



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Avaliação Multicritério do Espaço Urbano: Aplicação à Cidade de Coimbra

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
na Especialidade de Urbanismo, Transportes e Vias de Comunicação

Autor

Ricardo Jorge de Almeida Carneiro Carvalho Nunes

Orientador

João Manuel Coutinho Rodrigues

Esta dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor, não tendo sofrido correcções após a defesa em provas públicas. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC declina qualquer responsabilidade pelo uso da informação apresentada

Coimbra, 31 de Julho de 2012

Agradecimentos

Durante a realização da dissertação várias foram as pessoas que, de uma forma ou outra, me apoiaram e sem as quais a realização deste trabalho não teria sido possível.

Desejo manifestar o meu reconhecimento ao Professor João Coutinho pela forma como me orientou ao longo do processo de elaboração da tese, revelando total disponibilidade em me ajudar ao longo deste período.

Agradeço igualmente ao Doutor Lino Tralhão pelas orientações, sugestões e críticas e pelo tempo dedicado a ensinar-me a trabalhar com o software necessário à execução da dissertação.

Aos Professores do Laboratório de Urbanismo, Transportes e Vias de Comunicação agradeço a ajuda proporcionada, sempre que necessário, na realização da minha tese.

À minha família agradeço o apoio e o carinho manifestado, especialmente em alturas de maior stress e nervosismo. Agradeço também, o esforço por eles realizado em me proporcionar um nível de educação superior.

Aos meus amigos, agradeço o apoio, motivação, proporcionando frequentemente um bom ambiente de descontração em períodos mais difíceis.

Resumo

Todos os aspetos físicos, os edifícios, as ruas, os equipamentos, restantes elementos e respetivas inter-relações formam o mundo da cidade. Numa análise do espaço urbano com vista à avaliação das diversas áreas ou zonas que o integrem, torna-se necessário levar em conta diversos aspetos que se encontram interligados. Para tal será útil estabelecer uma metodologia de análise multicritério que envolverá a utilização de vários tipos de informação georreferenciada, nomeadamente a que está relacionada com a localização de edifícios e equipamentos, configuração de redes de ruas e redes de transporte coletivo, etc.

Nesta dissertação pretende-se estabelecer uma metodologia de análise multicritério baseada na definição de vários atributos relevantes para o fim em vista, e a aplicação de várias técnicas de análise de modo a poderem ser obtidos e comparados resultados que, baseando-se em informação espacial do mundo real, permitam tirar conclusões interessantes relativamente ao estudo da acessibilidade.

Será efetuada a aplicação à cidade de Coimbra para a qual já se tem uma base de dados muito completa sobre a maior parte dos aspetos que interessará considerar na metodologia e respetiva aplicação prática. Será utilizado software especializado, SIG (Sistema de Informação Geográfica), quer para a obtenção e tratamento da informação relevante, quer para a execução computacional dos métodos a aplicar.

Abstract

Every physical aspects of a city, the buildings, the streets, the public facilities, and the interrelationships among them, are what defines a city. In order to perform a space analysis at the level of urban zones and spaces, a multi-criteria methodology is proposed involving the use of georeferenced data, namely, related to buildings and public facilities location, network configuration and public transport networks. The goal in this dissertation is to use a multi-criteria methodology, based on the definition of several attributes related with accessibility, and the application of analysis techniques in order to obtain and compare results, and draw interesting conclusions.

The methodology was applied in a real situation - the municipality of Coimbra - since a complete georeferenced database with buildings and transportation network exists. For that purpose a GIS (Geographical Information System) software was used to implement the required analysis functions, to obtain results and for spatial data display.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Índice	iv
Índice de Figuras	vi
Índice de Quadros	viii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento Histórico	1
1.2 Indicadores e componentes relacionadas com a acessibilidade.....	1
1.3 Sistemas de Informação Geográfica (SIG).....	2
1.4 Estrutura e Objetivos da Dissertação.....	3
2. Acessibilidade.....	4
2.1 Conceitos de Acessibilidade	4
2.2 Indicadores de Acessibilidade	7
2.2.1. Indicadores de Acessibilidade e de Mobilidade	7
2.2.2. Fatores Contextuais	8
2.2.3. Componentes dos indicadores de acessibilidade.....	9
3. Sistemas de Informação Geográfica	15
3.1 Definição de SIG	15
3.1.1. Componentes dum SIG.....	16
3.1.2. Dimensionalidade dos objetos espaciais	18
3.1.3. Extensão network-analyst.....	19
4. Metodologia.....	21
5. Resultados.....	27
5.1 Resultados da análise da Acessibilidade às Escola Básicas do 1º Ciclo	28

5.1.1. Análise da acessibilidade em função do tempo	28
5.1.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento.....	31
5.2 Resultados da análise da Acessibilidade aos Equipamentos de Saúde.....	34
5.2.1. Análise da acessibilidade em função do tempo	34
5.2.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento.....	37
5.3 Resultados da análise da Acessibilidade aos Equipamentos Desportivos.....	40
5.3.1. Análise da acessibilidade em função do tempo	40
5.3.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento.....	43
5.4 Resultados da análise da Acessibilidade Agregada.....	46
5.4.1. Análise da acessibilidade em função do tempo	46
5.4.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento.....	49
5.5 Resultados da análise da Acessibilidade Total	52
5.5.1. Análise da acessibilidade em função do tempo	52
5.5.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento.....	53
6. Conclusão	55
7. Bibliografia.....	57
Anexo A - Lista com os equipamentos considerados no estudo	A-1
Anexo B - Freguesias do Município de Coimbra	B-1

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Exemplos de funções de decaimento	12
Figura 3.1 - Diagrama do funcionamento de um SIG	15
Figura 3.2 - Esquema das camadas utilizadas em SIG	19
Figura 4.1 - População Residente em Coimbra por faixas etária	21
Figura 4.2 - Localização dos equipamentos Desportivos (esq ^a) e de Saúde (drt ^a)	22
Figura 4.3 - Localização das Escolas Básicas do 1º ciclo	22
Figura 4.4 - Funções Loglogísticas modificadas de impedância de acordo com a finalidade e modo de viagem	24
Figura 4.5 - Funções Loglogísticas modificadas de impedância de acordo com o nível de ensino e modo de viagem	24
Figura 5.1 - Acessibilidade de automóvel às EB1 em função do tempo	28
Figura 5.2 - Acessibilidade de autocarro às EB1 em função do tempo	29
Figura 5.3 - Acessibilidade a pé às EB1 em função do tempo	30
Figura 5.4 - Acessibilidade de automóvel às EB1 em função do decaimento	31
Figura 5.5 - Acessibilidade de autocarro às EB1 em função do decaimento	32
Figura 5.6 - Acessibilidade a pé às EB1 em função do decaimento	33
Figura 5.7 - Acessibilidade de automóvel aos Equipamentos de Saúde em função do tempo	34
Figura 5.8 - Acessibilidade de autocarro aos Equipamentos de Saúde em função do tempo	35
Figura 5.9 - Acessibilidade a pé aos Equipamentos de Saúde em função do tempo	36
Figura 5.10 - Acessibilidade de automóvel aos Equipamentos de Saúde em função do decaimento	37
Figura 5.11 - Acessibilidade de autocarro aos Equipamentos de Saúde em função do decaimento	38
Figura 5.12 - Acessibilidade a pé aos Equipamentos de Saúde em função do decaimento	39
Figura 5.13 - Acessibilidade de automóvel aos Equipamentos de Desportivos em função do tempo	40
Figura 5.14 - Acessibilidade de autocarro aos Equipamentos de Desportivos em função do tempo	41
Figura 5.15 - Acessibilidade a pé aos Equipamentos de Desportivos em função do tempo	42
Figura 5.16 - Acessibilidade de automóvel aos Equipamentos de Desportivos em função do decaimento	43

Figura 5.17 - Acessibilidade de autocarro aos Equipamentos de Desportivos em função do decaimento.....	44
Figura 5.18 - Acessibilidade a pé aos Equipamentos de Desportivos em função do decaimento	45
Figura 5.19 - Acessibilidade Agregada de automóvel aos vários equipamentos em estudo em função do tempo	46
Figura 5.20 - Acessibilidade Agregada de autocarro aos vários equipamentos em estudo em função do tempo	47
Figura 5.21 - Acessibilidade Agregada a pé aos vários equipamentos em estudo em função do tempo	48
Figura 5.22 - Acessibilidade Agregada de automóvel aos vários equipamentos em estudo em função do decaimento.....	49
Figura 5.23 - Acessibilidade Agregada de autocarro aos vários equipamentos em estudo em função do decaimento.....	50
Figura 5.24 - Acessibilidade Agregada a pé aos vários equipamentos em estudo em função do decaimento.....	51
Figura 5.25 - Acessibilidade Total de automóvel aos vários equipamentos em estudo em função do tempo	52
Figura 5.26 - Acessibilidade Total de automóvel aos vários equipamentos em estudo em função do decaimento.....	53

Índice de Quadros

Quadro 2.1 - Exemplo de estudos da acessibilidade	5
Quadro 2.2 - Elementos da componente do transporte)	10
Quadro 2.3 - Funções de decaimento	11
Quadro 2.4- Tipos de Indicadores de Acessibilidade e Componentes	13
Quadro 3.1 - Exemplos de aplicação dos Sistema de Informação Geográfica.....	17
Quadro 4.1 - Equações do decaimento utilizadas.....	26

1. Introdução

1.1 Enquadramento Histórico

Ao longo do tempo tem havido um fenómeno de migração das pessoas, do meio rural para o meio urbano, que teve o seu "pico" após a Revolução Industrial, levando, no caso de Portugal, a uma forte concentração populacional junto do litoral. O elevado crescimento demográfico das cidades, implicou grandes alterações ao nível urbano, económico, social e político que levou a grandes desigualdades, nomeadamente na provisão de serviços e equipamentos urbanos. Tornou-se, assim, necessário um estudo mais pormenorizado do desenvolvimento urbano e a aplicação das regras do Urbanismo.

É neste contexto que surge então o conceito de acessibilidade. As definições de acessibilidade existentes na literatura não convergem, resultando assim em diferentes definições consoante o autor. Etimologicamente, acessibilidade significa "qualidade de ser acessível", "facilidade de aproximação", no entanto, de forma mais simplificada, pode-se considerar acessibilidade como a "facilidade das pessoas deslocarem-se a determinados destinos", ou o "número de atividades que são abrangidas num certo local".

1.2 Indicadores e componentes relacionadas com a acessibilidade

O emprego, a educação e o entretenimento são algumas das motivações que levam pessoas a deslocar-se para variados destinos. A capacidade de alcançar determinado destino depende de variados fatores, tais como, a infraestrutura de transportes existentes, as preferências do modo de transporte, características do uso do solo (aqui entendido como a forma como os pontos de interesse, que motivam a deslocação das pessoas, também aqui designados por oportunidades, se encontram distribuídos no espaço), eficácia dos transportes coletivos e as políticas de transporte. A acessibilidade tem assim, o objetivo de interpretar o modo como esses fatores influenciam nas várias tomadas de decisão que um indivíduo toma.

Esses fatores são determinados através de indicadores que permitem avaliar os seus impactos nas cidades. Estes indicadores podem ser utilizados pelos decisores na promoção de políticas

de desenvolvimento e de igualdade social tornando a cidade mais atrativa para quem nelas vive. Existem três tipos de indicadores de acessibilidade fundamentais:

- indicadores de acessibilidade de infraestruturas de transportes - baseado na observação ou em simulação de sistema de transportes. É aplicada no planeamento de transportes e de infraestruturas. Indicam "níveis de congestionamento" e "velocidade de viagem";
- indicadores de acessibilidade relativos a atividades - baseado na distribuição de atividades no tempo e no espaço. Indicam o potencial de uma determinada zona e a sua acessibilidade às restantes zonas;
- indicadores de acessibilidade baseados na utilidade - baseado nos benefícios que as pessoas tiram do acesso às atividades.

Existem também quatro componentes interdependentes, relacionadas com a acessibilidade:

- componente do transporte - distância, tempo de viagem, custo de transporte e esforço da viagem origem-destino;
- componente do uso do solo - número de atividades e equipamentos, e modo como se encontram distribuídos no espaço. Representa o confronto entre a procura e a oferta;
- componente temporal - disponibilidade (oportunidade) da população para usar determinado equipamento em diferentes períodos de tempo (dia, semana, ano, etc.);
- componente individual - necessidades, formação profissional e oportunidades de cada indivíduo.

1.3 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Um dos modos mais rápido e eficaz de se analisar a acessibilidade numa cidade, é recorrendo aos Sistemas de Informação Geográfica. As características do SIG tornam-no numa boa ferramenta de apoio à decisão, suportada com conhecimentos geográficos e de meios de tratamento, representação e de comunicação das mesmas (Denègre e Salgè, 1996, citado em Rodrigues, 2001).

O software SIG utilizado no desenvolvimento desta dissertação foi um dos SIG comerciais mais utilizado, o ESRI-ArcGIS. No contexto desta dissertação, o uso do ArcGIS é essencial, pois permite efetuar cálculos com elevada rapidez, envolvendo múltiplos dados georreferenciados, e ainda desenhar mapas das zonas de Coimbra com melhor acessibilidade

aos vários equipamentos em estudo - equipamentos de saúde, escolas básicas e equipamentos desportivos.

1.4 Estrutura e Objetivos da Dissertação

Esta dissertação tem como objetivo determinar uma metodologia de cálculo da acessibilidade dos habitantes do município de Coimbra aos três tipos de equipamentos acima referidos, recorrendo para isso a tecnologia SIG, tendo sido usado o software especializado, ESRI-ArcGIS. Tem ainda como objetivo, fazer um estudo aprofundado da distribuição espacial dos equipamentos em estudo, e analisar qual a influência dessa distribuição nas deslocações que as pessoas fazem no dia a dia. Apresentam-se no final, resultados, em forma de mapas, e respetivos comentários aos indicadores de acessibilidade calculados no âmbito deste trabalho, indicando quais os modos de transporte e quais as zonas do município com melhor acessibilidade.

No que respeita à sua estrutura, a dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. Neste primeiro capítulo faz-se uma apresentação rápida do tema em estudo nesta dissertação. No segundo capítulo aborda-se o tema da acessibilidade, os vários conceitos e indicadores utilizados na sua quantificação. O terceiro capítulo aborda o papel dos SIG no estudo acessibilidade. No quarto capítulo, apresenta-se a metodologia utilizada na determinação de indicadores. No quinto capítulo serão apresentados os resultados obtidos e observações. No sexto e último capítulo apresenta-se a conclusão final da dissertação e as ilações a retirar do trabalho desenvolvido no âmbito desta dissertação.

2. Acessibilidade

2.1 Conceitos de Acessibilidade

O conceito de acessibilidade tem vindo ao longo dos tempos a adquirir diferentes significados, principalmente devido aos diferentes campos de aplicação existentes (citado em Ferreira, 2011):

- Planeamento e formulação de políticas de avaliação da estrutura urbana (Black & Conroy, 1977);
- Localização residencial, industrial e comercial (Stegman, 1969; Zakaria, 1974);
- Distribuição da população (Allen, et al. 1993);
- Expansão das redes de transporte (Yu, 1983) ou a avaliação do desempenho do sistema de transportes (Zakaria, 1996);
- Estudos sobre a equidade urbana (Talen, 1998);
- Qualidade de vida (Kralich, 1996);
- Acesso ao emprego (Levine, 1998);
- Investimento em transportes e macroeconomia (Raia, 2000).

Tradicionalmente, a acessibilidade era considerada como a "interação existente entre a localização de atividades e a prestação de serviços de transportes" (Galán et al., 2002, citado em Ferreira, 2011). No entanto, esta noção de acessibilidade reduz-se a um significado muito superficial relativamente ao que atualmente se considera, resumindo-se à determinação de índices bastante simples que não traduziam a verdadeira interação entre as atividades e a acessibilidade das pessoas aos diversos equipamentos existentes.

Alves e Júnior (citado em Ferreira, 2011), considera acessibilidade como o "esforço dos indivíduos para transpor uma separação espacial para o exercício das atividades quotidianas". Este conceito parte do princípio, que numa cidade se deve permitir a qualquer indivíduo, independentemente da sua localização, aceder aos vários equipamentos disponíveis, evitando assim segregações e exclusão social.

Ingram (1971, citado em Rodrigues, 2001), encara a acessibilidade "como a característica (ou vantagem) inerente de um local no que diz respeito a vencer alguma forma de resistência de natureza espacial ao movimento (por exemplo, tempo e/ou distância)".

Para Shen (1998, citado em Rodrigues, 2001) a acessibilidade é função das características do uso do solo e do sistema de transporte. Representa a facilidade com que as oportunidades espacialmente distribuídas podem ser alcançadas a partir de um determinado local, através de um determinado sistema de transporte.

Outros autores focam a acessibilidade como "o número de oportunidades possíveis de atingir entre determinadas distâncias ou tempos de viagem" (Hanson, 2004, citado em Ferreira, 2011) "recorrendo a um determinado sistema de transportes" (Puebla et al, 1994). Esta noção de acessibilidade "não está relacionada com o comportamento do indivíduo, mas com a oportunidade ou potencial de participação nas atividades, os quais dependem do sistema de transportes e do ordenamento do território" (Raia, 2000, citado em Ferreira, 2011).

As várias definições aqui apresentadas, representam uma relação entre a qualidade de vida e o sistema de transportes, que deverá possibilitar a "integração e complementaridade dos vários modos de transporte, potenciando o seu conjunto, e para resolver os imensos tipos de procura a ser servidos, deverão tirar o máximo proveito das potencialidades de cada um deles" (Fiadeiro, 2008, citado em Ferreira, 2011).

O Quadro 2.1 resume de forma esquemática vários estudos de acessibilidade, de diversos autores:

Quadro 2.1 - Exemplo de estudos da acessibilidade (Fonte: Rodrigues, 2001)

Autores	Tema	Indicadores
Oppong & Hodgson (1994)	Acessibilidade espacial a instalações de saúde;	-distâncias médias percorridas; -distâncias de cobertura;

Love & Lindquist (1995)	Acessibilidade de idosos a hospitais;	-número de hospitais dentro de distância y a partir de um quarteirão <i>i</i> ; -a distância mínima entre o quarteirão e o hospital.
Bruinsma & Retveld (1998)	Acessibilidade de sete capitais europeias;	diferenças nas redes de infraestrutura e no tipo de transporte principal adotado;
Tale & Anselin (1998)	Acessibilidade dos parques da cidade de Tulsa;	
Schoon et al (1999)	Estudo piloto da definição de acessibilidade em função do conforto e da conveniência de alcançar determinado destino;	-tempo e custo de viagem; -localização do destino; -frequência do serviço prestado; -segurança e conforto da viagem; -confiança e disponibilidade dos serviço durante o dia, todos os dias;
Van der Waerden et al (1999)	Correlação entre medidas objetivas e avaliações subjetivas de acessibilidade;	-índice médio de separação e índice do tipo gravitacional aplicado a redes de transportes motorizados e de bicicletas;
Turró e al (2000)	Avaliação do impacto das redes de transportes e correção de limitações dos indicadores de acessibilidade convencionais;	

Na literatura referente à acessibilidade é também frequentemente referido o conceito de mobilidade e, não raras vezes, existe dificuldade em diferenciar os dois conceitos. Existe uma relação entre os dois, sendo que a mobilidade está relacionada com a quantidade de movimentos (quilómetros percorridos, por exemplo) que se tem de percorrer para chegar a determinado destino enquanto que a acessibilidade se relaciona com a oportunidade de uma pessoa poder aceder a determinado destino de sua escolha, onde poderá, ou não ir.

Os indicadores de mobilidade têm uso limitado no estudo das necessidades das pessoas, pois ignoram o motivo da viagem. Poderão existir zonas com elevada mobilidade (por exemplo, pouco tráfego) e níveis de acessibilidade baixos pois os residente não conseguem alcançar os bens ou os serviços que desejam, quer seja devido a longas distâncias, a obstáculos difíceis de ultrapassar ou fatores económicos.

Atualmente existe uma sobreposição da importância da acessibilidade (possibilidade e qualidade de acesso), sobre a mobilidade (quantidade de movimentos). A acessibilidade consiste em ultrapassar barreiras sociais, económicas e ambientais, e permite resolver problemas relacionados com: a coesão social, oferecendo as mesmas oportunidades a todos os indivíduos; competitividade dos territórios, permitindo um crescimento económico, cultural e social de zonas, devido a um planeamento cuidado (baseado em índices de acessibilidade) e permite ainda resolver problemas de sustentabilidade ambiental, diminuindo o número e a extensão das viagens que são necessárias fazer para chegar ao destino, reduzindo a dependência aos recursos naturais.

A quantificação da acessibilidade é feita com recurso aos indicadores de acessibilidade. Esses indicadores são ferramentas que permitem ajudar na tomada de decisões, ajudando a levar em conta aspetos sociais e ambientais com os quais as deslocações estão necessariamente relacionados.

2.2 Indicadores de Acessibilidade

2.2.1. Indicadores de Acessibilidade e de Mobilidade

Os indicadores de acessibilidade são poderosos instrumentos de apoio aos processos de planeamento e gestão da informação com uso ao nível do apoio à alocação de recursos e de análise de tendências, encontrando ao mesmo tempo soluções para os problemas de mobilidade. Foram inicialmente utilizados em "estudos de planeamento dos transportes e nas avaliações de projetos" (Ribeiro, 2011, citado em Ferreira, 2011), ainda que hoje tenham aplicação em diferentes tipos de análises, desde ao nível do planeamento e tomada de decisões, padrões de viagens, impactos económicos e ambientais, etc. De modo geral, relacionam a distribuição espacial de equipamentos/atividades e da população através de sistemas de transportes.

Os indicadores de acessibilidade podem, então, ser entendidos como medida da proximidade entre dois ou mais pontos do território ou o esforço (tempo, custo) necessário para atingir um determinado ponto no território.

Os indicadores de mobilidade correspondem tendencialmente a dados sobre movimentos reais da população. Assim sendo, a quantificação da mobilidade consiste na análise dos sistemas de transporte existentes entre origem e destino, e ainda, a capacidade de um indivíduo poder usufruir desse sistema de transportes. Ou seja, os indicadores de mobilidade traduzem a quantidade de movimentos, os índices de acessibilidade traduzem a qualidade dos movimentos que ocorrem no território, com especial importância sobre a capacidade e oportunidade de cada indivíduo realizar viagens.

De modo geral, a acessibilidade é medida considerando dois tipos de indicadores: absolutos e relativos. Habitualmente, os absolutos referem-se à distância, tempo e custo e os relativos ao conforto, fiabilidade, segurança e qualidade do serviço. Consideram-se também indicadores ao nível da acessibilidade ao sistema de transportes e ao nível da acessibilidade aos destinos. Relativamente à acessibilidade aos sistemas de transportes, os indicadores dependem de várias componentes:

- Configuração da rede de transportes;
- Localização das atividades (usos do solo);
- Tempo de deslocação e tempo de espera;
- Facilidade de utilização pelo indivíduo.

A acessibilidade ao destino pode ser interpretado como a relação entre o indivíduo e território, e que mede o potencial/oportunidade de um indivíduo fazer uma viagem para determinado destino.

2.2.2. Fatores Contextuais

No estudo da acessibilidade é comum contabilizar os fatores contextuais. Estes podem ser descritos como as características económicas, socioculturais, sociodemográficas, ecológicas/ambientais e o nível tecnológico da população. São exemplo dessas características a idade, o rendimento distribuído pela população, as necessidades, preferências e atitudes da população. É ainda, necessário considerar a política urbana que também influencia os indicadores direta e indiretamente. Ou seja, diferentes sociedades encaram de forma diferente a acessibilidade existente. Por exemplo, uma pessoa pode considerar aceitável fazer uma

viagem de 20 minutos de bicicleta para o emprego, e outro pode achar que não é, apesar de as condições serem as mesmas.

2.2.3. Componentes dos indicadores de acessibilidade

Existem quatro componentes referentes à acessibilidade: transporte, uso do solo, individual e temporal. A componente do transporte consiste em três elementos:

- a quantidade de infraestruturas de transporte, a sua localização e suas características (número de vias, velocidade máxima, custo de viagem);
- a procura dos passageiros ou de viagens de mercadoria;
- as características resultantes da utilização da infraestrutura.

É o resultado do confronto da procura com a oferta, que resulta da distribuição espacial do tráfego viário, do tempo/custo de viagem e o esforço necessário para atingir determinado destino.

A facilidade em viajar entre uma origem e um destino depende de elementos que são avaliados de forma diferente pelas pessoas. Esses elementos dividem-se em três grupos: tempo, custo e esforço necessário para se deslocarem. Nos transportes é usual utilizar uma função do custo, do tempo ou distância de viagem que estime a interação espacial entre origens e destinos. Um exemplo dessa função de custo é a seguinte equação (Fonte: Geurs & van Eck, 2001):

$$c_{ij} = v_m t_{ijm} + c_m d_{ijm} + u_m k_{ijm}$$

- $t_{ijm}, d_{ijm}, k_{ijm}$ – tempo de viagem, distância da viagem e conveniência da viagem da origem i para o destino j através do modo de transporte m ;
- v_m, c_m, u_m – valor do tempo, custo por quilómetro e a desutilidade da inconveniência do modo de transporte m .

Quadro 2.2 - Elementos da componente do transporte (Fonte: Geurs & van Eck, 2001)

	Automóvel	Transporte Coletivo	Pé
Tempo	-caminhar até ao parque de estacionamento; -tempo de viagem; -tempo perdido no tráfego; -tempo para encontrar estacionamento; -tempo a caminhar para destino	-tempos de espera; -tempo de ingresso no transporte; -tempo de viagem;	-tempo de viagem; -estacionar bicicleta
Custo	-custo fixo; -custo de combustível; - custo de manutenção; - custo de estacionamento; - tarifas rodoviárias	custo dos bilhetes	-custo fixos; -custo de manutenção;
esforço	-nível de conforto; -esforço físico; -segurança; -stress; -risco de acidente; -informação; -estatuto	-nível de conforto; -esforço físico; -segurança; -stress; -risco de acidente; -informação; -estatuto	-nível de conforto; -esforço físico;

A interação entre duas localidades diminui com o aumento da desutilidade (distância, tempo e custo) entre eles. De modo geral, a percepção e o valor da distância entre origem e destino varia de acordo com:

- Modos de transporte (automóvel, pé, transporte coletivo, etc.);
- Propósito da viagem (trabalho-casa, social, etc.);
- Características do indivíduo (rendimento, nível de educação, etc.);
- Características do destino, a sua atratividade e a sua singularidade.

Existem várias funções capazes de descrever o comportamento das pessoas relativo à probabilidade de fazer determinada viagem, considerando todos os entraves existentes. No contexto desta dissertação, entende-se por função de decaimento (ou simplesmente decaimento) como a fração da população que considera satisfatório encontrar-se à distância d de um determinado tipo de equipamento. Entende-se esta aplicação de decaimento porque são

estudados equipamentos, como por exemplo as escolas, para as quais a deslocação é obrigatória. O facto de uma determinada pessoa se deslocar para um equipamento situada à distância d , representa a sua aceitação dessa distância relativamente a esse equipamento, sendo utilizáveis estas mesma funções de decaimento.

Por outro lado, a distância considerada é a distância temporal (média), o que não altera a forma das funções mas somente os parâmetros. Para cada modo de transporte a distância física, $d = v_m t$ em que v_m é a velocidade média relativa a esse modo de transporte e t é a correspondente distância temporal.

No caso do modo pedonal este indicador corresponde à "*walkability*" (indicador utilizado, por exemplo, na avaliação de casas, definindo se elas se encontram bem ou mal situadas). As funções que melhor descrevem o decaimento, estão indicadas na seguinte tabela:

Quadro 2.3 - Funções de decaimento (Fonte: Geurs & van Eck, 2001)

Função	Forma	Autor
Função exponencial negativa	$F(d) = e^{-\beta d}$	-Wilson, 1971; -Dalvi & Martin, 1976; -Martin & Dalvi, 1976; -Song, 1996
Função loglogística modificada	$F(d) = \frac{1}{1 + e^{a+B \times \ln d}}$	-Bewley & Fiebig, 1988; -Hilbers & Verroen 1993
Função Gaussiana modificada	$F(d) = 100 \times e^{-\frac{d^2}{u}}$	-Ingram, 1971; -Guy, 1983
Função potência negativa	$F(d) = d^{-\alpha}$	-Hansen, 1959; -Patton & Clark, 1970; -Davidson, 1977; -Fotheringham, 1982

em que $F(d)$ é a probabilidade de um indivíduo fazer uma viagem, d é a distância ou tempo e a , b , u , α e β são parâmetros.

A escolha de qual função é mais adequada depende de características específicas da função e da área de estudo e a sua adequação à realidade. Os seguintes aspetos são os mais relevantes:

- Inclinação da curva da função - As funções potência e exponencial negativas decaem muito rapidamente, o que sugere uma grande sensibilidade para pequenas distâncias. Do ponto de vista comportamental, um decaimento muito forte para pequenas distâncias/tempo não é muito realista.
- Pontos de inflexão da função - Algumas funções (como a logística convencional) têm um ponto de inflexão fixo a meio do valor máximo da probabilidade;
- O valor da probabilidade para distância/tempo igual zero - O valor da probabilidade é máximo da função, quando o tempo/distância é zero.

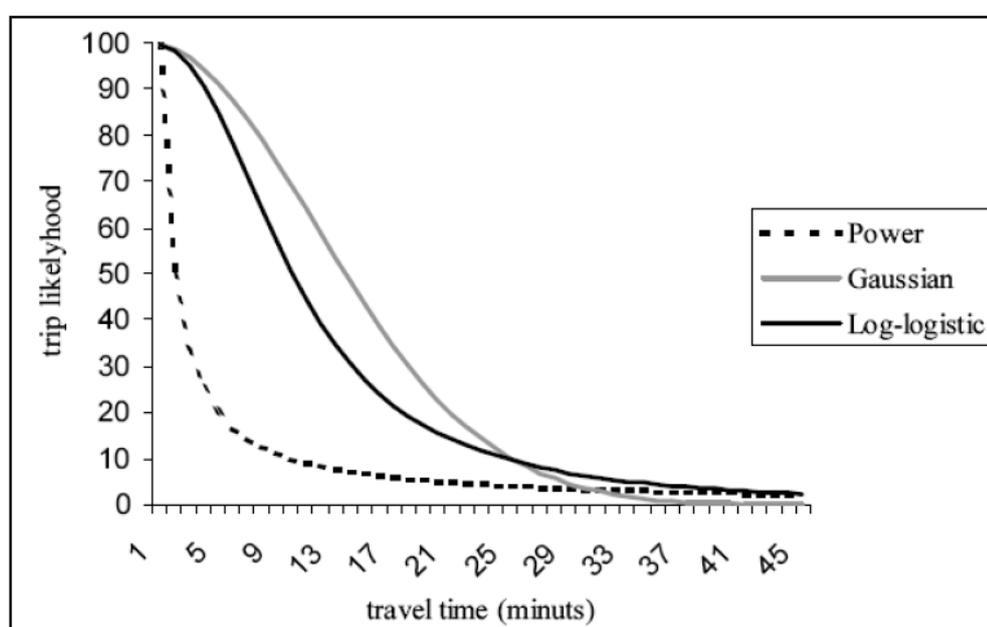


Figura 2.1 - Exemplos de funções de decaimento (Fonte: Geurs & van Eck, 2001)

As características individuais de cada pessoa têm um importante papel no acesso às várias oportunidades. Existem então, três grupos de características que influenciam a acessibilidade:

- necessidades das pessoas - a possibilidade de viajar e aceder às oportunidades depende da idade, rendimento, educação e fase da vida de um indivíduo;
- capacidades - está relacionado com a capacidade (cognitiva, intelectual ou física) e das habilitações necessárias para aceder ao modo de transporte;
- oportunidades - está relacionado com o rendimento e o dinheiro que se está disposto a gastar numa viagem.

De modo geral, a componente individual é incorporada no estudo da acessibilidade através da divisão da população em subgrupos com as mesmas características, por exemplo, idade, género, habilitações educacionais, etc.

Outra componente a ter em conta no estudo da acessibilidade é a componente temporal. Esta compreende a disponibilidade da atividade nas diferentes alturas do dia, semana, etc., e a disponibilidade que as pessoas têm para poderem participar nessas atividades.

A componente temporal e a componente do uso do solo são interdependentes. A análise do ponto de vista espacial-temporal permite determinar áreas que podem ser alcançadas num determinado intervalo de tempo predefinido. Assim sendo, a distribuição de oportunidades no espaço influencia o nível de acessibilidade. É obvio que se, por exemplo, os empregos estiverem igualmente distribuídos, cada habitante tem a mesma acessibilidade ao emprego. Por outro lado, se os empregos tiverem todos agrupados no centro da cidade, a acessibilidade ao emprego das pessoas no centro da cidade é elevada, e na periferia da cidade, baixa. De maneira geral, a componente do uso do solo divide-se em dois elementos:

- distribuição espacial dos destinos e suas características - por exemplo, a localização de escolas, centros de saúde ou emprego e a sua atratividade, capacidade, etc.;
- distribuição espacial da procura da atividades e suas características - localização das habitações e habitantes.

O seguinte quadro resume a maneira como as várias componentes influenciam no estudo da acessibilidade para os diversos indicadores:

Quadro 2.4- Tipos de Indicadores de Acessibilidade e Componentes (Fonte: Geurs & van Eck, 2001)

	Componente do transporte	Componente do uso do solo	Componente temporal	Componente individual
indicadores baseados nas infraestruturas do transporte	-velocidade média de viagem; -horas perdidas no congestionamento ;		-período de ponta; -período de 24 horas	motivo da viagem (casa-trabalho; escola-casa)

indicadores baseados nas atividades	indicadores geográficos	-tempo de viagem; -custo da viagem	distribuição espacial das oportunidades	tempo de viagem e custo pode variar entre horas do dia, dias da semana, etc.	estratificação da população por grupos
	indicadores espacial-temporal	-tempo de viagem; -custo da viagem	distribuição espacial das oportunidades	restrições temporais e disponibilidade para participar numa atividade	acessibilidade analisada a nível individual ou a nível familiar
indicadores baseados na utilidade		custo da viagem origem-destino	distribuição espacial das oportunidades	tempo de viagem e custo pode variar entre horas do dia, dias da semana, etc.	utilidade estimada para grupos de população ou a nível individual

Existem outros fatores que influenciam a acessibilidade, como por exemplo, a competitividade entre equipamentos. O efeito da competitividade, que resulta da interação entre a procura e a oferta pode influenciar o nível de acessibilidade. Assim sendo, é um aspeto relevante a ter em conta na análise da acessibilidade considerando o uso do solo.

3. Sistemas de Informação Geográfica

3.1 Definição de SIG

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tornaram-se, ao longo das últimas três décadas, um importante instrumento de auxílio na resolução de problemas relacionados com o transporte. São um "sistema de apoio à decisão envolvendo integração de informação georreferenciada num ambiente de resolução de problema" (Cowen, 1988, citado em Abrantes, 1998), que permitem a recolha, armazenamento, atualização, gestão, análise e exibição de dados espaciais. Aliás, para Aronoff (1989, citado em Abrantes, 1998), os SIG são, um "conjunto de procedimentos, manual ou automatizado, utilizados no sentido de armazenamento, e manipulação de informação georreferenciada" cujas aplicações não se esgotam ao nível dos transportes tendo aplicação em todos os tipos de estudos que necessitem de descrever relações espaciais.

Não admira pois, o crescente recurso a este tipo de software em estudos ao nível do planeamento, gestão e análise de sistemas de transportes.

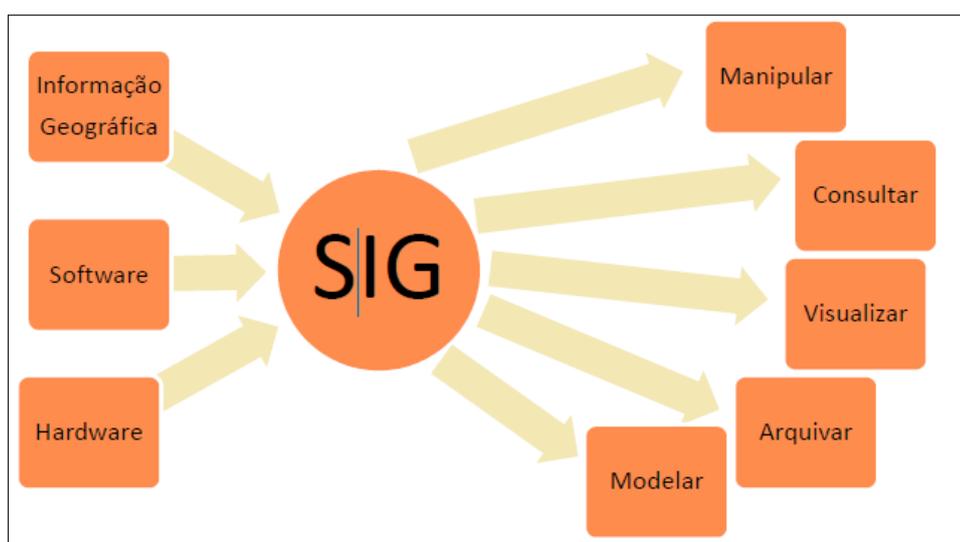


Figura 3.1 - Diagrama do funcionamento de um SIG (Fonte: Pinto, 2009)

3.1.1. Componentes dum SIG

"Um sistema de informação geográfica é a combinação de pessoas qualificadas, dados espaciais e descritivos, métodos analíticos, programa e *hardware* – todos organizados para automatizar, gerir e fornecer informação através de apresentações geográficas" (Zeiler, 1999, citado em Rodrigues, 2001). Pode-se então considerar que existem cinco componentes: *hardware*, *software*, dados/informação, pessoas (ou *liveware*) e métodos (procedimentos).

A componente do *hardware* corresponde ao conjuntos de elementos físicos (equipamento) que possibilita a introdução, armazenamento, acesso e visualização dos dados, utilizados para o processamento automático da informação. Um dos requisitos do *hardware* é grande capacidade de memória e espaço em disco para o armazenamento de grande volume de dados.

A componente do *software* pode ser definido como os diferentes processos que permitem operar e manipular os dados. Segundo Burrough (1986, citado em Mouro, 2003), as aplicações que servem um SIG devem possuir:

- Entrada e verificação de dados;
- Armazenamento de dados e gestão da base de dados;
- Saída de dados e apresentação;
- Transformação de dados,
- Interação com o utilizador.

A componente dos dados/informação é geralmente a mais importante, pois é a partir destes que todas as operações são executadas e partir dos quais se vão retirar resultados e conclusões. De acordo com San-Payo (1994, citado em Mouro, 2003), esta componente divide-se em dois tipos: espaciais e não-espaciais. Os dados espaciais são normalmente obtidos a partir de cartas, fotografias aéreas, imagens de satélite, trabalho de campo e fontes, e os dados não-espaciais são obtidos, normalmente, através de observações de campo, amostragens locais, censos, resultados estatísticos, entre outros. Muitas vezes na obtenção destes dados são cometidos erros que não devem ser ignorados, devendo-se recorrer a métodos estatísticos para averiguar quais os seus impactos.

A componente das pessoas (*liveware*) é formada por pessoas das diversas áreas de conhecimento quer a nível da planificação, desenvolvimento e implementação ou utilizadores

finais, por exemplo, programadores, gestores de base de dados, analistas, técnicos de recolha e introdução de dados.

A componente do método corresponde aos algoritmos que resolvem problemas espaciais em redes lineares ou em topologias de polígonos, ou ainda, os conhecimentos para aplicar princípios de design cartográfico na obtenção de mapas.

No caso particular da elaboração desta dissertação, visto que não se tratava de uma análise de acessibilidade a grande escala, as componentes atrás referidas não tiveram a dimensão aqui descrita. Apenas para análises mais exaustivas, é comum, o recurso a pessoal e bens mais qualificados.

Na seguinte tabela apresentam-se alguns exemplos de aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica, além da Gestão Urbana:

Quadro 3.1 - Exemplos de aplicação dos Sistema de Informação Geográfica (Fonte: Rodrigues, 2001)

Área de aplicação	Aplicação do SIG
Agricultura	Uso de imagens de satélite do uso do solo combinado com modelos de oscilação do tempo para prever efeitos na agricultura
Defesa	Gestão, manutenção e visualização de milhões de registos climatéricos
Distribuição de água e recursos hídricos	Gestão da água devido ao crescimento demográfico e a expansão da agricultura
Ecologia e Conservação	Estudo dos padrões de migrações sazonais
Eletricidade e Gás	Análise da rede de energia através da modelação de cenários de novos dispositivos
Exploração mineira e Geociências	Criação de base de dados tridimensionais para monitorização de depósitos de desperdícios nucleares, programas de exploração mineira e águas subterrâneas
Gestão de emergências	Avaliação do risco de acidente
Gestão do ambiente	Avaliação dos efeitos e consequências resultantes da construção de uma barragem

Oceanografia, zonas costeiras e recursos marinhos	Utilização de dados sobre temperatura dos mares para estudar frentes e correntes oceânicas
Saúde Pública	Análise de epidemiologia de doenças raras e estimação da exposição de indivíduos aos fatores ambientais de risco
Telecomunicações	Gestão da radiodifusão ao estudar localização de estações, a demografia das áreas servidas e a manutenção do equipamento
Transportes	monitorização do tráfego em tempo real de forma a minimizar os congestionamentos

Os SIG são capazes de resolver vários problemas que envolvem a componente da localização, permitindo ao utilizador obter resposta relativo à:

- localização de um determinado objeto;
- número de objetos numa determinada área;
- relações existentes entre objetos - análise espacial;
- atualização dos dados e conservação histórica de um determinado objeto - análise temporal;
- impactos que objetos iram sofrer no futuro - estudos de impacto, estudo de projeto, simulação, projeção no futuro.

Existem vários ambientes para se trabalhar com SIG. Porém, nesta dissertação foi usado o ambiente ESRI ArcGIS Desktop. Foi também, ao nível do estudo da rede de transportes, usada a componente ArcSDE (*Spatial Database Engine*), a qual permite o armazenamento e a estruturação das entidades pertinentes aos SIG no contexto de bases de dados, em particular a Microsoft SQL Server.

3.1.2. Dimensionalidade dos objetos espaciais

Os SIG armazenam a informação geográfica em níveis, ou camadas (*layers*). Estes níveis agrupam conjuntos semelhantes de objetos (*features*) que constituem os diversos temas. Estes objetos podem ser de três tipos, pontos, linhas e polígonos, estando a falar de modelos vetoriais, pois existem outros modelos de dados, por exemplo os modelos de dados *Raster*. O agrupamento dos níveis formam o mapa final que após análise se retiraram os resultados.

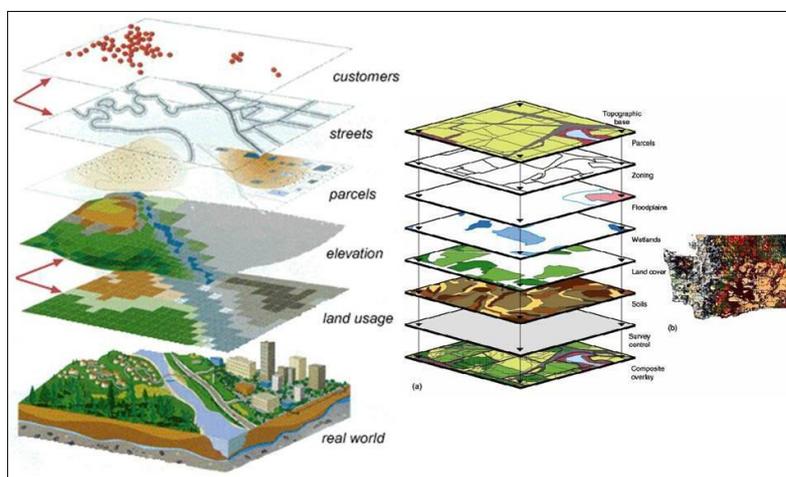


Figura 3.2 - Esquema das camadas utilizadas em SIG (Fonte: <http://andersonmedeiros.wordpress.com/2010/02/25/geotecnologias-parte1/>)

Os objetos nos Sistemas de Informação Geográfica são compostos por duas componentes: componente espacial e componente não espacial.

A componente espacial é caracterizada pela localização geográfica dos objetos num sistema de coordenadas, pelas propriedades espaciais desses objetos e pelas relações espaciais entre eles. Caso o objeto se trate de um linha as propriedades espaciais podem ser descritas como a forma, inclinação, orientação; caso se trate de um polígono, podem ser descritas como o perímetro, forma, inclinação e orientação. São exemplos das relações espaciais entre dois objetos, a conectividade, contiguidade e proximidade entre objetos.

A componente não espacial, por vezes também designada por componente temática, refere-se aos atributos dos objetos que representam variados tipos de informação (características) usados para representar a realidade. É classificada quanto ao tipo: alfanumérica, lógica e numérica (inteira ou real).

3.1.3. Extensão *network-analyst*

A extensão *network-analyst* do ArcGIS permite modelar dinamicamente e de forma realista as condições da rede, incluindo ruas de sentido único, restrições de altura e condição de tráfego, limites de velocidade e a variação da velocidade de deslocamento baseado no tráfego.

Com o *network-analyst* do ArcGIS, consegue-se:

- Encontrar caminhos mais curtos;
- Determinar as rotas mais eficientes para uma frota de veículos;
- Usar intervalos de tempo para limitar quando os veículos podem chegar a localidades.
- Localizar equipamentos mais próximas;
- Determinar os locais ideais para equipamentos, através da análise de localização-alocação.
- Definir áreas de serviço com base no tempo de viagem ou a distância.
- Gerar uma matriz origem-destino de custos da rede de viagens.

No desenvolvimento desta dissertação foi usado o *network-analyst* com o intuito de obter matrizes origem-destino no contexto das redes de transportes do município de Coimbra e perante diferentes modos de transporte.

4. Metodologia

No âmbito desta dissertação, o cálculo da acessibilidade vai ser determinado considerando quais as zonas e população que têm melhor acesso aos equipamentos em estudo. A metodologia em estudo foi aplicada ao município de Coimbra por se encontrar disponível uma modelação das redes de transporte do município (no contexto do já referido SDE).

A população residente total em Coimbra é de 148145 habitantes que, por escalões etários, se dividem da seguinte maneira:

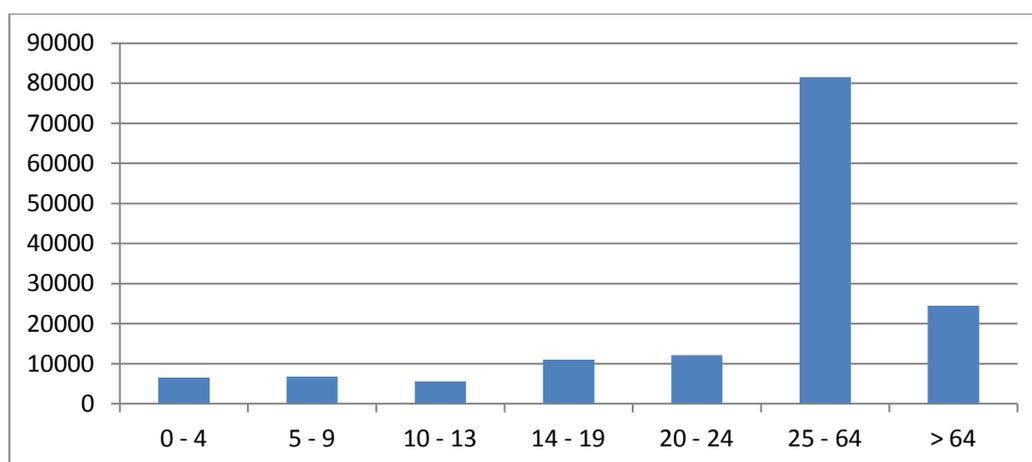


Figura 4.1 - População Residente em Coimbra por faixas etária. (Fonte: Censos 2001)

Será estudada a acessibilidade a três tipos de equipamentos: desportivos, de saúde e escolas básicas do 1º ciclo. Para o estudo foi também considerando três tipos de modos de transporte: automóvel, transporte público (autocarro) e modo pedonal. Não foi considerado o metro de Coimbra, por não parecer certa a sua efetivação e até existência num futuro próximo. Nas imagens seguinte, identificam-se a localização dos equipamentos estudados, sendo que a lista com os nomes dos equipamentos considerados encontra-se em anexo (ver Anexo A):

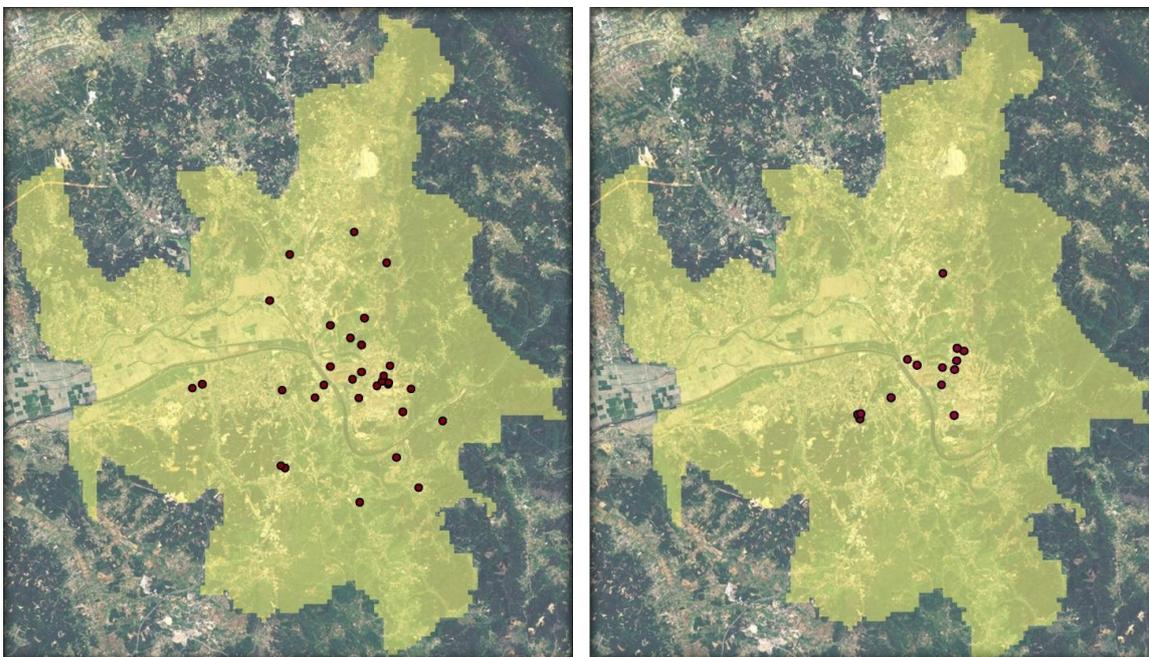


Figura 4.2 - Localização dos equipamentos Desportivos (esqª) e de Saúde (drtª)

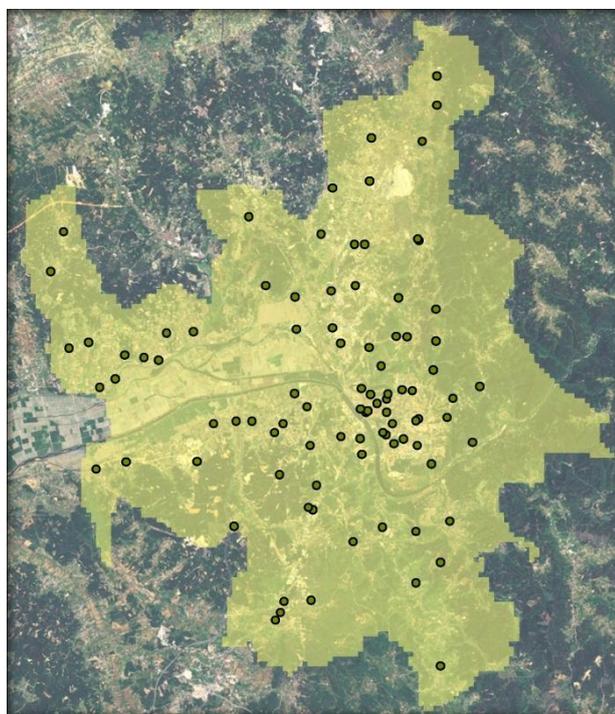


Figura 4.3 - Localização das Escolas Básicas do 1º ciclo

A dissertação foi desenvolvida em várias fases. Inicialmente escolheram-se quais os equipamentos mais relevantes para o estudo. Para as escolas básicas do 1º ciclo, as escolas utilizadas foram as que constam na carta educativa publicada no site da Câmara Municipal de Coimbra; os equipamentos de saúde incluem os centros de saúde e hospitais de Coimbra; quanto aos equipamentos desportivos consideraram-se os mais abrangentes (em vez de equipamentos mais especializados), pelo que ficaram reduzidos aos polidesportivos e pavilhões.

Considerou-se o município de Coimbra dividido em quadrículas (com 200 metros de lado). Cada quadrícula, na prática, é representada, pelo respetivo centróide. Usando a extensão *network-analyst*, e para cada um dos três modos de transporte atrás referidos, foi encontrada uma matriz origem-destino em que as origens são os centróides da quadrícula e os destinos os equipamentos. Como foram considerados três tipos de equipamentos e três modos de transporte foram efetuadas nove corridas dessa extensão do ArcGIS.

Através do uso de ferramentas, entre as quais se salientam *Join* (junção - tomada tanto no sentido de atributo como no sentido espacial), *Summary Statistics* e *Merge*, criaram-se as *features class* e tabelas com a informação relativa às distâncias (em tempo) do equipamento de cada tipo mais perto de cada quadrícula, para cada modo de transporte.

Na determinação dos tempos para o modo pedonal com destino nas escolas básicas, os tempos obtidos foram aumentados em 15% por tratar-se de deslocações de crianças.

Com base nesta informação foram criados mapas para cada tipo de equipamento e para cada modo de transporte. Foram criados dois tipos de mapas, um em função dos tempos e outro em função de decaimento.

Para os mapas em função do decaimento foram utilizadas funções de decaimento exponencial para o modo pedonal e loglogístico modificado nos restantes (ver Quadro 2.3). Para o decaimento exponencial usou-se como fonte a *Transportation Research Board Annual Meeting, 2010*, usando-se como parâmetro $\beta \times \text{velocidade} = 0,08$; para o decaimentos loglogístico utilizou-se como fonte o *RIVM report 408505 006 - Accessibility measures: review and application, 2001*, onde se consideram que as viagens com destino no centro de saúde como *social trips*, as viagens com destino nos equipamentos desportivos como *recreation trip* e as com destino nas escolas básicas como *low education level*.

Nas seguintes figuras apresentam-se gráficos de funções loglogísticas modificadas.

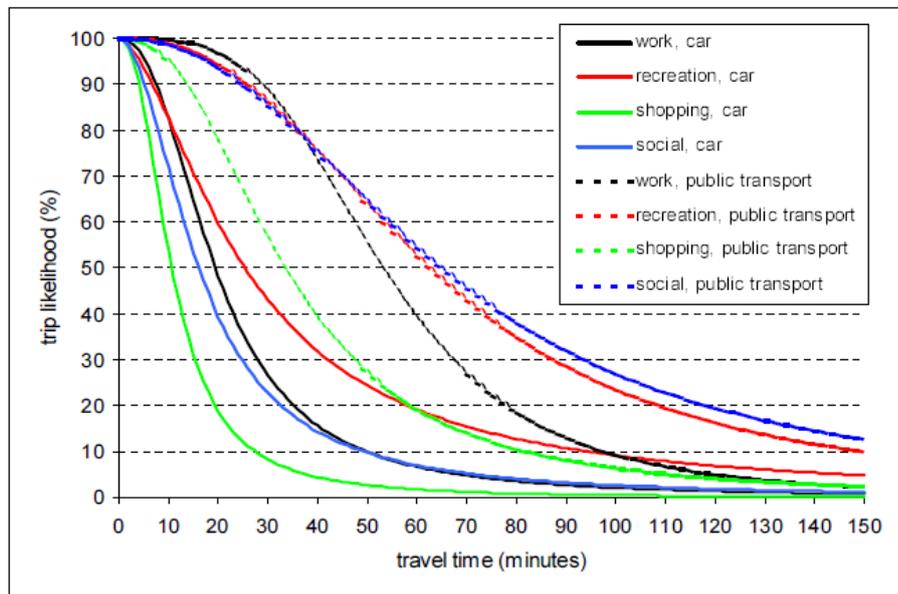


Figura 4.4 - Funções Loglogísticas modificadas de impedância de acordo com a finalidade e modo de viagem (Fonte: Geurs & van Eck, 2001)

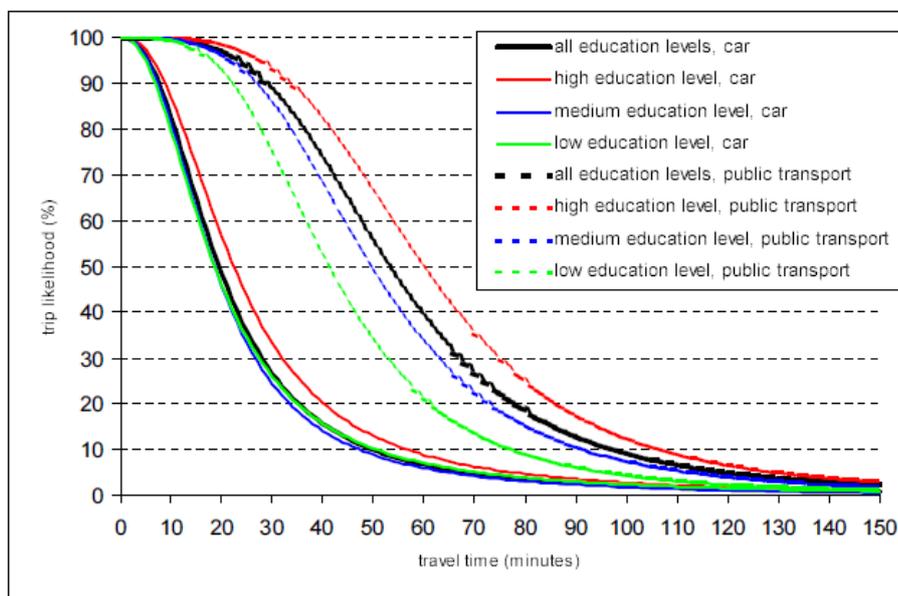


Figura 4.5 - Funções Loglogísticas modificadas de impedância de acordo com o nível de ensino e modo de viagem (Fonte: Geurs & van Eck, 2001)

Os parâmetros das curvas loglogísticas modificadas foram determinados da forma que a seguir se descreve. Pondo:

$$F(t) = d = \frac{1}{1+e^{\alpha+B \times \ln t}} \quad (1)$$

vem:

$$\frac{1}{d} - 1 = e^{\alpha+B \times \ln t} \quad (2)$$

ou:

$$\frac{1-d}{d} = e^{\alpha+B \times \ln t} \quad (3)$$

Para cada curva, os parâmetros α e B podem ser obtidos através de um sistema linear, considerando dois pontos dos gráficos, (d_1, t_1) e (d_2, t_2) , da seguinte forma:

Aplicando logaritmos aos dois membros de (3), ficamos com:

$$\ln \left(\frac{1-d}{d} \right) = \alpha + B \times \ln t \quad (4)$$

Entrando agora com os valores de d e de t nos dois pontos acima referidos ficamos com o sistema linear, em ordem a α e a B :

$$\begin{cases} \ln \left(\frac{1-d_1}{d_1} \right) = \alpha + B \times \ln t_1 \\ \ln \left(\frac{1-d_2}{d_2} \right) = \alpha + B \times \ln t_2 \end{cases} \quad (5)$$

considerando:

$$e^{\alpha} = A \quad (6)$$

obtem-se:

$$F(t) = \frac{1}{1+e^{\alpha+B \times \ln t}} = \frac{1}{1+A \times t^B} \quad (7)$$

A tabela seguinte resume os valores obtidos para as várias curvas:

Quadro 4.1 - Equações do decaimento utilizadas

Tipo	Forma	Modo de Transporte	Equipamento
Exponencial	$F(t) = e^{-0,08 \times t}$	Pedonal	Equipamento Desportivo
			Equipamento de Saúde
			Escola Básicas 1º Ciclo
Loglogística modificada	$F(t) = \frac{1}{1+2,1 \times 10^{-5} \times t^{2,6}}$	Autocarro	Equipamento Desportivo
	$F(t) = \frac{1}{1+5,45 \times 10^{-5} \times t^{2,36}}$	Autocarro	Equipamento de Saúde
	$F(t) = \frac{1}{1+3,0 \times 10^{-6} \times t^{3,43}}$	Autocarro	Escola Básicas 1º Ciclo
Loglogística modificada	$F(t) = \frac{1}{1+4,94 \times 10^{-3} \times t^{1,65}}$	Automóvel	Equipamento Desportivo
	$F(t) = \frac{1}{1+0,1 \times t^{0,9}}$	Automóvel	Equipamento de Saúde
	$F(t) = \frac{1}{1+1,35 \times 10^{-3} \times t^{2,25}}$	Automóvel	Escola Básicas 1º Ciclo

Depois de calculados os decaimentos desenharam-se os mapas. Os mapas criados dividem-se em dois tipos: i) análise da acessibilidade em função do decaimento e ii) em função das distâncias (em tempo).

Os resultados finais e os comentários estão apresentados no próximo capítulo.

5. Resultados

Neste capítulo apresentam-se, sob a forma de mapas, os resultados da aplicação da metodologia atrás referida. Foram feitas análises em função do tempo de viagem para chegar a determinado equipamento e análises em função do decaimento. Os resultados obtidos, como já referido, têm resolução de 200 metros por 200 metros e indicam não só os tempos de cada quadrícula ao equipamento mais próximo de cada tipo, como também a todos os equipamentos. Isto para os três modos considerados. Porém para efeitos de apresentação foram considerados certos intervalos de tempo e de decaimentos, juntando as quadrículas situadas, para cada tipo de equipamentos e para cada modo, nesses intervalos, dando origem a áreas de serviço.

Os intervalos de tempo e decaimentos podem ser alterados conforme se achar mais conveniente.

Para cada tipo de equipamento vão ser apresentado seis mapas, três relativos ao tempo e três relativos ao decaimento. Vão ser também apresentados, resultados aglomerados por soma ponderada para cada modo de transporte, e também resultados aglomerados totais, aglomerando os três modos de transporte, ficando-se assim com indicadores de acessibilidade geral para cada quadrícula. Mais uma vez, nos mapas apresentados consideraram-se intervalos, em que se aglomeram as quadrículas.

Juntamente com os mapas apresentam-se gráficos com a distribuição populacional pelos vários intervalos de tempo e decaimento, considerando a população residente de acordo com os Censos de 2001.

Nos mapas criados em função do tempo foi utilizada uma escala dividida em seis classes de modo a que se consiga interpretar de modo mais exato a acessibilidade. Em relação à análise em função do decaimento, foi utilizado uma escala dividida em quatro intervalos de 25%.

A análise dos mapas é feita considerando a acessibilidade do município de Coimbra e das respetivas freguesias (ver Anexo B) aos vários equipamentos.

5.1 Resultados da análise da Acessibilidade às Escola Básicas do 1º Ciclo

5.1.1. Análise da acessibilidade em função do tempo

Na Figura 5.1 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade às escolas básicas do 1º ciclo considerando como indicador o **tempo** (em minutos) e como modo de transporte o **automóvel**. Encontra-se também indicado, qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

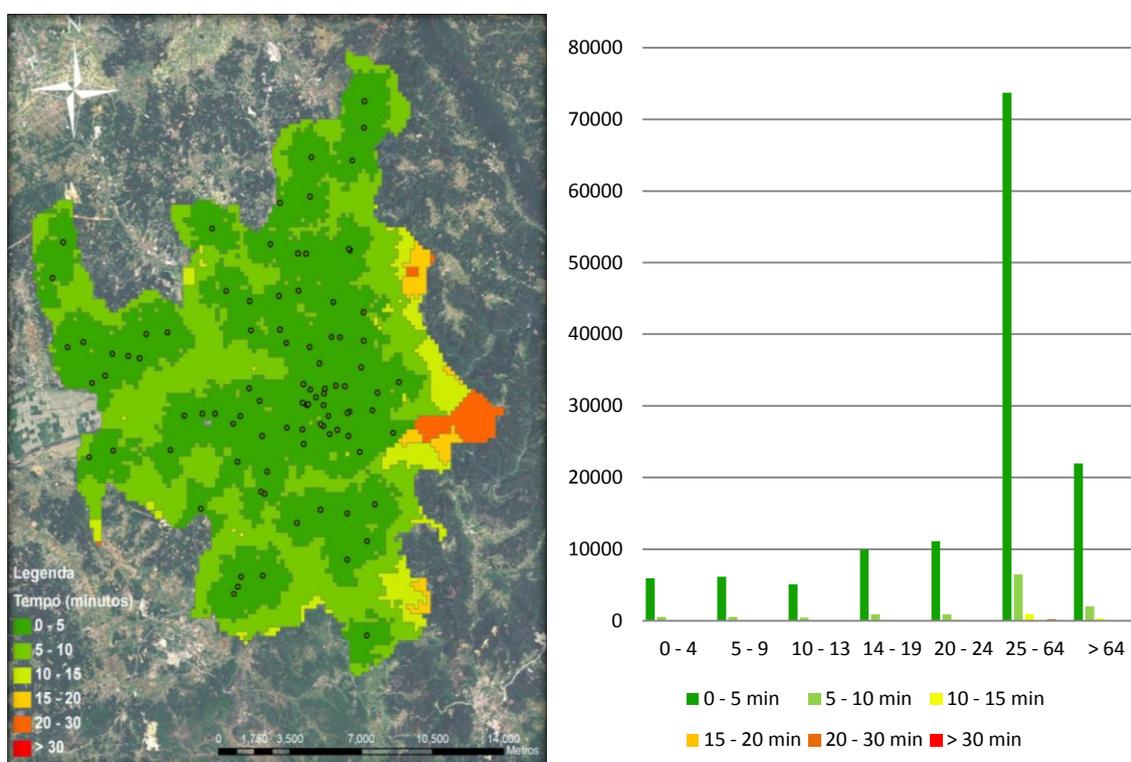


Figura 5.1 - Acessibilidade de automóvel às EB1 em função do tempo

Da análise da figura podemos concluir que a quase totalidade do município se encontra a menos de 10 minutos da escola básica mais perto. Visto tratar-se de viagens a uma escola básica é necessário considerar os habitantes com idades entre 5 e 9 anos de idade. Para este grupo etário, aproximadamente 90% da população está a menos de 5 minutos de uma escola básica. Por outro lado, visto que se trata de viagens de automóvel, é necessário analisar a

população a partir dos 20 anos de idade. Conclui-se que 90% dos habitantes com mais de 20 anos de idade se encontram a menos de 5 minutos de uma escola.

Na Figura 5.2 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade às escolas básicas do 1º ciclo considerando como indicador o **tempo** (em minutos) e como modo de transporte o **autocarro**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

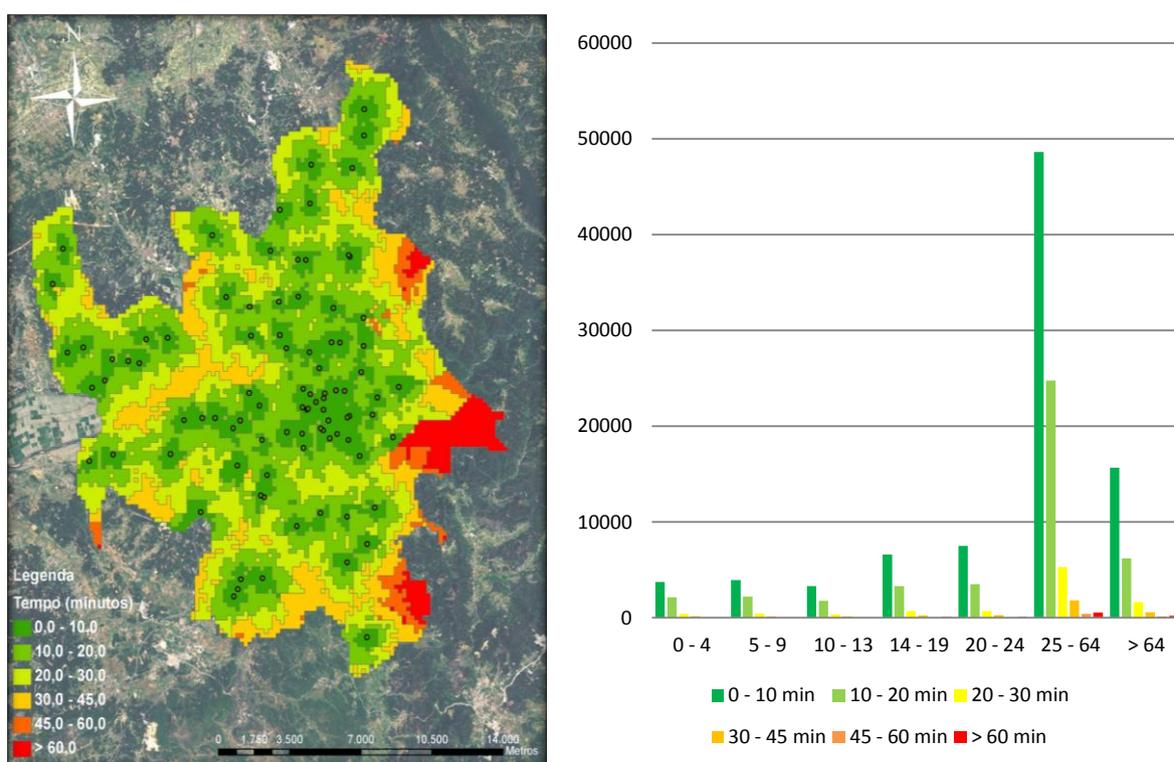


Figura 5.2 - Acessibilidade de autocarro às EB1 em função do tempo

Da análise da Figura 5.2 pode-se verificar que considerando viagens de autocarro o tempo de viagem aumenta relativamente ao automóvel. Nota-se, neste caso, uma maior acessibilidade no centro do município quando comparado com a periferia, mais especificamente algumas zonas das freguesias de Torres do Mondego, Ceira, Almalaguês, São Paulo de Frades e Brasfemes, em que o tempo de viagem pode superar os 60 minutos. Para este modo de transporte verifica-se que 58% dos habitantes com idades compreendidas entre os 5 e os 9 estão a menos de 10 minutos de viagem de uma escola básica e aproximadamente 90% a

menos de 20 minutos. Em relação à população com mais de 20 anos de idade, 61% encontram-se a menos de 10 minutos da escola mais próxima.

Na Figura 5.3 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade às escolas básicas considerando como indicador o **tempo** (em minutos) e como modo de transporte o modo **pedonal**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

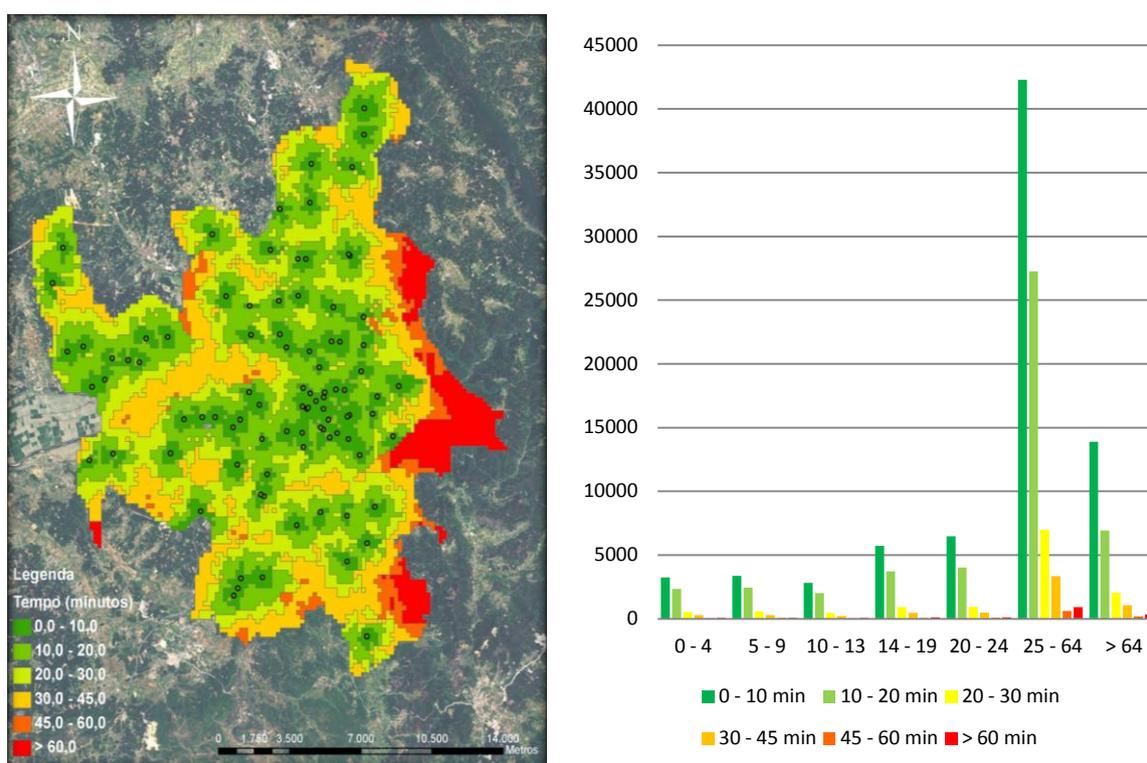


Figura 5.3 - Acessibilidade a pé às EB1 em função do tempo

Para o modo pedonal conclui-se que 50% da população com idades entre os 5 o 9 anos se encontra a menos de 10 minutos de uma escola básica. Como esperado, e considerando uma análise ao nível do município, para este modo de transporte os tempos de viagem são os maiores do três modos de transporte estudados. Também se pode concluir que, mesmo considerando viagens a pé, grande parte da população (86%) se encontra a menos de 20 minutos de uma escola básica. Para este modo de transporte as freguesias de São Paulo de Frades, Torres do Mondego, Ceira, Almalaguês, Arzila e Brasfemes são as que têm pior acessibilidade.

5.1.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento

Na Figura 5.4 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade às escolas básicas considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o modo **automóvel**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

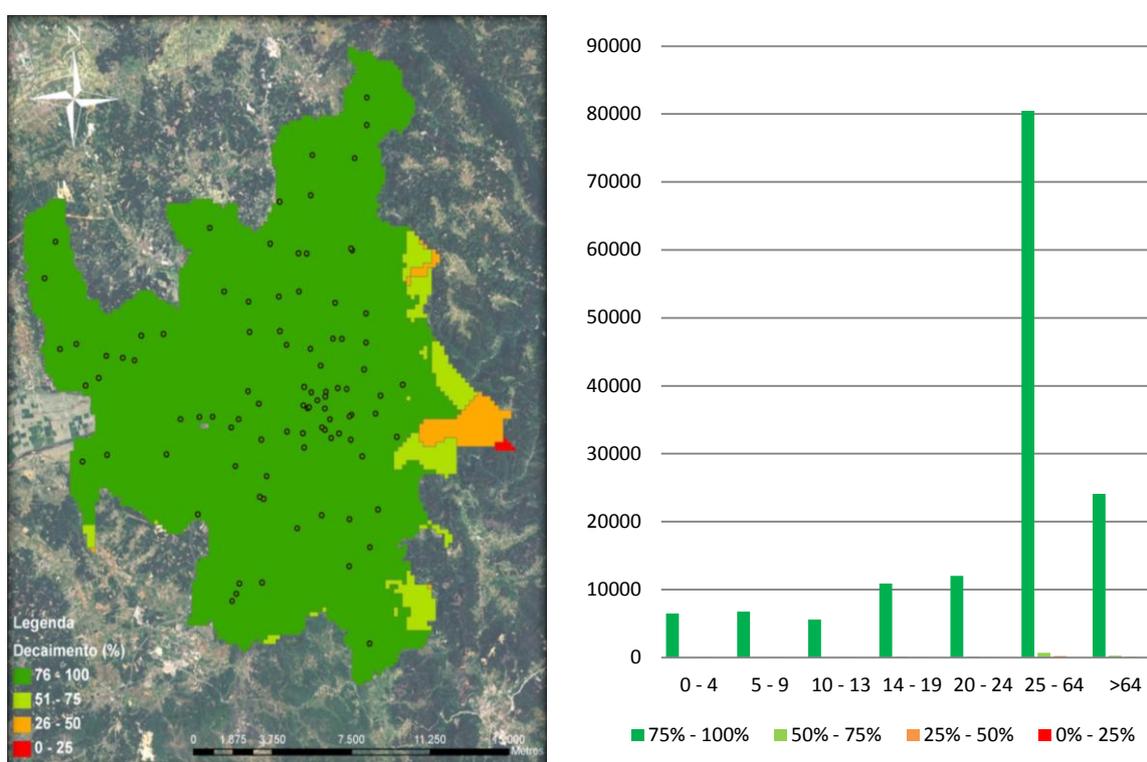


Figura 5.4 - Acessibilidade de automóvel às EB1 em função do decaimento

Da análise da figura anterior verifica-se que a grande maioria da município, com a exceção de uma pequena zona da freguesia de Ceira, e parte das freguesias de Torres do Mondego e de São Paulo de Frades, se encontra no intervalo do decaimento entre os 75% e os 100%. Conclui-se assim que considerando o modo de transporte o automóvel a acessibilidade é bastante boa quer em termos de tempos ou de decaimentos. Em relação aos habitantes com idades compreendidas entre os 5 e os 9 anos de idade e os habitantes com mais de 20 anos de idade, observou-se que em ambos os casos, 98% dos habitantes se encontram a menos de 5 minutos de uma escola.

Na Figura 5.5 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade às escolas básicas considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o modo **autocarro**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

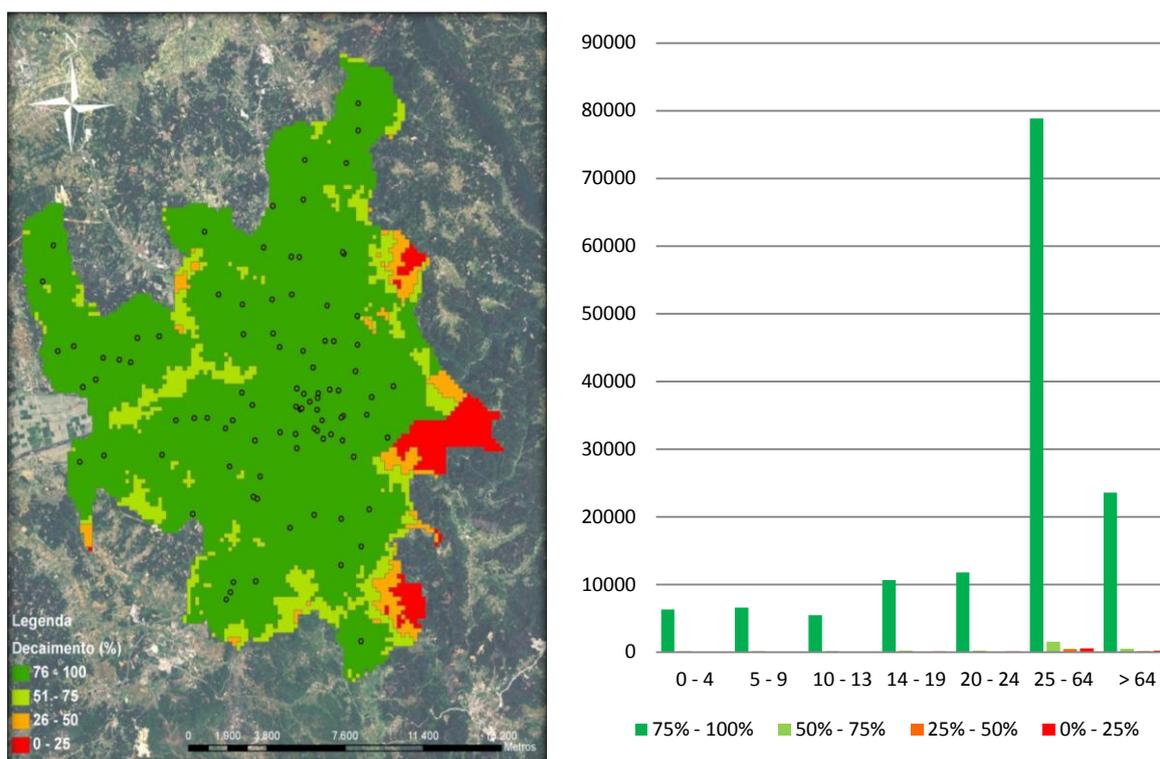


Figura 5.5 - Acessibilidade de autocarro às EB1 em função do decaimento

Considerando agora viagens de autocarro, conclui-se que a acessibilidade é bastante elevada e que a quase totalidade dos habitantes com idades entre os 5 e os 9 e com idades superior a 20 anos se encontra em níveis de decaimento entre os 75% e os 100%. Mais uma vez, são as freguesias de Almalaguês, Ceira, Torres do Mondego e São Paulo de Frades que têm pior acessibilidade.

Na Figura 5.6 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade às escolas básicas considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o modo **pedonal**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

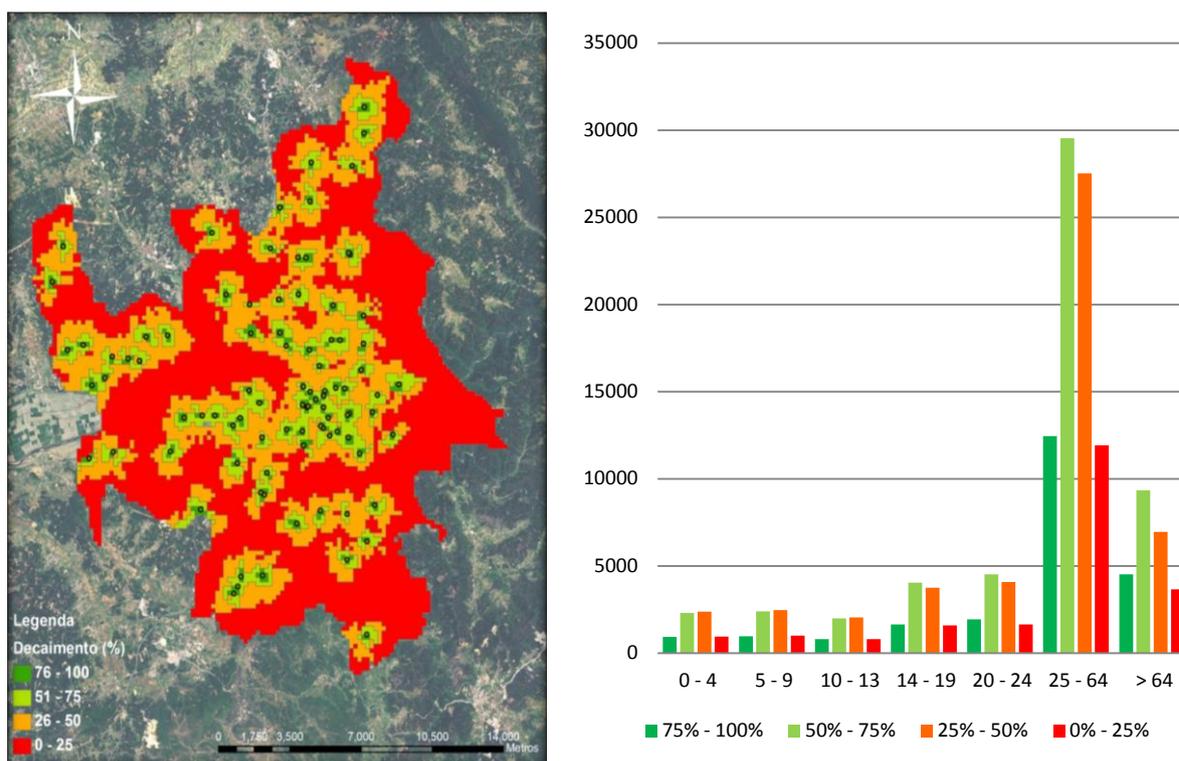


Figura 5.6 - Acessibilidade a pé às EB1 em função do decaimento

Da análise do mapa pode-se observar que apenas as zonas imediatamente circundantes aos equipamentos se encontram num nível de acessibilidade aceitável (acima dos 50%). Grande parte da população encontra-se em zonas de má acessibilidade pedonal às escolas, mais precisamente 51% dos habitantes com idades compreendidas entre 5 e 9 anos e 47% dos habitantes com mais de 20 anos. Neste caso, verifica-se que são as freguesias urbanas as que apresentam melhor acessibilidade, nomeadamente, as freguesias de Santo António dos Olivais, Eiras, Sé Nova, Almedina, São Bartolomeu, Santa Cruz, São Martinho do Bispo e Santa Clara.

5.2 Resultados da análise da Acessibilidade aos Equipamentos de Saúde

5.2.1. Análise da acessibilidade em função do tempo

Na Figura 5.7 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos de saúde considerando como indicador o **tempo** (em minutos) que se tem de deslocar para atingir o equipamento mais perto e como modo de transporte o **automóvel**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

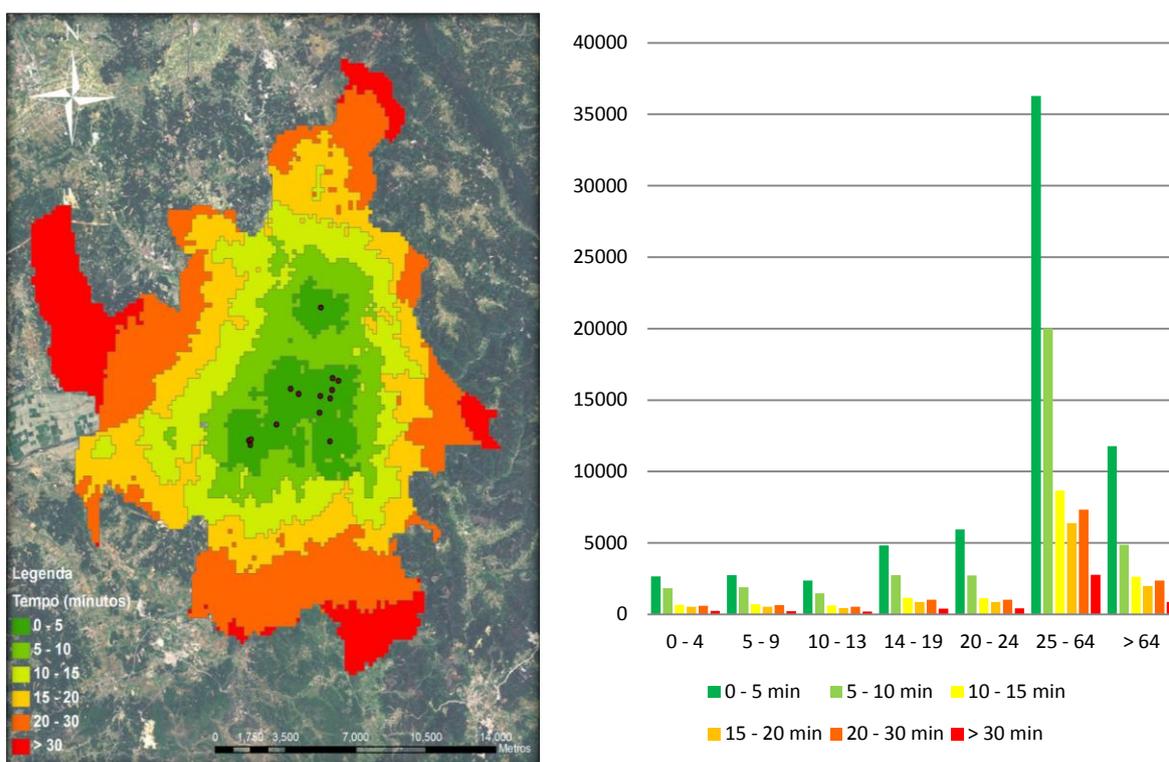


Figura 5.7 - Acessibilidade de automóvel aos Equipamentos de Saúde em função do tempo

Da análise do mapa pode-se facilmente reconhecer que o centro do Município está melhor equipado, relativamente a centros de saúde e hospitais, do que a periferia. Neste caso, continua-se a observar que são as freguesias urbanas as que apresentam melhor acessibilidade. Ainda assim, a maioria da população (87% da população residente total) encontra-se a menos de 20 minutos de uma viagem de automóvel do equipamento de saúde mais perto.

Na Figura 5.8 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos de saúde considerando como indicador o **tempo** (em minutos) e como modo de transporte o **autocarro**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

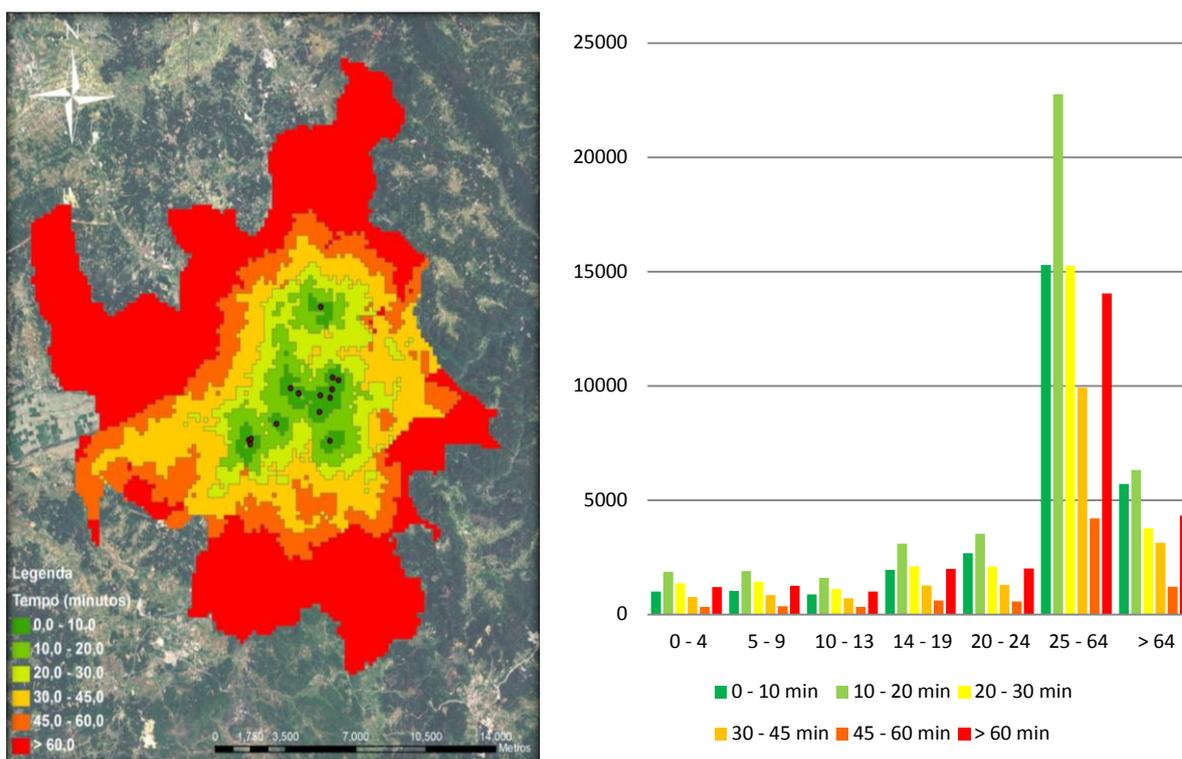


Figura 5.8 - Acessibilidade de autocarro aos Equipamentos de Saúde em função do tempo

Conclui-se da figura acima, que no centro do Município o uso do autocarro é uma boa alternativa quando se pretende deslocar para um determinado equipamento de saúde. Visto que na maioria das vezes, as viagens com destinos nos centros de saúde ou hospitais são ocasionais, de maneira geral, as pessoas não se importam de fazer viagens mais demoradas. Nesse contexto, verifica-se que a maioria da população, em geral, encontra-se a menos de 30 minutos de um equipamento de saúde, o que se traduz numa acessibilidade razoavelmente boa. Da população mais envelhecida (habitantes com mais de 65 anos de idade), 35% encontra-se em zona a mais de 30 minutos de viagem. Para este modo de transporte as freguesias de Lamarosa, São Martinho da Árvore, São Silvestre, Cernache, Assafarge, Almalaguês, Ceira, Torres do Mondego, Brasfemes, Souselas, Botão, Trouxemil, Vil de Matos, Antuzede e São João do Campo são as que apresentam pior acessibilidade.

Na Figura 5.9 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos de saúde considerando como indicador o **tempo** (em minutos) e como modo de transporte o **pedonal**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

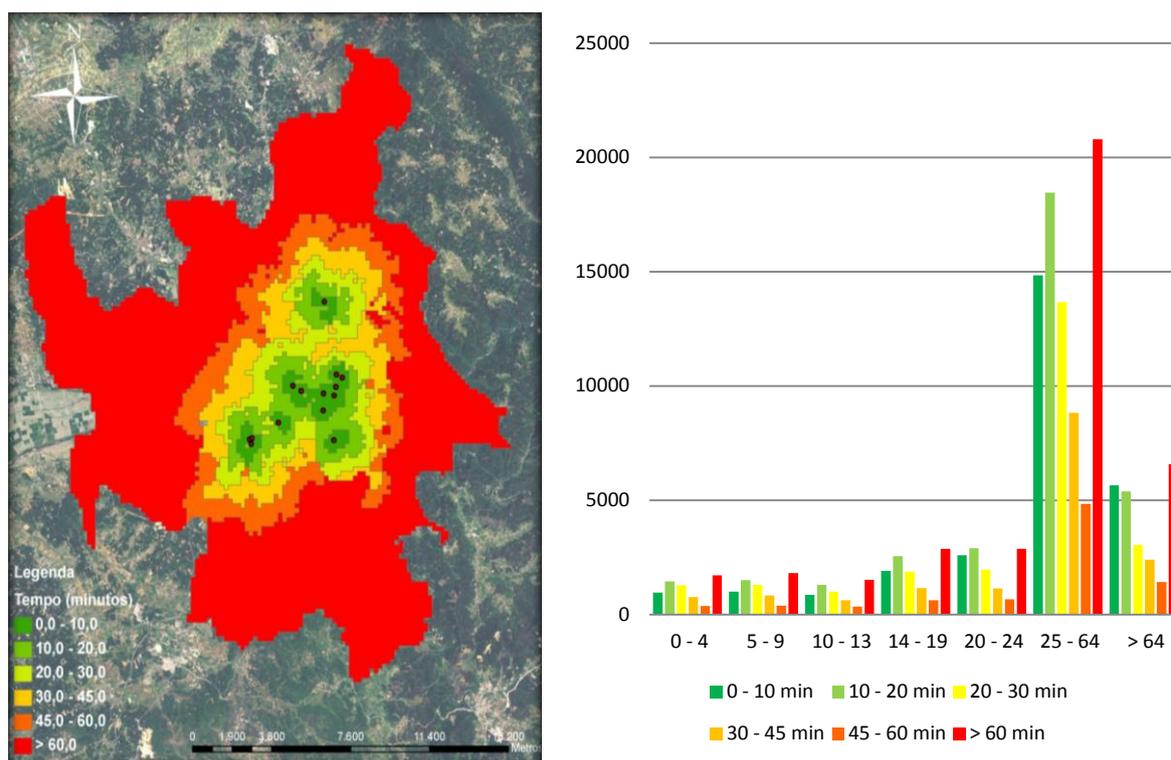


Figura 5.9 - Acessibilidade a pé aos Equipamentos de Saúde em função do tempo

Da análise do mapa, pode-se concluir que para este modo de transporte, a acessibilidade aos equipamentos de saúde só é elevada nas imediações dos equipamentos. A maioria da população encontra-se em zonas com pouca acessibilidade pedonal, o que é normal acontecer visto que os equipamentos estão muito concentrados no centro do município. As freguesias com pior acessibilidade são as já referidas na análise anterior, mais as freguesias de Torre de Vilela, Ribeira de Frades, Torre de Vilela e Trouxemil.

5.2.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento

Na Figura 5.10 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos de saúde considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o **automóvel**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

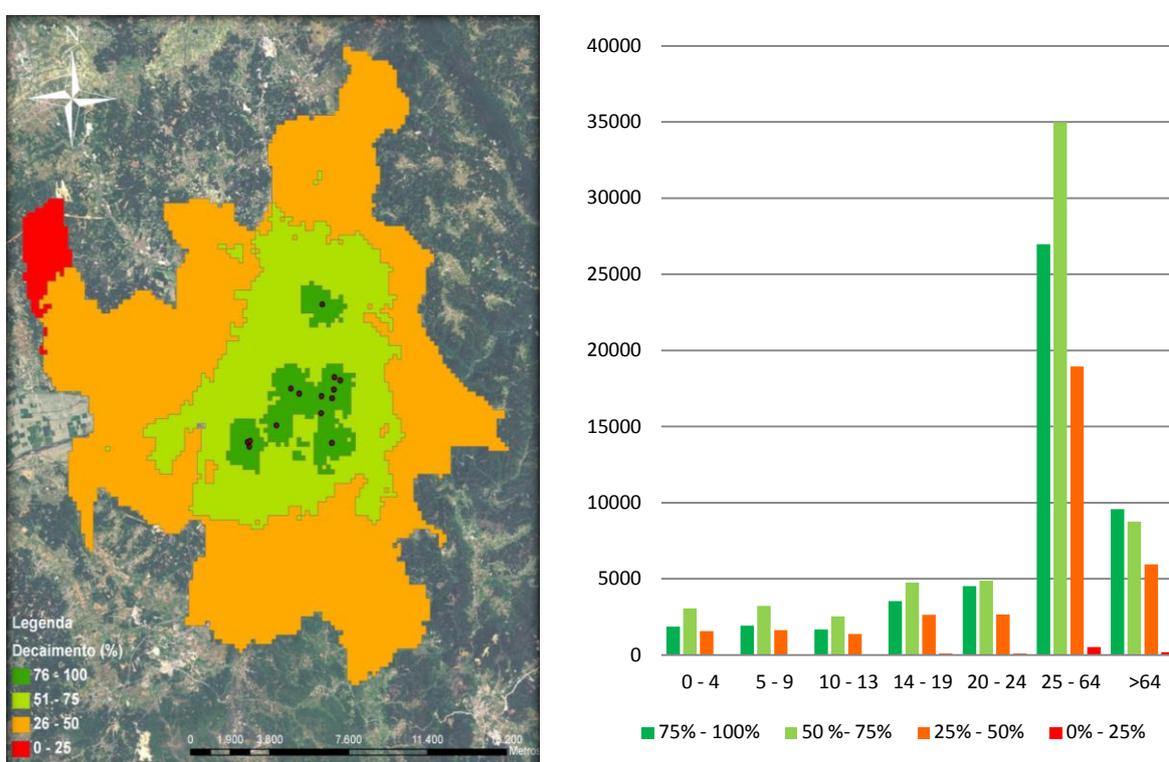


Figura 5.10 - Acessibilidade de automóvel aos Equipamentos de Saúde em função do decaimento

Da análise do mapa concluímos que a maior parte da população não tem um nível de acessibilidade considerado bom, sendo que apenas 34% da população residente total (correspondente às freguesias de São Bartolomeu, Sé Nova, Almedina, Santo António dos Olivais, Santa Clara e São Martinho do Bispo) se encontra no intervalo entre os 75% e os 100%. No entanto, de acordo com o gráfico acima representado, observa-se que para todos os escalões etários, existe uma ligeira maioria de habitantes residentes em zonas com decaimento

superior a 50%. Esta conclusão resulta também, do facto de os equipamentos se situarem maioritariamente no centro de município.

Na Figura 5.11 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos de saúde considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o **autocarro**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

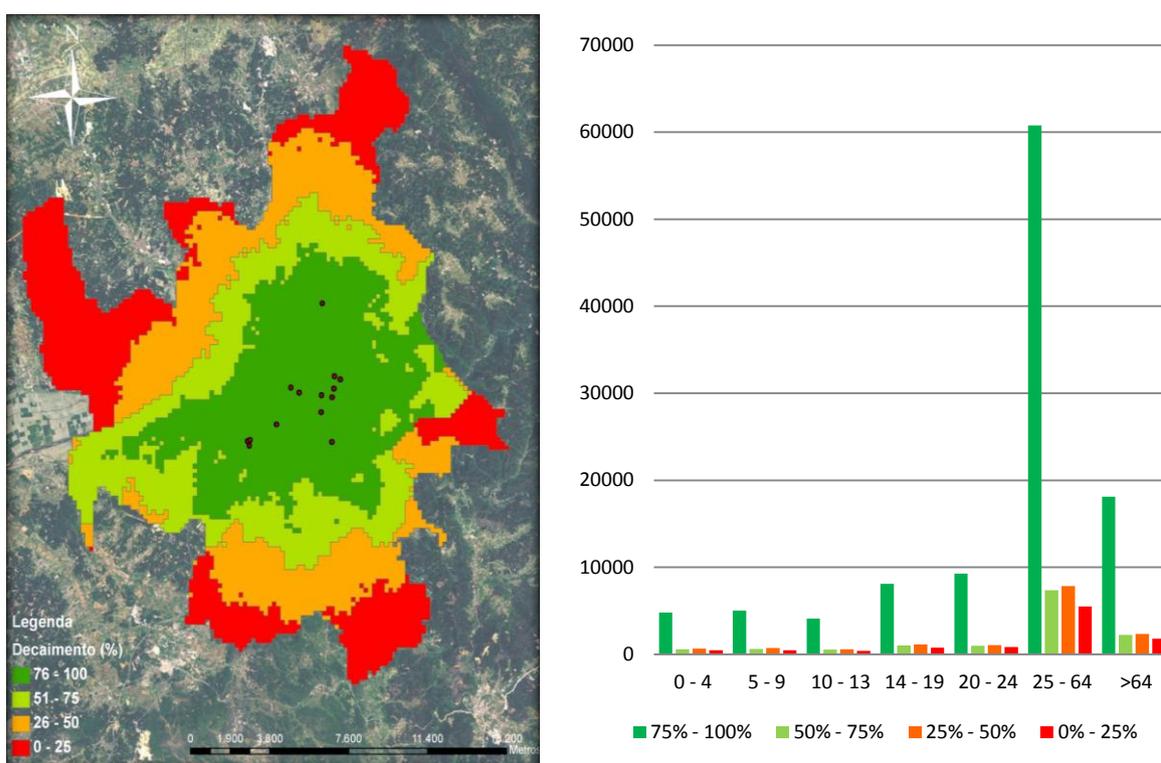


Figura 5.11 - Acessibilidade de autocarro aos Equipamentos de Saúde em função do decaimento

Da análise da Figura 5.11 pode-se observar que apesar de os equipamentos se encontrarem principalmente na zona central do município de Coimbra, a acessibilidade de autocarro aos vários equipamentos é boa para grande parte da população, principalmente a mais envelhecida. Como se pode ver do gráfico, para todos os grupos etários a maioria da população encontra-se entre os 75% e os 100% do decaimento.

Na Figura 5.12 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos de saúde considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o **pedonal**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

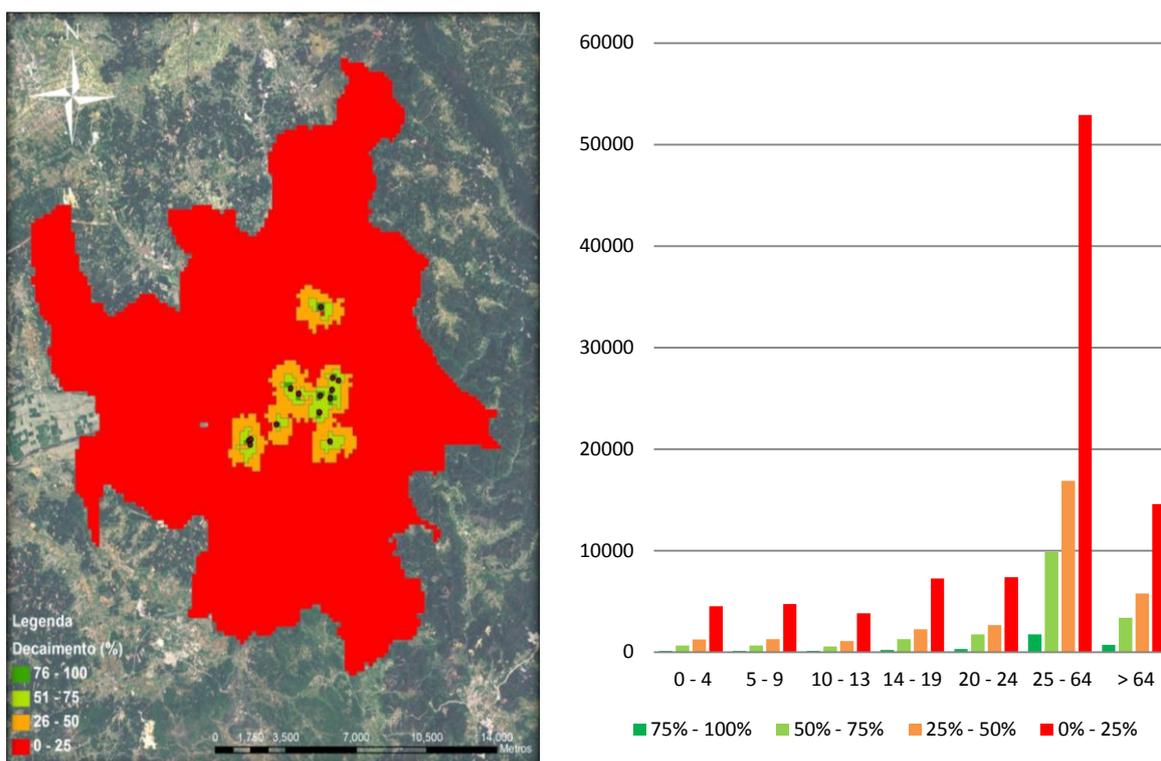


Figura 5.12 - Acessibilidade a pé aos Equipamentos de Saúde em função do decaimento

Da análise dos mapas conclui-se que, como esperado, a quase totalidade do município tem má acessibilidade pedonal aos equipamentos de saúde. Apenas 3% da população com mais de 64 anos de idade e 2% da população residente total têm boa acessibilidade pedonal. Estes resultados são esperados pois as pessoas, de maneira geral, não estão dispostas a fazer longas viagens a pé. As freguesias com melhor acessibilidade são as seguintes, ou parte delas: São Bartolomeu, Sé Nova, Almedina, Santa Clara e Eiras.

5.3 Resultados da análise da Acessibilidade aos Equipamentos Desportivos

5.3.1. Análise da acessibilidade em função do tempo

Na Figura 5.13 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos desportivos considerando como indicador o **tempo** (em minutos) que se tem de deslocar para atingir o equipamento mais perto e como modo de transporte o **automóvel**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

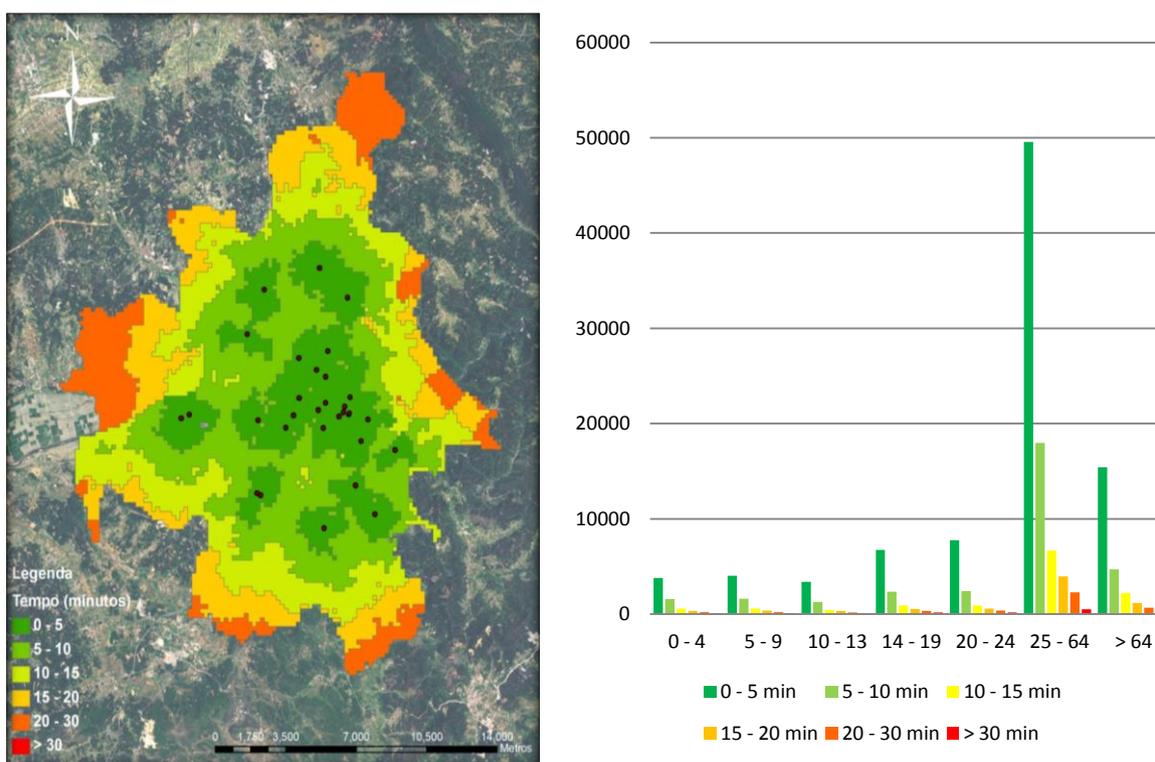


Figura 5.13 - Acessibilidade de automóvel aos Equipamentos de Desportivos em função do tempo

Existe uma boa acessibilidade de automóvel aos vários equipamentos desportivos. Para este tipo de equipamentos e modo de transporte, interessa analisar a acessibilidade das pessoas com idades compreendidas entre 20 e os 64 anos de idade pois são estes que têm idade para conduzir e que provavelmente irão usufruir dos equipamentos. Assim sendo, 61% da

população entre os 20 e os 64 anos de idade tem boa acessibilidade (a menos de 5 minutos). Nenhuma freguesia se encontra a mais de 30 minutos de viagem.

Na Figura 5.14 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos desportivos considerando como indicador o **tempo** (em minutos) que se tem de deslocar para atingir o equipamento mais perto e como modo de transporte o **autocarro**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

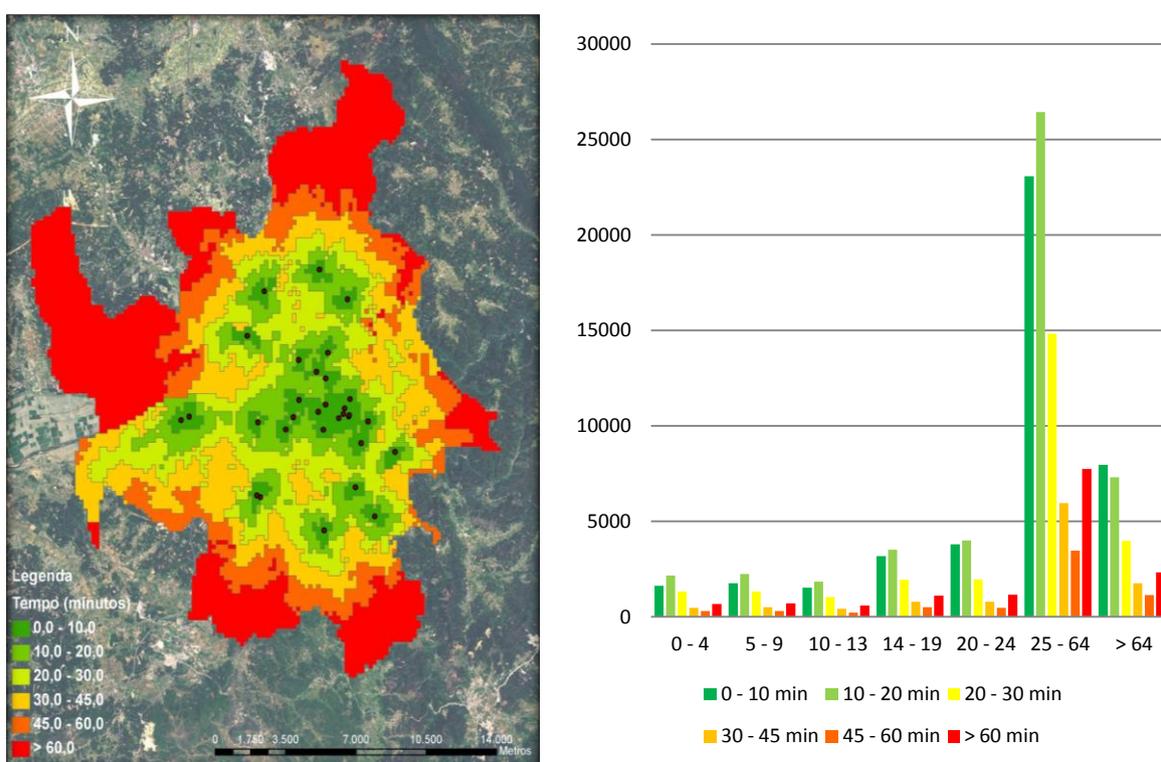


Figura 5.14 - Acessibilidade de autocarro aos Equipamentos de Desportivos em função do tempo

Considerando uma viagem de autocarro até 20 minutos aceitável, então pode-se verificar que apenas o centro do município tem boa acessibilidade. Mais uma vez, as zonas periféricas do município, nomeadamente as freguesias de Cernache, Almalaguês, Lamarosa, São Martinho da Árvore, São Silvestre, São João do Campo, Vil de Matos, Souselas, Botão, Torres do Mondego e Botão, não tem uma acessibilidade considerada boa. Para este modo de transporte, deve-se analisar principalmente a população dos 14 aos 64 anos de idade, pois são esses habitantes que irão principalmente usufruir deste tipo de equipamento. Para este escalão

etário, 28% dos habitantes encontram-se a menos de 10 minutos do equipamento desportivo mais próximo.

Na Figura 5.15 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos desportivos considerando como indicador o **tempo** (em minutos) que se tem de deslocar para atingir o equipamento mais perto e como modo de transporte o **pedonal**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

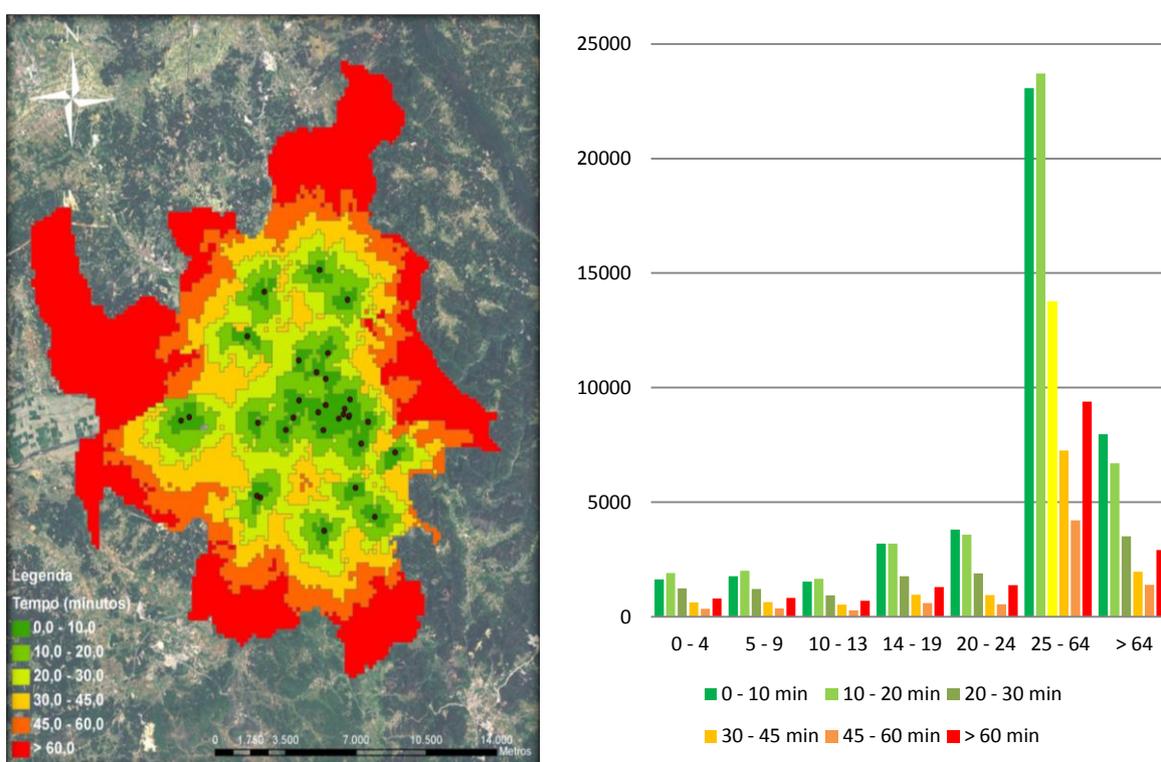


Figura 5.15 - Acessibilidade a pé aos Equipamentos de Desportivos em função do tempo

Considerando agora o modo pedonal, pode-se observar que, tal como visto atrás, apenas nas imediações dos equipamentos há boa acessibilidade pedonal. Ainda assim, visto que a maioria da população reside próximo dos equipamentos, pois encontram-se maioritariamente concentrados na cidade, uma grande parte da população tem boa acessibilidade. Isto considerando, uma viagem até 20 minutos aceitável. Para este modo de transporte as freguesias com pior acessibilidade são as mesmas da análise anterior.

5.3.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento

Na Figura 5.16 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos desportivos considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o **automóvel**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

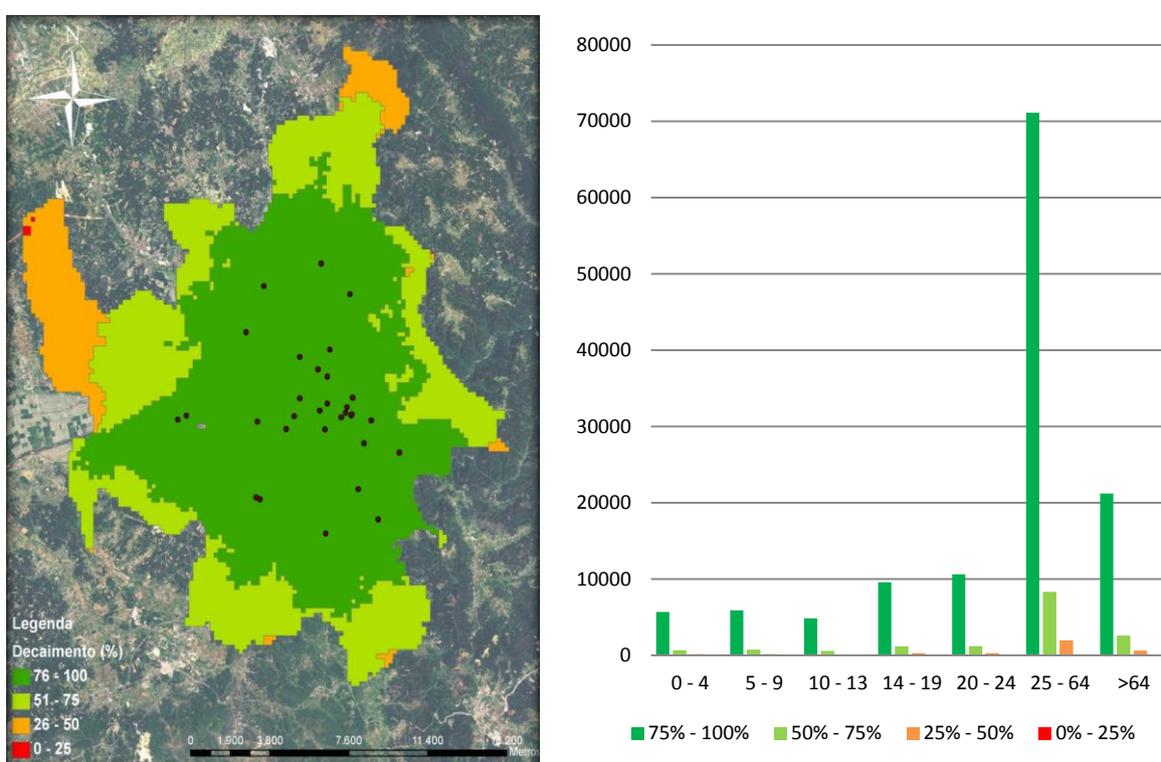


Figura 5.16 Acessibilidade de automóvel aos Equipamentos de Desportivos em função do decaimento

Considerando como modo de transporte o automóvel, podemos considerar que existe uma boa acessibilidade em geral, tal como já se tinha observado na análise em função do tempo. É de realçar que na zona da freguesia da Lamarosa considerada com má acessibilidade (0% aos 25%), de acordo com os censos, não existem habitantes.

Na Figura 5.17 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos desportivos considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o **autocarro**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

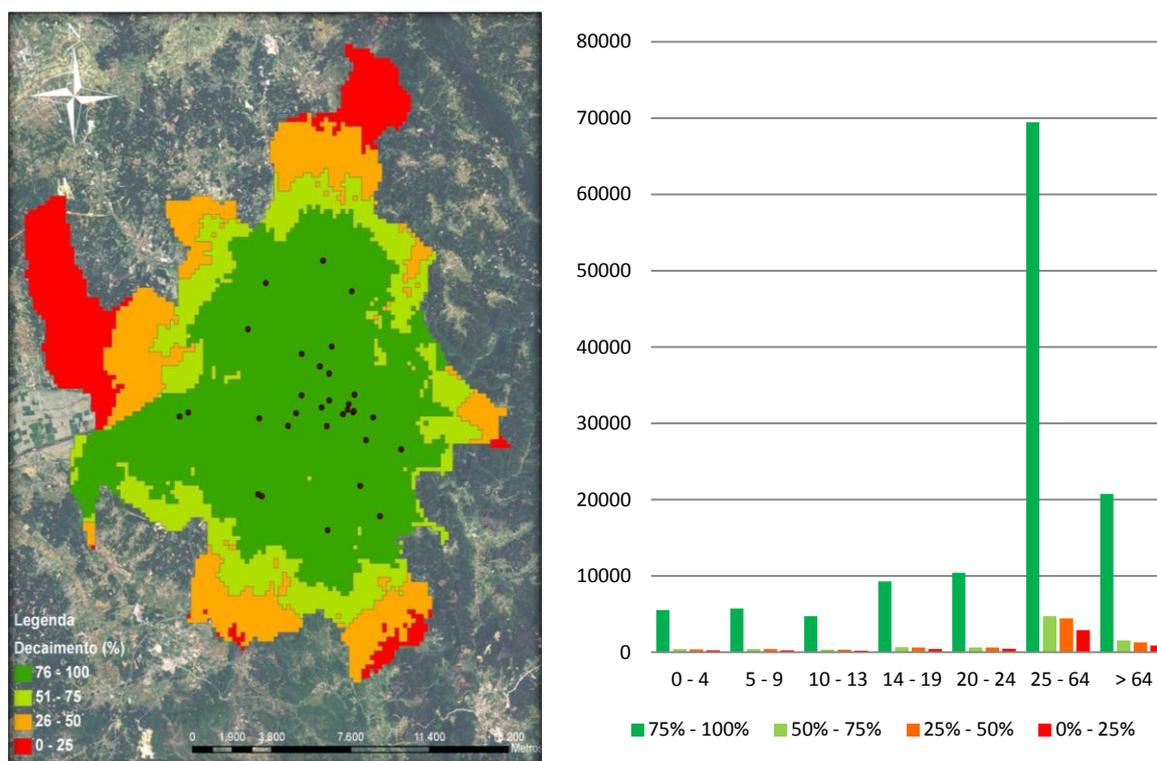


Figura 5.17 - Acessibilidade de autocarro aos Equipamentos de Desportivos em função do decaimento

Para viagens de autocarro a acessibilidade também é bastante elevada para a maioria da região. Apenas zonas bastante periféricas se encontram com má acessibilidade, tal como tinha acontecido com outros equipamentos.

Na Figura 5.18 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade aos equipamentos desportivos considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte **pedonal**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

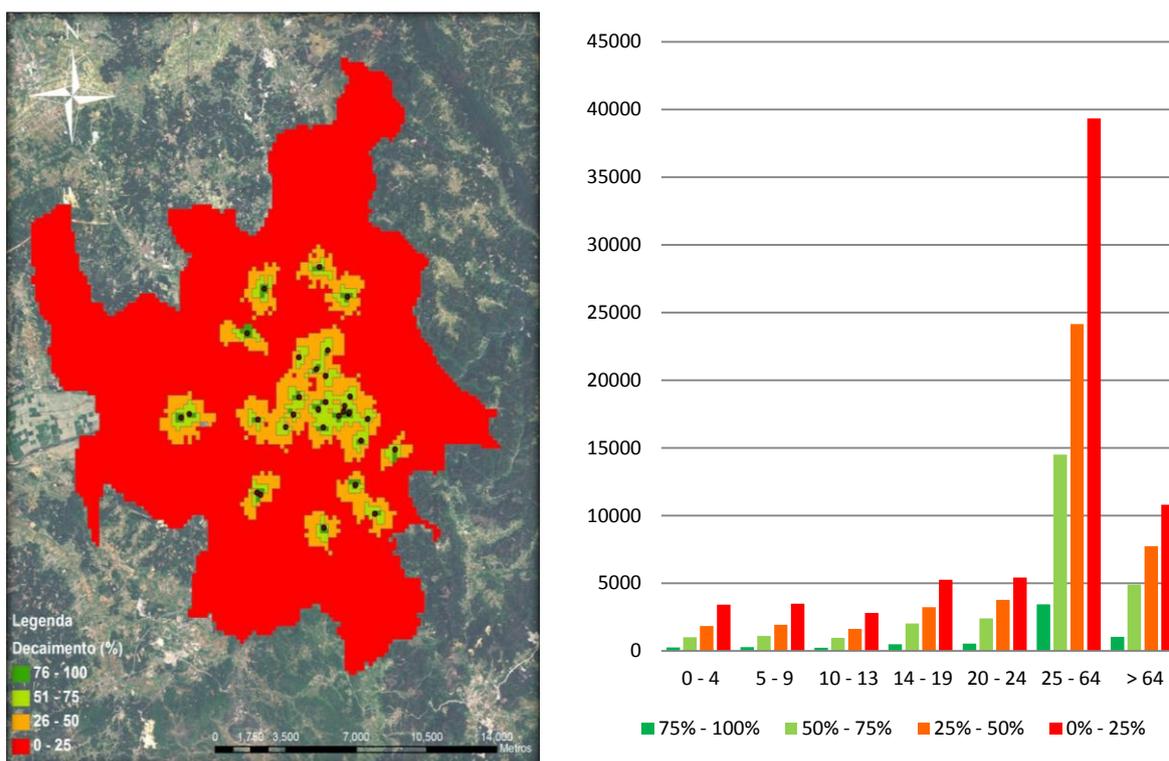


Figura 5.18 - Acessibilidade a pé aos Equipamentos de Desportivos em função do decaimento

A análise em função dos decaimentos permite-nos retirar conclusões ligeiramente diferentes do que a análise em função do tempo. Neste caso repara-se que a maioria da população se encontra em zonas de má acessibilidade a equipamentos desportivos, e, como seria normalmente expectável, apenas nas zonas imediatamente junto aos equipamentos se consideram que existe boa acessibilidade.

5.4 Resultados da análise da Acessibilidade Agregada

As seis figuras apresentadas nas duas subsecções seguintes representam a acessibilidade aos três tipos de equipamentos em estudo em simultâneo, para cada modo de transporte. A cada tipo de equipamento foi atribuído um peso diferente: i) Saúde 48%, ii) Escolas Básicas 46% e iii) Desportivos 6%. A metodologia adotada suporta outros pesos. Isto corresponde a uma soma ponderada, tal como é usada numa análise multicritério, em que cada unidade espacial é avaliada de acordo com o seu posicionamento relativo a três tipos distintos de equipamentos (cada um com seu peso). A análise é efetuada para cada modo de transporte considerado neste estudo.

5.4.1. Análise da acessibilidade em função do tempo

Na Figura 5.19 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade agregada considerando como indicador o **tempo** (em minutos) e como modo de transporte o **automóvel**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

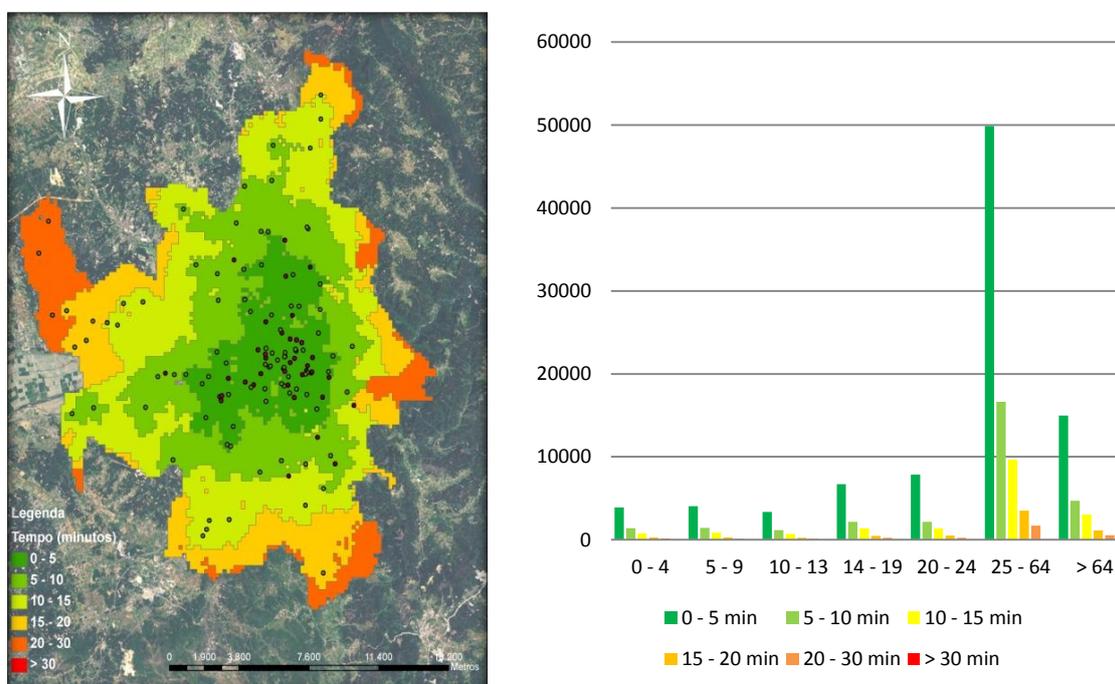


Figura 5.19 - Acessibilidade Agregada de automóvel aos vários equipamentos em estudo em função do tempo

Visto que a maioria dos equipamentos se situam no centro do município, é normal que se verifique um tempo de viagem mais reduzido nessa zona. Também é de realçar que os equipamentos de saúde são os que têm mais peso, e estes encontram-se principalmente o centro do município. Nesta análise pode-se também verificar que 61% da população reside em zonas cuja soma ponderada de tempos é inferior a 5 minutos.

Na Figura 5.20 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade agregada considerando como indicador o **tempo** e como modo de transporte **autocarro**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

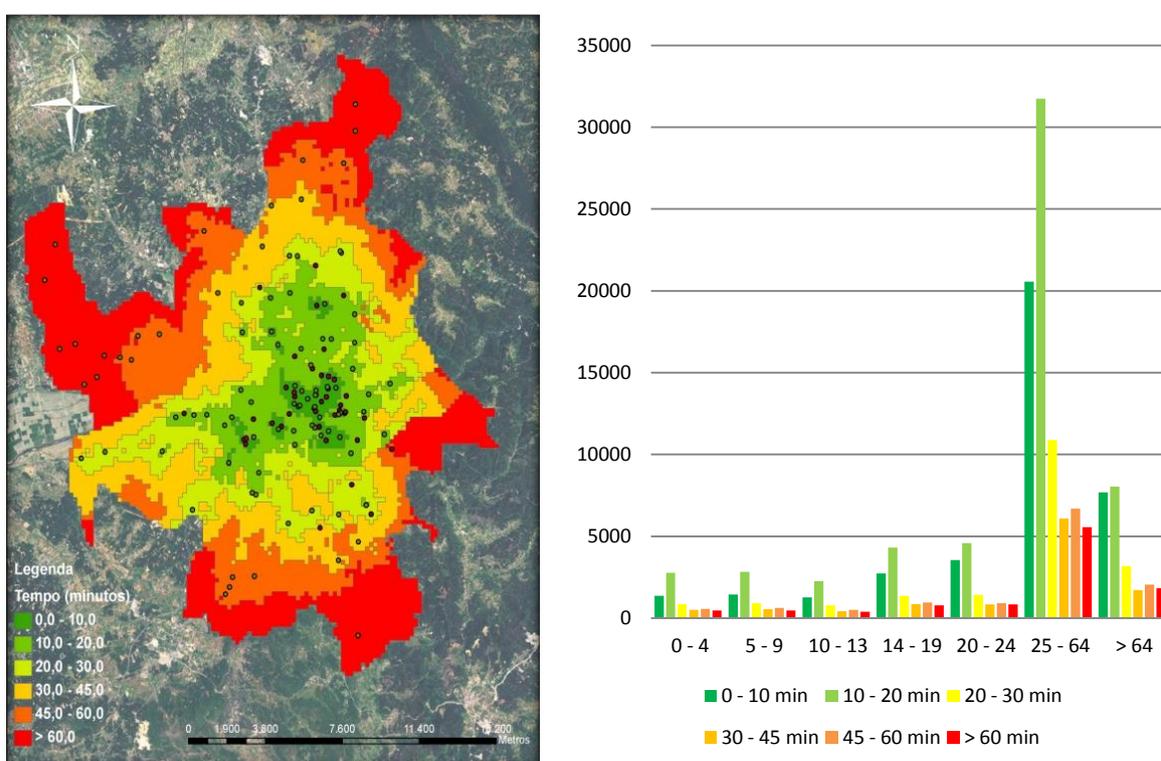


Figura 5.20 - Acessibilidade Agregada de autocarro aos vários equipamentos em estudo em função do tempo

Da análise do mapa podemos concluir que, considerando a ponderação dos três tipos de equipamentos, existem várias zonas com um tempo médio superior a 60 minutos. Do gráfico podemos verificar que apenas aproximadamente 26% da população residente se encontra em zonas com tempos médios inferiores a 20 minutos de viagem.

Na Figura 5.21 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade agregada considerando como indicador o **tempo** e como modo de transporte o modo **pedonal**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

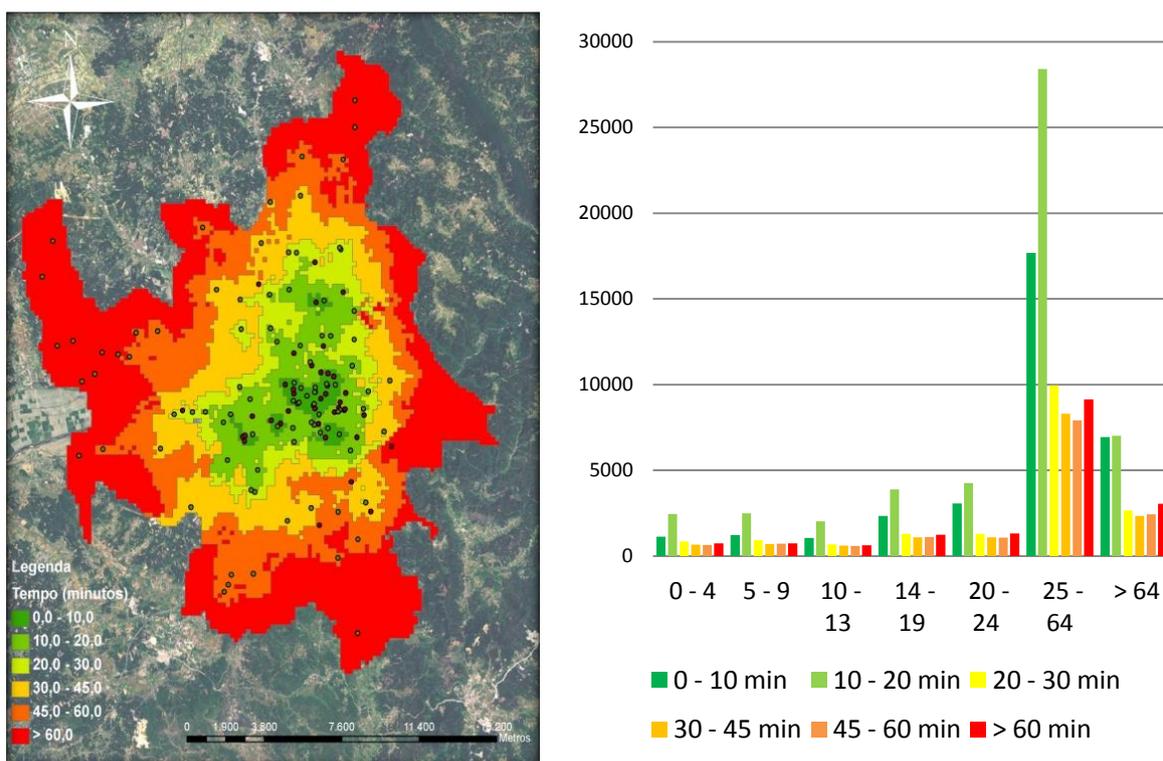


Figura 5.21 - Acessibilidade Agregada a pé aos vários equipamentos em estudo em função do tempo

Considerando agora viagens a pé, pode-se verificar que 11% da população residente se encontra em zonas cujo tempo ponderado é superior a 60 minutos e que 23% se encontra a menos de 10 minutos. Neste caso, as zonas com melhor acessibilidade aos equipamentos reduzem-se ao centro do Município, ou seja à cidade de Coimbra (freguesias de Sé Nova, Almedina, São Bartolomeu, Santa Clara, Santo António dos Olivais, Eiras, Santa Cruz, São Martinho do Bispo e Ribeira de Frades).

5.4.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento

Na Figura 5.22 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade agregada considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o **automóvel**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

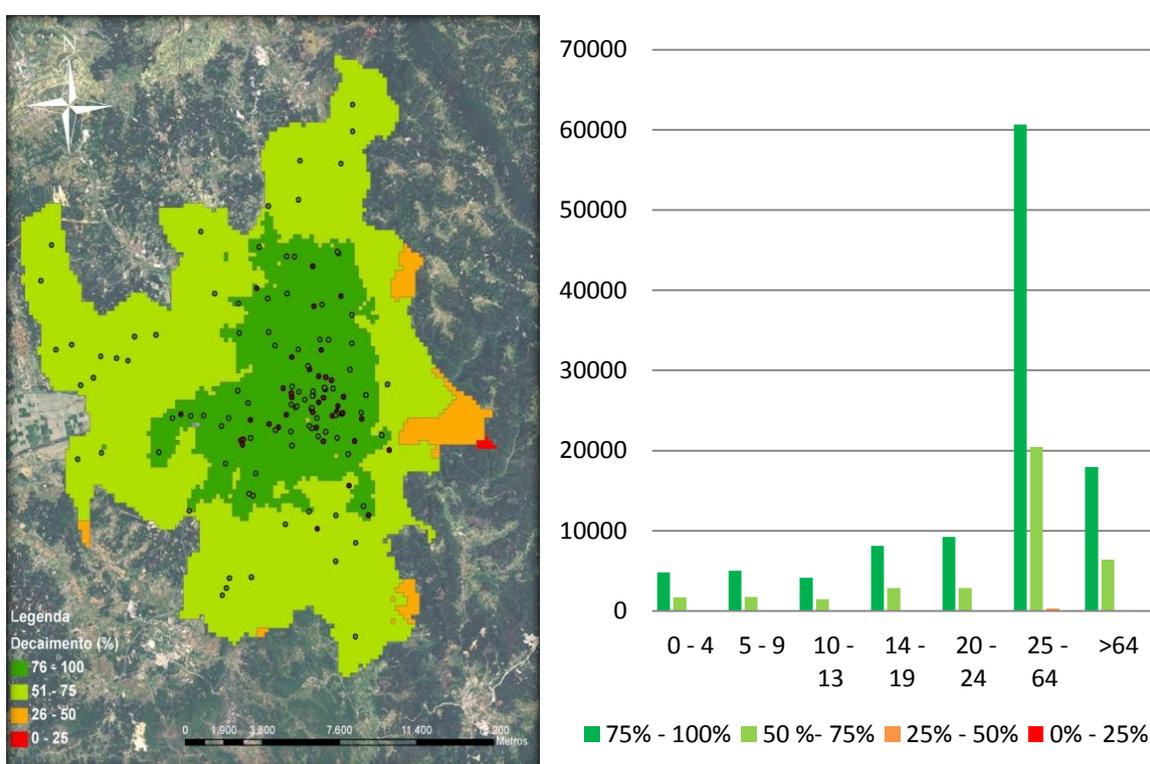


Figura 5.22 - Acessibilidade Agregada de automóvel aos vários equipamentos em estudo em função do decaimento

Pela análise do mapa é claro que, para quem utiliza o automóvel como meio de transporte, a acessibilidade é bastante boa na totalidade do município. Não existem habitantes no intervalo de decaimento entre os 0% e os 25% e apenas 0,4% dos residentes se encontram no intervalo de acessibilidade entre os 25% e os 50%.

Na Figura 5.23 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade agregada considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o **autocarro**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

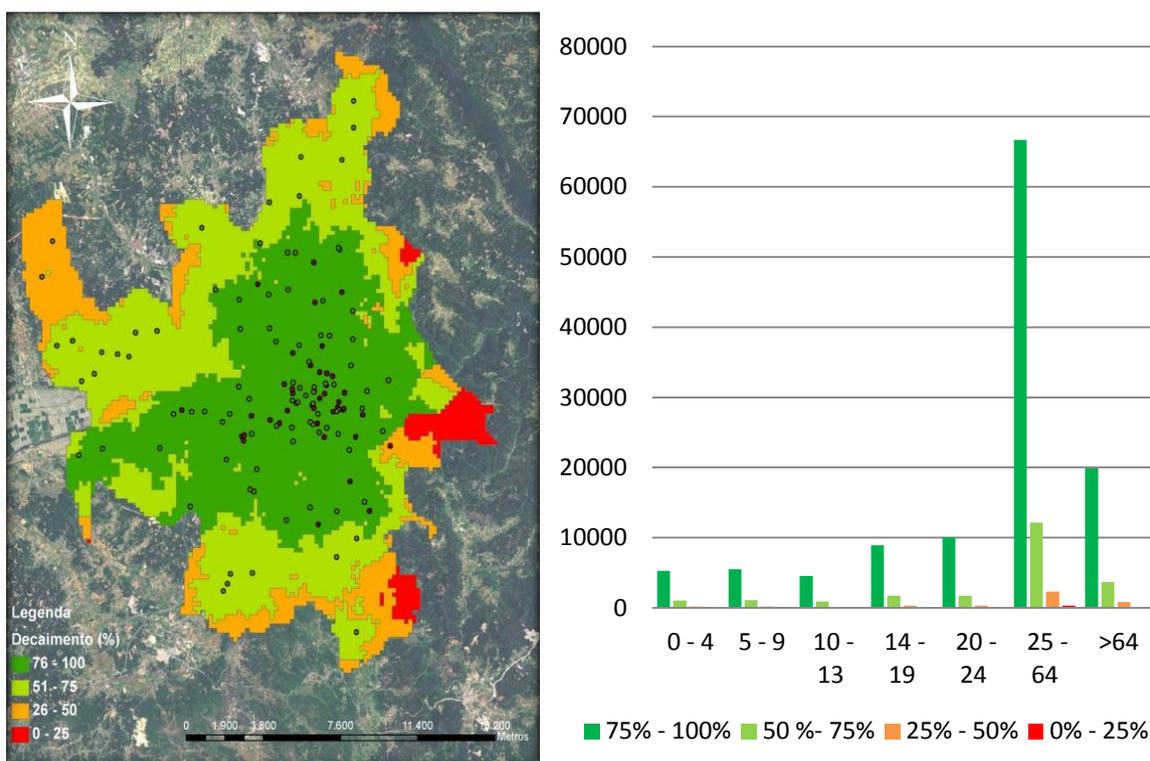


Figura 5.23 - Acessibilidade Agregada de autocarro aos vários equipamentos em estudo em função do decaimento

Considerando agora viagens de autocarro, pode-se verificar um aumento da população em zonas de pior acessibilidade (0% aos 50%) quando comparado com o transporte individual. No entanto, a maioria da população encontra-se com acessibilidade razoável ou boa, com 82% da população no intervalo entre 75% e os 100%. Relativamente às freguesias com pior acessibilidade, incluem-se parte das freguesias de Ceira, Almalaguês e São Paulo de Frades.

Na Figura 5.24 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade agregada considerando como indicador o **decaimento** e como modo de transporte o modo **pedonal**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

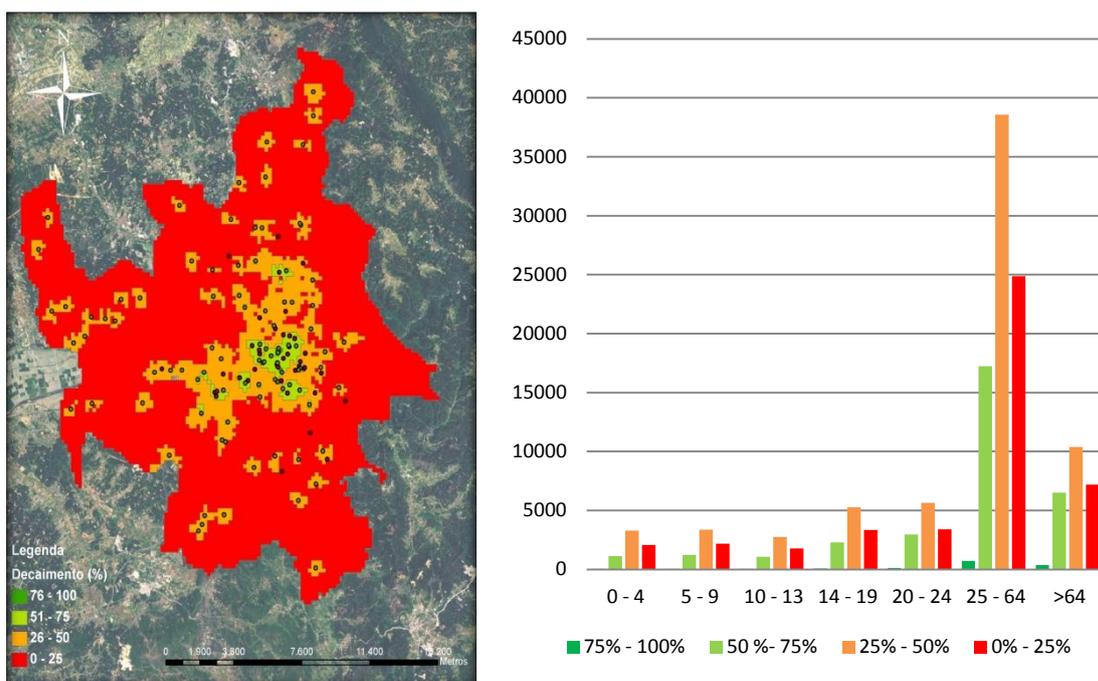


Figura 5.24 - Acessibilidade Agregada a pé aos vários equipamentos em estudo em função do decaimento

Considerando o modo pedonal verifica-se como esperado, apenas acessibilidade nas proximidades dos equipamentos, e principalmente no centro, devido ao peso dado aos equipamentos de saúde. Isto resulta, mais uma vez, do facto de as pessoas não estarem dispostas a fazer longas viagens a pé. Como consequência apenas 30% da população residente encontra-se no intervalo de acessibilidade entre os 0% e os 25%.

5.5 Resultados da análise da Acessibilidade Total

Nas próximas duas figuras apresentam-se indicadores totais de acessibilidade aos equipamentos, também aglomerando os três modos de transporte. Foi dado maior peso ao uso do automóvel e peso bastante reduzido (quando comparado com o automóvel) ao autocarro e ao modo pedonal. Os pesos usados estão relacionados com o uso dos vários meios pela população e foram, aproximadamente, os seguintes: i) Automóvel: 70%, ii) Autocarro: 17% e iii) Pedonal: 13%. Esta análise corresponde a uma soma ponderada, tal como é usada numa análise multicritério, em que cada unidade espacial é avaliada de acordo com o seu posicionamento agregado (oriundo da secção anterior) relativo a três tipos distintos de equipamentos mas considerando os vários tipos de transporte (cada um com o seu peso).

5.5.1. Análise da acessibilidade em função do tempo

Na Figura 5.25 encontra-se representado os resultados considerando como indicador o **tempo** (em minutos). Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

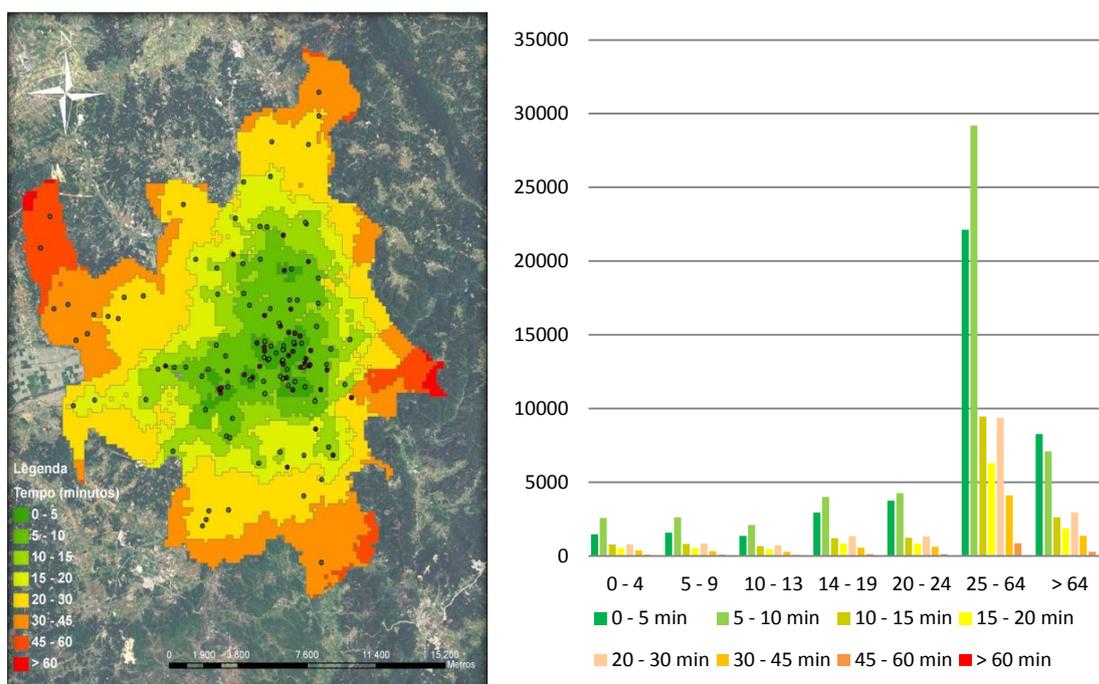


Figura 5.25 - Acessibilidade Total de automóvel aos vários equipamentos em estudo em função do tempo

Considerando os vários tipos de equipamentos em simultâneo, e os vários modos de transporte em estudo, conclui-se que no centro do município, ou seja na zona da cidade de Coimbra em si, os residentes têm boa acessibilidade aos vários equipamentos em estudo. No entanto, rapidamente se verifica que à medida que se afasta da cidade, existe um rápido crescimento dos tempos de viagem. Ainda assim, 74% população residente encontra-se no intervalo de tempo inferior a 15 minutos de viagem.

5.5.2. Análise da acessibilidade em função do decaimento

Na Figura 5.26 encontra-se representado os resultados referentes à acessibilidade total considerando como indicador o **decaimento**. Encontra-se também indicado qual a população que se encontra nos diferentes intervalos de acessibilidade.

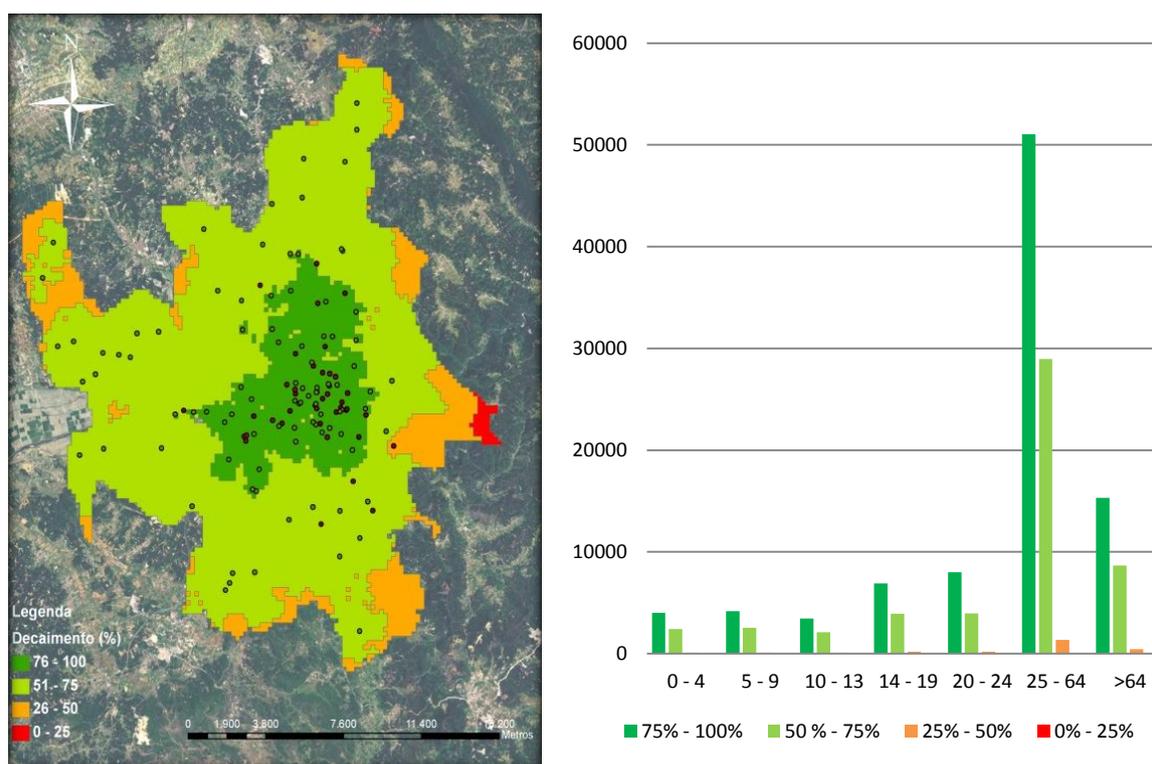


Figura 5.26 - Acessibilidade Total de automóvel aos vários equipamentos em estudo em função do decaimento

A análise agora em função do decaimento deixa transparecer que globalmente existe uma boa acessibilidade. Como esperado, a zona com melhor acessibilidade corresponde à cidade de Coimbra, devido à existência de vários equipamentos. Assim sendo, 63% da população

residente tem boa acessibilidade (entre os 75% e os 100%) e apenas 2% se encontra no intervalo entre os 0% e os 50% de acessibilidade.

6. Conclusão

São várias as conclusões que se podem retirar no final desta dissertação. Uma das conclusões é que considerando como modo de transporte o automóvel, existe boa acessibilidade, ao nível do município. Da análise dos vários mapas, para este modo de transporte, facilmente se pode observar que a maioria do município se encontra em zonas consideradas boas em termos de acessibilidade. Apenas os locais mais afastadas da cidade, nomeadamente as freguesias de Ceira, Torres de Mondego e São Paulo de Frades é que apresentam, sistematicamente, pior acessibilidade.

Por outro lado, para o modo pedonal, apenas nas imediações dos equipamentos, e principalmente na zona urbana do município, existe boa acessibilidade, o que leva a que grande parte da população tenha que fazer viagens mais extensas para conseguir aceder aos vários tipos de equipamentos.

Também se observa uma clara discrepância entre a periferia e o centro do município, nomeadamente na cidade de Coimbra. De modo geral, a população residente na cidade ou nas proximidades desta, nomeadamente nas freguesias de Sé Nova, Almedina, São Bartolomeu, Santo António dos Olivais, Santa Clara, Eiras, Ribeira de Frades e São Martinho do Bispo, têm boa acessibilidade, visto que a maioria dos equipamentos se encontra aí concentrada, principalmente os equipamentos de saúde.

Esta concentração de equipamentos no centro do município resulta de vários anos de políticas urbanas que incentivavam a população a residir na cidade. Mas, variados fatores, nomeadamente a inflação dos preços do imobiliário, levaram à fuga das pessoas da cidade para a periferia, o que teve implicações bastante severas ao nível da acessibilidade aos equipamentos e deixando o centro da cidade de Coimbra desabitado e atualmente, com um elevado estado de degradação.

Esta fuga das pessoas para a periferia, implicou um aumento brusco do número de viagens que as pessoas fazem, o que resulta numa maior dependência dos recurso energéticos, e numa maior saturação dos sistemas de transportes.

Uma das principais conclusões que se pode retirar da análise destes indicadores, é que é importante investir numa política de requalificação e promoção do centro da cidade. A centralidade destas zonas, aliadas a um sistema de transportes coletivo eficaz, levaria a níveis de acessibilidade e sustentabilidade urbana elevados.

No entanto, visto que a acessibilidade para o modo de transporte individual ainda se encontram em níveis bastantes positivos, e visto, também, que existe, cada vez mais, uma maior predisposição das pessoas para utilizar o automóvel como modo de transporte, não é previsível que a reunião das pessoas com a cidade aconteça num futuro próximo.

7. Bibliografia

ArcMap Tutorial (2008). ESRI - Environmental Systems Research Institute, USA.

ArcCatalog Tutorial (2006). ESRI - Environmental Systems Research Institute, USA.

Abrantes, G. (1998). *Sistemas de Informação Geográfica - Conceitos*. Obtido em 10 de Julho de 2012, de <http://www.isa.utl.pt/dm/sigdr/sigdr01-02/SIGconceitos.html>

Antunes, A., & Canavarro, J. (2008). *Carta Educativa do Município de Coimbra*. Coimbra.

Black, M., Ebener, S., Najera, P., Vidaurre, M., & Morjani, Z. (2004). "Using GIS to Measure Physical Accessibility to Health Care". *International Health Users Conference*. Washington, DC.

Ferreira, D., & Martins, N. (2011). *Indicadores de Acessibilidade - Contributos para a Síntese de Conhecimento*. Lisboa.

Geurs, K., & Ritsema Van Eck, J. (2001). "Accessibility measures: review and Applications". *RIVM report 408505 006, National Institute of Public Health and Environment*, Bilthoven .

Gonçalves, P., Ramos, L., & Bento, R. (2009). "Avaliação da Acessibilidade no Reordenamento da Rede do 1º Ciclo do Ensino Básico: O Caso da NUT III Ato Trás-os-Montes". Vila Real.

GOOGLE MAPS@ (2011). <http://maps.google.pt/>. Google Maps API, USA.

Love, D., & Lindquist, P. (1995). "The Geographical Accessibility of Hospitals to the Aged: A Geographic Information Systems Analysis within Illinois". *HSR: Health Services Research* .

Mouro, A. (2003). *Sistema para Gestão de Informação de Transportes Públicos de uma Cidade*. Obtido em 15 de Julho de 2012, de <http://portal.ua.pt/thesaurus/default1.asp?OP2=0&Serie=0&Obra=31&H1=2&H2=0>

Pinto, I. (2009). *Curso de Introdução à Georreferenciação*. Obtido em 12 de Julho de 2012, de Instituto de Investigação Científica Tropical: http://www.idcplp.net/archive/doc/georrefIntroducaoSIG_InesPinto.pdf

TRB@ (2010).. Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, D. C. http://tram.mcgill.ca/Multimedia/posters/walk_cycle_distance.pdf.

Anexo A - Lista com os equipamentos considerados no estudo

#	Nome	Tipo
1	EB1 de Valongo	EB1
2	EB1 de Vendas de Ceira	EB1
3	EB1 da Palheira	EB1
4	EB1 de Antanol	EB1
5	EB1 de Cruz de Morouços	EB1
6	EB1 do Espírito Santo das Touregas	EB1
7	EB1 e JI do Areeiro	EB1
8	EB1 de Lajes	EB1
9	EB1 de Vila Pouca do Campo	EB1
10	EB1 da Póvoa	EB1
11	EB1 do Vale das Flores	EB1
12	Externo João XXIII	EB1
13	EB1 de Torres do Mondego	EB1
14	EB1 do Bairro Norton de Matos	EB1
15	EB1 e JI de Almas de Freire	EB1
16	Colégio S. Teotónio	EB1
17	Colégio de S. Martinho	EB1
18	Colégio Rainha Santa	EB1
19	EB1 e JI de Taveiro	EB1
20	EB1 de Fala	EB1
21	EB1 e JI de Ribeira de Frades	EB1
22	EB1 dos Casais	EB1
23	EB1 da Solum	EB1
24	EB1 de Chão do Bispo	EB1
25	Externato Feliciano de Castilho	EB1
26	Cooperativa de Ensino - S. Pedro	EB1
27	EB1 da Almedina	EB1
28	EB1 e JI de S. Bartolomeu	EB1
29	EB1 de Santa Cruz	EB1
30	EB1 de S. Martinho do Bispo	EB1
31	Externato Menino Jesus	EB1
32	EB1 do Tovim	EB1
33	Colégio de S. José	EB1

34	EB1 de Montes Claros	EB1
35	Colégio Bissaya Barreto	EB1
36	EB1 de Santo António dos Olivais	EB1
37	EB1 do Hospital Pediátrico	EB1
38	EB1 da Conchada	EB1
39	EB1 Casal do Lobo	EB1
40	EB1 de Dianteiro	EB1
41	EB1 de Coselhas	EB1
42	EB1 do Ingote	EB1
43	EB1 do Loreto	EB1
44	EB1 da Rocha Nova	EB1
45	EB1 de Lordemão	EB1
46	Instituto Educativo de Lordemão	EB1
47	EB1 da Cidreira	EB1
48	EB1 e JI da Pedrulha	EB1
49	EB1 de S. Paulo de Frades	EB1
50	EB1 de S. Facundo	EB1
51	EB1 de Eiras	EB1
52	EB1 Póvoa Pinheiro	EB1
53	EB1 de Antuzede	EB1
54	EB1 e JI de Vil de Matos	EB1
55	EB1 da Adémia	EB1
56	EB1 de Santa Apolónia	EB1
57	EB1 de Alcarraques	EB1
58	EB1 e JI de Trouxemil	EB1
59	EB1 do Botão	EB1
60	EB1 da Larçã	EB1
61	EB1 do Paço	EB1
62	EB1 de Brasfemes	EB1
63	EB1 da Marmeleira	EB1
64	EB1 de Sargento Mor	EB1
65	EB1 de Souselas	EB1
66	EB1 e JI de Vilela	EB1
67	EB1 Torre de Bera	EB1
68	EB1 Carpinteiros	EB1
69	EB1 Rio de Galinhas	EB1
70	EB1 Rossio de Santa Clara	EB1
71	Jardim Escola João de Deus	EB1
72	EB1 Ameal	EB1
73	EB1 e JI de Arzila	EB1

74	EB1 de Assafarge	EB1
75	EB1 Castelo de Viegas	EB1
76	EB1 Marcos dos Pereiros	EB1
77	EB1 da Feteira	EB1
78	Jardim Escola João de Deus 2	EB1
79	EB1 S. João do Campo	EB1
80	EB1 Cioga do Campo	EB1
81	EB1 da Lameira	EB1
82	EB1 e JI de S. Martinho da Árvore	EB1
83	EB1 Zouparria	EB1
84	EB1 Casconha	EB1
85	Colégio Bom Jesus	EB1
86	EB1 Quimbres	EB1
87	EB1 São Silvestre	EB1
88	EB1 de Andorinha	EB1
89	EB1 de Ardazubre	EB1
90	EB1 de Vera Cruz	EB1
91	EB1 e JI Vila Verde	EB1
92	EB1 Bairro Azul	EB1
93	Hospital Pediátrico (CHC)	Eq. Saúde
94	Hospital dos Covões (CHC)	Eq. Saúde
95	Hospital de Celas (HUC)	Eq. Saúde
96	Hospital Central dos HUC	Eq. Saúde
97	Fundação Bissaya Barreto	Eq. Saúde
98	Centro Hospitalar de Coimbra	Eq. Saúde
99	CS S. Martinho do Bispo	Eq. Saúde
100	CS Norton de Matos	Eq. Saúde
101	CS Fernão Magalhães	Eq. Saúde
102	CS de Santa Clara	Eq. Saúde
103	CS de Eiras	Eq. Saúde
104	CS de Celas	Eq. Saúde
105	Casa da Saúde Montes Claros	Eq. Saúde
106	Casa da Saúde Coimbra	Eq. Saúde
107	Polidesportivo de Taveiro	Eq. Desportivo
108	Pavilhão de Ribeiro de Frades	Eq. Desportivo
109	Polidesportivo de Antanhol	Eq. Desportivo
110	Pavilhão do F. C. Santa Clara	Eq. Desportivo
111	Pavilhão da Palheira	Eq. Desportivo
112	Estádio Universitário	Eq. Desportivo

113	Polidesportivo de Torre de Bera	Eq. Desportivo
114	Pavilhão ACM	Eq. Desportivo
115	Pavilhão Multiusos	Eq. Desportivo
116	Pavilhão do União de Coimbra	Eq. Desportivo
117	Polidesportivo de Sobral de Ceira	Eq. Desportivo
118	Pavilhão da OAF	Eq. Desportivo
119	Pavilhão de Chão do Bispo	Eq. Desportivo
120	Pavilhão das Carvalhosas	Eq. Desportivo
121	Polidesportivo do Alto da Senhora das Neves	Eq. Desportivo
122	Polidesportivo da Cidreira	Eq. Desportivo
123	Pavilhão da Palmeira	Eq. Desportivo
124	Polidesportivo do Ingote	Eq. Desportivo
125	Polidesportivo dos HUC	Eq. Desportivo
126	Polidesportivo da AAC - Santa Cruz	Eq. Desportivo
127	Polivalente de Lordemão	Eq. Desportivo
128	Polidesportivo da Quinta da Maia	Eq. Desportivo
129	Pavilhão de Vilarinho	Eq. Desportivo
130	Polidesportivo de Brasfemes	Eq. Desportivo
131	Polidesportivo da Quinta da Romeira	Eq. Desportivo
132	Polidesportivo do Esperança	Eq. Desportivo
133	Polidesportivo da Quinta D. João	Eq. Desportivo
134	Polidesportivo de Coselhas	Eq. Desportivo
135	Polidesportivo da Quinta de São Jerónimo	Eq. Desportivo
136	Pavilhão AAC	Eq. Desportivo

Anexo B - Freguesias do Município de Coimbra

