumento da agricultura, acesso à educação, saúde e através dos meios de telecomunicação aproxima as populações que vivem nestas zonas.

A falta de infraestruturas retarda o acesso à electricidade por défice de expansão da rede e incrementa os custos de investimento.

É expectável que as reformas do sector eléctrico angolano aumentem a penetração de energias renováveis. A produção descentralizada associada a tecnologias de energia limpa demonstra ser opção mais vantajosa para as zonas rurais pouco povoadas, geograficamente de difícil acesso e distantes dos centros populacionais. Contudo, a descentralização da produção de energia passa também pela microprodução, sendo a mais conhecida e utilizada a microgeração – produção de energia térmica e eléctrica através de painéis solares foto voltaicos.

No entanto, numa perspectiva a curto e médio prazo, a aposta na produção descentralizada de energia é uma acção chave para um paradigma energético mais sustentável.

A produção descentralizada de electricidade pode ser realizada de duas maneiras: i) através de tecnologias renováveis (mini-hídricas, biomassa, solar fotovoltaica, microeólica), ii) através de tecnologias fósseis convencionais (cogeração a gás). A produção descentralizada é uma das abordagens mais eficazes para a electrificação de áreas remotas e pode trazer um número de outras vantagens em termos de emissões de carbono e segurança energética em ambientes urbanos.

O consumo de electricidade está a crescer mais depressa do que o de qualquer outra forma de energia. A maior parte dos investimentos necessários para infra-estruturas energéticas terão que ocorrer no sector eléctrico. À medida que as economias se desenvolvem e as necessidades da sociedade se tornam mais sofisticadas, a electricidade é o tipo de energia escolhida. O progresso tecnológico promove a sua utilização; pode ser produzida a partir de qualquer fonte de energia; chega aos consumidores de uma forma segura e na quantidade necessária (BSCD Portugal; 2006, 2007).

## **1.2. Objectivos do trabalho**

A presente dissertação tem como objectivos gerais o seguinte:

- i. As energias renováveis em Angola. Contributo da energia hidroeléctrica;
- ii. Os aproveitamentos hidroeléctricos em Angola e sua importância;
- iii. A produção de energia hidroeléctrica;
- iv. Os planos de expansão do parque electroprodutor por via hídrica.

Estes propósitos de ordem geral desdobram-se em diversos objectivos específicos, a saber:

- i. Compreender o papel do sistema institucional da regulação dos recursos energéticos de Angola;
- ii. Analisar a situação actual dos aproveitamentos hidroeléctricos;
- iii. Analisar a situação actual da produção e distribuição de energia eléctrica a população angolana;
- iv. Analisar programas em curso que visam a melhoria dos serviços de produção e distribuição da energia eléctrica;
- v. Relacionar as deficiências de produção e distribuição de energia eléctrica com a qualidade de vida da população.

## **1.3. Enquadramento do tema**

Angola viveu 41 anos de guerra, dos quais 14 de luta pela independência e 27 de guerra civil, pelo que o sector de energia sofreu muito durante o tempo de guerra. Os recursos financeiros destinados para o sector da energia não são suficientes para a recuperação total de infraestruturas e a instalação de equipamentos afins para que os serviços possam enquadrar-se nos padrões de distribuição universais.

As dificuldades na gestão da energia em geral e da energia eléctrica em particular encontra-se imbricada na realidade socioeconómica, política e institucional com que o País se confronta, mercê de diversas contingências históricas ligadas ao processo de colonização, descolonização e formação do Estado.

Tem sido grande o esforço que se tem feito no sentido da reabilitação das infraestruturas básicas do sector, com destaque para o sistema de produção, transporte e distribuição de energia eléctrica, com vista a fazer face às necessidades das famílias e do crescimento económico do País (ProGovMPLA, 2012-2017).

Neste domínio, o Governo angolano tem em desenvolvimento um programa de médio prazo, assente na exploração dos recursos energéticos primários endógenos, com uma forte componente hídrica, privilegiando os grandes aproveitamentos e a criação de um sistema nacional de transporte, mas igualmente fomentando a criação de pequenos sistemas isolados, atendidos por mini e micro centrais hídricas e sistemas foto voltaicos (ProGovMPLA, 2012-2017).

Foi aprovada recentemente a Estratégia e Política Energética Nacional, que estabelece os grandes eixos de desenvolvimento das capacidades de produção, transporte e distribuição de energia eléctrica, bem como a reforma do sector eléctrico, destacando-se o programa Nacional de Electrificação Rural.

A falta de infra-estruturas nas zonas rurais retarda o acesso eléctrico por expansão da rede e incrementa os custos de investimento. Tornando a produção descentralizada de energia numa opção viável quanto a produção centralizada.

Contudo, apesar do grande número de barragens existente, a actual utilização da água em Angola assume, ainda, reduzidas proporções (Global Fénix, 2008).

#### **1.4. Metodologia e técnicas aplicadas**

Em função das dificuldades de vária ordem, aliada à falta de um meio de transporte pessoal e a aspectos relacionados com a actividade laboral, não foi possível fazer visitas aos aproveitamentos hidroeléctricos do rio Cuanza. Somente foi possível no rio Catumbela.

De modo a alcançar os objectivos propostos anteriormente, adoptou-se uma metodologia assente na pesquisa bibliográfica de publicações, relatórios e artigos dedicados à energia, aos impactos ambientais da população e das diferentes fontes de energia primária, visita à barragem do Biópio, a diversos organismos públicos, entrevista ao engenheiro Gomes Pinto e trabalho de gabinete (figura 1.1). É de resto decorrente desses constrangimentos e dos pressupostos subjacentes aos processos de pesquisa, que se deseja enfatizar o facto do presente trabalho deve ser entendido como uma fase, de algum modo exploratório, de uma investigação que se pretende prosseguir.

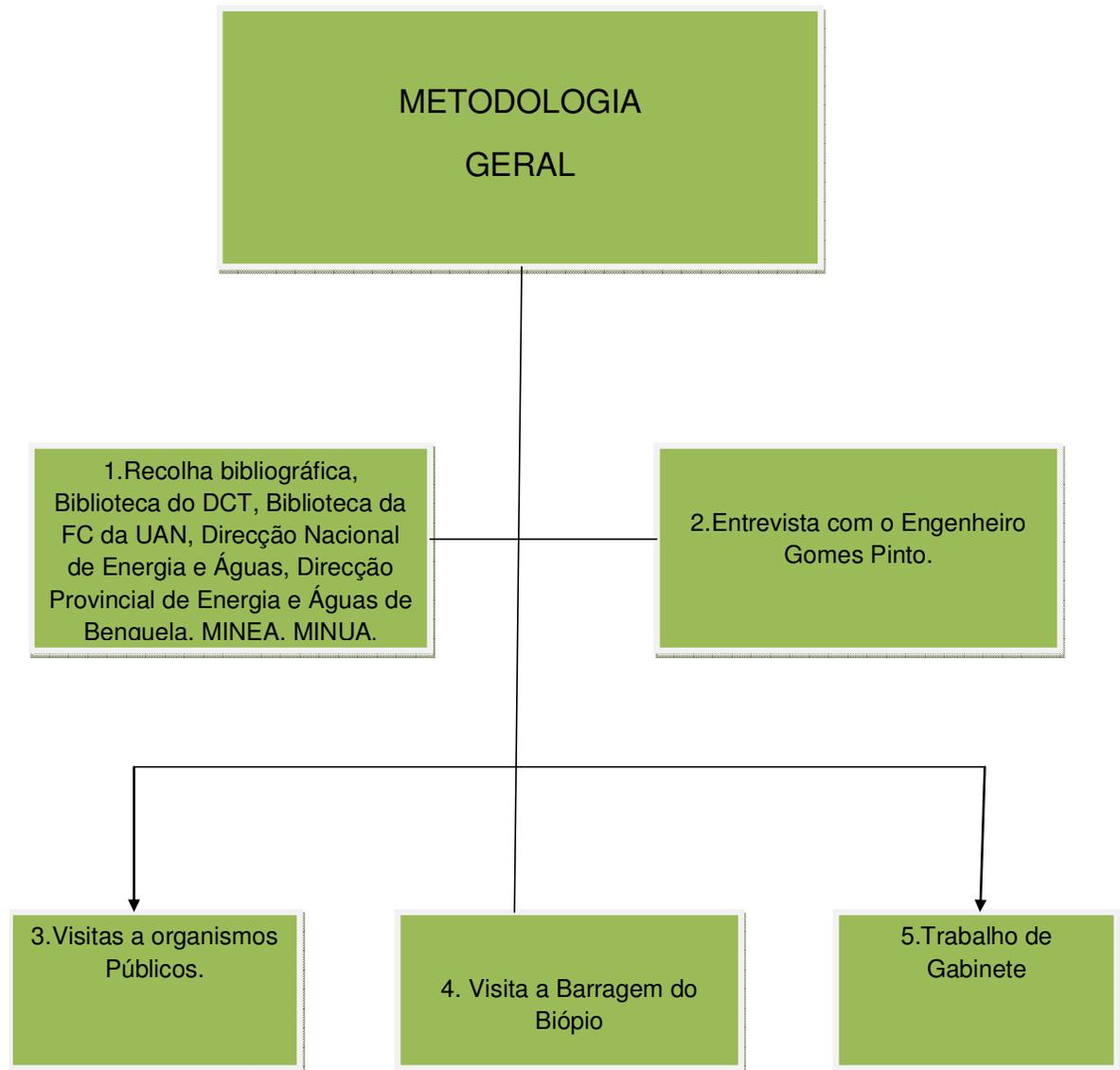


Figura 1.1- Esquema da metodologia geral utilizada na concepção deste trabalho.

1. **Recolha Bibliográfica:** Com vista à obtenção de informações específicas acerca da problemática dos aproveitamentos hidroelétricos em Angola foi recolhido um conjunto de materiais indispensáveis para a elaboração desta dissertação em várias bibliotecas e outros locais afins, nomeadamente, livros, revistas, artigos, relatórios, entre outros materiais. Neste âmbito há que realçar o acervo valioso da biblioteca do Departamento de Ciências da Terra (DCT) da Universidade de Coimbra (UC), bem como da Faculdade de Ciência (FC) da Universidade Agostinho Neto (UAN).

2. **Entrevista:** Na fase inicial de estruturação e definição dos objectivos específicos foi feita uma entrevista ao engenheiro Gomes Pinto, actualmente já reformado. Com a ajuda do engenheiro foi fácil perceber como andam os projectos de reabilitação e aumento da capacidade de produção de energia eléctrica.
3. **Visitas a Organismos Públicos:** Revelou-se ser necessário o contacto com vários organismos públicos e entidades governamentais para fornecimento de informações e documentos satisfatórios para o enriquecimento do tema. Entre estas podem destacar-se a ENE, DNE, MINEA, MINUA, Direcção Provincial de Energia e Águas de Benguela e Gabinete de Plano do Governo Provincial de Benguela.
4. **Visita à Barragem do Biópio:** A visita feita à barragem do Biópio foi realizada com o propósito de constatar a sua real capacidade de funcionamento, isto é, produção de energia eléctrica.
5. **Trabalho de Gabinete:** Consistiu na integração da informação e incorporação dos dados disponíveis.

### 1.5. Estrutura da dissertação

Analisar o potencial hídrico, em particular o caso dos aproveitamentos hidroelétricos em Angola, pressupõe ter em conta o seu entendimento cultural, a legitimidade dos regimes de apropriação e as modalidades de gestão privilegiadas. O pano de fundo onde se joga esta discussão desagua nas proposições ético-políticas dominantes, nas lógicas de desenvolvimento que lhes estão subjacentes e nas configurações macro-políticas que as suportam. A estrutura da tese procura reflectir as múltiplas dimensões que estão subjacentes os aproveitamentos hidroelétricos em Angola.

O primeiro capítulo reúne a argumentação inicial que justifica o tema da tese, os objectivos gerais e específicos do trabalho realizado e o racional metodológico que sustenta a análise empreendida.

O segundo capítulo refere aspectos relativos à caracterização geológico – estrutural de Angola, onde numa primeira fase se abordam os aspectos geomorfológicos e posteriormente os referentes à geologia e litologia.

O terceiro capítulo focaliza a caracterização climática, visto que este é um dos elementos principais que condiciona o potencial hídrico, por estar associado a outros factores como: latitude, orografia, altitude e corrente fria de Benguela.

O quarto capítulo faz menção das energias renováveis em Angola, mas com maior realce a hídrica, dada a grande procura de energia, as fontes energéticas renováveis são

importantes desde que sejam viáveis, pois poderão reduzir o consumo da queima de combustíveis poluentes, permitir o acesso à energia de populações que vivem isoladas ou longe das redes de distribuição.

A utilização dos recursos renováveis e particularmente os pequenos aproveitamentos hidroeléctricos, os sistemas foto voltaicos e eólicos, a biomassa florestal e residual são recursos energéticos a ter em conta na electrificação rural do País. É dada particular importância às parcerias público-privadas, em projectos em pequena escala global mas de grande impacto local.

O quinto capítulo faz-se uma revisão bibliográfica onde se focaliza o historial sobre as barragens de uma maneira geral, bem como dos tipos de barragens e o destaque de algumas barragens mais antigas de Angola.

O sexto capítulo aborda aspectos relativos aos aproveitamentos hidroeléctricos do rio Cuanza, não esquecendo de vista os aspectos referentes a bacia hidrográfica, recursos hídricos e geofísicos e de alguns aproveitamentos hidroeléctricos em curso no rio Cuanza.

O sétimo capítulo retrata a produção, distribuição e consumo da energia hídrica e sua importância, realçando a formulação dos programas sociais em políticas públicas, considerando as funções atribuídas à avaliação de políticas, sob a óptica da eficácia do investimento público, sendo que esta, no seu propósito original, objectiva melhorar a qualidade das decisões e garantir a maximização da consecução dos objectivos definidos pelas políticas e programas, direccionados na promoção do desenvolvimento socialmente inclusivo. Os projectos que estão em curso no âmbito da reabilitação e construção de novas infra-estruturas (barragens), ampliação e expansão da rede eléctrica com maior destaque para a electrificação das zonas rurais.

O oitavo capítulo faz referência aos impactos socioeconómicos e ambientais, resultantes da construção de uma barragem.

O nono capítulo aborda aspectos que se prendem com a importância das energias renováveis no plano de ordenamento do território, com maior destaque para a hídrica, eólica e solar, sublinhando que quanto à solar o sistema que mais se adequa em Angola é o fotovoltaico.

Finalmente, no décimo capítulo, surgem as conclusões que se podem retirar do trabalho realizado. Discute-se o ponto de chegada a partir dos objectivos que foram inicialmente enunciados. A interrogação “de que vale tanto potencial hídrico?”, com que se fecha a tese, traduz o paradoxo entre a riqueza existente de um recurso, tendo em conta o contexto

regional, e as carências básicas de vastas camadas da população de Angola, que vivem com deficiências no que tange a produção e distribuição da energia eléctrica.

A tese opta por levantar e discutir um conjunto de questões, mas por razões diversas nem todas foram objecto do mesmo nível de tratamento. Desde logo por se tratar de uma dissertação de mestrado, com as características que lhe são inerentes, mas também pela ausência de dados em alguns domínios de análise e as limitações encontradas para se poder desenvolver um trabalho de terreno mais profícuo.

Por fim, espera-se que este trabalho preencha uma lacuna na direcção de avaliar os resultados sócio-energéticos decorrentes da expansão do atendimento eléctrico, assim como fomentar o desenvolvimento de políticas públicas de cunho social, em especial, voltada para a área energética. Paralelamente espera-se que a estrutura de análise construída sob a temática de pobreza energética, assim como seus resultados, possam colaborar com outros programas em execução ou ainda em vias de execução, tanto no que tange a electrificação rural, quanto a outros projectos, onde se verifique estreita relação entre a ausência do fornecimento do produto/serviço e a pobreza.

## **2. Caracterização geológico-estrutural de Angola**

### **2.1. Caracterização geomorfológica**

O território de Angola, devido à sua extensão e localização e influência dos rios que o atravessam, apresenta uma geomorfologia variada.

Segundo A. Castanheiras Diniz, as grandes unidades geológicas de Angola, são no total de onze (figura 2.1), que nos seus aspectos mais salientes sucintamente se caracterizam:

#### **2.1.1. Faixa litoral**

Envolve a plataforma que se dispõe, de forma quase contínua, ao longo da costa e altitudes médias de 150m a 250m, atingindo nalguns pontos da periferia interior as três centenas de metros, descendo suavemente para o litoral onde termina, em grande do percurso, numa arriba marinha que marca desníveis da ordem dos 100m a 150m. A descontinuidade da plataforma deve-se unicamente à acção do curso dos rios que rasgaram vales largos e profundos onde se desenham extensas planícies fluviais.

Superfície intermédia marcando transição para o interior planáltico e que se desenha de norte a sul do território a altitudes médias compreendidas entre 400 m e 600 m, da qual se erguem frequentes formas residuais de relevo, desde montes-ilhas, plataformas salientes delimitadas por escarpas, degraus ou formas desmanteladas e até serranias, cujos cumes atingem por vezes cotas dos 1000m de altitude.

#### **2.1.3. Cadeia marginal de montanhas**

Marca o limite ocidental da superfície planáltica do interior do território angolano, corresponde a um conjunto montanhoso de níveis residuais, cujas as superfícies de topo, ainda algo expressivas, atingem os 2100m-2200m, com o ponto culminante no morro do Moco a 2620m de altitude.

#### **2.1.4. Planalto antigo**

Extensa superfície planáltica que atinge o seu topo a 1750 m-1800 m de altitude, a constituir linha de fecho definindo para um e outro lado vertentes muito suaves, que aglomeram por centenas de quilómetros e por onde os grandes rios serpenteiam (figura 2.2), em vales muito largos, quase ao nível de aplanção. A monotonia da peneplanície é apenas interrompida pelas plataformas altiplânicas e frequentes montes-ilha que são relíquias residuais de outras peneplanícies mais antigas.

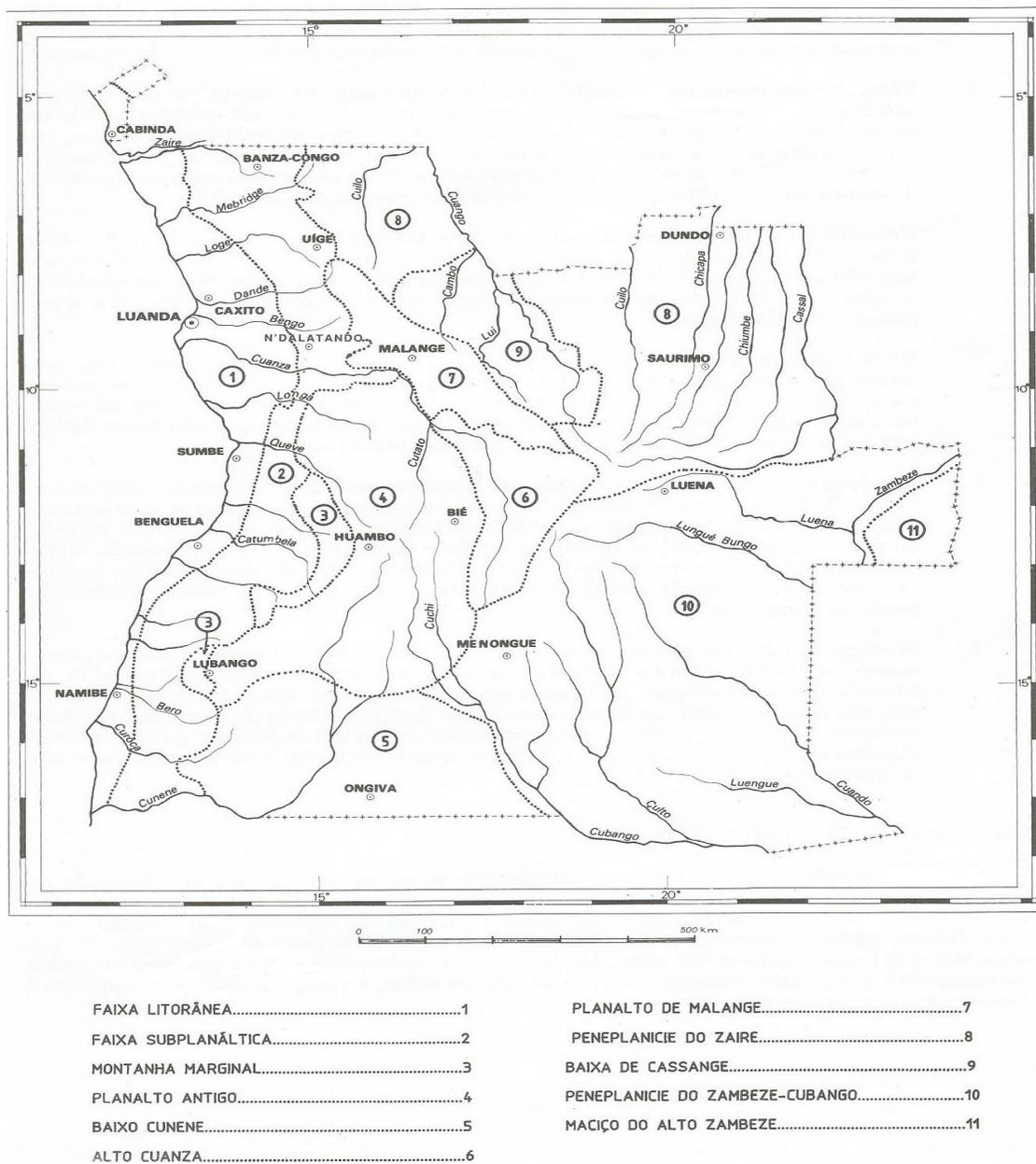


Figura 2.1 - Grandes Unidades de Paisagem.

### 2.1.5. Baixo Cunene

Superfície aplanada ou de ondulação suave que na continuidade do Planalto Antigo descai desde os 1400 m até aos 1000 m/1100 m na fronteira sul, convergindo as linhas de água principais para a bacia interna de EtochaPan, exceptuando o Cunene, que mercê da sua captura no Ruacaná, se desviou, para o Atlântico. Em grande parte colmatada por sedimentos recentes, a superfície, é em geral mal drenada, retendo-se parte das águas numa infinidade de pequenas bacias interiores.



Figura 2.2 – Sinuosidades do rio Cuanza (<http://www.hoteisangola.com>).

#### **2.1.6. Alto Cuanza**

Na superfície planáltica interior individualiza-se a bacia superior do Cuanza, altitudes médias de 1200m a 1500m, por corresponder a uma rede hidrográfica de escoamento muito lento e daí dar lugar, em plena época chuvosa, a grandes extensões alagadas que assim permanecem por largo período de tempo

#### **2.1.7. Planalto de Malange**

Superfície planáltica de média altura (1000 m a 1250 m) aplanado ou suavemente ondulada, a qual separa para o lado Oriental a rede hidrográfica do Cuanza e para o lado oposto as dos rios da vertente atlântica, enquanto o Lucala, importante afluente do Cuanza e correndo no topo planáltico, vem precipitar-se em desnível espectacular de mais de uma centena de metros de altura (figura 2.3), na superfície inferior subplanáltica.

#### **2.1.8. Peneplanície do Zaire**

Extensa superfície arenosa que se inclina decididamente para norte, desde altitudes médias dos 1200 m ao longo da sua bordadura, até aos 500 m no Cuango, sendo muito dissecada por vales profundos e sensivelmente paralelos, todos se integrando na bacia do Zaire ao convergirem para o seu grande afluente Cassai.



Figura 2.3 - Quedas de Calandula (<http://www.hoteisangola.com>).

### **2.1.9. Baixa de Cassange**

Superfície rebaixada em algumas centenas de metros relativamente aos níveis planálticos que a rodeiam, sendo o respectivo limite, em grande parte, definido por uma escarpa abrupta, salientando-se, por outro lado, os espectaculares relevos residuais que, erguendo-se da aplanção, não são mais do que formas desgarradas da primitiva peneplanície planáltica.

### **2.1.10. Peneplanície do Zambeze-Cubango**

É uma extensa superfície arenosa que engloba as bacias do Zambeze e do Cubango, ambas se integrando na mesma peneplanície, a que descai suavemente para sul (1200m/1300m-1000m), onde os rios, definem vales muito abertos, se desenham, a bem dizer, ao nível da aplanção, circulando muito lentamente em leitos serpenteantes, conforme ilustra a figura 3, além de intercalarem, por vezes, vastas áreas de difícil escoamento, onde as águas ficam retidas por períodos alongados.

### **2.1.11. Maciço do Alto Zambeze**

Unidade geomorfológica individualizada por integrar o maciço montanhoso da Calunda, que se torna notável não pelas diferenças de altitude entre a aplanção (1150 m) e os pontos culminantes à volta dos 1612 m), que são relativamente modestas, mas antes devido ao

facto de se erguer majestosamente no horizonte, depois de percorridos quase um milhar de quilómetros de planura sem que qualquer outro acidente orográfico tenha quebrado a monotonia da paisagem.

## **2.2. Caracterização geológica**

A geologia de Angola segundo A. Castanheiras Diniz pode ser subdividida em doze unidades regionais geológico-litológicas (figura 2.4) que cartograficamente se representam, a respectiva caracterização nos aspectos mais salientes é o seguinte:

### **Formações Marinhas Ceno-Mesozóico (Orla Sedimentar do Litoral)**

#### **1. Plataformas arenosas; argilas, calcários e margas**

A orla sedimentar do litoral engloba as formações marinhas que se repartem pelas bacias sedimentares de Cabinda, Zaire, Cuanza, Benguela e Namibe. Relativamente às três primeiras, as plataformas arenosas do plistocénico dominam largamente, a constituírem superfícies muito perfeitas (platós de “musseques”), relacionando-se com antigas praias. Os outros materiais litológicos mais representativos são as argilas, calcários, margas, arenitos e conglomerados, que depositaram desde o Cretácico inferior até ao Miocénico, sendo particularmente evidentes nas bacias sedimentares de Benguela e Namibe.

### **Formações continentais Cenozóico**

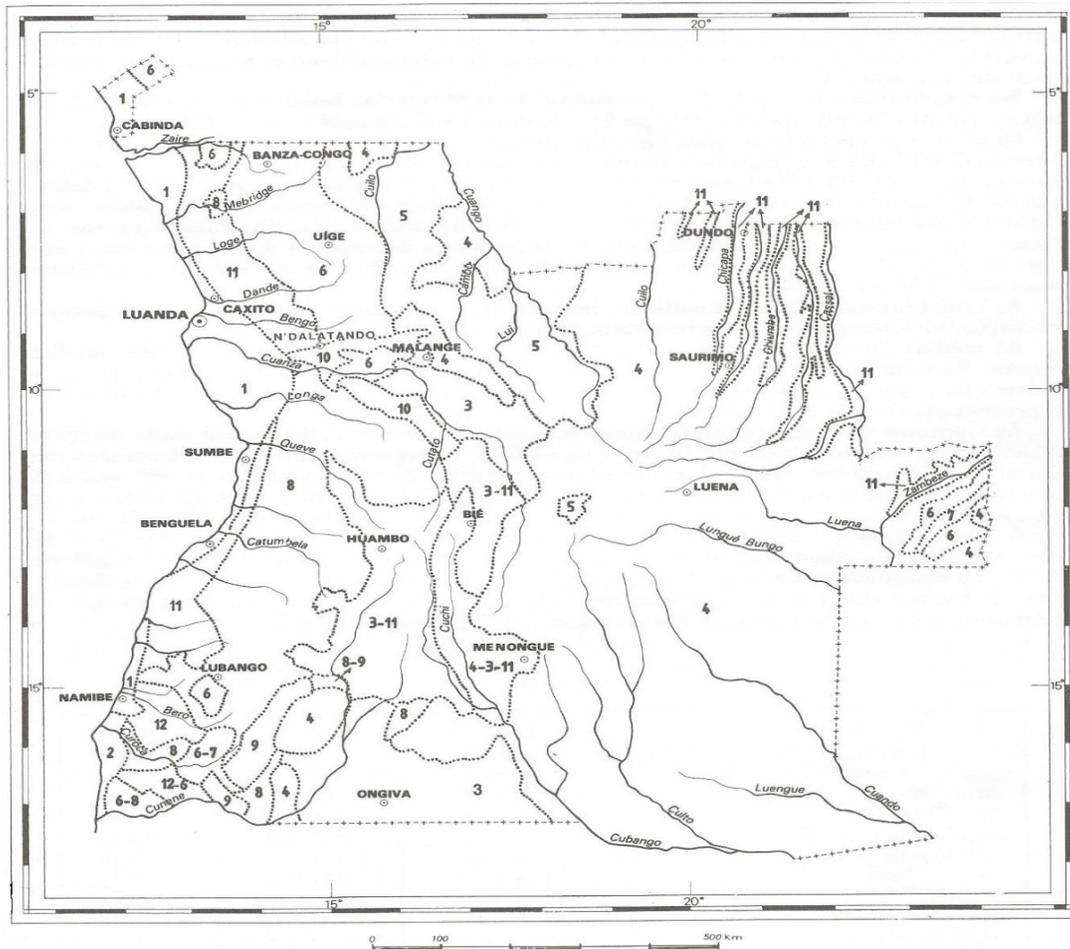
**2.Dunas:** extenso depósito de areias quartzosas de origem eólica, o qual se prolonga, com carácter de continuidade, desde o Curoca até à foz do Cunene, se bem que na superfície costeira a sul da cidade do Namibe ocorram já manchas dispersas de formação dunares.

#### **3.Depósitos quaternários: aluviões e areias**

Formações sedimentares de cobertura, com maior desenvolvimento e continuidade em correspondência com a aplanção do baixo Cunene (bacia endorreica de Cuanhama), com larga dominância de aluviões e areias e em geral constituindo depósitos muito espessos. Já em correspondência com Planalto Antigo, a superfície é recoberta por extensos depósitos quaternários, constituídos essencialmente por aluviões, em geral de poucos a alguns metros de espessura e da qual emergem altaneiros afloramentos de rochas eruptivas, principalmente granitos e pouco frequente granodioritos e gabro-noritos.

#### 4. Kalahari (Terciário) e areias quaternárias de cobertura

As formações continentais de materiais arenosos mais ou menos soltos e que são conhecidos genericamente por “areias do Kalahari”, identificam, em grande parte, a metade leste do território, constituindo depósitos de grande possança, cujo desenvolvimento teve lugar desde o Terciário inferior até ao Holocénico, iniciando-se pelo nível dos “grés lugar



##### FORMAÇÕES MARINHAS

CENO-MESOZÓICO (orla sedimentar do litoral)  
- Plataformas arenosas ; argilas, calcários e margas.....1

##### FÓRMAÇÕES CONTINENTAIS

CENOZÓICO  
- Dunas.....2  
- Depósitos quaternários: aluviões, eluviões e areias.....3  
- Kalahari (Terciário) e areias quaternárias de cobertura.....4  
MESOZÓICO  
- Arcoses, arenitos, xistos, calcários e conglomerados.....5

##### PRECÂMBRICO

- Calcários, xistos, arenitos, quartzitos, grauvaques, arcoses e argilitos.....6  
- Doleritos e noritos.....7  
- Granitos e granitos porfiróides.....8  
- Complexo gabro-anortosítico.....9  
- Complexo gabro-norítico e charnoquítico.....10  
- Gnaisses, migmatitos e granitos associados.....11  
- Complexo xisto-quartzítico.....12

Figura 2.4 – Geologia e litologia de Angola.

desde o Terciário inferior até ao Holocénico, iniciando-se pelo nível dos <<grés polimorfos >> e culminando num manto de areias de natureza eólica, que frequentemente soterram níveis de laterite, de areias argilosas ou de cascalho.

## **Mesozóico**

### **5.Arcoses, arenitos, xistos, calcários e conglomerados**

Conjunto de formações sedimentares com larga dominância de materiais que depositaram desde o Triásico ao Cretácico, estando representados o sistema do Karroo, sobretudo o grupo de Cassange (Triásico-Jurássico), constituindo essencialmente por arenitos, margas calcárias e rochas xistosas e o Andar de Calonda (Cretácico) por arcoses, conglomerados e argilitos.

## **Pré-câmbrico**

### **6.Calcários, xistos, arenitos, quartzitos, grauvaques, arcoses e argilitos**

Materiais rochosos em correspondência com as formações do sistema do Congo Ocidental (Pré-câmbrico superior), englobando-se os mais recentes no grupo do xisto-gresoso, constituído essencialmente por xistos argilosos, grés, conglomerados, grauvaques, siltitos e argilitos, seguindo-se os do grupo Xisto-Calcário, dominado por rochas calcárias, sobretudo calcários dolomíticos, os do grupo do Alto-Chiloango, constituído por calcários, dolomites, argilitos, grauvaques e xistos e por fim, os mais antigos, do grupo do Terreiro (antigo sansikwa), que compreende xistos, calcários, quartzitos e argilitos. Neste mesmo grupo englobam-se ainda as formações do grupo do Macondo (xistos, calcários, conglomerados) e as do grupo do Malombe superior (siltitos, arenitos, calcários, conglomerados), ambos distribuindo-se ainda no Alto Zambeze e ainda no sudoeste angolano, as do grupo da Chela (quartzitos, arenitos, argilitos), que incluem também os calcários dolomíticos da Formação da Leba.

### **7.Doleritos e noritos**

Envolve o extenso afloramento de doloritos do Alto Zambeze, que se intercala entre o Malombe superior e o Macondo, e as manchas de noritos e doloritos, algumas importantes, que se distribuem no Sudoeste angolano.

### **8.Granitos e granitos porfiróides**

Conjunto de rochas eruptivas, em grande parte localizadas no Pré-câmbrico médio, com larga distribuição no Planalto Antigo, desde o Cuanza até à Huíla além de extensos afloramentos no Sudoeste.

### **9.Complexo gabro-anortositico**

Representado pela enorme mancha que se estende desde o Quipungo até ao Chitado, prolongando-se, além Cunene, pelo território da Namíbia.

### **10.Complexo gabro-noríticocharnoquítico**

É um complexo de rochas gnaissicas com anfíbolas e rochas básicas anfibolizadas têm larga representação no planalto de Cacusso-Malange, estendendo-se a mesma mancha pelo Cuanza Norte até próximo do Dondo, além dos extensos afloramentos do Haco-Mussende, a sul do Cuanza e os dos vales dos grandes rios da Lunda.

### **11.Gnaisses, migmatitos e granitos associados**

É um conjunto de rochas do Pré-câmbrico inferior, com larga representação no Centro-Oeste e Sudoeste do território e ainda a mancha do Noroeste, entre o Loge e a fronteira norte, de rochas gnaissicas e granitos associados, quanto a esta localizada no Pré-câmbrico médio.

### **12.Complexo xisto-quartzítico**

Representado no Sudoeste e a ocupar largas extensões desde o paralelo 15°S até à fronteira sul com a Namíbia, consistindo essencialmente de rochas metasedimentares (talco xistos, quartzitos, filitos), com intercalações de anfibolitos de origem vulcânica e de calcários cristalinos. Consideram-se como as formações mais antigas de Angola.

### 3. Caracterização climática e hídrica de Angola

A República de Angola situa-se na costa Ocidental da África Central. O seu enquadramento geográfico, a sua geomorfologia e a corrente fria de Benguela são os três principais factores que condicionam as características climáticas do País, sendo o clima de Angola geralmente do tipo tropical, temperado pelo mar e pela altitude, mas variando consideravelmente com a latitude (MINUA, 2006).

Tendo em conta a altitude, podem distinguir-se diferentes tipos de clima:

- **Zona litoral** – de 0 a 200 metros de altitude e profundidade variável de 50 a 150 km, de chuvas escassas e irregulares, características e predomínio, com excepção dos vales dos rios perenes de vegetação xerófila. No norte desta zona o clima é sub-húmido seco e semi-árido, mega térmico com temperaturas médias de 25°C a 26°C, humidade relativa de 80% a 85% e precipitação média anual entre 300 e 600 mm anuais. Ao sul, o clima é árido, subdesértico e desértico, mesotérmico, com temperaturas médias de 18°C aos 24°C, humidade relativa de 80% e precipitação anual inferior a 200 mm (MINUA, 2006).
  
- **Zona montanhosa** – desde os 200 metros até à aresta do planalto, de 1000 a 2000 metros de altitude é uma zona de formação de nevoeiro e de abundantes chuvas, principalmente ao norte da linha de cumeada O-E onde estão localizadas as florestas higrófila e mesófila. A esta zona e de Norte para Sul, correspondem os seguintes climas: a Noroeste e Sudoeste do Uíge o clima é sub-húmido, chuvoso e húmido, megatérmico, com temperaturas médias de 23°C a 27°C, humidade relativa de 80% e precipitações anuais de 900 a 1300 mm. Segue-se uma região acompanhando a Faixa litoral, que apenas inflecte para interior próximo do Dondo, com um clima sub-húmido seco, megatérmico com temperaturas médias de 23°C a 26°C, humidade entre 70% a 80% e precipitação de 600 mm e 700 mm anuais. Ao Sul, para o interior de Benguela e Namibe, o clima é árido, subdesértico e semiárido, megatérmico, com temperatura da ordem dos 23°C – 24°C, humidade de 60% a 80% e pluviosidade de 100 mm a 600 mm anuais (MINUA, 2006).
  
- **Zona planáltica** – de 1000 a 2000 metros acima do nível do mar, encontram-se as florestas hidrófilas fluviais (floresta-galeria), florestas mistas mesófilas-xerófilas, mato aberto xerófilo e mato rasteiro (de 0,5 metros de altura) de subarbustos risomatosos (conhecidos por anharas). Esta região ocupa a maior extensão territorial

do País e corresponde a climas húmidos, megatérmicos e mesotérmicos, com precipitações anuais que vão desde 1000 mm a 1400 mm (por vezes mais), variando a temperatura e a humidade com a latitude: na região Norte entre 21°C a 24°C e nas regiões Central e Sul de 18°C a 22°C; a humidade relativa a Norte de 70% a 80%, e nas regiões Central e Sul de 60% a 70%, com decréscimo acentuado na época seca (MINUA, 2006).

De um modo geral, observa-se em todo País a existência de duas estações:

- Uma seca e fresca, conhecida como cacimbo que vai de Junho a finais de Setembro;
- E outra, quente, a das chuvas que decorre de Outubro a meados de Maio. Por vezes, em determinadas regiões, a estação das chuvas é dividida por um curto período de seca conhecido por “pequeno cacimbo” que pode ocorrer a finais de Dezembro a princípios de Fevereiro (MINUA, 2006).

A temperatura média anual mais baixa é de 15°C – 20°C e regista-se na zona planáltica e ao longo do deserto do Namibe. A temperatura média anual mais elevada varia de 25°C a 27°C e ocorre na região da bacia do Congo e no filamento sub-litoral do Norte do País (figura 3.1).

### **3.1. Pluviosidade**

A média anual de precipitações em Angola é calculada como sendo de 1014 mm, mas apresenta grandes diferenças na distribuição espacial. Ao longo do litoral Sudoeste, na região do Namibe, a média anual de precipitações é a mais baixa girando em torno de 50 mm por ano. A região litoral tem uma crescente precipitação anual de sul para norte, e das áreas litorais para o interior. As regiões montanhosas centrais registam valores de aproximadamente 1300 mm à 1400 mm e as precipitações mais abundantes ocorrem no nordeste do País, na província da Lunda-Norte (figura 3.2), com cerca de 1600 mm (Sweco Groner, 2005).



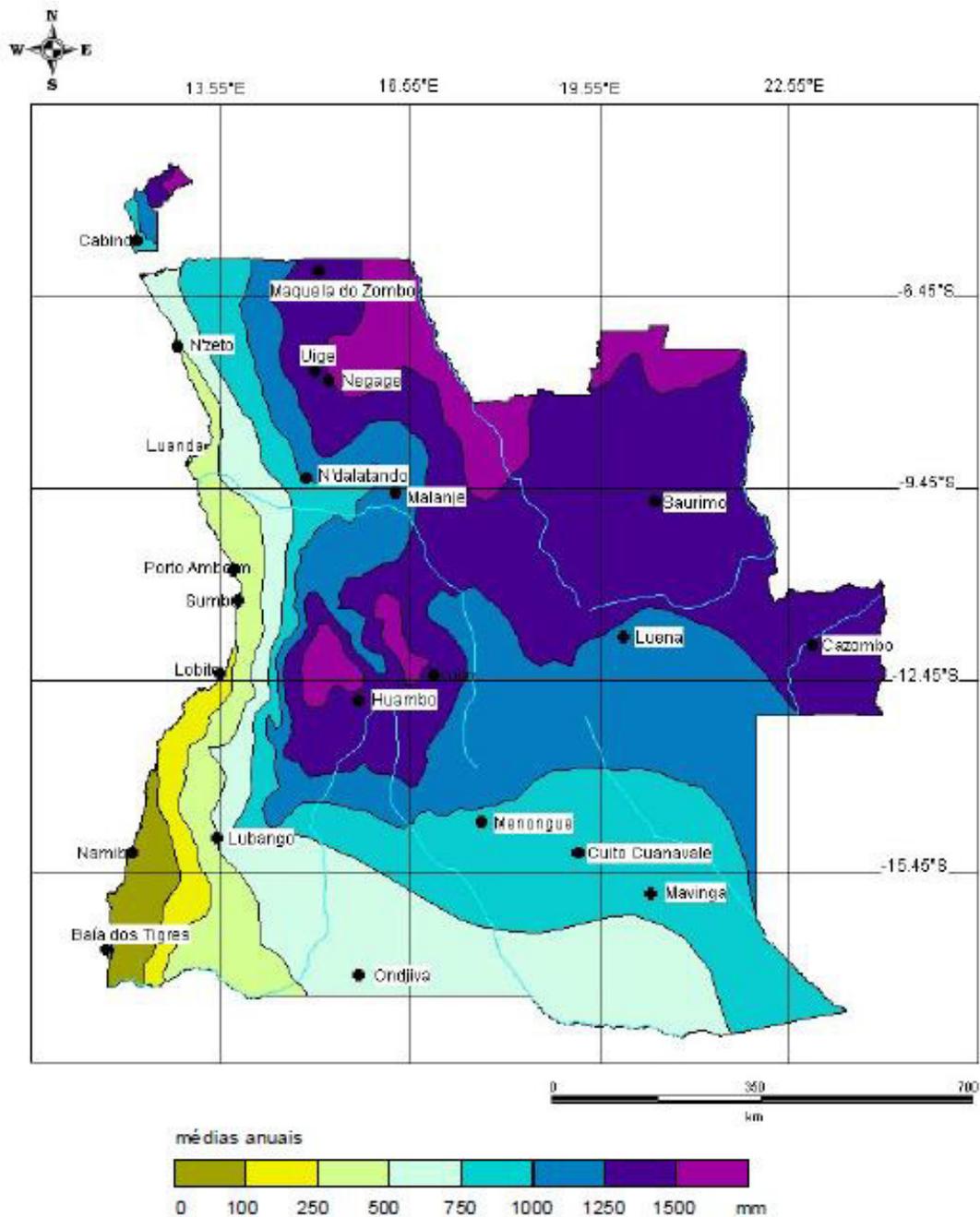


Figura 3.2 - Distribuição das precipitações (FAO, 2005).

## 3.2. Caracterização das principais bacias dos rios angolanos

### 3.2.1. Caracterização hidrográfica

Angola possui uma extensa e complexa rede hidrográfica. A hidrologia do País reflecte as precipitações e por isso a origem dos principais recursos hídricos superficiais de Angola situam-se nos topos planálticos do Huambo, Bié e Moxico, escoando uma parte para o

Oceano Atlântico através dos rios (Congo, Cuanza e Cunene) e outra para o Oceano Índico (Zambeze, Cuando e Cubango).

A principal rede hidrográfica de Angola (figura 3.3), permite aferir que:

- Na grande linha de fecho do centro do território, em correspondência com os topos planálticos do Huambo, Bié e Moxico, tem origem os grandes rios de Angola, derivando para o norte tanto os rios da aba atlântica (Queve, Longa, Cuanza e seus principais afluentes), como as da bacia do Congo (Cuango, Cuilo, Chicapa, Chiumbe, Cassai), para E-SE, os tributários do Zambeze (Luena, Lungué-Bungo, Cuando), para o sul, o Cubango e Cunene e respectivamente directamente para o Atlântico, do lado Oeste, o Catumbela (A. Castanheiras Diniz, 1991);

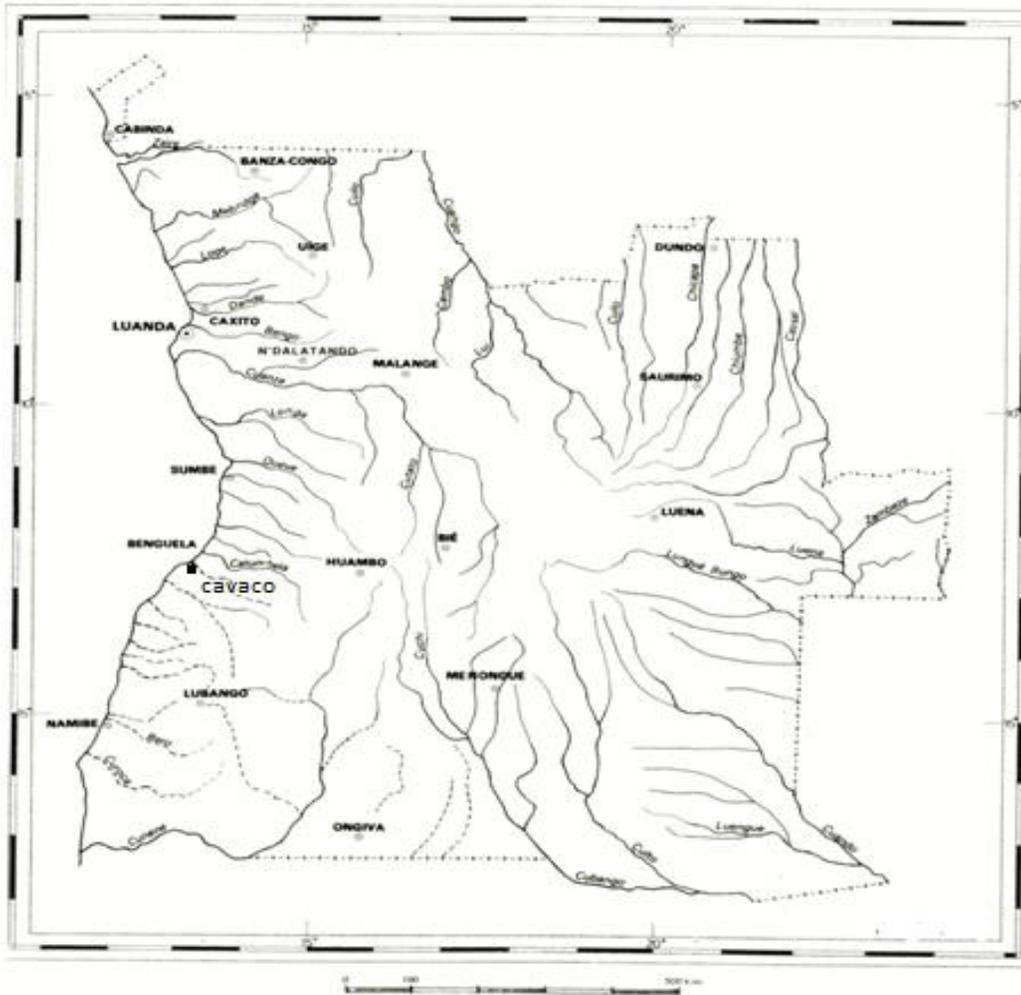


figura 3.3 - Redes hidrográficas principais (Diniz, 1991).

Fig

- Todos os rios da aba atlântica, com origem no interior planáltico são de caudal permanente, desde M'bridge até Catumbela e depois, no limite meridional, também o Cunene. Desde Cavaco até Curoca, apesar de envolverem bacias hidrográficas relativamente importantes são de regime temporário, em geral somente com caudal superficial nos meses de Março e Abril (Diniz, 1991).

### 3.2.2. Bacias hidrográficas

Em Angola, existem 77 bacias hidrográficas, das quais 47 são consideradas principais ou importantes, cujas áreas de drenagem variam entre os 245 km<sup>2</sup> e 290 000 km<sup>2</sup>. Com excepção dos rios Zaire, Zambeze e Chilungo, todos os demais têm a sua nascente em Angola. As outras 30 bacias são consideradas litorais de pequenas vertentes, nas quais em princípio não é viável efectuar qualquer tipo de aproveitamento hidráulico. Existem poucas informações acerca das bacias hidrográficas situadas no litoral (MINUA, 2006).

As bacias hidrográficas do País estão direccionadas para cinco vertentes (figura 3.4): a

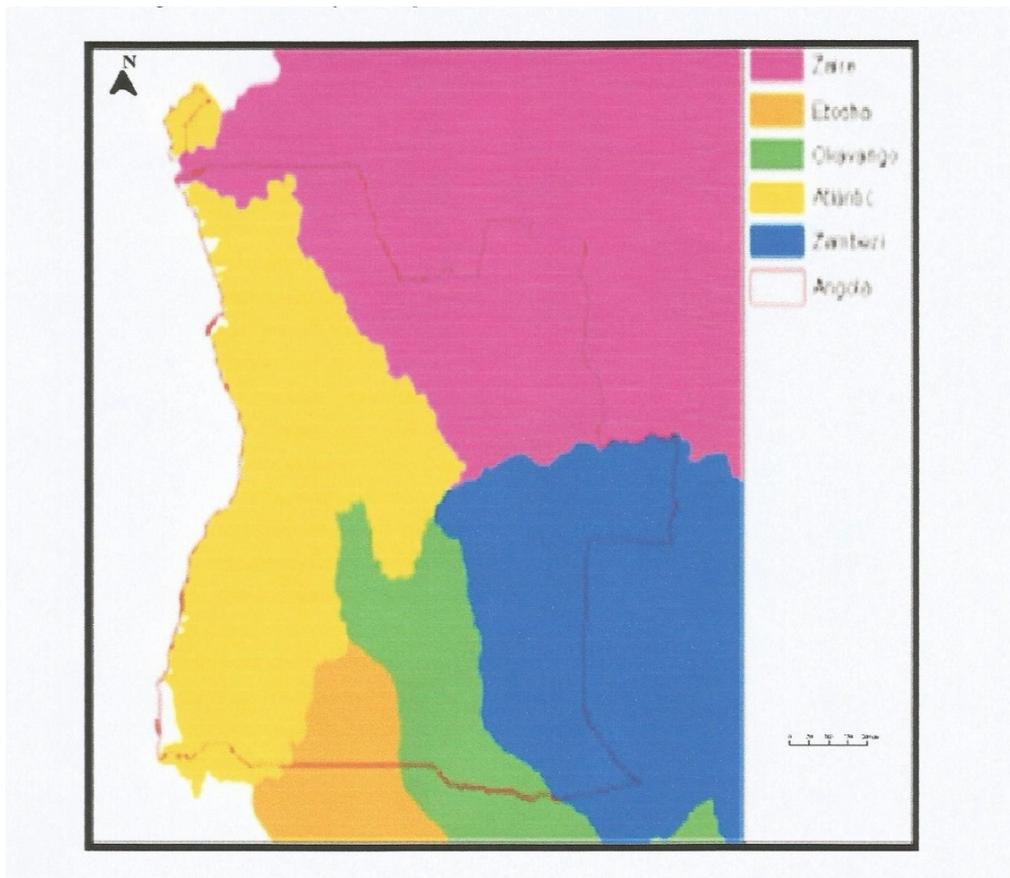
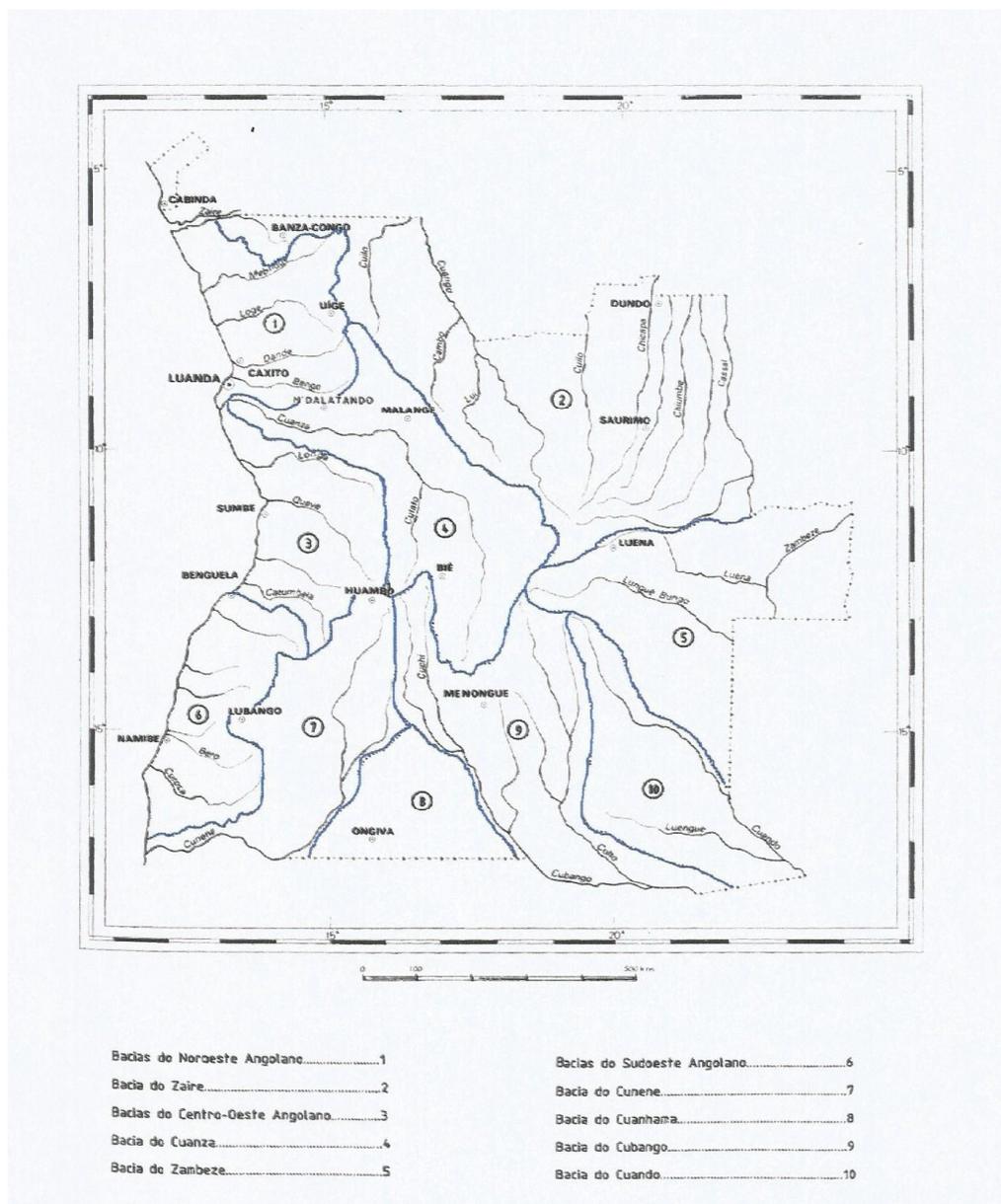


Figura 3.4 - Principais áreas de drenagem de Angola (Sweco Groner, 2005).

vertente para o Oceano Atlântico com uma área de 41% da superfície do País, a vertente do Congo com 22%, a vertente do Zambeze com 18%, a vertente do Okavango com 12% da superfície global e a vertente do Etocha com uma área de 4%.

Portanto, é evidente que a maioria dos rios angolanos escoam para o Oceano Atlântico, ou para o rio Congo. No entanto, os rios localizados na região sudeste do País escoam para os pântanos do Okavango-Botswana.

Diniz (1991), em sua obra, *Angola o Meio Físico e Potencialidades Agrárias*, apresenta, um mapa dos principais rios do território, ou conjunto de bacias hidrográficas (figura 3.5).



Figura

3.5 - Bacias Hidrográficas (Diniz, 1991).

A bacia hidrográfica do Cuanza é uma das mais importantes bacias de Angola e apresenta um vasto potencial hidroagrícola que compreende parte dos territórios do Cuanza-Norte, Cuanza-sul e Bié e uma grande parte da Província de Malange (Cruz, 1940). Esta bacia tem uma particularidade de estar integralmente confinada dentro dos limites territoriais do País, ocupando uma posição privilegiada em relação a todo território, pela sua localização bem centralizada (A. Castanheiras Diniz, 2002).

#### 4. As energias renováveis em Angola

É considerada energia renovável toda a energia obtida através de meios naturais em que a principal qualidade é a sua capacidade de regeneração que se pode considerar ser “infinita”.

As energias renováveis são energias alternativas ao modelo tradicional com base nas energias fósseis. São uma opção viável e vantajosa, uma vez que são praticamente inesgotáveis, apresentam um impacto ambiental muito baixo ou quase nulo e não afectam o balanço térmico nem a composição atmosférica do planeta. São, portanto, uma aposta essencial para reduzir os impactos previstos pelas alterações climáticas e existem em vários tipos que podem ser escolhidos de acordo com as fontes disponíveis em cada região e de acordo com a capacidade de investimento.

É importante sublinhar que as energias renováveis são uma importante contributo para se alcançar um sistema energético sustentável, mas não vão substituir na totalidade os hidrocarbonetos, tem de se encontrar um equilíbrio no cabaz energético de forma a que o peso dos hidrocarbonetos vá diminuindo.

No que respeita a Angola, as potencialidades de um modo geral são enormes. No entanto, estão subaproveitadas. Isto porque as energias renováveis em Angola são muito recentes, apesar de o país tem um grande potencial como a água, o sol e o vento.

O uso de fontes de energia renovável e o conseqüente investimento na sua aplicação para produzir energia eléctrica, calor ou biocombustíveis, têm vindo a aumentar nos últimos anos, esperando-se que esta tendência se mantenha nas próximas décadas (Silva, 2012).

A evolução é favorecida por vários factores, nomeadamente a gradual diminuição dos custos à medida que a tecnologia amadurece, o aumento dos preços dos combustíveis fósseis e a existência de políticas de apoio à implementação de fontes de energia renovável.

O gráfico representado na figura 4.1 expõe a projecção da diminuição gradual dos custos de investimento de algumas tecnologias renováveis para a produção de energia eléctrica.

Com a crescente utilização destes tipos de fontes de energia, os custos de produção da energia eléctrica devem descer ao longo do tempo devido ao progresso tecnológico e ao aumento das economias de larga escala no fabrico dos equipamentos, resultando assim

menores custos de investimento e conseqüente redução dos custos de energia final para o consumidor (Silva, 2012).

No período até 2015, as previsões indicam que a maior parte do aumento da produção de energia eléctrica será obtida através da energia hídrica e da energia eólica em terra, por serem tecnologias que se encontram mais desenvolvidas e com custos de investimento menor. De 2015 em diante, ambos continuam a crescer mas serão acompanhados por outras tecnologias que se tornarão mais competitivas, como é o caso do solar foto voltaico, da biomassa e da eólica no mar. A figura 4.1 evidencia o ritmo deste crescimento (Silva, 2012).

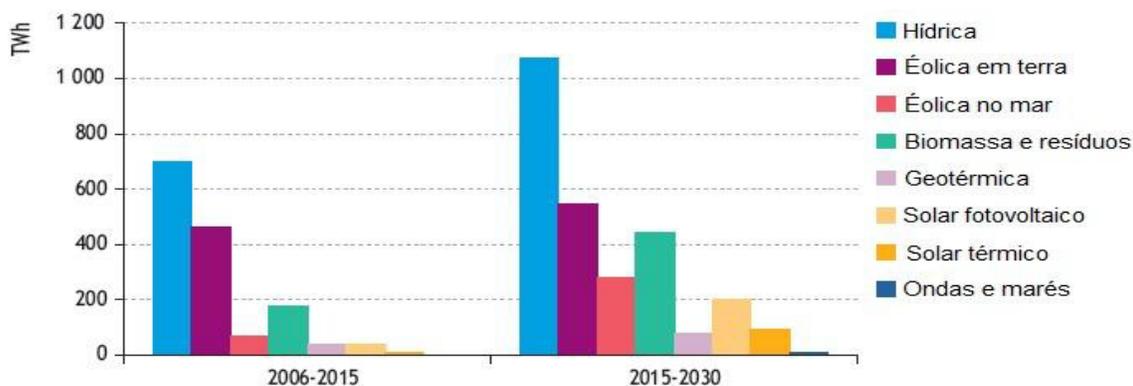


Figura 4.1 - Produção da energia eléctrica até 2030, a partir de fontes de energia renovável. Dados reais até 2006 e previsão até 2030 (adaptado de WEO, 2008).

Com o conjunto de dificuldades energéticas que encontramos em Angola, nomeadamente na dificuldade de produzir energia eléctrica, assim como na dificuldade de a fazer chegar às cidades e localidades devido à rede que se encontra destruída ou obsoleta, as energias renováveis ou energias limpas poderão ser um recurso a tomar em conta (Global Fenix, 2008).

Em Angola existe um bem maior que é o sol, fonte inesgotável, como também existe o vento e os rios, tudo fontes de produção de energia limpa, isto é, amiga do ambiente (Global Fenix, 2008).

#### 4.1. Hídrica

A energia hídrica é criada através do aproveitamento do movimento da água que, através de moinhos de água ou turbinas é aproveitada para criar energia mecânica que por sua vez

será transformada em energia eléctrica sendo actualmente uma fonte de energia limpa produzida em Angola. Angola é um País privilegiado neste sector, em função de vários aspectos, um grande território tropical, onde maior parte dos seus rios nasce em zonas de chuvas constantes, mantendo-os abastecidos e a geomorfologia angolana contribui, significativamente, para a construção de barragens hidroeléctricas (Diálogos & Ciência, 2011). Contudo para que seja criada energia é necessário que esse movimento ou fluxo seja contínuo (Global Fenix, 2008).

O potencial de energia hídrica em Angola está avaliado em 150000 GWh/ano no geral, dos quais 72293 GWh/ano corresponde ao potencial economicamente viável distribuído pelas 47 bacias hidrográficas (já referenciadas anteriormente), totalizando cerca de 147 m<sup>3</sup> de caudal anual (Mirandalawfirm, 2011).

Em Angola somente 33% da população tem acesso à energia eléctrica.

Na tabela 4.1 pode se verificar o potencial da energia hídrica de Angola:

Tabela 4.1 – Potencial hídrico de Angola (adaptado de MINEA, 2011).

	Área da bacia (km <sup>2</sup> )	Capacidade potencial (MW)	Capacidade potencial (GWh)	Capacidade instalada (MW)	Instalada como % do potencial
Cuanza	147 738	8 199	34 746	700	8,5%
Keve	23 000	3 020	11 786	41	2%
Cunene	128 600	2 492	6 225	49	3%
Catumbela	16 640	1 930	10 660		0%
Longa	23 320	1 190	4 796		0%
N'gunza, Quicombo, Evalee Balombo	17 270	1 086	3 488		0%
Kubango	148 860	350	592	790	0%
	<b>505 428</b>	<b>18 267</b>	<b>72 293</b>	<b>790</b>	<b>4,3%</b>

Além disso Angola explora apenas 5% do poder das suas águas. Estes dados foram apresentados pelo ministro angolano de Energia e Águas, João Baptista Borges, no painel sobre energias renováveis na sexta edição do Fórum Germano-Africano de energia. Segundo o ministro, “a estratégia para o desenvolvimento do sector estaria em diversificar a matriz” [DW-ÁFRICA, 2012].

O potencial hidrográfico de Angola, em conjunto com o Congo - Brazzaville e a República Democrática do Congo, representa mais de metade dos recursos hídricos do continente africano. De acordo com o Relatório Económico de Angola 2010, elaborado pelo Centro de Investigação Científica da Universidade Católica de Angola, a água existente nestes três

Estados representa cerca de 60% do continente africano, sendo Angola um dos principais países beneficiados. Ainda segundo o relatório, a região angolana entre o rio Cuanza e Catumbela (províncias de Malanje, de Bié, de Huambo, de Benguela e de Cuanza-Norte e Sul) concentram 80% do potencial hídrico inventariado.

A tabela 4.2 resume as principais vantagens e desvantagens resultantes da utilização da energia hídrica como fonte de energia.

Tabela 4.2 – Vantagens e desvantagens do uso da energia hídrica como fonte (Miller, 2006).

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rede energética moderada;</li> <li>• Elevada eficiência (80%);</li> <li>• Elevado potencial;</li> <li>• Electricidade de baixo custo;</li> <li>• Elevado tempo de vida;</li> <li>• Não existem emissões de CO<sub>2</sub>;</li> <li>• Pode ser um meio para controlar as cheias a jusante das comportas;</li> <li>• Fonte de água para a agricultura durante o ano inteiro;</li> <li>• O reservatório pode ser utilizado para actividades hídrico-recreativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados custos para a construção;</li> <li>• Elevado impacto ambiental relacionado com a área necessária para criar o reservatório;</li> <li>• Provoca cheias a montante da barragem;</li> <li>• Converte ecossistemas terrestres em ecossistemas aquáticos;</li> <li>• Existe risco de colapsar;</li> <li>• Provoca o deslocamento de pessoas;</li> <li>• Diminuição da pesca a jusante;</li> <li>• Diminuição do transporte de sedimentos naturais a jusante.</li> </ul>

Os projectos de mini-hídricas não apresentam tantas desvantagens, principalmente a nível do ambiente. No entanto, o “output” eléctrico pode variar com as estações e a mudança no caudal dos rios e o custo do kWh é superior. A potência instalada varia entre 5 e 30 MW (Miller, 2006).

#### 4.2. Eólica

O vento é um dos recursos mais abundantes do nosso planeta. A energia eólica resulta da energia cinética do ar que se desloca por efeito das diferenças de pressão atmosférica entre regiões. Essas diferenças de pressão têm uma origem térmica e estão intimamente associadas à energia solar e aos processos de aquecimento das massas de ar, continentais e marítimas. O vento é usado pela humanidade há milénios como fonte de energia, para a navegação dos barcos à vela e para girar a mó dos moinhos.

As expectativas para o futuro são positivas. As previsões apontam que até 2020 mais de 10% do consumo mundial de electricidade sejam satisfeitos pela energia do vento.

Há muito que se sabe que Angola possui regiões com forte potencial para a produção de energia eólica, no entanto, ainda não se conhece o potencial eólico do país. Está em

desenvolvimento o estudo do potencial eólico do país, com realce para Benguela, Cabinda, Huambo e Namibe, que apresentam níveis eólicos aceitáveis para projectos do género. Os dados recentes são da província do Namibe.

Da avaliação energética feita durante o período de 1 de Junho de 2009 a 1 de Junho de 2010, na província do Namibe, a velocidade média do vento obtida por um sensor colocado a 40m de altura é de 5,20 m/s (MINEA, 2011).

A energia eólica produzida a partir da força dos ventos é abundante, renovável, limpa e disponível em muitos lugares. Essa energia é gerada por meio de aerogeradores nos quais a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que acciona um gerador eléctrico. A quantidade de energia transferida é função da densidade do ar, da área coberta pela rotação das hélices e da velocidade do vento.

A avaliação técnica do potencial eólico exige um conhecimento detalhado do comportamento dos ventos. Os dados relativos a esse comportamento, que auxiliam na determinação do potencial eólico de uma região, são relativos à intensidade da velocidade e à direcção do vento. Para obter esses dados, é necessário também analisar os factores que influenciam o regime dos ventos na localidade do empreendimento. Entre eles destacam-se o relevo, a rugosidade do solo e outros obstáculos distribuídos ao longo da região (Wikipédia, 2010).

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a  $500\text{w/m}^2$ , a uma altura de 50 metros, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7m/s a 8m/s (GRUBB; MEYER, 1993). Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7m/s, a uma altura de 50 m, em apenas 13% da superfície terrestre. Essa proporção varia muito entre regiões e Continentes.

A figura 4.2 mostra a evolução da potência eólica instalada no Mundo, entre 1996 e 2011

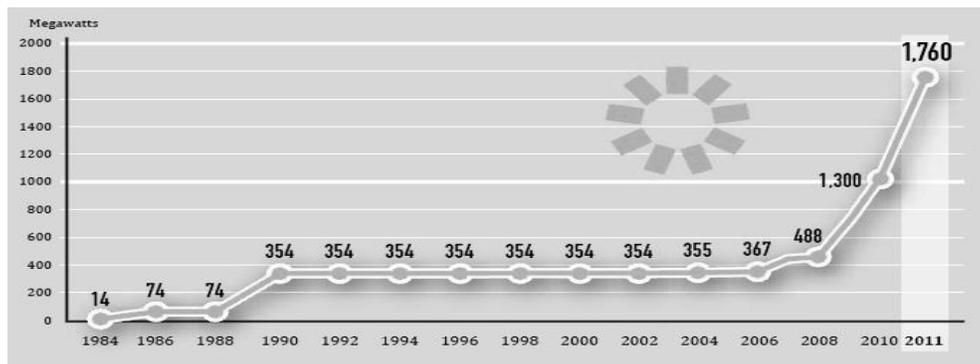


Figura 4.2 - Evolução da potência eólica instalada no Mundo (REN, 2012).

Quanto à aplicação dessa fonte de energia em Angola, a província do Namibe oferece vento suficiente para albergar os primeiros parques eólicos do país. A partir de 2012 serão implementados dois projectos de energia eólica, na Baía dos Tigres.

A empresa dinamarquesa Vestas, que é uma das maiores fabricantes de turbinas eólicas do Mundo, vai auxiliar o Governo angolano a montar parques eólicos em Angola. Actualmente, a Vestas opera em Cabo Verde, onde tem em curso um projecto semelhante ao que pretende instalar em Angola, e prevê apostar igualmente em Moçambique.

A província do Namibe oferece vento suficiente para albergar os primeiros parques eólicos do país. A partir de 2012, serão implementados dois projectos de energia eólica, na Baía dos Tigres.

A experiência dos dinamarqueses levou o Governo angolano a cooperar com a Vestas não só para a definição de localização dos futuros parques eólicos, mas também para a legislação do sector. Mas Mário de Graviria Forbían, Director-geral da Vestas em Portugal, anunciou que *“a legislação permitiria a entrada de mais investidores e a consequente regulação do sector”*. Futuramente o Governo lançará um concurso para o mapeamento dos ventos em todo o território nacional.

Para o Secretário de Estado da Energia de Angola, *“no futuro, os parques eólicos poderão ser uma boa solução para fornecer energia às zonas do interior do país”* (Exame, 2011). O Secretário referiu ainda que *“pensa instalar mais tarde sistemas de energias eólicas no Huambo e em Cabinda. Quanto a outros locais, tudo dependerá dos estudos de avaliação dos ventos, que serão feitos em função do protocolo assinado.”*

Apesar de ser uma fonte de energia renovável, existem algumas objecções sobre a energia eólica. Uma delas consiste na ideia que os geradores poluem esteticamente a paisagem. Outra objecção é a possibilidade de danificarem a fauna avícola, sobretudo a migratória, embora não estejam documentados casos genuínos deste tipo de impacto. No entanto, é importante sublinhar que este tipo de consequências é bem mais leve que as alternativas poluentes, que estas formas de energia substituem, e que tal facto deve também ser ponderado, se pretendermos salvaguardar o equilíbrio do planeta.

#### **4.2.1. Localização de zonas com potencial eólico em virtude da velocidade do vento com a altitude.**

Segundo os analistas, a energia do vento tem mais benefícios e menos prejuízos que qualquer outra das energias renováveis, de tal forma que hoje é reconhecida, como uma

energia vasta e benigna em termos ambientais que tanto pode fornecer electricidade como hidrogénio para células a custo menor (Miller, 2006).

A energia eólica apresenta potencialidade de garantir uma parte significativa da produção de electricidade nos próximos 20 a 30 anos se forem realizados os investimentos necessários (Santos, 2007). No entanto, existe uma limitação espacial onde se podem localizar os aerogeradores, e a aposta na eólica “offshore” depende do tipo de costa litoral e do investimento em tecnologia.

A tabela 4.3 lista as principais vantagens e desvantagens do uso da energia eólica como fonte de energia.

Tabela 4.3 – Vantagens e desvantagens do uso da energia eólica (GGEG, 2009).

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rede eléctrica moderada a elevada;</li> <li>• Elevada eficiência;</li> <li>• Custos moderados (instalação, manutenção, sistema de backup, ligação ao sistema de distribuição eléctrica);</li> <li>• Não existe emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera quando em laboração;</li> <li>• Construção rápida e em rápida expansão;</li> <li>• Projectos “on” e “off shore”;</li> <li>• Tecnologia desenvolvida;</li> <li>• O solo pode ser aproveitado para outras actividades (agricultura ou pecuária).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São necessários ventos constantes;</li> <li>• Sistemas de “backup” necessários quando o vento é fraco;</li> <li>• Os parques eólicos necessitam de grandes áreas;</li> <li>• Poluição visual;</li> <li>• Pode interferir nos voos migratórios das aves e provocar a morte a algumas destas;</li> <li>• Quando em locais remotas é necessário fazer a ligação ao sistema de distribuição eléctrica;</li> <li>• Não se conhecer forma de armazenamento da electricidade..</li> </ul>

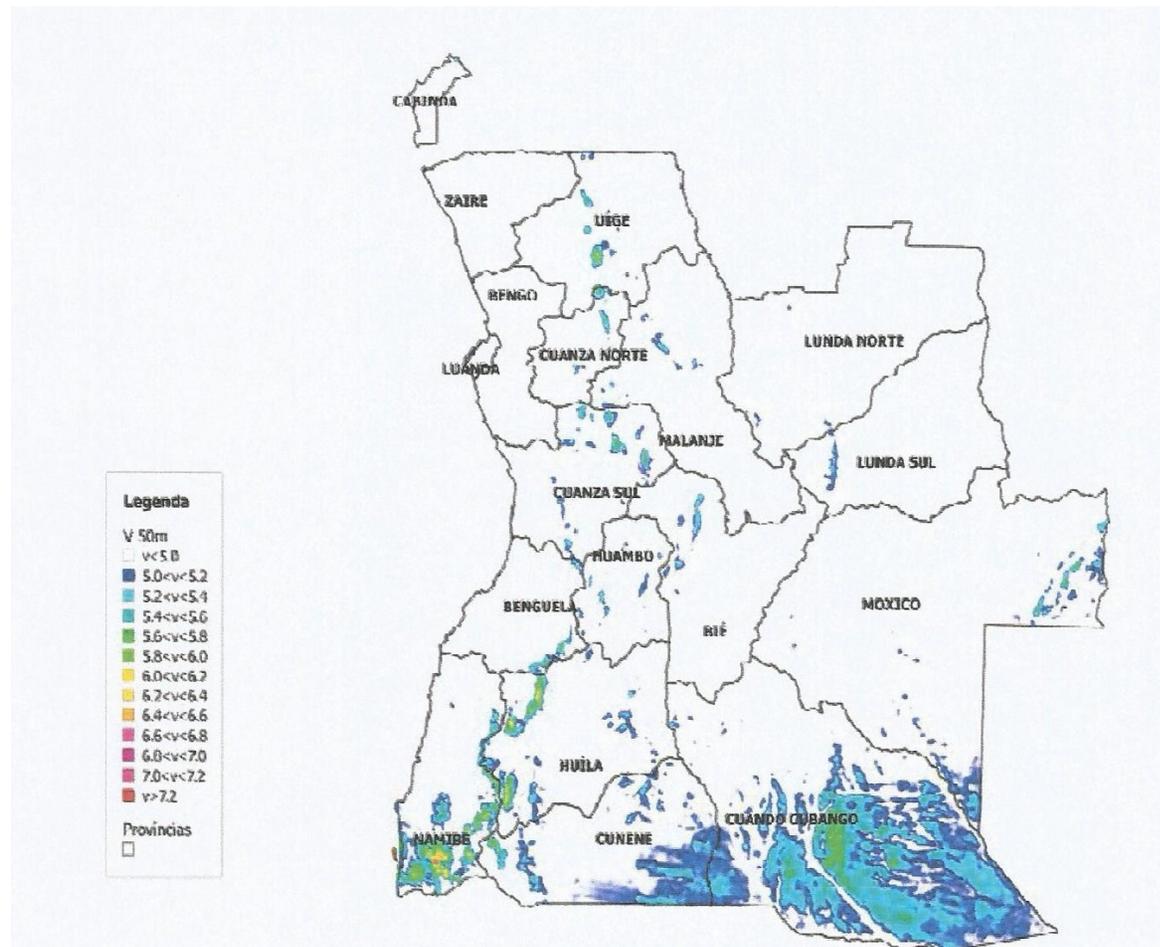


Figura 4.3 - Velocidade média anual do vento a 50 metros de altura (Ministério da Energia e Águas, 2013).

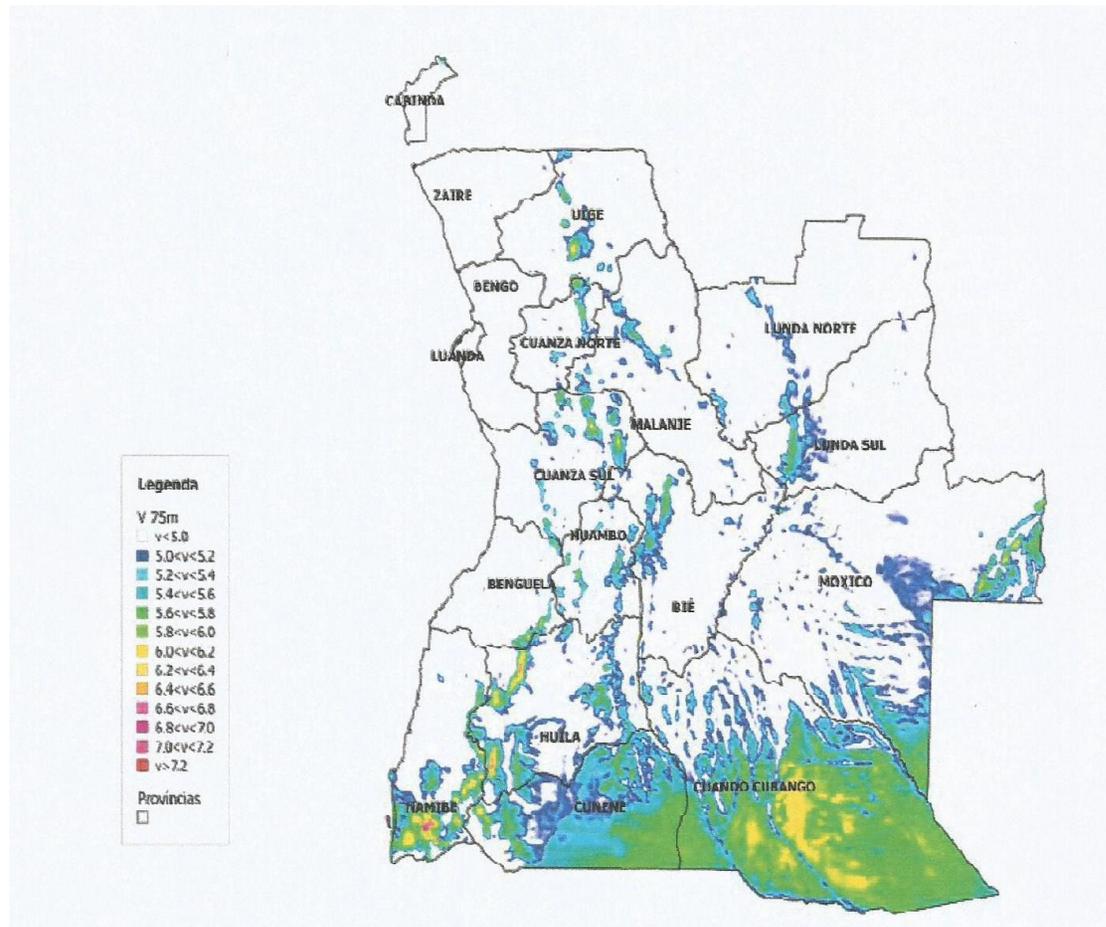


Figura 4.4 -Velocidade média anual do vento a 75 metros de altura (Ministério da Energia e Águas, 2013).

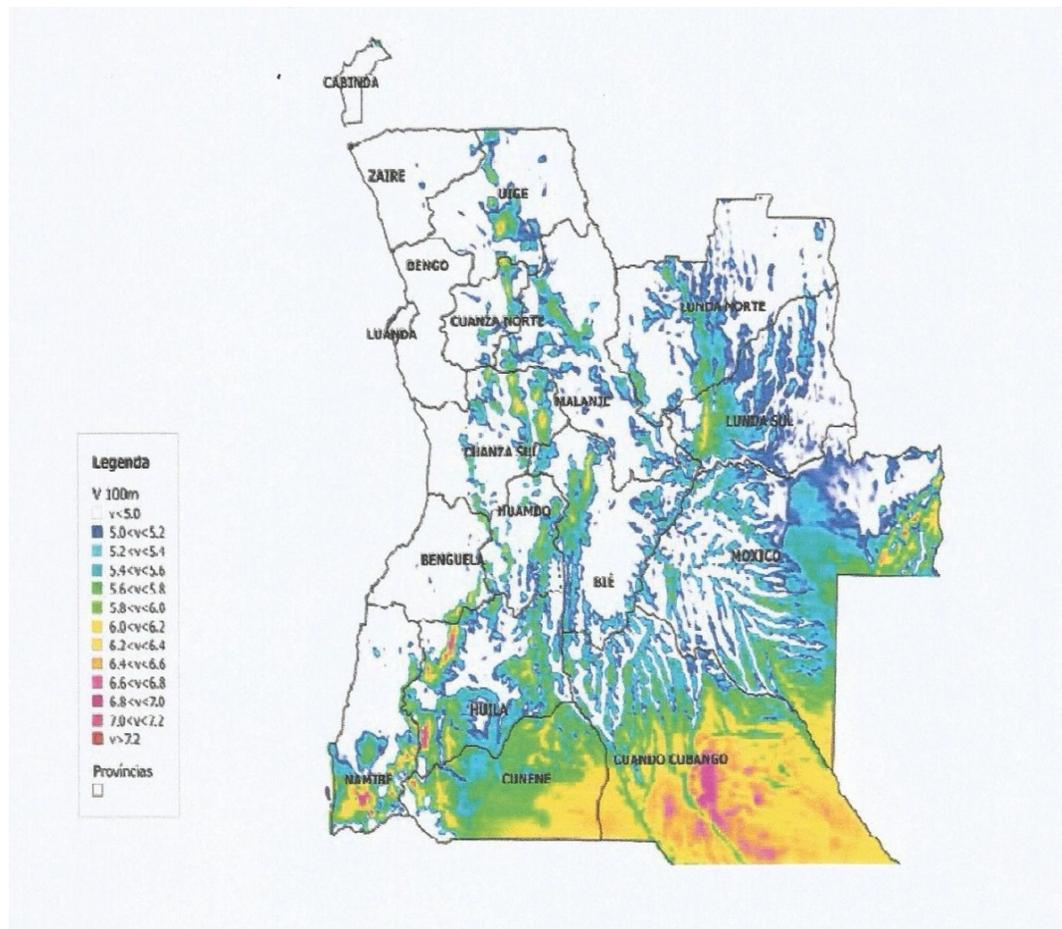


Figura 4.5 - Velocidade média anual do vento a 100 metros de altura (Ministério da Energia e Águas, 2013).

### 4.3. Solar

Desde sempre o sol é uma fonte de energia gratuita, abundante, permanente e renovável a cada dia. A energia solar pode ser aproveitada em diferentes níveis em todo o mundo. África tem um grande potencial, por ser um continente onde faz sol todo o ano na maior parte dos países. Consoante a localização geográfica, quanto mais perto do Equador, mais energia solar pode ser potencialmente captada.

Segundo Emílio Cometta *“a quantidade de energia solar que atinge a Terra em dez dias é equivalente a todas as reservas de combustível conhecidas”*.

A energia irradiada pelo sol em cada hora é a mesma energia que é usada nas actividades humanas durante um ano, cerca de  $4,6 \times 10^{20}$  J (Crabtree, 2007).

Angola está entre os países do mundo com melhores condições para aproveitar a energia solar, pois o país dispõe de um número elevado de horas de sol e poucos períodos de céu nublado, sendo por isso os níveis de radiação solar são bastante elevados.

Em Angola há muitos lugares de difícil acesso, que dificultam o serviço eléctrico via rede pública, podendo o fornecimento ideal local ser feito por meio de painéis fotovoltaicos. Estes sistemas permitem converter directamente a energia solar em energia eléctrica. No entanto criou-se o programa de aldeia solar que contou com duas fases. A primeira fase contemplou as províncias de Malanje, Bié, Cuando-Cubango e Moxico e a segunda fase beneficiou as províncias de Cunene, Huíla, Lunda Norte e Zaire em infraestruturas como escolas, postos médicos, postos policiais, jangos comunitários, residências administrativas e iluminação pública, conforme ilustram as tabelas 4.4 e 4.5 (MINEA, 2011).

Tabela 4.4 – Programa aldeia solar (1ª Fase) (MINEA, 2013 - 1ª Conferência Internacional sobre energia e águas).

INFRAESTRUTURA	PROVINCIA				TOTAL
	MALANGE	BIÉ	CUNDO CUBANGO	MOXICO	
ESCOLA	1	1	11	3	16
POSTO MÉDICO	3	2	4	3	12
POSTO POLICIAL	-	-	-	-	-
JANGO COMUNITÁRIO	-	-	-	-	-
RESIDÊNCIA ADMINISTRATIVA	1	1	5	8	15
TOTAL DE INFRAESTRUTURAS	5	4	20	14	43
ILUMINAÇÃO PÚBLICA	-	20	25	25	70

Tabela 4.5 - Programa aldeia solar (2ª Fase) (MINEA, 2013 - 1ª Conferência Internacional sobre energia e águas).

INFRAESTRUTURA	PROVINCIA				TOTAL
	CUNENE	HUÍLA	LUNDA NORTE	ZAIRE	
ESCOLA	6	4	4	6	20
POSTO MÉDICO	5	4	3	5	17
POSTO POLICIAL	3	3	3	-	9
JANGO COMUNITÁRIO	3	4	3	-	10
RESIDÊNCIA ADMINISTRATIVA	10	9	11	3	33
TOTAL DE INFRAESTRUTURAS	27	24	24	14	89
ILUMINAÇÃO PÚBLICA	30	40	30	60	160

Actualmente os sistemas solares fotovoltaicos (FV) são utilizados em várias aplicações, de que se destacam:

- Aplicações de grande potência (unidades ou dezenas de MW), como as centrais de produção descentralizada com ligação à rede;
- Aplicações de média potência (dezenas ou centenas de kW), como a electrificação rural, ou os sistemas domésticos ligados à rede, designadamente em telhados de habitações localizados em áreas desenvolvidas, urbanas ou rurais (microgeração);
- Aplicações de pequena potência (décimas ou unidade kW), como os sinais rodoviários, telefones de emergência, relógios ou calculadoras, etc.

Electricidade solar ou energia fotovoltaica consiste, como o nome indica, na produção de energia eléctrica a partir da radiação solar. Deve pois ser distinguida da produção de outras formas de energia, em particular o calor, a partir da radiação solar – que é chamada energia solar térmica. O valor médio da energia solar anual no plano horizontal, que incide em Angola é de 6420kWh/m<sup>2</sup>/dia (MNEA, 2011). Sendo um país tropical, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território angolano, particularmente nas províncias do Namibe, Cunene e Cuando - Cubango. O país dispõe, no seu território, de um número médio anual de horas de sol entre 5800 a 6300 horas, no seu. Pode comparar-se este valor a Portugal, um país que também dispõe de excelentes condições de radiação solar, pelo facto de possuir aproximadamente 2200 a 3000 horas de sol por ano no seu território nacional continental. O número médio anual de horas de sol de Angola é superior ao de Portugal. Segundo dados do INAMET (Instituto Nacional de Meteorologia) de Angola, o óptimo de radiação do País é de 18º (Inclinação a 90º).

Na figura 4.6 pode ver-se a quantidade de energia que se distribui de norte a sul de Angola em termos de radiação solar, o que faz do aproveitamento da transformação da energia solar em energia eléctrica numa alternativa muito atraente e vantajosa.

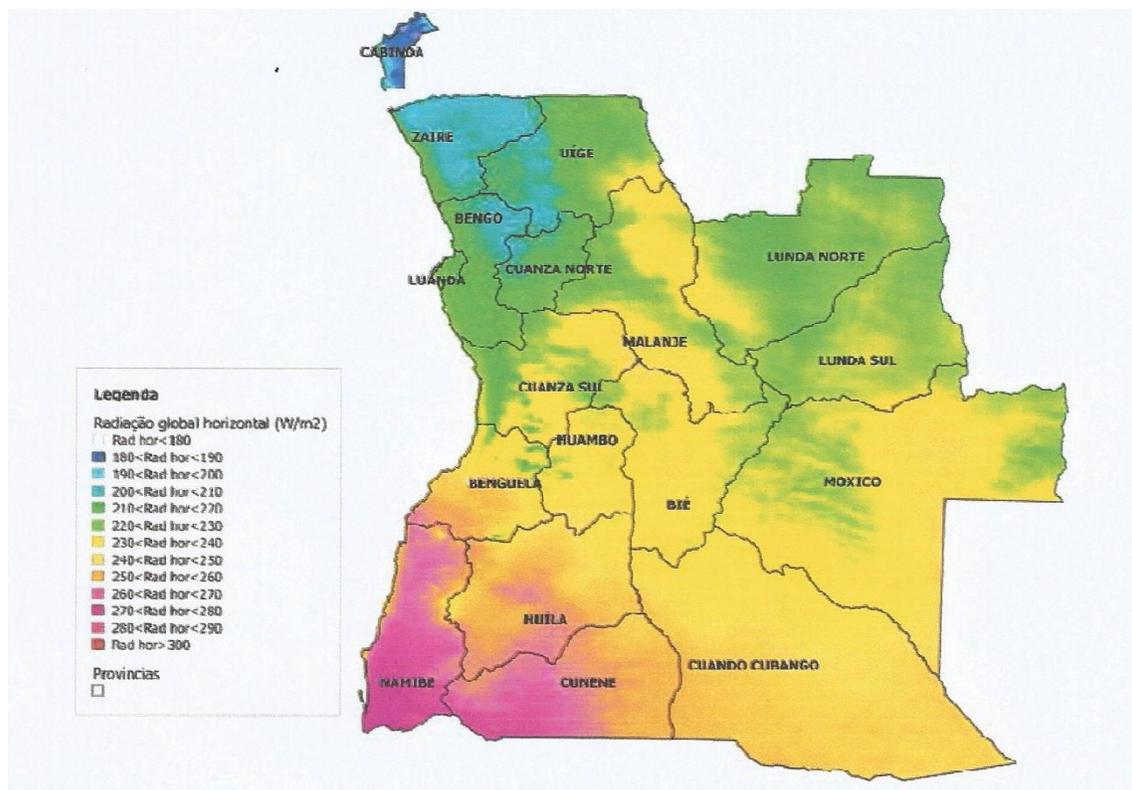


Figura 4.6 - Distribuição da radiação solar média em Angola (MINEA, 2013).

Não obstante, a pluviosidade por vezes muito densa, a insolação alcança percentagens superiores a 50% de média anual. A maior insolação verifica-se nos meses de Novembro e Dezembro.

Os valores referidos vêm confirmar o potencial que Angola possui no que diz respeito ao aproveitamento da energia solar, quer recorrendo a sistemas passivos ou sistemas activos para produção de energia.

João Talone, ex-presidente da Energias de Portugal (EDP) e actual presidente da Iberwind num encontro organizado pelo Banco Millennium Angola, em Luanda, discursando sobre o potencial da Tecnologia Solar no Sistema Eléctrico de Angola, sublinhou que Angola “ (...) tem do melhor potencial solar existente a nível mundial, por causa dos dois “cordões” mundiais de alto potencial solar que passam também pelo país. Trata-se do paralelo que atravessa o sul dos Estados Unidos, o Norte de África e Arábia Saudita e o paralelo a sul do

*Equador, que atravessa o deserto chileno, o nordeste brasileiro, Angola e o corredor sul-africano e vai até Moçambique, passando também pelas áreas do deserto australiano”* (Jornal de Angola, 2010).

A utilização da energia solar ajudará a diminuir a procura energética que na maior parte dos casos sobrecarrega a rede normal da ENE causando em muitos casos a quebra no fornecimento de energia eléctrica. Também pode contribuir para electrificar o país, particularmente nas zonas rurais, ou aquelas áreas de difícil acesso, que não podem ser conectadas com os principais centros de energia eléctrica, ou por dificuldades técnicas ou económicas não seja possível transportar as linhas de transmissão da energia produzida.

Apesar do exposto anteriormente sobre o sistema foto voltaico, que é o mais adequado para Angola, a tabela 4.6 faz referência de algumas vantagens e desvantagens que o mesmo apresenta.

Tabela 4.6 – Vantagens e desvantagens do uso da energia foto voltaica (Miller, 2006).

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rede eléctrica moderada;</li> <li>• Impacto ambiental moderado;</li> <li>• Não existe emissão de CO<sub>2</sub>;</li> <li>• A construção realiza-se entre 1 a 2 anos;</li> <li>• Custos reduzidos com sistema de backup de turbinas a gás natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa eficiência;</li> <li>• Custos elevados;</li> <li>• Ser intermitente;</li> <li>• Necessita dum sistema de “backup” ou de armazenamento;</li> <li>• Requer luz solar a maior parte do período de elaboração;</li> <li>• Uso do solo elevado;</li> <li>• Pode provocar distúrbios em áreas desérticas.</li> </ul>

Apesar das desvantagens e limitações apresentadas, a energia solar fotovoltaica pode tornar-se competitiva caso seja possível baixar os custos de produção dos painéis e aumentar a sua eficiência por meio do investimento em investigação e desenvolvimento (Duarte Santos, 2007).

Em vez de se apostar nas grandes centrais foto voltaicas que provocam impactos ambientais e cuja eficiência é moderada, é preferível apostar nas células foto voltaicas em pequena escala (figura 4.7). Estas podem ser colocadas nos telhados das casas já existentes ou implementados em casas que são construídas de raiz e, mais recentemente, em janelas (Miller, 2006).

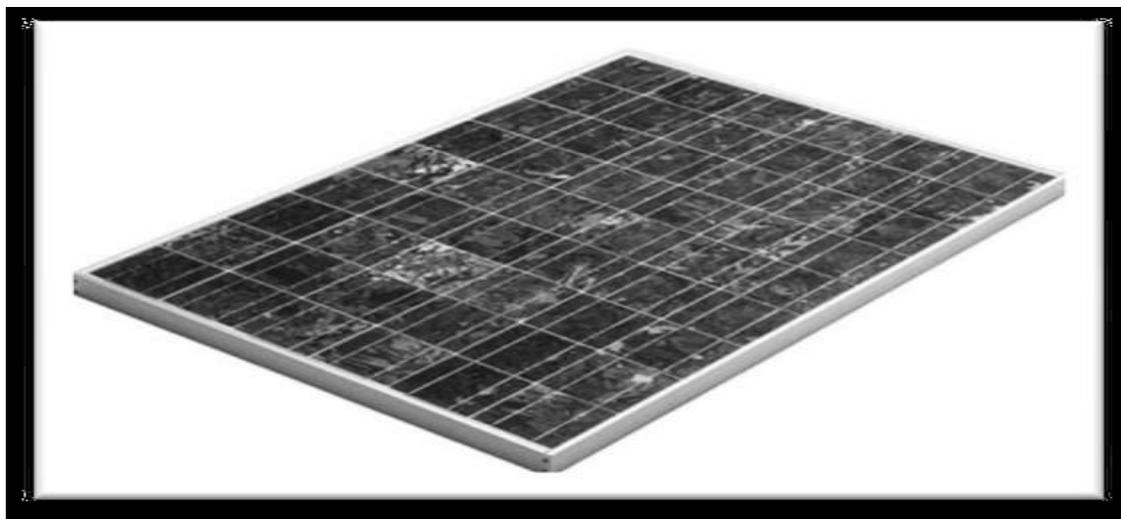


Figura 4.7 - Célula solar fotovoltaica (Miller, 2006).

## **5. Barragens em Angola - Breve descrição**

### **5.1. Barragens - Revisão bibliográfica**

Desde os primórdios da civilização, a água sempre foi um bem fundamental e preocupações em como disponibilizar este bem para o consumo humano sempre estiveram presentes na sociedade. Neste capítulo será apresentado um breve histórico das barragens já construídas pela humanidade. Além disso, serão realçados alguns tipos de barragens existentes na actualidade.

#### **5.1.1.Histórico**

As primeiras obras hidráulicas provavelmente foram executadas antes que o homem fosse homem, Homo Sapiens. Tais quais os castores e outros seres construtores, o homem primitivo já se envolvia com obras hidráulicas. Mas eram oriundas mais de uma inteligência instintiva, do que fruto de reflexão. Muitos conceitos erróneos e a falta de transmissão do conhecimento, dentre outros, foram factores que limitaram a evolução científica da hidráulica durante todo período, desde a Antiguidade até o Renascimento. É claro que vários outros factores histórico-tecnológicos reforçaram esta limitação (Pereira et al, 1994).

Para Costa e Lança (2001), as primeiras barragens surgiram da necessidade de armazenar as águas das chuvas de modo a poder utilizá-las durante a época de seca. Esses autores também citam registos de barragens antigas. Segundo eles, a primeira de que se tem registo foi construída na Caldeia, no rio Tigre. Outra barragem muito antiga foi construída no rio Nilo. Na Índia é incontável a quantidade de barragens. Quando os ingleses ocuparam a Índia encontraram, só no estado de Madrastra, milhares de barragens de pequeno porte, todas destinadas à irrigação. Na ilha de Ceilão, quando os Portugueses lá desembarcaram, encontraram mais de 700 barragens. Os árabes na Península Ibérica construíram centenas de barragens para guardar água para irrigação.

#### **5.1.2.O plano do Cunene**

A pedido da república da África do Sul e invocando o acordo de 1926 para regular o uso da água do rio Cunene, iniciaram-se em 1962 conversações tendo em vista o fornecimento da água e de energia eléctrica ao Sudoeste africano, durante as quais Portugal entendeu dever sustentar a convivência de se estabelecer um acordo de princípios, aplicável a todos os rios de interesse comum. (Moreno, 1974).





três unidades de aproveitamento de cursos de água durante a década de 1970, nomeadamente a barragem do Gove, a unidade de aproveitamento hidroeléctrico de Ruacaná, localizada na Namíbia, aproximadamente a 170 km a montante da localização proposta para Baynes e a unidade de aproveitamento hidroeléctrico de Calueque, que facilita o fornecimento de água as zonas norte da Namíbia (Sanches, 1999).

No tocante à barragem de Gove, o Governo Sul-africano concordou com a sua construção imediata, a fim de melhorar a produção da central de Matala e dar início à rega e ao abastecimento de água às populações e aos animais no médio Cunene, e comprometeu-se a participar no financiamento das obras referentes à função de regularização, excluindo as despesas com obras destinadas à produção de energia eléctrica (Sanches, 1999).

Quanto às obras a realizar no Calueque e atendendo à sua natureza humanitária, o Governo português concordou com a construção e exploração imediatas pela África do Sul das instalações de bombagem e derivação de água do Cunene para abastecimento da população e animais (Sanches, 1999).

Ficou acordado que o aproveitamento hidroeléctrico do Ruacaná seria uma infra-estrutura totalmente sul-africana. Para a produção de energia, as autoridades sul-africanas teriam um uso perpétuo e exclusivo do escoamento do Cunene regularizado pelas barragens previstas para a primeira fase do acordo, desde o limite superior da albufeira criada pelo açude de derivação do Ruacaná até à parte inferior desta queda (Moreno, 1974).

Nos finais da década de 1980, a SWAWEK (agora NamPower) fez previsões acerca da crescente necessidade energética na Namíbia e começou a considerar a construção de um aproveitamento hidroeléctrico na zona de Epupa. Em 1991, os governos da Namíbia e de Angola concordaram em avançar com pesquisas técnicas e ambientais detalhadas, sendo que os estudos foram iniciados em 1992 (BID, 2013)

Entre 1995 e 1998, a NamAng empreendeu estudos completos de viabilidade e um estudo de impacte ambiental, para o Projecto Epupa. Durante o estudo, todas as possíveis áreas para o aproveitamento hidroeléctrico ao longo do Cunene, a jusante do Ruacaná, foram investigadas, tendo acabado por ser seleccionadas as áreas de Baynes e Epupa por serem as mais viáveis a nível técnico (BID, 2013).

## **5.2. Barragens de gravidade**

As barragens de gravidade apresentam como subgrupos mais importantes os seguintes:

- Barragens de Gravidade convencionais em betão (figura 5.3)

- Barragens de Gravidade em BCC (Betão Compactado com Cilindro)



Figura 5.3 - Barragem do Biópio-Benguela (Arquivo pessoal, 2014).

As barragens de gravidade são, basicamente, estruturas sólidas de betão que asseguram a sua estabilidade contra as acções com base na forma geométrica adoptada em projecto e no peso próprio da estrutura.

São geralmente construídas segundo um alinhamento recto do coroamento, podendo aparecer soluções ligeiramente curvas, com o propósito de se encaixarem na topografia existente no local de implementação.

As barragens em betão convencional são caracterizadas pelo uso de betões aplicados de forma tradicional exigindo um adequado estudo dos materiais e tecnologias empregues e da sua mistura. (Fernando E. G. Quintas, 2003).

Fernando (2003), afirma que as barragens em BCC, diferem das barragens convencionais nos seguintes aspectos:

- Processo construtivo;
- Na composição e mistura dos betões;
- Nos detalhes das estruturas que a integram.

As barragens em BCC constituem uma tecnologia nova quando comparada temporalmente com as barragens de betão convencional. Têm vantagens económicas devido à rápida colocação em obra do betão, usando técnicas construtivas similares às que são empregues na execução de barragens de aterro.

### 5.3. Barragens em arco

Relativamente às barragens em arco pode afirmar-se que os últimos desenvolvimentos de projecto e análise de tensões estão patentes nestes tipos de barragens dado serem estruturas curvas dotadas de uma grande esbelteza.

O volume de betão utilizado na sua construção, quando comparado com uma barragem de gravidade, é substancialmente inferior. Por outro lado, a exigência na qualidade das fundações é consideravelmente superior.

A figura 5.4 apresenta um exemplo de uma barragem em arco.

As barragens em arco são geralmente divididas em três tipos:

- Barragens em arco de raio constante;
- Barragens em arco de raio variável;
- Barragens em abóbada.



Figura 5.4 - Barragem de Cambambe (Pedro Manso - Stucky S.A).

As barragens em arco de raio constante apresentam o paramento de montante vertical, com um raio de curvatura constante.

As barragens de raio variável apresentam dois paramentos(montante e jusante) com arcos de raio variável.

Quando uma barragem é de dupla curvatura, isto é, tem curvatura nos eixos vertical e horizontal, é classificada como uma barragem em abóbada. São barragens de execução complexa (figura 5.5).

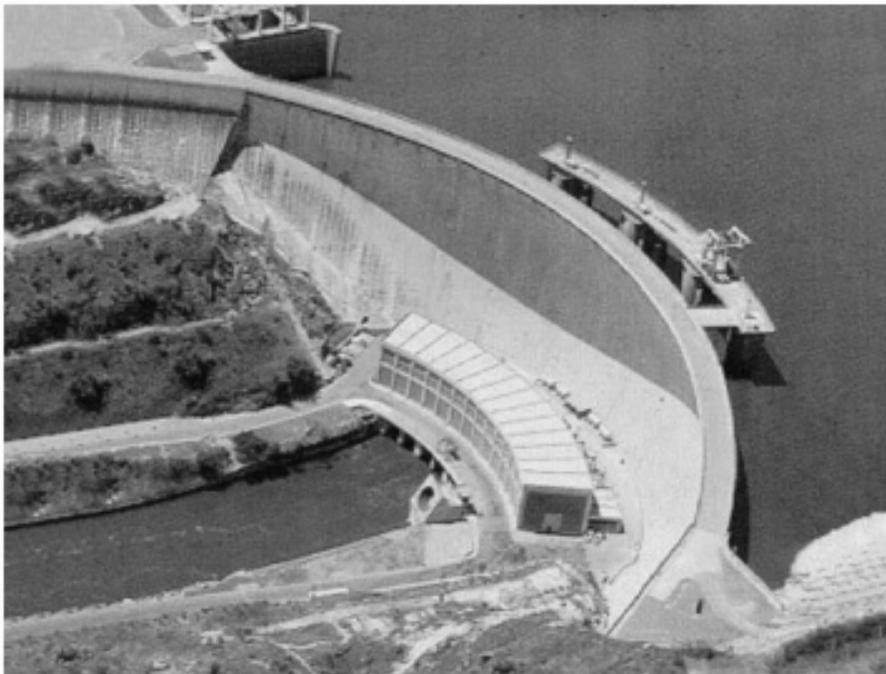


Figura 5.5 – Barragem de Funil – Estrutura de dupla curvatura (Azevedo, 2005).

#### 5.4. Barragens de contrafortes

As barragens de contrafortes (figura 5.6) foram inicialmente desenvolvidas com o objectivo de armazenar água em regiões onde os materiais eram escassos e onerosos, mas em que a mão-de-obra local era abundante e barata.



Figura 5.6 – Barragem de contrafortes (Eletrobrás, 2000).

As barragens de contrafortes tinham como finalidade abastecer redes de rega e minas. À medida que as concepções de barragens foram ficando mais sofisticadas, as virtudes e fraquezas das barragens de contrafortes tornaram-se visíveis. Podem destacar-se alguns exemplos:

- a pressão da água no paramento inclinado de montante aumenta a estabilidade da barragem;
- com drenagem livre nas fundações entre os contrafortes, o levantamento pela base fica consideravelmente reduzido;
- salvo se o material de fundação for erodível, pequenas infiltrações de água não põem em risco a segurança da barragem;
- a quantidade de materiais necessária não é considerável, mas a exigência de mão de obra altamente qualificada aumenta substancialmente os custos;
- em barragens com desenvolvimento longitudinal apreciável, a distribuição dos esforços nos contrafortes é complexa;
- existem já conhecimentos suficientes que permitem a aplicação de pré-esforço nos contrafortes, o que, colabora na melhoria da estabilidade.

### **5.5. Barragens de aterro**

As barragens de aterro normalmente são divididas como:

- Barragens de terra;
- Barragens de enrocamento;
- Barragens mistas de terra e de enrocamento.

Para Fernando Geraldês (2003), as barragens de terra são basicamente estruturas trapezóides, homogêneas ou zonadas. A estrutura tem que assegurar:

- uma impermeabilização tal que impeça a perda de água através do maciço da barragem;
- o projecto deve garantir a respectiva estabilidade;
- o talude a montante deve ser protegido contra ondas;
- o paramento de jusante deve assegurar longevidade sob a acção das condições climáticas existentes no local de implantação;

- devem existir dispositivos na fundação que ajudem a impedir a percolação da água, bem como uma drenagem eficaz que proteja a barragem das subpressões;
- controlo dos assentamentos da barragem ao longo do tempo.

As barragens de enrocamento, são definidas pela Internacional Commission on Large Dams (ICOLD), como barragens de aterro que dependem da rocha para assegurar primariamente a sua estabilidade.

Para Geraldtes (2003), as barragens de enrocamento devem conter uma zona impermeável no seu núcleo, formada por solos e filtros em material granular, que representam um volume considerável da barragem.

Uma barragem de enrocamento representa geralmente uma barragem que apresenta mais de 50% de material permeável compactado ou descarregado (enrocado).

As barragens mistas terra/enrocamento (figura 5.7), como o nome indica são variações dos tipos de barragens de aterro já apresentadas.



Figura 5.7 - Barragem do Gove (COBA, 2011).

As condicionantes que determinam a escolha de barragens deste tipo dependem essencialmente da natureza e da quantidade dos materiais naturais disponíveis “in situ” para executar o corpo da barragem.

## **6. Os aproveitamentos hidroelétricos no rio Cuanza**

### **6.1. O rio Cuanza**

O rio Cuanza nasce em Mumbué, do Chitembo, Bié, no planalto central de Angola. O seu curso de 960 km desenha uma grande curva para Norte e para Oeste, antes de desaguar no Oceano Atlântico, na Barra do Cuanza, a Sul de Luanda.

É no maior afluente do Cuanza, o rio Lucala, que se encontram as grandes quedas de Calandula. O rio dá o seu nome a duas Províncias de Angola-Cuanza Norte, na sua margem Norte, e Cuanza Sul, na margem oposta.

#### **6.1.1. Caracterização da bacia hidrográfica**

Com uma bacia hidrográfica de 152 570 Km<sup>2</sup>, o Cuanza é navegável por 258 km desde a foz até ao Dondo.

Castanheira Diniz, um notável agrónomo de Angola, dividiu a bacia hidrográfica do rio Cuanza em 4 bacias parcelares ou sub-bacias: Alto-Cuanza, Lucala, Médio Cuanza e Baixo Cuanza.

A primeira sub-bacia (Alto-Cuanza) está compreendida entre as nascentes (Mumbué, Catota) e salto de cavalo abrangendo uma área de 105 640 Km<sup>2</sup>o corresponde a 69% da bacia total. O Alto-Cuanza é verdadeira “caixa de água” do rio. Chove abundantemente, com invernadas com mais de um mês ininterrupto; em determinadas áreas arenosas situadas nos altos, o solo fica saturado e o nível freático atinge a superfície, formando as “anharas húmidas” que são riquíssimos “volantes hidrográficos” que regulam cheias e mantêm os caudais de base (que circulam na estação seca) bastante elevados. A densidade de drenagem é altíssima com mais de 3 km/km<sup>2</sup>.

No Alto-Cuanza a temperatura média máxima é de 26°C, raramente atingindo os 30°C. O inverno (Maio a Setembro) é frio e seco com temperatura média mínima de 13°C. O verão (Outubro a Abril) é quente e chuvoso.

A figura 6.1 faz referência às bacias parcelares do rio Cuanza:

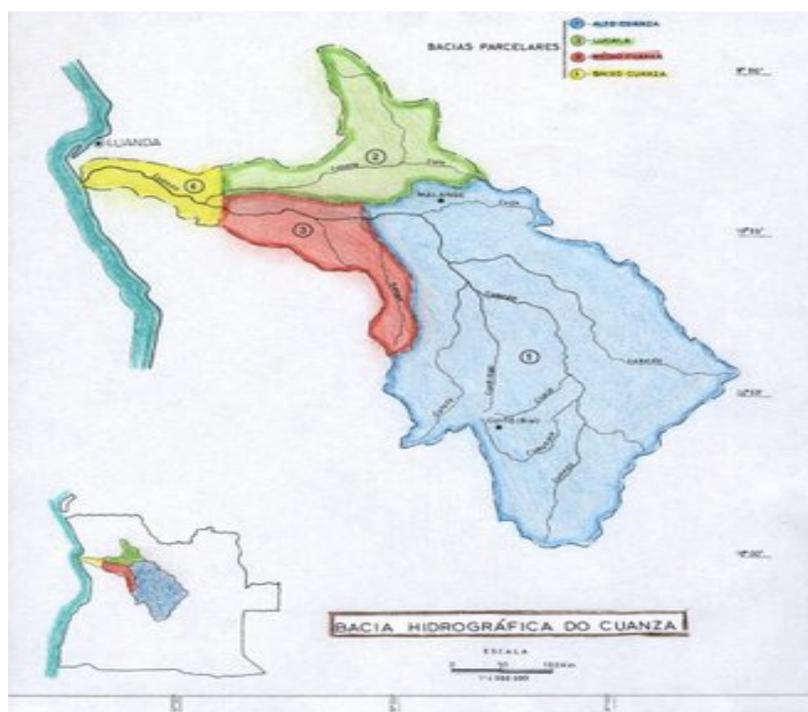


Figura 6.1 - As bacias parcelares do rio Cuanza (Castanheira Diniz, 2002).

### 6.1.2. Recursos hídricos

A análise da situação actual na alocação da água em Angola não denota a existência de claros conflitos entre os vários utilizadores da água, mas o grande incremento previsível da produção hidroelétrica, da irrigação e a hipótese de implementação de grandes indústrias consumidoras de água e de energia, fazem prever futuras situações de conflito no uso de água, que deverão ser equacionadas antecipadamente, de modo a localizar adequadamente os futuros investimentos (MINEA, 2013).

Com a aprovação em 6 de Junho da lei de águas de 2002 e com a criação do Instituto Nacional de Recursos Hídricos, dá-se o início ao processo de desenvolvimento institucional e normativo, para uma melhor gestão dos recursos hídricos (MINEA, 2013).

Da análise do balanço entre os recursos e as necessidades de água das unidades hidrográficas, dos indicadores de disponibilidade, podem-se tirar as conclusões de que o rio Cuanza possui de um potencial hídrico bastante elevado, sendo um rio com escoamento impetuoso, apresentando quedas de água. Presentemente observa-se um índice de utilização relativamente baixo do seu potencial. O índice de potencial do Baixo Cuanza (ligeiramente superior a 4 000 m<sup>3</sup>/ano.hab.) é consideravelmente mais baixo do que o Alto e

Médio Cuanza (IP >10 000 m<sup>3</sup>/ano.hab.). Nestas unidades, a curto prazo, os recursos hídricos são suficientes para responder aos consumos actuais para 2017 (MINEA, 2013).

## 6.2. Caracterização geológica

Em função da dimensão da bacia, que é de 152 570 Km<sup>2</sup>, far-se-á caracterização em secções diferentes (Alto Cuanza, Médio Cuanza e Baixo Cuanza).

Na nascente (Alto Cuanza), o relevo é predominantemente ondulado suave a aplanado. Contudo situações de ondulado moderado e mesmo, embora restritamente, de ondulado forte. Apresenta uma geologia generalizada com cobertura de sedimentos quaternários e terciários. Raros afloramentos rochosos postos a descoberto pela incisão dos rios ou junto à base dos relevos escarpados que delimitam a SW, as aplanagens Setentrionais (Aguiar e Diniz, 1998).

Na região do Médio Cuanza estão localizados os aproveitamentos hidroelétricos de Capanda e Cambambe, bem como a barragem de Laúca que está em construção. A geologia da região está bem definida pelos estudos realizados por ocasião das investigações geológico-geotécnicas realizadas no âmbito da construção da barragem de Capanda (Sondotécnica, 2006).

A área está situada numa região de grande complexidade geotectónica marcada pela presença de extensas falhas profundas continentais, as quais individualizam as seguintes estruturas de grande porte:

- O “Horst” (bloco mais elevado de um sistema de falhas) do Cuanza abrange a extremidade noroeste da área do Pólo, sendo representado pelas rochas do Arcaico Inferior, com idade superior a 3.000 milhões de anos;
- A depressão do Lutete (“RiftValey”) ao sul do “Horst” do Cuanza abrange as partes centrais e o nordeste da área e é representada pelas rochas do Supergrupo Congo Ocidental, do Proterozóico Superior (570 a 1.650 milhões de anos), especialmente pelo Grupo Xisto Calcário, que se assenta directamente sobre as rochas do Arcaico;
- A placa Precâmbrica do Congo, situada imediatamente ao sul da unidade anterior, que abrange a maior parte da área de interesse do Pólo, representada pelas rochas do Grupo Xisto Gresoso do Proterozóico Superior.

Na região encontram-se predominantemente rochas de idade arqueana e de proterozóica superior, merecendo ser destacada a reduzida participação de rochas intrusivas, nas

sequências aí presentes. No embasamento arqueano, predominam as ocorrências de rochas gnaissicas, compreendendo a unidade litoestratigráfica denominada de Grupo Superior.

O Proterozóico Superior está dividido em duas unidades de rochas xistosas, chamadas de Grupo Xisto Gresoso e de Grupo Xisto Calcário, os quais integram o Supergrupo Congo Ocidental. Ocorrem ainda corpos de rochas intrusivas de características alcalinas, também pertencentes ao Proterozóico Superior (Sondotécnica, 2006).

Para Aguiar e Diniz (1998) o Baixo Cuanza, pertence à faixa litorânea; nesta zona afloram formações que datam do Cretácico inferior até aos tempos actuais.

Na bordadura interior, em contacto com o complexo cristalino, as formações sedimentares iniciam-se por uma série greso-conglomerática, a que se seguem formações de calcários sublitográficos, Oolíticos e dolomíticos, materiais esses do Cretácico inferior.

Ao Mesocretácico são atribuídas rochas de fácies diversas, gresosa e dolomítica, a que se seguem camadas marinhas de calcários margosos e margas.

O Neocretácico surge com grande representação e inicia-se por um conjunto de camadas greso-calcárias ou greso-dolomíticas, as quais se sobrepõem margas siltosas micáceas, com intercalações finais de calcários, a que se seguem novas formações margosas.

Ao Paleocénico e Eocénico inferior correspondem margas calcárias com intercalações de calcários finos, por vezes com o aspecto de cré, podendo ser silicificados; o Eocénico médio e superior está representado por margas calcárias silicificadas, sendo o topo constituído por um banco de plaquetes silicificadas, muito típicas.

Seguem-se formações margosas e argilosas do Oligo-Miocénico, que tem grande representação na região intermédia da Bacia.

As formações do Miocénico estão constituídas pela alternância de camadas calcárias, greso-calcárias, arenosas e margosas, iniciando-se por um calcário detrítico e acabando num nível, que permanece horizontal, de um conglomerado conquífero.

Surgem por fim a cobertura das areias Plistocénicas, que encontram a sua máxima expressão nos platós de Luanda e Quissama.

Na actualidade, existem zonas de sedimentação fluvial ao longo dos principais rios.

### 6.3. Caracterização dos aproveitamentos hidroelétricos

Já foi exposto anteriormente que o rio Cuanza apresenta uma das bacias mais importantes de Angola com cerca de 152 570 km<sup>2</sup>. Os projectos de aproveitamento das potencialidades hidro-energéticas do Cuanza estão localizados no curso médio do Cuanza (figura 6.2) constituída por nove barragens (Projecto Capanda-GOM, 2003), das quais já estão construídas duas (Cambambe e Capanda), que estão em obras para o aumento da potência eléctrica instalada.

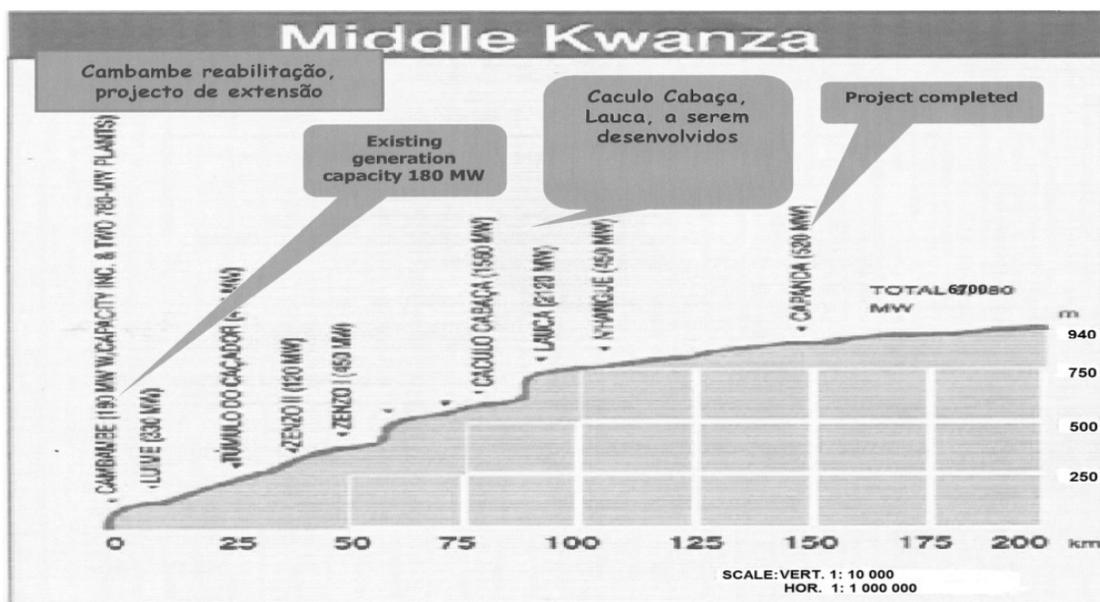


Figura 6.2 - Projectos hidro-energéticos (Adaptado de MINEA, 2012).

O aproveitamento hidroelétrico de Cambambe encontra-se situado a cerca de 180 km a sudoeste da cidade de Luanda e a 15 km de distância da cidade do Dondo. Foi inicialmente planeado e construído para um desenvolvimento faseado. As obras tiveram início em 2011 e têm como previsão de término Dezembro de 2015 (Coba, 2011).

Neste momento está em curso a fase II do projecto, que inclui a construção da Central de Cambambe II. As obras da fase II estão divididas em duas empreitadas: obras de construção civil (Central 2) e equipamentos electromecânicos (fornecimento e montagem).

A Central II é subterrânea e terá uma potência instalada da ordem de 700 MW. Inclui a construção das seguintes componentes principais:

- Uma nova tomada de água e túnel de adução;

- Uma central, os grupos geradores, os transformadores, subestação, e sistemas auxiliares; túnel de acesso e edifício de comando;
- Um túnel de restrição e descarga a jusante.

O aproveitamento hidroelétrico de Capanda situa-se aproximadamente a 950 metros acima do nível do mar, sendo sua posição geográfica de 9° 47'72''S e 15° 28'01''E. É uma das maiores obras civis implementadas no País.

O projecto de construção da barragem começou em Setembro de 1982, quando foi criado um consórcio formado pelas empresas Technopromexport, da Rússia, e Odebrecht do Brasil, que assinaram com o governo Angolano o contrato para a construção do empreendimento (Wikipédia, 2011).

As obras em Capanda tiveram início em Fevereiro de 1987 com a desmatação. Em Novembro de 1992 houve uma primeira paralisação, decorrente do agravamento da situação militar na região, tendo as obras ficado paralisadas durante cerca de 5 anos.

As obras recomeçaram em Julho de 1997, mas voltaram a ser suspensas em Janeiro de 1999 por razões apontadas anteriormente, permanecendo paralisadas durante um ano. Em Janeiro de 2000 foram retomados os trabalhos, e em 22 de Agosto de 2002 iniciou-se o enchimento da albufeira que ocupa uma área de 165 km<sup>2</sup>. Em 10 de Janeiro de 2004, dezassete anos depois, a barragem começou a produzir energia eléctrica que abastece a cidade de Luanda (Wikipédia, 2010).

O aproveitamento hidroelétrico de Laúca situa-se a cerca de 47 km a jusante do aproveitamento hidroelétrico de Capanda em exploração, e tem como objectivo principal a produção de energia eléctrica.

O aproveitamento é constituído por uma barragem de betão compactado com cilindro (BCC), um circuito hidráulico principal subterrâneo e uma central hidroelétrica subterrânea com uma potência de 2004 MW e uma central do tipo pé de barragem com uma potência de 65,5 MW.

### **6.3.1. Barragem de Laúca**

- Tipo: Betão compactado com cilindro (BCC), perfil gravidade.
- Altura: 132 metros.
- Comprimento de coroamento: 1075 metros.

- Volume total do betão: 2 750 000 m<sup>3</sup>.
- Capacidade da albufeira: 5 482 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.
- Caudal de dimensionamento do descarregador de cheias: 10 020 m<sup>3</sup>/s.
- Descarregador de cheias: soleira, com 3 comportas tipo segmento com 15 metros de largura.
- Descarga de fundo: conduta de secção rectangular com 6,8 metros de largura e altura variável, com 117,8 metros de comprimento, totalmente blindado (800 m<sup>3</sup>/s).

## **7. Produção, distribuição e consumo de energia hídrica e sua importância em Angola.**

Existem em Angola cerca de 10 centrais hidroeléctricas e há potencial para a construção de cerca de 150 centrais deste tipo, excluindo as centrais de mini e micro produção (Reegle Angola, 2009).

A electricidade é um factor determinante no desenvolvimento de uma sociedade e, é por isso, um bem essencial que todo o cidadão tem direito a usufruir; propicia o desenvolvimento económico e humano e condiciona os mais diversos aspectos da vida dos indivíduos e comunidades, ou seja, o seu acesso têm influência no bem-estar das pessoas e dos povos. Entre as suas inúmeras aplicações, a electricidade é imprescindível, por exemplo, para a mobilidade, a climatização, a iluminação, em sectores como a indústria, a saúde, a agricultura, no sector doméstico e de lazer (Dombaxe, 2011)

Em termos energéticos, Angola possui diversidade e quantidade. Além de possuir inúmeros jazigos de petróleo, detém um potencial hidroeléctrico notável e reservas de gás natural. Porém, o sector eléctrico de Angola não reflecte as riquezas energéticas que o país possui. Apenas uma pequena parte da população (26%) tem acesso à energia eléctrica e o serviço é geralmente pouco regular, as falhas de energia são constantes. Por isso, melhorar o acesso aos serviços eléctricos é primordial para o desenvolvimento de Angola (Dombaxe, 2011).

A Indústria de fornecimento de electricidade enfrenta, actualmente, alguns problemas e restrições, que constituem um obstáculo para o desenvolvimento económico do país. A maioria dos actuais equipamentos do sector da energia foi construída muito antes da independência. No geral, as infra-estruturas de produção, de transporte e de distribuição de energia eléctrica foram danificadas durante a guerra civil ou não têm recebido manutenção regular, em parte devido a problemas de acessibilidade causados pela guerra, mas também por falta de recursos financeiros e humanos (Dombaxe, 2011).

A instituição Governamental responsável pelo sector da energia é o Ministério de Energia e Águas (MINEA). O MINEA opera ao abrigo do Decreto – Lei nº 77/10 que aprova o seu estatuto orgânico e lhe confere a responsabilidade pelo desenvolvimento de políticas, planeamento, coordenação, supervisão e fiscalização das actividades relacionadas com o sector da energia (CEIC, 2011).

Recentemente foi criado o Instituto Regulador do Sector Eléctrico (IRSE), que tem as funções de monitorizar a implementação da Lei Geral de Electricidade, promover o

desenvolvimento do sistema de Electricidade público, proteger os interesses dos clientes, bem como de outros parceiros do sector. Esta entidade reguladora é responsável pela atribuição de concessões/licenças, actualmente na esfera de competência do conselho de Ministros e das autoridades locais, respectivamente. De acordo com a Lei da Electricidade de 1996, as concessões são exigidas nos casos em que a potência é superior a 1 MW, ou se a cidade em questão tiver mais de 50000 habitantes (IEA, 2006). Tem também as atribuições de regular as actividades de produção, de transporte, de distribuição e de comercialização da energia eléctrica no sistema eléctrico público; regular o relacionamento comercial entre este sistema e os agentes que não lhe estejam vinculados; proteger os interesses dos consumidores em relação aos preços da electricidade, serviços e qualidade do abastecimento; fomentar a concorrência onde exista potencial para a melhoria da eficiência no desempenho das actividades do sector, prevenir as práticas não competitivas; preparar a resposta do regulamento tarifário e as suas actualizações, preparar propostas para fixação de tarifas e preços e submete-las ao conselho tarifário; fiscalizar o cumprimento do regulamento do acesso às redes e às interligações; garantir a todos os agentes, operadores e investigadores do sector a existência de condições que lhes permitam, no âmbito de uma gestão eficiente, a obtenção de um equilíbrio económico-financeiro necessário ao cumprimento das obrigações previstas nos respectivos contractos de concessão e licenças (Angola Economic Outlook, 2010).

A principal entidade responsável pela produção, transporte e distribuição de energia eléctrica é a Empresa Nacional de Electricidade (ENE). Esta empresa, que é pública, está presente em 15 das 18 províncias do país. A Empresa de Distribuição de Electricidade (EDEL) é a outra entidade importante do sector eléctrico, sendo responsável pela distribuição e fornecimento de energia eléctrica na cidade de Luanda (a capital do país) e é também a maior cliente da ENE (CEIC, 2010).

No sector da produção, há ainda o Gabinete de Aproveitamento do Médio Kwanza (GAMEK) que foi criado em 1980 e tem a responsabilidade de coordenar o desenvolvimento de centrais hidroeléctricas no Médio Kwanza. O GAMEK, é também responsável pela maior unidade de produção de electricidade existente actualmente no país, que é a central do Capanda, com 520 MW de potência instalada (CEIC, 2010). Há também a Hidrochicapa, que é o principal produtor independente de energia eléctrica. A empresa mineira russa ALROSA criou a Hidrochicapa em conjunto com a ENE, com o objectivo de construir e explorar um aproveitamento hidroeléctrico com uma potência de 16 MW, localizado na Luanda Sul (ENE 40%, ALROSA 60%). O objectivo é fornecer energia às minas de diamantes que a ALROSA explora na província da Lunda Sul. Por fim há a Hidroluapasso que é um sistema hidroeléctrico independente, participado pela ENE e pela EscomEnergy

(Grupo Escom), localizado na província da Lunda Norte, que visa fornecer energia à indústria mineira existente na zona e às populações das zonas centro e sul da Lunda Norte e da zona norte de Luanda sul (Angola Economic Outlook, 2010).

Angola é um País privilegiado quanto à capacidade hídrica das suas bacias hídricas, o que evidencia o potencial que o País possui para a exploração da energia hidroelétrica. Na realidade, segundo o Ministério da Energia e Água, existem bacias hidrográficas com um potencial de exploração superior a 15 mil MW.

A tabela 7.1 faz referência da potência estimada nas principais bacias hidrográficas existentes em Angola.

Tabela 7.1 - Potência estimada nas principais bacias hidrográficas (MINEA).

<b>BACIA HIDROGRÁFICA</b>	<b>POTÊNCIA ESTIMADA (MW)</b>	<b>ENERGIA (GWh)</b>
Rio Lucala	890	3 785
Rio Cuanza	6 510	26 200
Rio Longa	1 190	4 796
Rio Queve	3 020	11 786
Rio Catumbela	1 238	9 258
Rio Cunene	2 415	10 511

Os levantamentos efectuados no tempo colonial indicam um potencial hídrico de produção de energia hidroelétrica de 150 mil GWh/ano, tendo em 2006 sido gerados cerca de 2,6% do potencial existente. O crescimento da exploração da energia hídrica é notório a partir do ano de 2000, sendo mais acentuado a partir do ano de 2004: a produção de energia eléctrica de origem hídrica em Angola apresentou uma TCMA de 19,6%, entre 2000 e 2006, e apenas 2,3% entre 1990 e 2000. Em 2006, a energia hidroelétrica representou 75% do total da energia eléctrica produzida no País, sendo a restante produção essencialmente proveniente de centrais térmicas (nomeadamente a fuel).

A tabela 7.2 faz resumo das principais barragens de Angola.

Há em Angola três sistemas principais de transporte de electricidade, que funcionam em regime isolado uns dos outros, e também alguns sistemas isolados de menor dimensão, geridos pelas entidades independentes e estatais como referido anteriormente.

O sistema Norte (figura 7.1), onde se destacam nomeadamente as barragens de Capanda e de Cambambe que exploram as águas do rio Cuanza e a barragem de Mabubas que explora o rio Dande.

A barragem de Capanda, em 2004 tinha uma potência instalada de 260 MW, a qual foi duplicada em 2007, para 520 MW (4 geradores de 130 MW), num projecto desenvolvido pelo Executivo Angolano, a Odebrecht (Brasil) e a Technopromexport (Rússia). O referido

Tabela 7.2 - Principais barragens de Angola (MINEA, Energy Information Administration (EIA), Portal do Governo de Angola, ES Research-Research Sectorial.).

BARRAGEM	PROVINCIA	CAPACIDADE	RIO	FINALIDADE
Capanda	Malange	520	Cuanza	Regularização, irrigação e energia eléctrica
Cambambe	Malange	180	Cuanza	Energia eléctrica
Mabubas	Bengo	17,8	Dande	Energia eléctrica
Chicapa	Lunda-Sul	16	Tchicapa	Energia eléctrica
Lomaum	Benguela	65	Catumbela	Energia eléctrica
Gove	Huambo	60	Cunene	Regularização, irrigação e energia eléctrica
Biópio	Benguela	14,4	Catumbela	Energia eléctrica
Matala	Huíla	40	Cunene	Energia eléctrica e irrigação
Luachimo	Lunda-Norte	8	Luachimo	Energia eléctrica
Cunje	Bié	1,6	Cunje	Energia eléctrica
Quiminha	Bengo	-	Bengo	Energia eléctrica
Candjelas	Huíla	-	Cunene	Regularização, irrigação e energia eléctrica
Calueque	Cunene	-	Cunene	Irrigação
Neves	Huíla	-	Tchimpunhime	Irrigação

projecto esteve sobre responsabilidade de gestão do GAMEK. A barragem de Capanda desempenha um papel preponderante, pois permite a viabilização de outros 7 aproveitamentos hidroelétricos do rio Cuanza, devido às dimensões do seu reservatório.

Ainda no sistema Norte, encontra-se a barragem hidroelétrica de Chicapa, no rio Tchicapa. Esteve em obras durante dois anos de 2006 e 2007 e foi inaugurada em Agosto de 2008. Fornece energia eléctrica à Sociedade Mineira de Katoca e à cidade de Saurimo. Tem como accionistas a Empresa Nacional de Electricidade (ENE), com 40%, e a empresa de diamantes Alrosa, com 60%. A esta última foi concedida a licença de exploração por 40 anos. O sistema Norte fornece energia eléctrica às províncias de Luanda, do Bengo, do Cuanza-Norte, do Cuanza-Sul e de Malange.



reabilitação urgente, bem como à falta de regulação da bacia do rio Catumbela, que requer a construção do A.H de Cacombo.

Foi concluída a construção da central do Gove e a reabilitação da respectiva barragem, estando a ser atendidas, a partir daqui, as regiões do Huambo e Bié.

O sistema em causa necessita de interligação entre o Huambo e Benguela, através da linha entre o Lomaum e o Dango (Huambo), bem como de interligar com o Sistema Sul, através da linha a construir entre o Gove e a Matala-Lubango-Namibe-Tombwa, com o que se estabelecerá um aceitável inter-apoio entre as produções térmica, hídrica e eólica a instalar em cada uma das regiões citadas, otimizando assim a capacidade de todo o Sistema Centro.

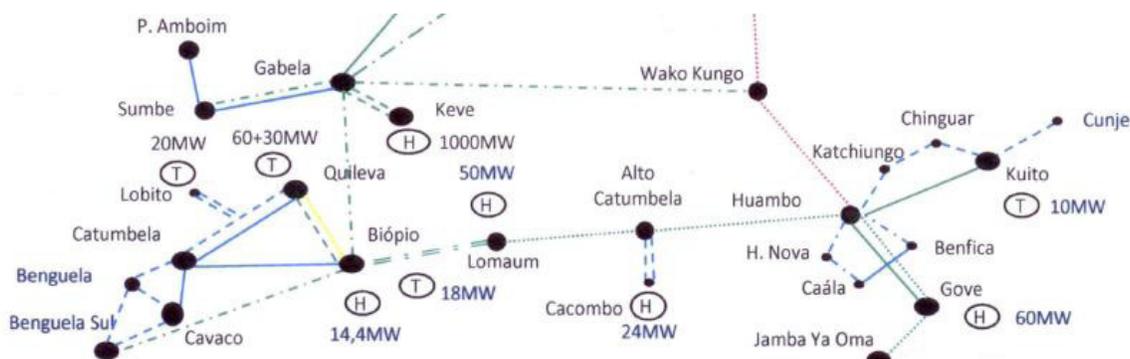


Figura 7.2 - Sistema Centro (MINEA, 2013).

O sistema Sul (figura 7.3), que se prolonga do Porto do Namibe em direcção ao Leste, fornece energia às províncias da Huíla e do Namibe. Nesta região existe um pequeno sistema isolado ao longo da fronteira, entre a Namíbia e a província do Cunene, que é fortemente considerado parte do sistema Sul embora não esteja ligado a este (não possui capacidade produtiva própria e importa toda a sua energia da Namíbia). O sistema Sul contribui apenas com 5,7% da electricidade produzida em Angola, destacando-se a barragem de Matala. (Angola Economic Outlook, 2010).

Salientar que o Sistema Sul está sobretudo assente no aproveitamento hidroeléctrico da Matala, em fase de reabilitação (até 2015), estando associada igualmente alguma capacidade térmica concentrada no Chitato-Namibe.

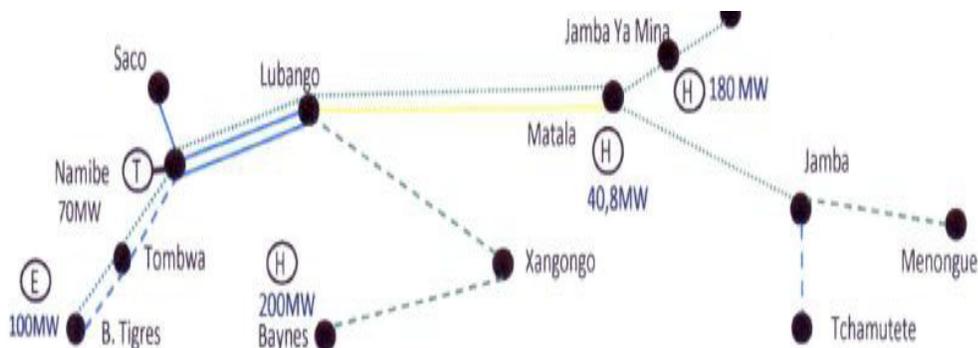


Figura 7.3- Sistema Sul (MINEA, 2013).

Actualmente está em execução o reforço da capacidade de produção, com a construção de 4 centrais térmicas, sendo duas no Namibe (20 MW) e duas no Lubango (80 MW). Constitui constrangimento o estado de operacionalidade da central da Matala, cuja reabilitação não está incluída no escopo do projecto de reabilitação da barragem, tal como a subestação e a linha de transporte para o Lubango e Namibe, que necessitam de modernização.

Os sistemas isolados e de menor dimensão, pertencem a entidades independentes, do governo ou em associação. A ENE possui vários sistemas isolados nas seguintes províncias: Bié, Bengo, Cabinda (o mais importante), Huambo, Malange, Moxico e Uíge. A capacidade instalada destas redes isoladas foi de cerca de 159 MW em 2008 (84% centrais térmicas) encontrando-se cerca de 72% operacionais. No que concerne às indústrias, quase todas têm a sua própria produção de energia para compensar o fornecimento irregular da rede. A capacidade total da autoprodução é de cerca de 20% da capacidade total do país, representando 225 MW. Embora não se saiba quantos consumidores domésticos possuem geradores de energia, as estimativas do governo indicam que poderão atingir os 75% dos consumidores em algumas zonas urbanas (CEIC, 2010).

Outros sistemas isolados existem no Cunene, Cuando-Cubango e Zaire. As províncias em causa são atendidas por centrais térmicas, estando a ser concluídas ampliações dessas capacidades em Ondjiva (10 MW) e Menongue (10 MW), que se revelam como as soluções mais viáveis de abastecimento, até agora.

Os elevados potenciais hídricos e solar do Cuando-Cubango, em combinação com os sistemas térmicos existentes, deverão ser fontes energéticas para o abastecimento das diferentes sedes municipais, separadas entre elas por distâncias geográficas significativas e difíceis acessos.

As acções em curso tendem para uma ampliação da capacidade de fornecimento em Ondjiva e zonas fronteiriças, por via da importação da Namíbia. Porém, a combinação das soluções solar e térmica deverão constituir também opções válidas para o Cunene.

A ENE e o GAMEK são responsáveis pela maior parte das linhas de transporte. Nas províncias não cobertas por nenhum dos três sistemas, o transporte é gerido por empresas ou pelos governos locais, porém, estas últimas entidades não funcionam como operadoras do sistema de transporte. Existem também outros sistemas de menor dimensão que fizeram parte de sistemas mais amplos, mas que se encontram actualmente a funcionar em regime isolado pela razão da destruição infligida às redes de distribuição de electricidade (IEA, 2006).

Tabela 7.3 – Potências instaladas e disponíveis em Angola por sistemas (Angola Economic Outlook, 2010).

REDES	POTÊNCIA INSTALADA (MW)		CAPACIDADE DISPONÍVEL (MW)		ENERGIA PRODUZIDA (GWh)	
<b>Sistema Norte</b>	<b>928</b>	<b>73,90%</b>	<b>802</b>	<b>78,60%</b>	<b>3 370 652</b>	<b>83,20%</b>
Hídrica	700	55,70%	655	64,20%	2 934 787	72,50%
Térmica	228	18,10%	147	14,40%	435 865	10,80%
<b>Sistema Centro</b>	<b>87,2</b>	<b>6,90%</b>	<b>40,8</b>	<b>4,00%</b>	<b>199 721</b>	<b>4,90%</b>
Hídrica	14,4	1,10%	10,8	1,10%	58 873	1,50%
Térmica	41,4	3,30%	36,2	3,50%	96 600	2,40%
<b>Sistema Sul</b>	<b>82,2</b>	<b>6,50%</b>	<b>63,4</b>	<b>6,20%</b>	<b>230 020</b>	<b>6,70%</b>
Hídrica	40,8	3,20%	27,2	2,70%	134 420	3,30%
Térmica	41,4	3,30%	36,2	3,50%	95 600	2,40%
<b>Sistemas Isolados</b>	<b>159,1</b>	<b>12,70%</b>	<b>114,6</b>	<b>11,20%</b>	<b>249 886</b>	<b>6,20%</b>
Hídrica	62,2	2,10%	24,4	2,40%	18 446	0,50%
Térmica	132,9	10,60%	90,2	8,80%	231 440	5,70%
<b>Total Hídrica Total</b>	<b>782,4</b>	<b>62,30%</b>	<b>717,4</b>	<b>70,30%</b>	<b>3 146 525</b>	<b>77,75%</b>
<b>Total Térmica</b>	<b>475,1</b>	<b>37,80%</b>	<b>303,6</b>	<b>29,70%</b>	<b>93 753</b>	<b>22,30%</b>
<b>Total</b>	<b>1257</b>	<b>100%</b>	<b>1021</b>	<b>100%</b>	<b>4 050 279</b>	<b>100%</b>

A interligação dos três sistemas é um dos maiores desafios da IFE, pela razão de que permitiria aumentar significativamente a eficiência de funcionamento do sistema, ao permitir compensações. Há expectativa de que o projecto para transporte de energia da República Democrática do Congo para a África do Sul venha a interligar, no seu traçado, os três sistemas de Angola (CEIC, 2010). Porém, a ENE, prevê um crescimento da capacidade de todos os sistemas até 2016 em cerca do dobro relativamente a 2006, elevando igualmente a energia disponível no país. Dos três grandes sistemas, o Sistema Norte continuará a representar a maior parcela de toda a energia gerada no país. Dos sistemas isolados geridos pelas entidades locais e independentes, será o de Cabinda que mais crescerá em 2016, atingindo cerca de três vezes a potência de 2006 (tabela 7.4).

Tabela 7.4 - Estimativa da capacidade de produção de energia em Angola (GWh) (IEA, 2006).

ANO	SISTEMA NORTE	SISTEMA CENTRAL	SISTEMA SUL	ÚIGE	BIÉ	CABINDA	OUTROS	TOTAL
2006	2 130	409	143	11	10	88	12	2 803
2011	3006	608	191	16	14	153	18	4 007
2016	4 110	855	260	22	18	215	25	5 505
<b>KWh/hab</b> (2016)	454	206	154	12	9	533	37	216

Em termos de capacidade de produção per capita, Angola apresenta-se melhor, que a média de países africanos tanto pobres em recursos naturais como de países ricos. Angola possui 70 MW de capacidade instalada por milhão de pessoas, a média dos países ricos em recurso e dos países pobres em recurso é respectivamente 43 e 46 MW por milhão de pessoas. Além disso, uma proporção relativamente alta da capacidade de produção está realmente operacional. Em 2009 mais de 1000 MW, ou 80% da capacidade instalada de produção de energia eléctrica estava operacional, o que é superior, em média, aos países ricos em recursos naturais, onde cerca de 66% estava operacional. Este nível de potência instalada e operacionalidade é justificado pelo crescimento anual de 13% da sua capacidade de produção na década de 1999 à 2008 (World Bank, 2011). Na figura 7.4 pode observar-se a evolução do consumo total e per capita de Angola até 2009, que apresenta um crescimento para o dobro desde 2002 à 2009.

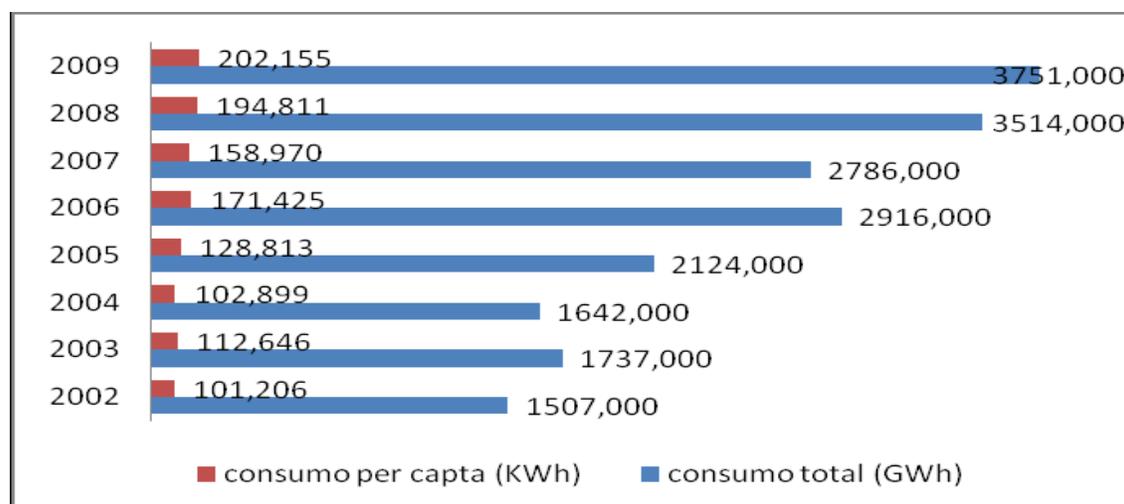


Figura 7.4 – Consumo total e per capita de electricidade em Angola (WorldBank, 2011).

Existem também centrais a operar em regime de aluguer, destacando-se a de Luanda, com 30 MW de capacidade instalada e a de Cabinda, com 45 MW, ambas pertencentes à AGGREKO. Na província da Lunda Norte a empresa diamantífera ENDIAMA é a responsável por várias unidades de produção de electricidade que somam uma capacidade instalada de 15 MW. Nas restantes províncias onde a ENE não está presente, os governos locais são responsáveis pela produção e distribuição (CEIC, 2010). A figura 7.5 apresenta a estrutura da IFE com todas as entidades responsáveis e a posição destas no sistema de energia angolano, desde a gestão, produção, distribuição até ao consumo.

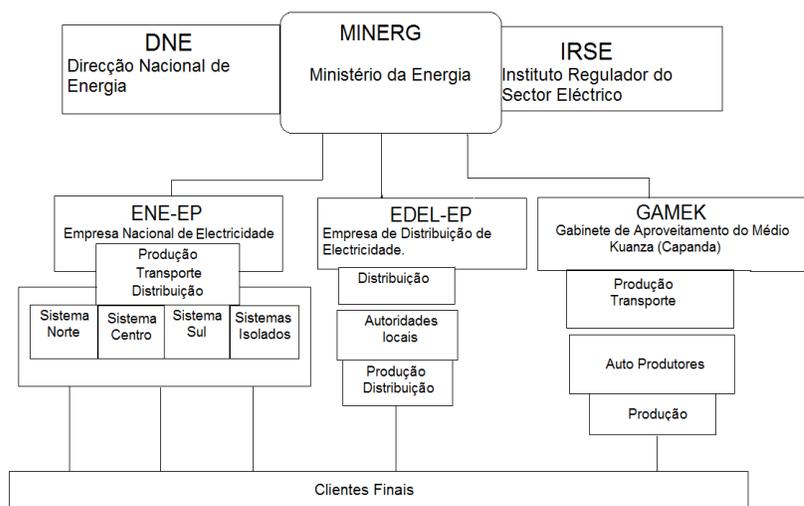


Figura 7.5 – Organização do sector eléctrico de Angola (Angola Economic Outlook, 2010)

O sistema eléctrico de Angola funciona em regime isolado da rede regional da “Pool” de electricidade da África Austral (SAPP), embora existam ligações em média tensão entre os sistemas da NamPower da Namíbia, e da ENE através do Cunene (província angolana). Esta ligação serve a região angolana nas localidades de Ondjiva, Namacunde, Santa Clara e Oyole, e algumas localidades da província do Cuando Cubango. Existe outra ligação entre a SNEL da República Democrática do Congo (RDC) e o sistema eléctrico angolano na localidade de Noqui a Norte do País.

A Empresa Nacional de Electricidade de Angola (ENE) prevê um crescimento muito acentuado da energia disponível até 2017, tanto da proveniente de centrais hidroeléctricas como de centrais térmicas e eólicas, as duas últimas com menos incremento. Estima-se que a energia hídrica em 2017, será cerca de 100 vezes superior à de 2010, com potências instaladas de 6077 MW e 641 MW, respectivamente. Já a energia termoeléctrica crescerá

apenas cerca de 3 vezes relativamente a 2010, atingindo 915 MW de potência instalada em 2017. A energia eólica terá um crescimento moderado, de ausência de produção em 2010 para 120 MW em 2017 (figura 7.6).

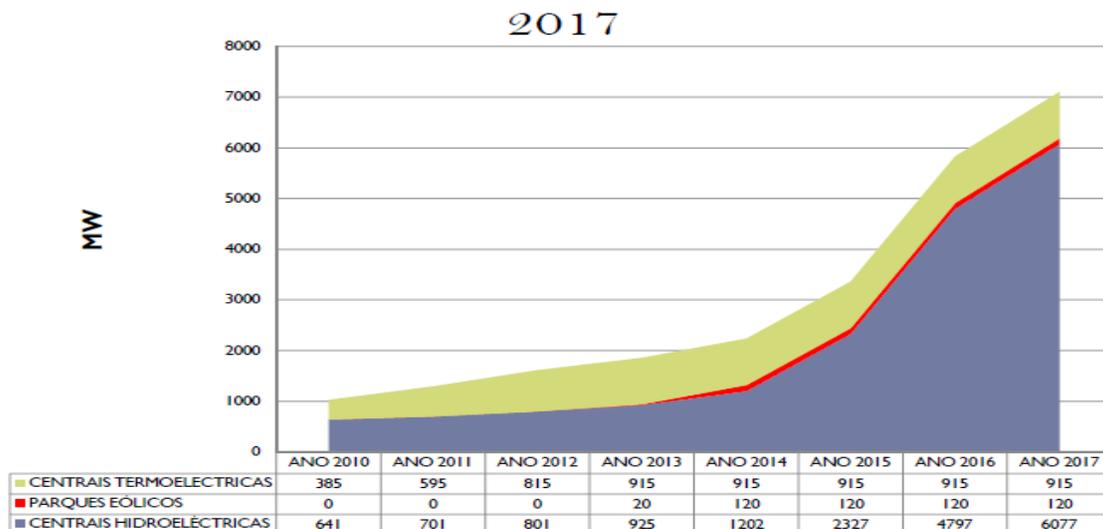


Figura 7.6 – Previsão da matriz energética de Angola em 2017 (MINEA, 2011)

Quanto aos sistemas de transporte, a situação também é negativa, pois estes são inadequados para fazer face ao desenvolvimento crescente da procura. A ENE na qualidade de empresa pública é responsável pela rede nacional de transporte de electricidade. A rede compreende cerca de 2500km de linhas de transmissão, que face às necessidades do país, é insuficiente, e parte desta não se encontra operacional (apenas 71% da rede eléctrica existente funciona). Outro constrangimento resume-se aos três sistemas eléctricos que não estão interligados, impedindo a electricidade de ser transportada entre as zonas, originando o excesso de produção no sistema Norte, e por sua vez, esta electricidade não pode ser transferida.

A ENE sublinha que, é necessário construir mais linhas de alta tensão, de forma a assegurar o abastecimento em Luanda, bem como promover o pleno aproveitamento da nova central de Capanda.

A primeira linha de transporte de muito alta tensão (400 kV) encontra-se a ser construída em Lucala (província do Kwanza - Norte), o que permitirá interligar a barragem de Capanda até às subestações de Viana (na Província de Luanda) e de Maquela (na Província do Uíge) [MINEA, 2011].

É urgente a ligação dos sistemas central e Sul ao sistema Norte, para fazer um melhor aproveitamento da sua capacidade produtiva. Para o efeito, estão a ser feitos vários investimentos neste sentido, com o objectivo de alcançar melhorias no fornecimento de electricidade, ganhos em termos de economia de escala e de reserva no sistema, maior utilização do potencial hidroeléctrico existente, redução de custos de produção, redução da componente térmica, e menor poluição ambiental.

A ENE é responsável pela distribuição de electricidade no país, excepto em Luanda. Aproximadamente 30 municípios recebem energia através dos seus próprios sistemas isolados, recorrendo apenas à assistência técnica da ENE.

Nas zonas peri urbanas e rurais a distribuição de energia eléctrica é geralmente efectuada por linhas aéreas longas e sensíveis às condições meteorológicas adversas, que diminuem a qualidade de fornecimento ao consumidor. As longas distâncias envolvidas na ligação a novos consumidores tornam o custo por unidade de instalação nas zonas rurais geralmente mais elevada que nas áreas urbanas (Hammond, 2009).

Os sistemas de abastecimento peri urbanos e rural de electricidade exigem frequentemente subsídios governamentais, para facilitar novas ligações ou níveis de consumo. Assim com a finalidade de benefícios económicos, ambientais e sociais a electrificação peri urbana e rural (ER) deve ser integrada no plano desenvolvimento peri urbano e rural (Hammond, 2009).

O poder político (governo) de Angola, deve incentivar a expansão e acessibilidade da população rural a electricidade. Pelo desenvolvimento de políticas e reformas que liberalizem o mercado de energia. A figura 7.7 evidencia as relações institucionais provedoras de desenvolvimento eléctrico das zonas rurais.

A regulação da electrificação rural deve permitir acesso igual às empresas públicas e privadas, e assim contribuir para a expansão e qualidade de serviço. A independência da entidade reguladora é cordial num ambiente onde as empresas públicas e privadas têm de coexistir. Compete ao poder político a responsabilidade de garantir a igualdade de acesso (Haanyika, 2006).

Em 2009 a ENE tinha cerca de 179.596 clientes oficialmente inscritos em todo o território. No entanto, a empresa depara-se com um alto índice de furto de electricidade por parte de consumidores não inscritos. Além dos furtos, o abastecimento é precário e pouco fiável.

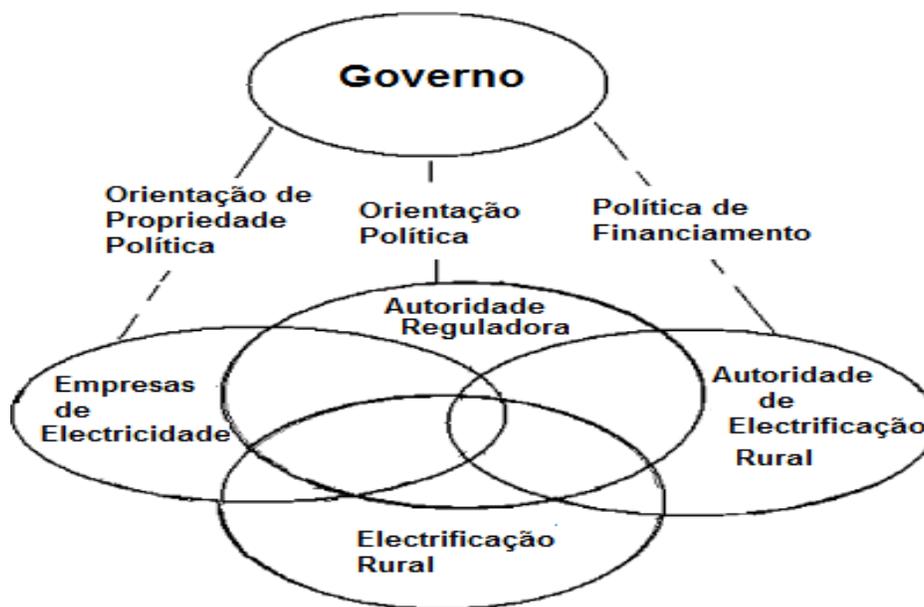


Figura 7.7 - Relações institucionais na electrificação rural (IEA, 2011).

.As tarifas aplicadas ao sector eléctrico têm sido fixadas a preços inferiores ao custo marginal da energia, reflectindo uma forte componente social, por isso, não reflectem os custos operacionais, nem asseguram a capacidade de auto financiamento. Como consequência, esta política de tarifas não atrai o interesse dos investidores privados para o sector eléctrico angolano. Por sua vez, os subsídios não são disponibilizados atempadamente e não compensam as insuficiências das tarifas, prejudicando o desempenho da ENE.

O Secretário de Estado da Energia, João Borges (hoje o actual Ministro da energia e águas) declarou que *“Angola tem a tarifa de electricidade mais baixa da CPLP e da região Austral de África. O valor médio em Angola está fixado em 3 cêntimos, quando na região austral do continente ronda os 11 cêntimos por quilowatt / hora”*. Ainda segundo João Borges, *o novo regulamento tarifário vai permitir aclarar os custos inerentes à produção e fornecimento de energia eléctrica e elevar as exigências das empresas perante os consumidores* (Jornal de Angola, 2011).

Outro problema que constrange o sector eléctrico diz respeito à facturação e à cobrança. Os baixos índices de cobrança que se registam no sector eléctrico afectam os níveis de facturação da ENE. Os cidadãos angolanos não pagam a factura de electricidade, alegando que o funcionamento do sector eléctrico é precário. Outra situação que leva à falta de pagamento é a ausência de contadores em algumas residências, e para suprir esta carência

a factura destes clientes é facturada com base em 200kWh por mês, proporcionando um elevado número de queixas que se traduzem em baixos índices de cobrança.

As dificuldades referidas somam-se às elevadas perdas técnicas e comerciais; a insatisfação na procura de electricidade devido a constrangimentos nas linhas de alta tensão, e nas redes de distribuição em média e baixa tensão; a forte dependência dos fundos públicos; a escassez de recursos financeiros e recursos humanos qualificados.

Estas interrupções no fornecimento de energia eléctrica têm provocado transtornos e perdas elevadas, começando pelas empresas e terminando no cidadão comum. Certas companhias são tão dependentes da energia eléctrica que uma falha no sistema pode proporcionar perdas de dados, interrupção de transacções e paragens de produção.

As perdas comerciais do sector eléctrico são de 40 por cento na distribuição, para o que contribui a fraca adesão ao sistema pré-pago e a fraca actividade económica no interior do país, declarou, o ministro da Energia e Águas em Luanda (O PAÍS, 2014).

João Baptista Borges, que discursou na abertura de uma conferência sobre energia, *“alertou que o défice de controlo e cobrança da electricidade está a gerar incapacidade operacional para a prestação de um bom serviço e um ciclo vicioso que debilita as empresas públicas”* (O PAÍS, 2014).

Advertiu também que *“a tarifa subsidiada pelo Estado em cerca de 88 por cento está muito distante dos custos reais de produção, o que torna a operação das empresas cada vez mais dependente das dotações orçamentais e as afasta cada vez mais do auto-sustentabilidade pretendida”* (O PAÍS, 2014).

O ministro considerou importante fixar uma tarifa de pagamento que cubra os custos suportados pelas empresas públicas, libertando-as das dotações orçamentais do Estado. *“Entendemos aumentar a taxa de acesso à electricidade, mas o aumento da eficiência comercial das empresas concessionárias preocupa-nos ainda mais”*, referiu.

*O relançamento da actividade industrial e surgimento de novas centralidades aumentaram a procura de electricidade, com taxas de crescimento médio anual de 12,5 por cento, uma crescente necessidade de oferta e pressões pela adopção de um serviço público de qualidade* (O PAÍS, 2014).

O ministro da Energia e Águas informou *“que o custo médio de produção de electricidade está avaliado em 220 dólares (22 mil kwanzas) por mega watts, o mais elevado a nível da*

região da África Austral, comprometendo a auto-sustentabilidade do sector eléctrico em Angola (O PAÍS, 2014).

Segundo o PNUD, no seu relatório sobre o desenvolvimento humano, em 2008, 71,6% da população angolana não tinha acesso à electricidade. Angola é tipicamente deficitária na produção de energia eléctrica, por isso, a população angolana e as indústrias recorrem a outras alternativas para a satisfação das necessidades energéticas, que por sua vez têm um impacto negativo, tanto na saúde da população como no meio ambiente.

Para fazer face ao fornecimento irregular de electricidade, a maioria das indústrias tem a sua própria produção de energia. Uma parte dessa energia auto - gerada é canalizada para redes informais, que também abastecem consumidores domésticos e comércios nas redondezas. A energia produzida por geradores a gasóleo, designadamente os que são geridos pelas autoridades provinciais e locais e os geradores particulares correspondem a uma parcela da energia proveniente de combustíveis fósseis (figura 7.8).

Foi estimado que em certas cidades como por exemplo Lubango, os geradores domésticos correspondem a mais de 50% da potência instalada de produção de electricidade [Mirandalawfirm, 2009].

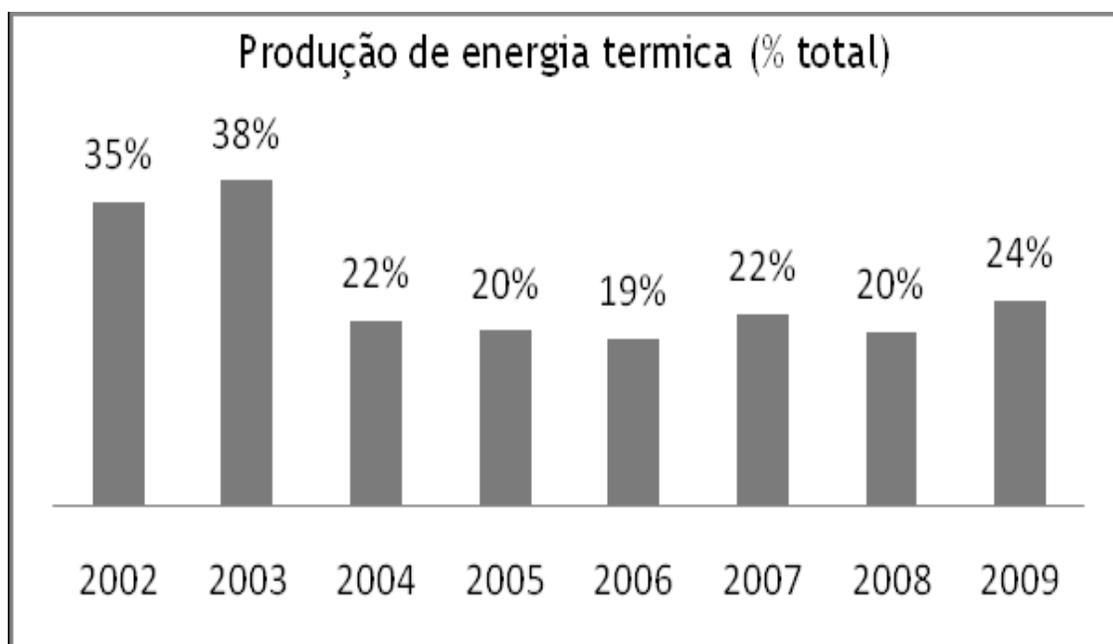


Figura 7.8 – Percentagem de energia proveniente de combustíveis fósseis do total de produção em Angola (WorldBank, 2010).

Os geradores a gasolina ou gasóleo são muito usados em Angola como fonte alternativa de energia. Com efeito, a venda de geradores em Angola está a aumentar (Angola é o país africano que mais geradores importa).

## **8. Impactos sócio-económicos e ambientais dos aproveitamentos hidroelétricos em Angola.**

Os factores que descrevem o ambiente socioeconómico representam um conjunto de numerosos parâmetros, que se podem relacionar ou não entre si (Canter, 1995). Por um lado, esta categoria representa um único grupo, uma vez que inclui factores que não estão associados ao ambiente físico-químico, biológico e cultural. Por outro lado, esta categoria é a mais abrangente dos relacionamentos e interações humanas.

Assim, os impactes socioeconómicos podem ser considerados como os efeitos directos ou indirectos, decorrentes de impactes biogeofísicos, que se geram como consequência da realização de determinadas acções (projectos, programas, planos e políticas), sobre as estruturas e/ou sobre as condições sociais e económicas em geral, de uma ou várias comunidades, ou populações de uma determinada região (Marqués, 1984). Trata-se então de efeitos sobre características das populações, bem como em estruturas económicas dinâmicas, normalmente ilustradas pelos denominados “indicadores de qualidade de vida.

As actividades do sector eléctrico nas suas etapas de exploração, transformação, distribuição e consumo, incorrem em significativos impactos sobre o meio ambiente natural e antrópico. Os danos mais expressivos, originários do funcionamento do mercado de energia, estão relacionados com as emissões de poluentes atmosféricos, contaminação dos meios aquáticos e terrestres e a geração de resíduos. Acrescenta-se também o esgotamento dos recursos naturais, produção de ruídos, impactos visuais e os efeitos negativos à biodiversidade.

Os grandes aproveitamentos hidroelétricos geram impactos ambientais significativos. Embora localizados, podem causar fortes transtornos nos sistemas situados a montante e à jusante das barragens. Os impactos ambientais deste tipo de aproveitamentos diferem bastante de local para local, indicando ser necessária uma profunda avaliação das especificidades das áreas afectadas.

Neste âmbito, podem referir-se a criação de dispositivos para a passagem de peixes, a definição de caudais ecológicos, que permitam manter o habitat natural do rio, e de medidas mitigadoras que permitam a manutenção da qualidade do ambiente em geral e da água em particular.

Existe vários instrumentos que podem ser utilizados para influenciar o comportamento dos agentes, tomando em atenção a escolha em cada caso das especificidades do problema

ambiental em análise, do contexto socioeconómico e dos objectivos que pretendem privilegiar com a política. É cada vez mais reconhecida a importância dos instrumentos que permitem atingir os diversos objectivos de uma forma integrada.

Neste sentido, segundo Antunes et al. (2003) é importante proceder a uma análise dos princípios orientadores fundamentais, que estabelecem um quadro de referência básico do desenvolvimento da política ambiental:

O desenvolvimento sustentável é actualmente um dos grandes objectivos da política ambiental. Este conceito, mencionado no Relatório da Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento, é definido como sendo o desenvolvimento que garante a satisfação das necessidades actuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras virem a satisfazer as suas. De maneira a se conferir as gerações futuras a possibilidade de usufruírem pelo menos do mesmo rendimento que as actuais, torna-se necessário garantir que o “stock” de capital total que elas têm disponível não diminui.

Durante o período de construção, o projecto de uma barragem requer um elevado número de mão-de-obra indiferenciada, e um número menor de mão-de-obra qualificada, conduzindo à criação de empregos durante aquela fase. A parte da população activa que trabalha no sector agrícola, ao encontrar emprego na construção civil, muda de actividade e, em geral, não regressa à actividade tradicional, após a conclusão das obras, preferindo emigrar (Henriques, 1994).

Os impactes podem ainda prender-se com a criação de vias de comunicação, serviços sociais e outras infra-estruturas instaladas (sobretudo nos Países em Vias de Desenvolvimento, com graves carências em infra-estruturas, embora seja também observável em Países Desenvolvidos) durante o período de construção, providenciam acesso a áreas previamente inacessíveis, permitindo a instalação e ligação das economias locais ao mercado nacional.

A disponibilidade de água potável e energia eléctrica em áreas anteriormente carentes é também um impacte fundamental na construção de uma barragem, uma vez que se tratam de necessidades básicas do ser humano e significa uma elevada melhoria na qualidade de vida da população servida.

O elevado afluxo de pessoas associados ao período de construção da barragem e a sua fixação em zonas adjacentes à barragem estimula temporariamente a economia da região devido à solicitação de uma série de serviços (alojamento, restauração, entre outros). É um impacte positivo, embora de carácter temporário.

Uma das finalidades na construção de uma barragem pode ser a irrigação de solos de grande potencial agrícola. A construção de uma rede de irrigação pode levar ao crescimento dos valores das colheitas, e conseqüentemente a melhorar a nutrição das populações locais, ao mesmo tempo que proporciona postos de empregos, rejuvenesce o sector agrícola e permite a produção de alimento para os habitantes locais.

O sector agrícola é, porventura, o sector mais susceptível a alterações do seu sistema económico, uma vez que a implementação da barragem pode levar, e.g., à introdução de novas tecnologias agrárias e culturas, por vezes mais agressivas para o solo, resultando na sua erosão e perda de nutrientes.

No entanto, estes efeitos associados ao sector agrícola são residuais, comparando com os postos de trabalho criados pela produção hidroelétrica e outros serviços providenciados pela albufeira. Estes serviços podem ser a criação de indústrias de pesca desportiva e comercial, turismo e navegação.

É também importante ter em conta os impactes sociais provocados pelo realojamento de populações inseridas na área a inundar pelo projecto hidroelétrico bem como a perda de propriedade associada, embora estes impactes se encontrem fora do âmbito deste trabalho.

De facto, são várias as vertentes afectadas por estes projectos, sendo que a tabela 11 inclui exemplos dos factores socioeconómicos com maior importância para a população: demográficos, económicos, entre outros.

Tabela 8.1 - Exemplos de factores socioeconómicos e a sua potencial mudança resultante da construção de barragens (Adaptado de Canter, 1995).

Características gerais e tendências na população da região	Aumento ou diminuição da população
Fluxos migratórios na área em estudo	Aumento ou diminuição dos fluxos migratórios
Características da população na área em estudo, incluindo idade, sexo, nível de educação	Aumento ou diminuição nas várias distribuições da população
História económica da região	Aumento ou diminuição das actividades e padrões económicos
História de emprego e desemprego na região	Aumento ou diminuição nos níveis de emprego
Padrões de uso do solo na região	Aumento ou diminuição no uso do solo
Valor do solo na área em estudo	Aumento ou diminuição do valor do solo
Instituições públicas ou privadas de educação na área em estudo (jardins de infância, escolas, universidades) na região	Aumento ou diminuição nos níveis de literacia da população
Turismo na área em estudo	Aumento ou diminuição do potencial turístico
Sistema de transportes ferroviário, rodoviário, aéreo e aquático na área em estudo	Aumento ou diminuição na procura de sistemas de transportes

Numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, a qual compreende as vertentes social, económica e ambiental, é possível sintetizar os impactes decorrentes da construção e exploração de barragens, oferecendo assim uma perspectiva global, tal como se pode observar na figura 8.1:

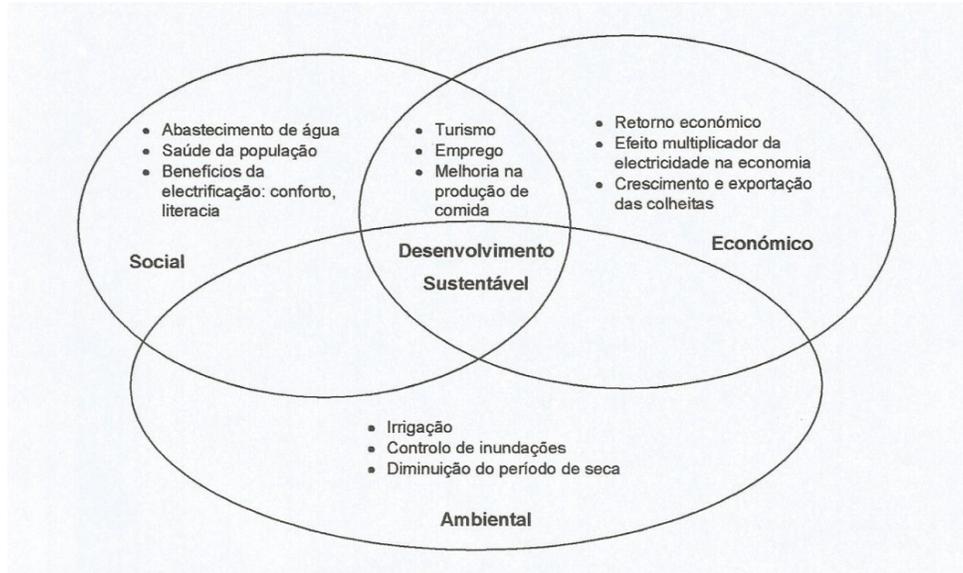


Figura 8.1 – Impactes de projectos hidroelétricos (adaptado de Akkaya, 1999)

A energia hidroelétrica representa cerca de dois terços da electricidade produzida em Angola (figura 8.2).

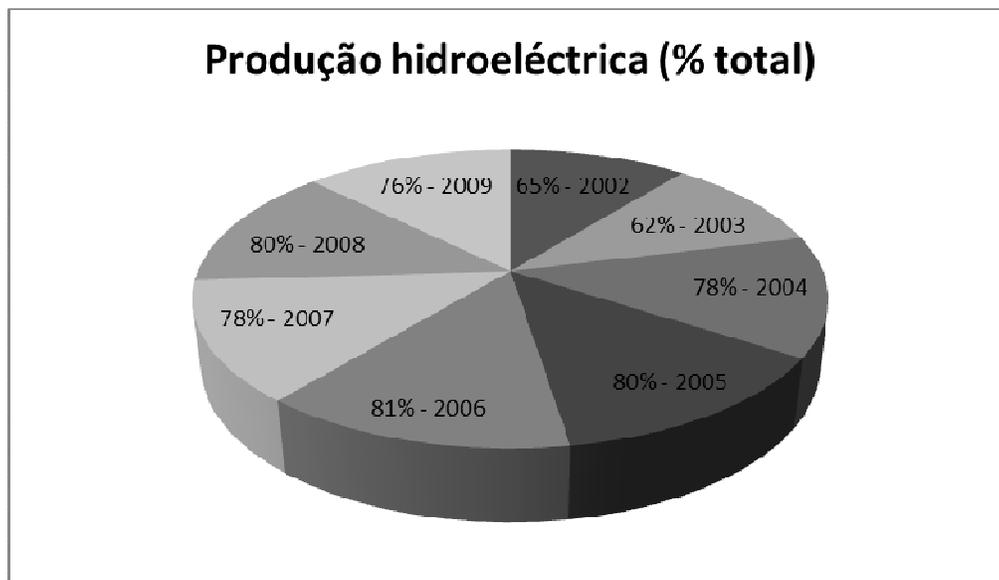


Figura 8.2 - Percentagem de energia hídrica do total de produção em Angola (Adaptado de World Bank, 2010).

A hidroelectricidade apresenta também um conjunto alargado de benefícios sociais relacionados com a utilização das albufeiras e que potenciam o uso sustentável da água. Na realidade, após a sua criação, qualquer aproveitamento hidroelétrico assume algumas das utilizações dos aproveitamentos designados como de fins múltiplos. Desde a criação de melhores condições para a captação de água para abastecimento urbano, agricultura e indústria, da possibilidade de regularização/amortecimento de cheias, de ajuda ao combate de incêndios florestais, e de oportunidades de melhoria para a navegação, com fins lúdicos ou comerciais, e para o turismo (REN, 2006).

Em muitas situações, face à sua localização em locais remotos e difícil acessibilidade, a construção dos aproveitamentos hidroelétricos representa uma melhoria nas condições de vida das populações da zona, nomeadamente através da criação de emprego e de vias de comunicação.

O ciclo de emissões, tendo em conta todas as fases do processo-recolha, transporte, processamento e construção, operação e incorporação das centrais termoelétricas-das energias renováveis é menor quando comparado com o dos combustíveis fósseis. Este ciclo de vida é demonstrado na tabela 8.2.

Tabela 8.2 – Ciclo de vida das emissões gasosas das energias renováveis (g/kWh) (IEA, 2002).

	Hidroelétrica		Solar		Eólica
	Pequena escala	Grande escala	Foto voltaica	Termoelétrica	
<b>CO<sub>2</sub></b>	9	3,6-11,6	98-162	26-38	7-9
<b>SO<sub>2</sub></b>	0,03	0,009-0,024	0,20-0,34	0,13-0,27	0,02-0,06
<b>NO<sub>x</sub></b>	0,07	0,003-0,006	0,18-0,30	0,06-0,13	0,06-0,06

As energias renováveis têm outros impactos para além dos ambientais (redução de GEE). A nível socioeconómico, as barragens melhoram o abastecimento de água das populações, irrigação de campos agrícolas (projecto hidroagrícola de Capanda-Malanje). Contudo, não existem só aspectos positivos. Alguns impactos negativos são comuns a todas as energias, como transformar solos com fins competitivos em solos obsoletos, perturbar a fauna, em particular a vida marinha e a dos pássaros migradores, provocar a perda de biodiversidade a nível da flora e aumentar a poluição visual e sonora.

Geralmente estes impactos são específicos do local onde se encontram implementadas e existem várias medidas minimizadoras dos impactos, que costumam ser pequenos e reversíveis.

A competitividade entre as energias renováveis e os combustíveis fósseis é afectada pelas externalidades negativas, isto é, o preço de mercado dos combustíveis fósseis não reflecte os impactos negativos no ambiente e na saúde humana, sendo por isso inferior ao preço de mercado da energia produzida pelas energias renováveis (IEA, 2002).

Inevitavelmente a construção de uma infraestruturas hidráulica de grandes proporções tem associados um conjunto de aspectos sociais, que derivam principalmente da deslocação de pessoas e da transformação do uso das terras inundadas. Para que estes impactes sejam reduzidos ao mínimo, desde o início deve haver um diálogo aberto com as autoridades locais e a comunidade, clarificando os pontos fortes e fracos do empreendimento, e procurando definir quais as medidas mitigadoras que devem ser promovidas nas fases de construção e de exploração (REN, 2006).

## **9. Importância das energias renováveis no plano de ordenamento do território em Angola.**

Nos tempos recentes, o acesso à energia continua a ser um meio importante para a existência humana, uma vez que é necessária para a satisfação das necessidades básicas, como também para a mobilidade e comunicações.

O ordenamento do território constitui uma ferramenta administrativa que tem como principal linha orientadora a estruturação, o arranjo e a gestão territorial, quer ao nível urbano e habitacional, quer ao nível natural. Associado ao conceito de ordenamento, existe um outro que o complementa: o conceito de planeamento. Embora as suas origens tenham sido separadas e distintas (o ordenamento foi desenvolvido em França, ao passo que o planeamento foi explorado no Reino Unido), rapidamente se começaram a conjugar estes conceitos, algumas vezes dando-lhes o mesmo significado, outras utilizando-os em processos separados mas necessários para uma correcta actuação no território (Estado da arte sobre o ordenamento do território, s.d.).

O planeamento constitui uma ferramenta de extrema importância no processo da organização territorial. É uma via para alcançar os objectivos do ordenamento do território e do desenvolvimento sustentável, mediante a análise e avaliação desses objectivos; seleccionando as diferentes alternativas para os alcançar; definindo os meios e os processos através dos quais esses objectivos devem ser alcançados; gerindo e controlando a execução das acções definidas e, sendo este provavelmente o ponto mais importante, monitorizando os efeitos das acções ao longo do tempo, numa perspectiva a médio/longo prazo, de forma a antecipar eventuais problemas e alterações que comprometam os objectivos estabelecidos. O processo de planeamento deve por isso ser encarado como um processo contínuo, dinâmico e flexível, capaz de manter a estabilidade e organização territorial e ter a capacidade de se corrigir de forma autónoma.

A urbanização cresce a um ritmo muito rápido, com pressões elevadas sobre áreas sensíveis, a rede viária e de transportes públicos tem aumentado de forma significativa, não só respondendo ao aumento da procura, mas actuando igualmente como indutor fundamental dos processos de urbanização, tendo aumentado também os novos edifícios. Parte significativa das emissões poluentes (águas residuais, resíduos...) não tem ainda tratamento adequado, embora a evolução recente seja claramente positiva.

Existem diversas definições para o conceito de ordenamento do território. O dicionário da Língua Portuguesa On-line diz que ordenamento é o “acto de ordenar; ordenação; de um território: estudo profundo e detalhado de um território (país, região, etc.) para conhecer todas as suas características e que constituirá a base para a elaboração de um plano cuja finalidade é a utilização racional desse território, ou seja, o aproveitamento das potencialidades, a maximização da produção a par com a protecção do ambiente, visando o desenvolvimento sócio-económico e a melhoria da qualidade de vida”. O Dicionário de Geografia (Baud *et al*, 1999) diz que o ordenamento do território “corresponde, na maior parte dos casos à vontade de corrigir os desequilíbrios de um espaço nacional ou regional e constitui um dos principais campos da Geografia aplicada. Pressupõe por um lado, uma percepção e uma concepção de conjunto de um território e, por outro lado, uma análise prospectiva”. Mais especificamente, o “Dictionaire de l’urbanisme et de l’aménagement”(Merlinet *al*, 2000) define ordenamento como “a acção e a prática (mais que a ciência, a técnica ou a arte) de dispor com ordem, através do espaço de um país e com uma visão prospectiva, os homens e as suas actividades, os equipamentos e os meios de comunicação que eles podem utilizar, tendo em conta os constrangimentos naturais, humanos e económicos, ou mesmo estratégicos.

Com a recente aprovação da Lei de Ordenamento do Território e do Urbanismo (Lei 3/04) foi definido um sistema integrado de normas, princípios, instrumentos e acções de Administração Pública com vista à gestão e organização do espaço biofísico territorial, urbano e rural.

Dada a grande procura de energia, as fontes energéticas renováveis são importantes desde que sejam viáveis, pois poderão reduzir o consumo da queima de combustíveis poluentes, permitir o acesso à energia de populações que vivem isoladas ou longe das redes de distribuição.

Por outro lado, o desenvolvimento do turismo no espaço rural apresenta-se cada vez mais como uma alternativa emergente no desafio permanente de valorização do território. A saturação dos espaços turísticos tradicionais, a procura de novas experiências por parte de turistas nacionais e estrangeiros, e a necessidade de estratégias de desenvolvimento nos espaços rurais, aliados à riqueza do seu património natural, histórico e cultural, surgem como alavancas ao desenvolvimento do turismo e economia rural.

O aproveitamento das energias renováveis em alguns espaços rurais poderá ser o motor necessário para a viabilidade económica dos mesmos.

A contribuição das energias renováveis pode ser maior e, subsequentemente, de grande importância para o desenvolvimento sustentável e económico. Com o uso das energias renováveis é possível o seguinte (IEA, 2002):

- Aumentar a segurança energética ao fornecer um recurso que é abundante, diversificado e nativo, sem necessidade de ser importado e sem a possibilidade de se vir a esgotar;
- Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa local e global ao serem utilizados em lugar dos combustíveis fósseis;
- Utilizar alternativas aperfeiçoadas que vão ao encontro das necessidades individuais e das infraestruturas, em particular nas zonas rurais, em novas urbanizações e zonas industriais;
- Promover a taxa de emprego local e regional ao criar oportunidades na indústria da energia (montagem, instalação e manutenção).

Além de substituir a energia de fontes fósseis e reduzir as emissões de gases poluente, como foi sublinhado anteriormente, o modelo renovável promove a descentralização da produção. Ao invés de acumular a geração de energia em grandes centrais hidroelétricas e termoelétricas, geralmente distantes dos centros de consumo, o modelo descentralizado renovável prevê mais unidades geradoras em menor escala, instaladas mais próximas aos locais de maior demanda energética.

Quanto menor a distância de transmissão, menores serão as perdas de energia eléctrica. Descentralizar a geração eléctrica também é uma forma de democratizar o fornecimento. Esse sistema facilita o abastecimento de comunidades isoladas, que podem gerar a sua própria energia por meio de pequenos geradores ou sistemas solares ou hídricos com menor impacto ambiental do que o uso de geradores movidos a gasóleo. O uso das fontes renováveis vem sendo reconhecido com importante tendência do mercado energético.

## 10. Considerações finais

A energia está no centro do desafio da sustentabilidade em todas as suas dimensões: social, económica e ambiental.

Na maior parte dos países desenvolvidos está assegurado o acesso à electricidade. Basta um estalido, as luzes acendem-se, a água aquece e a comida é cozinhada. Para os angolanos, o acesso à electricidade tem um significado muito diferente: recolher lenha ou madeira para arder (actividade difícil e árdua), abastecer diariamente um gerador (acarretando um custo financeiro elevado), depender de um candeeiro ou vela.

Os objectivos gerais deste trabalho foram o de identificar e avaliar as energias renováveis, contributo da energia hidroeléctrica; os aproveitamentos hidroeléctricos e sua importância; a produção de energia hidroeléctrica e os planos de expansão do parque electroprodutor por via hídrica e propor medidas de política e gestão capazes de solucionar ou minimizar os actuais problemas.

Fez-se uma análise a situação dos aproveitamentos hidroeléctricos e sua importância em Angola, antes e depois da independência. Percebemos que no período colonial se realizaram estudos hídricos que visavam, sobretudo, a construção de centrais hidroeléctricas, com o intuito de aumentar a capacidade de produção de energia eléctrica. As estatísticas apontam que 33% da população angolana tem acesso à energia eléctrica. Mas os estudos apontam que o potencial hídrico do País, distribuído por 47 bacias hidrográficas, é suficiente para produzir 18000MW. Apesar disso, Angola apenas explora 5% do poder de suas águas.

A guerra civil que se abateu sobre o País (1975-2002) teve como prejuízo a degradação dos serviços de produção, transporte e distribuição de energia eléctrica. Nas zonas rurais as taxas de cobertura da rede eléctrica são inferiores e em alguns casos inexistentes, devido ao difícil acesso, comparando com as áreas urbanas. Com o alcance da paz foram criados diversos programas e planos que visam na melhoria do sector eléctrico angolano, como são os casos: reabilitação das infraestruturas já existentes, construção de novas centrais hidroeléctricas e mini hídricas, bem como a criação de mecanismos para o aproveitamento de outras fontes de energia (solar, eólica e biomassa).

A partir de uma caracterização geral sobre o potencial hidroeléctrico Angola concluímos que Angola possui um grande potencial (47 bacias hidrográficas, dispõe de um número médio

anual de horas de sol entre 5 800 a 6 300; e forte potencial para a produção de energia eólica), e que a população enfrenta problema no capítulo do fornecimento de energia eléctrica. Nas áreas urbanas, a população tem acesso ao fornecimento da energia eléctrica, mas verificam-se oscilações no fornecimento derivados da não conclusão das obras (aumento da capacidade de produção de algumas centrais hidroeléctricas) e ao estado obsoleto da rede de transportação e distribuição. Nas zonas rurais, os geradores a gásóleo e gasolina são a principal fonte de provimento de luz eléctrica, mas que os mesmos acarretam custos avultados. A resolução dos problemas de produção, transporte e distribuição de energia eléctrica, garantirá uma melhor qualidade de vida, bem como a diminuição de impactos negativos na saúde.

Os sistemas eléctricos de Angola não estão interligados, não existindo uma rede nacional de transporte de electricidade, impedindo assim a electricidade de ser exportada entre as zonas, originando o excesso de produção (no sistema Norte), e por sua vez, esta electricidade não pode ser transferida.

As perdas técnicas e comerciais são elevadas; existe insatisfação na procura de electricidade devido aos constrangimentos nas linhas de alta tensão, e nas redes de distribuição em média e baixa tensão.

Em Angola as tarifas de electricidade são muito baixas, comparadas com outros países da África Austral razão pela qual não se reflectem os custos operacionais nem asseguram a capacidade de auto funcionamento. Como consequência não atrai o interesse dos privados, daí a dependência do sector eléctrico essencialmente dos fundos públicos.

Para a melhoria dos problemas de distribuição de energia eléctrica propomos:

- ✓ Requalificação das zonas peri urbanas e rurais de acordo com o plano de ordenamento do território. É necessário requalificar estas zonas criando equipamentos colectivos que garantam a prestação de serviços básicos e a infraestruturas (reabilitação das linhas de transporte e distribuição de energia eléctrica). O processo de requalificação deverá ser acompanhado do controlo da expansão desordenada de bairros periféricos.
- ✓ Descentralização dos serviços do sector eléctrico; é crucial o Governo criar políticas para o envolvimento das empresas privadas no que toca a produção, transporte e fornecimento de energia eléctrica.
- ✓ Reajuste das tarifas de luz eléctrica. Dado os custos derivados de reabilitação, construção e expansão do parque electroprodutor e os fracos recursos financeiros

do sector eléctrico, é necessário implementar uma tarifa justa, que reflecta os custos, de modo a estimular o investimento.

- ✓ Participação das Administrações Municipais na definição e implementação de projectos que visem a melhoria dos serviços de distribuição de energia eléctrica.
- ✓ O governo deve basear o desenvolvimento do País de forma sustentável, ou seja, deve basear o seu desenvolvimento em mecanismos de desenvolvimento limpo, tentando reduzir os níveis de poluição o máximo possível, contribuindo assim para os objectivos traçados no protocolo de Quioto (ratificou o Protocolo de Quioto em 2007) e mais recentemente na Cimeira de Copenhaga. A energia desempenha um papel essencial no desenvolvimento económico e social de Angola, e, conseqüentemente, na elevação dos padrões de qualidade e bem-estar da população angolana, fundamentando o interesse e a necessidade de uma reflexão estratégica sobre a evolução do sector energético do País.
- ✓ Envolvimento de todos cidadãos que deverão zelar pela preservação dos equipamentos sociais. Nesse sentido, é vital que se invista nos recursos humanos de forma a reabilitar, expandir e modernizar as infraestruturas eléctricas existentes. Interligar os sistemas eléctricos para fazer um melhor aproveitamento da energia produzida do sector e na educação ambiental dos mais jovens. A educação para cidadania é uma forma viável de se motivar e sensibilizar as pessoas para protecção da ``coisa pública``.

Com base nas informações obtidas, destaca-se a responsabilidade de haver um entendimento sobre os recursos energéticos e suas limitações, assim como os impactos que podem causar ao meio ambiente pela sua utilização, pois, energia envolve outros factores além da geração, transmissão e distribuição, como o desenvolvimento económico sustentável, a inclusão social, a melhora da qualidade de vida da população. E tudo isso deve estar associado a uma conscientização de que a actividade influencia directamente nas mudanças climáticas, no aquecimento global e nas questões ambientais desde as mais simples às mais amplas.

Em Angola é imprescindível, em primeiro lugar, desenvolver uma forte campanha de sensibilização e cultura energética e ambiental, em todos os círculos e níveis de ensino e na população em geral. Começar, por aplicar e explorar aquelas tecnologias mais disponíveis, conhecidas e tecnologicamente bem testadas como: hidroeléctricas, eólica, solar e mini hídricas, não podem ser descartadas em regiões rurais isoladas.

Alguns populares e indústrias recorrem a fontes alternativas de energia, como os geradores (a gasolina ou a gasóleo) e ao uso da biomassa. No entanto, estas alternativas não são sustentáveis, têm impacto negativo na saúde da população e no meio ambiente.

Além de proporcionar o aumento da população com acesso à energia eléctrica, as energias renováveis também contribuirão para o melhoramento da actividade económica (as empresas deixarão de depender dos geradores, que por sua vez tem um custo financeiro, levando em alguns casos muitas empresas a falência); auxiliar na redução da pobreza; proteger o meio ambiente; reduzir os GEE, aliviar as pressões sobre o ambiente causados pela utilização não sustentável da biomassa, etc.

A disponibilidade energética do país constitui uma clara ameaça ao contínuo crescimento económico de Angola, daí a necessidade da resolução dos constrangimentos, que ainda se fazem sentir ao nível da capacidade energética do país, claramente insuficiente e ineficiente, têm que assumir um lugar prioritário nas tarefas do Governo Angolano. O compromisso de energia para todos, deve ir mais longe e rápido conforme reza o programa de governação do MPLA, assim como abranger um vasto conjunto de actores, desde nacionais e internacionais.

Esta investigação constitui uma oportunidade para reflectir e chamar atenção do poder público para os aproveitamentos hidroelétricos e sua importância em Angola, fazendo um levantamento da situação de produção, transportação e distribuição da energia eléctrica, num momento de reconstrução nacional, onde deverão ser priorizados os projectos de criação de equipamentos colectivos que garantam a prestação de serviços básicos de apoio a população e a infraestruturas do sector eléctrico. Importa, pois, avaliar, fiscalizar, estabelecer metas e adoptar medidas coercivas que acautelam o cumprimento de tais projectos.

## 11. Referências Bibliográficas

Aguiar, Fernando de Barros e Diniz, Alberto Castanheira (1998) -Zonagem Agro-Ecológica de Angola, Instituto da Cooperação Portuguesa, Fundação Portugal-África, pp. 55 – 335.

Akkaya C. (1999)-Dams and their environmental impacts. Benefits and concerns about dams and case studies, 67<sup>th</sup> annual meeting of ICOLD in Antalya, Turkey, ICOLD, pp. 13–22.

Angola Economic Outlook (2010)- Análise sectorial, O sector eléctrico-Banco Espírito Santo. Disponível em: <http://www.bes.pt/siteBES/cms.aspx?plg=od4154ea-556a-4a6c-8f1b-935ea367882f>. Acedido em 09 de Setembro de 2013.

Angola Energy Sector Needs Assessment: Mid-Long Term Vision and Needs Assessment Study 2002-Nextant 2003. Disponível em: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNACW792.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACW792.pdf). Acedido em 09 de Setembro de 2013.

Antunes, P., R. Santos, G. Lobo (2003) -Estratégias Ambientais das Empresas do Sector Eléctrico. 4º Relatório do ``Estudo sobre Sector Eléctrico e Ambiente´´. Centro de Economia Ecológica e Gestão do Ambiente, DCEA, FCT, UNL.

Azevedo, Maria da Penha Nogueira de (2005) -Barragens de Terra: Sistema de drenagem interna. Dissertação. Curso de Engenharia Civil, Universidade de Mrumbi, São Paulo.

BID(2013) -Projecto hidroeléctrico de Baynes. Disponível em: [www.erm.com/.../Baynes/BID-version-portuguese-23-April-2013-Final.p...](http://www.erm.com/.../Baynes/BID-version-portuguese-23-April-2013-Final.p...) Acedido em 6 de Setembro de 2014.

BSCD Portugal (2006) -Sustentabilidade no sector eléctrico.

Cadernos de Altos Estudos 10 (2012) -Energias Renováveis: Riqueza Sustentável ao Alcance da Sociedade, 2012, Brasília. Disponível em: [www.camara.gov.br/caeat](http://www.camara.gov.br/caeat). Acedido em 02 de Agosto de 2014.

Canter, L.W. (1995) -Environmental Impact Assessment, Second edition. McGraw-Hill Civil Engineering Series.

COBA- (2011) - Produção e transporte de energia. Disponível em: [www.coba.pt/pdf/Portugues/produção.../Aprov\\_hidroelectricos.pdf](http://www.coba.pt/pdf/Portugues/produção.../Aprov_hidroelectricos.pdf). Acedido em 14 de Novembro de 2014.

COBA (2013) -Aproveitamento Hidroelétrico no rio Cuanza. Disponível em: [www.coba.pt/pdf/Portugues/Aprov\\_Hidraulicos/Aprov\\_Hidraulicos.pdf](http://www.coba.pt/pdf/Portugues/Aprov_Hidraulicos/Aprov_Hidraulicos.pdf). Acedido em 14 de Novembro de 2014.

Cometta, Emílio-Energia Solar (1978)- Utilização e empregos práticos.São Paulo: Hemus, p.7.

Crabtree, George W. Lewis, Nathans (2007)-Solar EnergyConversion.

Costa, Teixeira e Lança, Rui (2011) -Sebenta de hidráulica aplicada, Universidade do Algarve.

Diálogos & Ciências (2011) -A importância da utilização das energias renováveis para a construção de um desenvolvimento económico sustentável. Disponível em: [www.ftc.br/dialogos](http://www.ftc.br/dialogos).Acedido em 01 de Agosto de 2014.

Dictionaire de l'urbanismeet de l'aménagement (2000). Disponível em: [www.decitre.fr/.../dictionnaire-de-l-urbanisme-et-de-](http://www.decitre.fr/.../dictionnaire-de-l-urbanisme-et-de-). Acedido em 12 de Agosto de 2013.

Dicionário Online de português: Todas as palavras de A a Z (2011). Disponível em: <http://www.dicio.com.br/>. Acedido em 25 de Dezembro de 2013.

Diniz, Alberto Castanheira (1991) – Angola O Meio Físico e Potencialidades Agrárias. Ministério dos Negócios Estrangeiros, p.p. 24 – 30.

Diniz, Alberto Castanheira (2002) – Grandes bacias hidrográficas de Angola: Recursos em terras com aptidão para regadio: Cuanza, Noroeste Angolano, Sudoeste Angolano, pp.21 – 29.

Dombaxe, Marcelina Iracelma Messo (2011) -Os Problemas Energéticos em Angola: Energias Renováveis, a Opção Inadiável.Lisboa.p.71.

Duarte Santos, Filipe (2007) -Que futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente, Lisboa: Gradiva.

Duarte Santos, Filipe (2009) - A Energia no Quadro das Insustentabilidade, Revista do Instituto da Defesa Nacional.

DW (2012) – África. Disponível em: [www.dw.de/angola\\_debate\\_sector\\_energético\\_mais\\_eficiente\\_no\\_forum\\_germano-africano\\_de\\_energia/a\\_15906581](http://www.dw.de/angola_debate_sector_energético_mais_eficiente_no_forum_germano-africano_de_energia/a_15906581). Acedido em 17 de Agosto de 2014.

Energia em Angola, para além do petróleo Mirandalawfirm-Disponível em: <http://www.mirandalawfirm.com/uploadedfiles/18/29/0002918.pdf>.Acedido em 06 de Junho de 2014.

Energia em Angola, Relatório 2010-Centro de Estudos e Investigação Científica da Universidade Católica de Angola. Disponível em: <http://ceic.cmi.no/ceic/images/RelatorioEnergia/renergia>.Acedido em 12 de Junho de 2013.

Espírito Santo Research (2009) - Sector da água: Aproveitamento do PotencialHídrico. Disponível em: <http://www.bes.pt/sitebes/cms.aspx?plg=5bd381ee-bbcb-4659-b40ebb2896243cee>.Acedido em 10 de Maio de 2013.

Exame (2011) -Bons Ventos da Dinamarca-Maio de 2011.Disponível em: <http://www.exameangola.com/pt/?det=20889&id=1999&mid=359>.Acedido em 08 de Abril de 2013.

Góis, Carlos Quintela (1969) -Esquema de aproveitamento hidráulico da bacia do Cunene, fomento, Lisboa, Vol.7, nº 2.

GGEG (2009) -Energia renováveis. Disponível em: <http://www.dgge.pt/>. Acedido em 20 de Novembro de 2013.

Global Fenix, (2008) -Energias Renováveis em Angola. Disponível em: [www.globalfenix.com/globalfenix/pt/renewables.htm](http://www.globalfenix.com/globalfenix/pt/renewables.htm). Acedido em 20 de Outubro de 2013.

Grubb, M.j; Meyer, N.I (1993). Wind energy: resources, systems and regional strategies. In: Johnson, T.B. et al. Renewable energy: Sources for fuels and electricity. Washington, D.C: Island press.

HaanyikaM.Charles (2006)-Rural electrification policy and institutional linkages. Energy Policy, nº 34.

Hammond, Abeeku e Kemausuor (2009)-Energy for all in Africa-to be or not to be?ScienceDirect.

Henriques A. G.(1994) - Impacto de Aproveitamentos Hidráulicos, in Partidário M, Jesus J. "Avaliação do Impacto Ambiental". Centro de Estudos de Planeamento e Gestão do Ambiente, Lisboa, pp. 285-336

IEA (2006) - Desenvolvimento de uma Estratégia para a Energia (2006). Disponível em: [http://www.iea.org/country/n\\_country.asp?COUNTRY\\_CODE=AO](http://www.iea.org/country/n_country.asp?COUNTRY_CODE=AO). Acedido em 07 de Fevereiro de 2013.

IEA (2008) - WorldEnergy Outlook 2008.OECD/IEA, Paris, França.

IEA (2008) - World Energy Outlook. Renováveis e nucleares.

IEA (2011) -CO<sub>2</sub>Emissions from fuel combustion Highlights.2011.Edition.OECD/IEA Paris, França.

Jornal de Angola(2010) -Apostas nas energias deve ser permanente. Disponível em: <http://jornaldeangola.sapo.ao/15/0/apostanasenergiasdeveserpermanente>.Acedido em 08de Maio de 2013.

Lei de águas, nº 6/02 de 21 de Junho.

Lei do Ordenamento do Território, nº 3/04 de 4 de Maio.

Lei do estatuto orgânico do MINEA, nº 77/10 de 14 de Maio

Manso, Pedro (2012) - Alçamento da barragem de Cambambe. Stucky S.A.

Marqués, V.B. (1984) –Efectos Socioeconomicos de los Impactos Ambientais. Comunicação apresentada no curso sobre “Evaluaciones de impacto Ambiental”. DGMA, MOPU, Madrid.

Miller, G.Tyller, (2006) - Environmental Science, USA: Thomson Learning.-Moreno,

Bettencourt (1974) - O plano do Cunene no contexto nacional e internacional. Electricidade, Lisboa, nº101.

Ministério da Energia de Angola (2011) - As Energias Limpas como factor de desenvolvimento em Angola, 2011. Disponível em: <http://minea.gov.ao>. Acedido em 04 de Outubro de 2013.

Ministério da Energia e Águas de Angola (2011) -Conferência Sobre Energias Limpas, Electrificar Angola Preservando o Ambiente. Disponível em: [www.minea.gov.ao/](http://www.minea.gov.ao/). Acedido em 06 de Novembro de 2013.

Ministério da Energia e Águas de Angola (2013) - Energias Renováveis. Disponível em: [www.minea.gov.ao/](http://www.minea.gov.ao/).Acedido em 16 de Setembro de 2013.

Ministério da Energia e Águas de Angola -Obras NCSL 2010-2016, Versão 7. Disponível em: <http://minea.gov.ao>. Acedido em 06 de Janeiro de 2013.

Ministério do Urbanismo de Angola (2006) - Relatório Estado Geral do Ambiente em Angola. Disponível em:[http://cunenerak.com/\\_system/DMSStorage/4051en/Angola\\_Relatorio%20do%20Estado%20Geral%20do%20Meio%20Ambiente\\_port.pdf](http://cunenerak.com/_system/DMSStorage/4051en/Angola_Relatorio%20do%20Estado%20Geral%20do%20Meio%20Ambiente_port.pdf). Acedido em 02 de Agosto de 2013.

MPLA (2012) -Programa de Governação do MPLA para 2012-2017, Luanda.

O PAÍS (2014) -Perdas Comerciais do Sector eléctrico angolano. Julho de 2014.Disponível em: <http://opais.sapo.mz/>. Acedido em 02 de Agosto de 2014.

Pereira, Márcio Giannini; Freitas, Marcos Aurélio Vasconcelos; Silva, Neilton Fidelis (2010) – Rural electrification and energy poverty: Empirical evidences from Brasil. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 14, pp. 1229 – 1240.

Pereira, Márcio Giannini (2011) -Políticas públicas de electrificação rural na superação da pobreza energética brasileira: estudo de caso da bacia do rio Acre-Amazonia. Tese (Doutoramento em Planeamento Energético) -Instituto Alberto Luís Coimbra, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Pinho, Manuel (2008) -Resposta da Europa à questão da energia. Jornal “Expresso”.

Projecto Capanda (2003) - Brochura. Gabinete de Operação e Manutenção (GOM), GAMEK. Disponível em: <http://dspace.uevora.pt/rdpc/.../1/Newsletter%20%20REAPLP.pdf>. Acedido em 28 de Julho de 2014.

Quintas, Fernando E.G. (2003) -Planeamento da Construção de Barragens de Terra,Lisboa, pp.23-34.

REN – Redes Energéticas Nacionais. Disponível em: [http://www.centrodeinformação.ren.pt/informaçãoTecnica/paginas/centrais\\_Termoelect.aspx](http://www.centrodeinformação.ren.pt/informaçãoTecnica/paginas/centrais_Termoelect.aspx). Acedido em 25 de Abril de 2013.

Relatório de Desenvolvimento Humano (2006) - A água para lá da escassez: Poder, pobreza e a crise mundial da água. PNUD, p.4

Reegle Angola - Disponível em: [http://www.reegle.info/countries/angola-energyprofile/AO#renewable\\_energy](http://www.reegle.info/countries/angola-energyprofile/AO#renewable_energy). Acedido em 14 de Setembro de 2013.

Sanches, Rui (1999) -Aproveitamento do Cunene. Sua importância internacional e para o Sul de Angola, Laboratório nacional de engenharia civil, pp.171-176.

Silva, P.J.; Pires, M. A. F. (2006)- Renaturalização de Rios, em Áreas de Trechos Urbanos, com a Aplicação de Técnicas de Bioenergia em obras de Engenharia Hidráulica. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Disponível em: [http://www.abrh.org.br/novo/xii\\_simp\\_bras\\_rec\\_hidric\\_sao\\_paulo\\_022.pdf](http://www.abrh.org.br/novo/xii_simp_bras_rec_hidric_sao_paulo_022.pdf). Acedido em 14 de Dezembro de 2014.

Silva, Micael Alexandre Caetano (2012) - Factores de Sustentabilidade em Energias Renováveis.

Sondotécnica (2006) -Investigações geológico-geotécnicas para implementação da barragem de Capanda. Disponível em: [www.sondotecnica.com.br/](http://www.sondotecnica.com.br/). Acedido em 24 de Março de 2014.

SwecoGroner (2005) - Avaliação Rápida dos Recursos Hídricos de Angola. Relatório Final. D.N.A, Luanda.

World Bank (2010) - Electricity Production. Disponível em: [http://data.worldbank.org/data-catalog/world\\_development\\_indicators/wdi-2010](http://data.worldbank.org/data-catalog/world_development_indicators/wdi-2010). Acedido em 15 de Fevereiro de 2013.

WorldBank (2011) - Angola Infrastructure: A Continental Perspective 2011. Disponível em: <http://siteresources.Worldbank.org/ANGOLAEXTN/Resources/AICD-Angola-Report.pdf>. Acedido em 04 de Outubro de 2013.

Wikipédia (2010) - A Barragem de Cambambe. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wik/Energy>. Acedido em 16 de Maio de 2013.

Wikipédia (2012) -O rio Cuanza. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wik/Energy>. Acedido em 16 de Maio de 2013.