



# **O PAPEL DO PLANEAMENTO URBANO NA MITIGAÇÃO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

*Programa Doutoral em Planeamento do Território*

Susana Alexandra Carneiro Gomes

---

Orientador: Paulo Manuel Neto da Costa Pinho

Setembro 2017



## AGRADECIMENTOS

E porque na vida nada é conquistado de forma isolada, para o desenvolvimento desta tese foi fundamental o apoio que, direta e indiretamente, um conjunto de pessoas me dedicaram.

Foram essenciais, o suporte, a sabedoria e a experiência do Professor Paulo Pinho, meu orientador, que de forma constante me fez sentir capaz de desenvolver esta investigação.

Ressalvo o apoio de todos os colegas, e a transmissão de conhecimento de todos os docentes do Programa Doutoral em Planeamento do Território da FEUP; e ainda o apoio de todos os funcionários da seção de Planeamento do Território, em especial ao Manuel Guimarães.

Ao Francesc Baró, investigador e estudante de doutoramento no ICTA da Universidade Autónoma de Barcelona, pelo auxílio com o *software i-Tree*.

Ao Rui Barroso e Valter Campelo pela ajuda preciosa com a arquitetura e certificação energética dos edifícios.

Agradeço ainda à Professora Helena Corvacho da FEUP e ao Professor Amadeu Borges da UTAD, pela ajuda na interpretação da temática da energia e certificação energética.

À ADENE pelo fornecimento de informação de um conjunto de certificados energéticos.

À Câmara Municipal de Braga, na pessoa do Vereador Miguel Melo Bandeira e à Filipa Corais pela cedência de informação do PDM.

À Câmara Municipal de Viana do Castelo, na pessoa do Vereador Luís Nobre e ao Vasco Martins pelo fornecimento de informação do PDM.

À Câmara Municipal de Vila Real, na pessoa do Vereador Adriano Sousa e, em especial ao Joaquim Magalhães, pela permissão das minhas ausências, não esquecendo, na fase inicial deste processo o apoio do José Carlos Fernandes e Carlos Saraiva.

À família que nunca duvidou, aos amigos que sempre perguntaram, aos amigos (os mesmos) que sempre me distraíram, à inquietude...

O desenvolvimento desta Tese foi apoiado, no ano letivo 2015/2016, por Bolsa de Doutoramento em Planeamento do Território, promovida pela FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto) e financiada pela FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia), identificada com o código PD/BD/114007/2015.



## RESUMO

O Planeamento e Ordenamento do Território, através da gestão do uso do solo, é considerado um instrumento capaz de estabelecer medidas de combate às alterações climáticas, sejam elas ações de mitigação ou de adaptação. Adicionalmente, o Planeamento possui ainda a importante característica de, na grande maioria dos países, ser definido ao nível municipal, o que confere aos governos locais um elevado grau de legitimidade para que definam as ações climáticas no seu território.

Embora as políticas de mitigação tenham sido pioneiras no combate climático, é pela necessidade de adaptar, fisicamente, os espaços urbanos aos eventos climáticos que o Planeamento Territorial surge neste campo de investigação. Por sua vez, as ações de mitigação, inicialmente estabelecidas por políticas sectoriais, relegaram para segundo plano as medidas desenvolvidas no domínio do Planeamento do Território. No entanto, e à medida que os estudos avançam, comprova-se que a mitigação se pode estabelecer no âmbito dos processos de planeamento, pela implementação de medidas como, o aumento da infraestrutura verde, sequestradora de Carbono; a definição de parâmetros urbanísticos que potenciem a diminuição do consumo energético e a utilização de energias renováveis nos edifícios; a redistribuição dos transportes urbanos e da circulação rodoviária, diminuindo localmente as emissões de GEE; a proteção de determinados usos do solo, diminuindo, por exemplo, a deflorestação.

Neste contexto, e tendo em conta a capacidade de as ações de mitigação poderem ser estabelecidas no âmbito do Planeamento do Território, no desenvolvimento desta investigação, questionou-se se o planeamento de nível municipal tem capacidade para estabelecer um combate climático efetivo. Para isto, foram consideradas especificamente as ações de mitigação ao nível dos planos municipais, que, como se irá verificar, é o nível territorial que potencia um melhor desempenho dos planos e das políticas climáticas a implementar.

No desenvolvimento desta investigação, foram utilizadas duas metodologias que contemplam dois momentos distintos. Num primeiro exercício foi concretizada uma análise aos planos municipais, utilizando como ferramenta o Balanço de CO<sub>2</sub>, utilizando as áreas das diferentes categorias de usos do solo e, simultaneamente, dados dos consumos energéticos para toda a área dos Municípios e dos Perímetros Urbanos. No segundo exercício, foi simulado um loteamento, de acordo com as regras e parâmetros urbanísticos estabelecidos nos planos municipais, que permitiram, para além da avaliação dos próprios parâmetros urbanísticos, compreender quais as alterações que deviam ser implementadas para se atingir um Balanço neutro de CO<sub>2</sub>.

Como estudos de caso utilizados nesta investigação foram selecionados três municípios do norte de Portugal, que enquadram cidades de médias dimensão sendo todas elas capitais de distrito

e, por isso, com a mesma relevância administrativa. Para além disto, os estudos de caso têm diferentes localizações do interior para o litoral, com diferentes realidades climáticas e, por isso, diferentes necessidades energéticas.

Os resultados demonstram que o sistema de Planeamento Territorial, tal como definido atualmente, não têm capacidade de incorporar ações de mitigação, e que, a infraestrutura verde tem um contributo redutor na diminuição dos GEE, pelo que se deverá reforçar, através de políticas de planeamento do território, a diminuição dos consumos energéticos promovendo uma diminuição dos GEE. Embora com menor relevância, o aumento das áreas de infraestrutura verde, sequestradora de carbono, é uma medida importante que deve ser considerada nos planos municipais, pelo papel mais amplo que desempenha nos sistemas urbanos, estando diretamente associada às ações de adaptação. Esta tese permitiu ainda concluir que, dentro das 3 escalas municipais testadas, os resultados observados à escala do perímetro urbano funcionam como indicador na avaliação do estado do município em termos de medidas de mitigação, uma vez que qualquer ação implementada à escala municipal ou à escala do loteamento influenciará, de forma direta, os resultados ao nível do perímetro urbano. Neste contexto, a escala do perímetro urbano deverá ser preferencialmente abordada em contextos de monitorização das medidas implementadas.

**Palavras-chave:** Alterações Climáticas; Planeamento Urbano; Mitigação; Adaptação; Balanço de Carbono; Sequestro e Infraestrutura Verde.

## ABSTRACT

Land-use Development and Planning, through the land use, is considered an instrument capable of establishing measures to combat climate change, whether actions of mitigation or adaptation. In addition this Planning also contains an important characteristic that, in most countries, is defined at the municipal level, which gives local governments a high degree of legitimacy to define climate actions in their territory.

Although mitigation policies have been pioneering in the climate fight, it is because of the need to physically adapt urban areas to climate events that territorial planning arises in this field of research. In turn, mitigation actions, initially established by sector policies, have pushed aside the measures developed in the domain of Territorial Planning. However, and to the extent that the studies move forward, it is proven that mitigation can be established in the context of planning processes, through the implementation of measures such as the increase in green infrastructure, that sequesters carbon; the definition of urban parameters that promote a decrease in energy consumption in the use of renewable energies in buildings, the redistribution of urban transports and road traffic, decreasing locally the emissions of GHGs, the protection of certain soil uses decreasing, for instance, deforestation.

In this context and bearing in mind the ability of mitigation actions to be established in the context of Territorial Planning, in the development of this research, it was questioned whether planning at the municipal level is able to establish an effective climate combat. For this, specific consideration was given to mitigation actions at the level of municipal plans, which, as will be shown, is the territorial level that provides a better performance of the plans and climate policies to be implemented.

In the development of this research, two methodologies were used that contemplate two different moments. In a first exercise, an analysis was prepared of municipal plans, using as a tool the CO<sub>2</sub> Balance, using the areas of the different categories of soil use and, simultaneously, data on energy consumption for the entire area of the Municipalities and of the Urban Perimeters. In the second exercise, an allotment was simulated, according to the urban rules and parameters established in the municipal plans, which would allow, besides evaluating the urban parameters themselves, understanding which of the alterations should be implemented to achieve a neutral CO<sub>2</sub> Balance.

Three municipalities from the North of Portugal were selected as case studies for use in this research, framed in mid-sized cities, all of which were district capitals, and thus had the same administrative relevance. In addition, the case studies have different locations from the interior to the coastline, with different climate realities, and thus, different energy needs.

The results show that the system of Territorial Planning, as defined currently, are unable to incorporate mitigation actions and that the green infrastructure has a reducing contribution on the decrease of GHGs, so it should be strengthened, through policies of territorial planning, the decrease in energy consumption, promoting a decrease in GHGs. Although of lesser significance, the increase in the area of green infrastructure, that sequesters carbon, is an important measure that should be considered in municipal plans, for the broader role it plays in urban systems, being completely associated with adaptation actions. This thesis also allowed the conclusion that, within the 3 municipal scales tested, the results observed on the scale of the urban perimeter function as indicators in evaluating the status of the municipality in terms of mitigation measures, since any action implemented on the municipal scale or on the allotment scale would directly influence the results at the urban perimeter level. In this context, the urban perimeter scale should preferably be approached in contexts of monitoring the implemented methods.

**Key words:** Climate Change; Urban Planning; Mitigation; Adaptation; Carbon Balance; Sequestration and Green Infrastructure.



# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO DA TESE .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Importância do Tema .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1 Motivações Pessoais .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Caracterização do Tema das Alterações Climáticas .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1 UNFCCC e o Protocolo de Quioto .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.2 Mitigação e Adaptação .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Breve Descrição dos Objetivos .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Breve Descrição da Metodologia .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5 Estrutura da Tese .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II – PROBLEMÁTICA DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 A natureza do Debate .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Causas e Efeitos das Alterações Climáticas .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Estratégias de Combate .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.1 Nível de Ação Local .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.2 Cenários de Aprendizagem Social .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 Síntese .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO III – ECONOMIA DO CARBONO E PRIMEIRAS POLÍTICAS CLIMÁTICAS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Introdução .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Primeiras Políticas de Alteração Climática .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Concertação Internacional de Políticas Climáticas .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4 Aplicação de Políticas Climáticas .....</b>	<b>35</b>
<b>3.5 Síntese .....</b>	<b>37</b>

<b>CAPÍTULO IV – SEQUESTRO DE CARBONO E INFRAESTRUTURA VERDE .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Introdução .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2 Os Processos Biológicos .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.1 O Ciclo do Carbono .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2 O Processo Fotossintético .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.3 Influências Humanas nos Processos Biológicos .....</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Sequestro, Armazenamento e Injeção de Carbono .....</b>	<b>42</b>
<b>4.3.1 Problemas do Sequestro .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.2 Sequestro de Carbono Florestal – FCS .....</b>	<b>45</b>
<b>4.3.3 Abordagem do Ciclo de Vida – LCA .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.4 Sequestro em Zonas Húmidas .....</b>	<b>46</b>
<b>4.4 Importância da Infraestrutura Verde .....</b>	<b>47</b>
<b>4.4.1 A Infraestrutura Verde Urbana como Agente de Mitigação e Adaptação .....</b>	<b>50</b>
<b>4.5 Ferramentas i-Tree e Aplicação i-Tree Canopy .....</b>	<b>53</b>
<b>4.5.1 Tipos de Ferramentas i-Tree .....</b>	<b>53</b>
<b>4.5.2 Aplicação i-Tree Canopy .....</b>	<b>54</b>
<b>4.6 Síntese .....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO V – O PLANEAMENTO URBANO E A MUDANÇA DO CLIMA .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Introdução .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 O Planeamento do Território e as Ações de Mitigação e Adaptação .....</b>	<b>59</b>
<b>5.2.1 Planeamento e Adaptação .....</b>	<b>60</b>
<b>5.2.2 Planeamento e Mitigação .....</b>	<b>63</b>
<b>5.2.3 A relação Mitigação – Adaptação no Planeamento do Território .....</b>	<b>64</b>

<b>5.3 Importância do Planeamento no Combate às Alterações Climáticas .....</b>	<b>66</b>
<b>5.3.1 Vantagens e Constrangimentos do Planeamento Territorial .....</b>	<b>66</b>
<b>5.3.2 Importância do Planeamento do Território no Combate Climático .....</b>	<b>69</b>
<b>5.4 Políticas Climáticas de Planeamento e o Âmbito Nacional, Regional e Local .....</b>	<b>72</b>
<b>5.4.1 O Papel das Autoridades Locais .....</b>	<b>76</b>
<b>5.5 Abordagens Climáticas ao Planeamento do Território e Desenho Urbano .....</b>	<b>79</b>
<b>5.6 Síntese .....</b>	<b>83</b>
<b>CAPÍTULO VI – OBJETIVOS E METODOLOGIA .....</b>	<b>85</b>
<b>6.1 Objetivos .....</b>	<b>85</b>
<b>6.1.1 Introdução .....</b>	<b>85</b>
<b>6.1.2 Questões de Investigação .....</b>	<b>85</b>
<b>6.1.3 Objetivos Complementares .....</b>	<b>86</b>
<b>6.2 Metodologia Geral .....</b>	<b>88</b>
<b>6.2.1 Metodologias Aplicadas ao Estudo das Alterações Climáticas .....</b>	<b>88</b>
<b>6.2.2 Metodologia Geral .....</b>	<b>89</b>
<b>6.2.3 Metodologia para o Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> em Municípios e Perímetros Urbanos .....</b>	<b>93</b>
<b>6.2.4 Metodologia para o Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> em Loteamentos .....</b>	<b>95</b>
<b>CAPÍTULO VII – ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO E INTRODUÇÃO AO BALANÇO DE CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>99</b>
<b>7.1 Introdução .....</b>	<b>99</b>
<b>7.2 Políticas Climáticas da UE .....</b>	<b>100</b>
<b>7.3 Políticas Climáticas em Portugal .....</b>	<b>104</b>
<b>7.3.1 Políticas de Mitigação .....</b>	<b>104</b>
<b>7.3.2 Políticas de Adaptação .....</b>	<b>106</b>

<b>7.4 Políticas e Instrumentos de Planeamento e Ordenamento do Território em Portugal .....</b>	<b>108</b>
<b>7.4.1 PN POT – Relatório .....</b>	<b>108</b>
<b>7.4.2 PN POT – Programa de Ação .....</b>	<b>109</b>
<b>7.4.3 Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS) .....</b>	<b>111</b>
<b>ENDS (Parte I) .....</b>	<b>111</b>
<b>PIENDS (Parte II) .....</b>	<b>112</b>
<b>7.4.4 Lei de Bases Gerais de Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e do Urbanismo – Lei nº 31/2014 de 30 de maio .....</b>	<b>113</b>
<b>7.5 Síntese .....</b>	<b>114</b>
<b>7.6 Caracterização dos Estudos de Caso .....</b>	<b>115</b>
<b>7.6.1 Concelho de Vila Real .....</b>	<b>117</b>
<b>7.6.2 Concelho de Braga .....</b>	<b>117</b>
<b>7.6.3 Concelho de Viana do Castelo .....</b>	<b>117</b>
<b>7.7 Previsões de Alteração do Clima e Risco Associado .....</b>	<b>118</b>
<b>CAPÍTULO VIII – METODOLOGIA ESPECÍFICA APLICADA AOS ESTUDOS DE CASO .....</b>	<b>121</b>
<b>8.1 Cálculo de Balanço de CO<sub>2</sub> nos Municípios .....</b>	<b>121</b>
<b>8.1.1 Origem e Tratamento dos Dados de Emissão de CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>122</b>
<b>Consumo Energético nos Concelhos e Taxa de Emissão .....</b>	<b>123</b>
<b>Consumo de Biomassa nos Concelhos e Taxa de Emissão .....</b>	<b>124</b>
<b>Consumo de Combustíveis nos Concelhos e Taxa de Emissão .....</b>	<b>125</b>
<b>8.1.2 Origem e Tratamento dos Dados de Sequestro de CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>126</b>
<b>Sequestro de CO<sub>2</sub> pela Utilização da Aplicação i-Tree Canopy .....</b>	<b>131</b>

<b>8.2 Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Perímetros Urbanos (PU)</b> .....	<b>133</b>
<b>8.2.1 Origem e Tratamento dos Dados de Emissão de CO<sub>2</sub></b> .....	<b>133</b>
<b>Consumo Energético nos PU e Taxa de Emissão</b> .....	<b>133</b>
<b>Consumo de Biomassa nos PU e Taxa de Emissão</b> .....	<b>134</b>
<b>Consumo de Combustíveis nos PU e Taxa de Emissão</b> .....	<b>135</b>
<b>8.2.2 Origem e Tratamento dos Dados de Sequestro de CO<sub>2</sub> - i-Tree Canopy</b> .....	<b>136</b>
<b>8.3 Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos</b> .....	<b>136</b>
<b>8.3.1 Simulação de Operação de Loteamento pelos Parâmetros Urbanísticos</b> .....	<b>136</b>
<b>Dados para Simulação de uma Operação de Loteamento em Vila Real</b> .....	<b>137</b>
<b>Dados para Simulação de uma Operação de Loteamento em Braga</b> .....	<b>140</b>
<b>Dados para Simulação de uma Operação de Loteamento em Viana do Castelo</b> .....	<b>143</b>
<b>8.3.2 Valores Estimados de Emissão de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos</b> .....	<b>146</b>
<b>Valores de Emissão de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Vila Real</b> .....	<b>147</b>
<b>Valores de Emissão de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Braga</b> .....	<b>150</b>
<b>Valores de Emissão de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Viana do Castelo</b> .....	<b>152</b>
<b>8.3.3 Cenários de Redução de Consumo Energético nos Loteamento</b> .....	<b>154</b>
<b>8.3.4 Valores Estimados de Sequestro de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos</b> .....	<b>154</b>
<b>8.3.5 Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos</b> .....	<b>155</b>
<b>8.3.6 Crítica aos Parâmetros Urbanístico</b> .....	<b>157</b>
<b>CAPÍTULO IX – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO BALANÇO DE CO<sub>2</sub> NOS MUNICÍPIOS E PERÍMETROS URBANOS</b> .....	<b>159</b>
<b>9.1 Apresentação dos Resultados de Balanço de CO<sub>2</sub> nos Concelhos</b> .....	<b>159</b>
<b>9.1.1 Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> no Concelho de Vila Real</b> .....	<b>159</b>
<b>9.1.2 Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> no Concelho de Braga</b> .....	<b>161</b>
<b>9.1.3 Resultado de Balanço do CO<sub>2</sub> no Concelho de Viana do Castelo</b> .....	<b>163</b>
<b>9.2 Análise e Discussão dos Resultados Obtidos nos Municípios</b> .....	<b>165</b>

9.3 Apresentação dos Resultados do Balanço de CO <sub>2</sub> nos Perímetros Urbanos .....	167
9.3.1 Resultados do Balanço de CO <sub>2</sub> no PU de Vila Real .....	168
9.3.2 Resultados do Balanço de CO <sub>2</sub> no PU de Braga .....	169
9.3.3 Resultados do Balanço de CO <sub>2</sub> no PU de Viana do Castelo .....	171
9.4 Análise e Discussão dos Resultados Obtidos nos Perímetros Urbanos .....	173
9.5 Pontos-chave da Discussão dos Resultados nos Municípios e Perímetros Urbanos .....	175
<b>CAPÍTULO X - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO BALANÇO DE CO<sub>2</sub> NOS LOTEAMENTOS .....</b>	<b>179</b>
10.1 Apresentação dos Resultados do Balanço de CO <sub>2</sub> nos Loteamentos .....	179
10.1.1 Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> no Loteamento de Vila Real .....	179
10.1.2 Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> no Loteamento de Braga .....	182
10.1.3 Resultado de Balanço do CO <sub>2</sub> no Loteamento de Viana do Castelo .....	185
10.2 Comportamento dos Parâmetros Urbanísticos na Simulação de um Balanço de CO <sub>2</sub> Neutro .....	188
10.2.1 Comportamento dos Parâmetros Urbanísticos para Vila Real .....	188
10.2.2 Comportamento dos Parâmetros Urbanísticos para Braga .....	191
10.2.3 Comportamento dos Parâmetros Urbanísticos para Viana do Castelo .....	195
10.3 Pontos-chave da Discussão dos Resultados nos Loteamentos .....	199
<b>CAPÍTULO XI – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>205</b>
11.1 Discussão dos Resultados .....	205
11.2 Conclusões da Tese .....	207
11.3 Recomendações e Considerações Finais .....	209
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>211</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>225</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1	Benefícios e Limitações das ações climáticas de Mitigação e Adaptação. Adaptado de Baynham e Stevens (2013).	21
Quadro 2	Resenha Histórica das Negociações Climáticas Internacionais, com destaque para a iniciativa Conferências das Partes (COP).	30
Quadro 3	Metodologia para o processo de planeamento adaptativo. Adaptado de Hurlimann e March, 2012.	61
Quadro 4	Descrição das etapas desenvolvidas pela rede ICLEI – CCP para auxiliar os governos locais ao estabelecimento de ações de mitigação e adaptação (Fonte: Hamin, 2011).	77
Quadro 5	Abordagens de ação climática, considerando os temas da Economia do Carbono e do Planeamento de Ação Climática	88
Quadro 6	Categorias de uso do solo do PDM de Vila Real após agregação, com indicação das respetivas áreas (Fonte: www.cm-vilareal.pt; PDM Vila Real, 2011).	122
Quadro 7	Consumo energético (Mwh) por tipologia de consumo no ano 2012, no concelho de Vila Real (Fonte: DGEG e MAOTE, 2012).	124
Quadro 8	Consumo de lenha na região Douro, e no concelho de Vila Real, no ano de 2011. Taxa de emissão em tonelada de CO <sub>2</sub> por tonelada de lenha queimada (Fonte: Inventário Regional de Emissões Atmosféricas, CCDR-Norte e FCT-UNL, (2012).	125
Quadro 9	<b>a)</b> Venda de Combustíveis (Ton/ano) em 2011 e Vila Real (Fonte: DGEG/MAOTE). <b>b)</b> Número de veículos no concelho de Vila Real no ano de 2012 (Fonte: ASF – Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundo de Pensões, 2012). <b>c)</b> Consumo médio de um veículo (Fonte: Pereira, 2011). <b>d)</b> Valor médio de emissão de CO <sub>2</sub> por quilómetro (Fonte: AEA - Report for European Commission, D. C. A., 2012).	126
Quadro 10	Ocupação e uso do solo florestal no concelho de Vila Real (Fonte: Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI), GTF e CM de Vila Real, 2006).	128
Quadro 11	Áreas de uso do solo do PDM do concelho de Vila Real que contribuem para o sequestro de carbono (Fonte: PDM Vila Real, 2011; PMDFCI / GTF Vila Real, 2006).	128
Quadro 12	Taxas de sequestro de carbono nas diferentes tipologias de vegetação indicadas e respetivas referências bibliográficas da origem dos dados.	129
Quadro 13	Taxas e valores finais de sequestro de carbono dos usos do solo por tipologia de infraestrutura verde do PDM do concelho de Vila Real.	130
Quadro 14	Sequestro de carbono pela infraestrutura verde do concelho de Vila Real e sequestro de CO <sub>2</sub> após conversão, no ano de 2012.	131
Quadro 15	Classes definidas para a utilização da aplicação <i>i-Tree Canopy</i> nos três concelhos objeto de estudo.	132
Quadro 16	Valores de sequestro anual de CO <sub>2</sub> no concelho de Vila Real utilizando: <b>a)</b> taxas de sequestro consultado na bibliografia, apresentados no Quadro 12; <b>b)</b> Sequestro anual de CO <sub>2</sub> pela utilização da aplicação <i>i-Tree Canopy</i> .	132
Quadro 17	Dados referências para o cálculo de emissão de CO <sub>2</sub> associado ao consumo energético, para o PU de Vila Real (Fonte: INE, 2011; DGEG / MAOTE, 2012; EDP, 2012).	134

Quadro 18	Dados e referências para o cálculo de emissão de CO <sub>2</sub> associado ao consumo de biomassa, para o PU de Vila Real. O procedimento de recolha e tratamento dos dados foi executado exatamente da mesma forma nos outros dois PU abordados no estudo.	<b>135</b>
Quadro 19	Dados e referências para o cálculo de emissão de CO <sub>2</sub> do consumo de combustíveis, para o PU de Vila Real. O procedimento de recolha e tratamento dos dados foi executado da mesma forma nos restantes PU analisados.	<b>135</b>
Quadro 20	Parâmetros urbanísticos do PDM e resumo da informação de áreas e necessidades de infraestruturas para projetar um loteamento em Vila Real.	<b>138</b>
Quadro 21	Parâmetros urbanísticos do PDM e resumo da informação de áreas e necessidades de infraestruturas para projetar um loteamento em Braga.	<b>141</b>
Quadro 22	Parâmetros urbanísticos do PDM e resumo da informação de áreas e necessidades de infraestruturas para projetar um loteamento em Viana do Castelo.	<b>144</b>
Quadro 23	Dados da classe energética, nos edifícios do loteamento de Vila Real, obtidos através de informação fornecida pela ADENE e através da consulta de uma empresa de certificação.	<b>148</b>
Quadro 24	Cálculo das emissões de CO <sub>2</sub> no loteamento de Vila Real tendo em conta o consumo da fonte “Eletricidade” nos alojamentos.	<b>149</b>
Quadro 25	Cálculo das emissões de CO <sub>2</sub> no loteamento de Vila Real tendo em conta o consumo da fonte “Gás Natural” nos alojamentos.	<b>149</b>
Quadro 26	Dados da classe energética, nos edifícios do loteamento de Braga, obtidos através de informação fornecida pela ADENE e através da consulta de uma empresa de certificação.	<b>150</b>
Quadro 27	Cálculo das emissões de CO <sub>2</sub> no loteamento de Braga tendo em conta o consumo da fonte “Eletricidade” nos alojamentos.	<b>151</b>
Quadro 28	Cálculo das emissões de CO <sub>2</sub> no loteamento de Braga tendo em conta o consumo da fonte “Gás Natural” nos alojamentos.	<b>151</b>
Quadro 29	Dados da classe energética, nos edifícios do loteamento de Viana do Castelo, obtidos através de informação fornecida pela ADENE e através da consulta de uma empresa de certificação.	<b>152</b>
Quadro 30	Cálculo das emissões de CO <sub>2</sub> no loteamento de Viana do Castelo tendo em conta o consumo da fonte “Eletricidade” nos alojamentos.	<b>153</b>
Quadro 31	Cálculo das emissões de CO <sub>2</sub> no loteamento de Viana do Castelo tendo em conta o consumo da fonte “Gás Natural” nos alojamentos.	<b>153</b>
Quadro 32	Cálculo dos consumos energéticos para os cenários A e A+, tendo em conta o valor do consumo do cenário original.	<b>154</b>
Quadro 33	Taxas de sequestro de C e CO <sub>2</sub> consultadas na bibliografia e para três tipologias de espaço urbano (Fonte: Baró et al., 2014 e Baró et al., 2015).	<b>155</b>
Quadro 34	Método de cálculo do balanço de CO <sub>2</sub> nos loteamentos para os 3 cenários estabelecidos, o cenário B ou original, o cenário A e o cenário A+.	<b>156</b>
Quadro 35	Valores finais de emissão de CO <sub>2</sub> para o concelho de Vila Real, em cada uma das tipologias consideradas, o consumo energético, de biomassa e de combustíveis, em 2012.	<b>160</b>
Quadro 36	Valores finais de sequestro de CO <sub>2</sub> para o concelho de Vila Real. Este Quadro de resultados foi adaptada dos resultados do <i>i-Tree Canopy</i> (ver ANEXO II).	<b>160</b>
Quadro 37	Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO <sub>2</sub> , no concelho de Vila Real para o ano de 2012.	<b>161</b>



Quadro 38	Valores finais de emissão de CO <sub>2</sub> para o concelho de Braga. Este Quadro indica quais os valores totais de consumo, tendo em conta cada uma das tipologias consideradas, o consumo energético, de biomassa e de combustíveis no ano de 2012.	<b>162</b>
Quadro 39	Valores finais de sequestro de CO <sub>2</sub> para o concelho de Braga. Este Quadro de resultados foi adaptado dos resultados do <i>i-Tree Canopy</i> (ver ANEXO II).	<b>162</b>
Quadro 40	Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO <sub>2</sub> , no concelho de Braga para o ano de 2012.	<b>163</b>
Quadro 41	Valores finais de emissão de CO <sub>2</sub> para o concelho de Viana do Castelo. Este Quadro indica quais os valores totais de consumo tendo em conta cada uma das tipologias consideradas, o consumo energético, de biomassa e de combustíveis no ano de 2012.	<b>164</b>
Quadro 42	Valores finais de sequestro de CO <sub>2</sub> para o concelho de Viana do Castelo. Este Quadro de resultados foi adaptada dos resultados do <i>i-Tree Canopy</i> (ver ANEXO II).	<b>164</b>
Quadro 43	Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO <sub>2</sub> , no concelho de Viana do Castelo para o ano de 2012.	<b>165</b>
Quadro 44	Valores finais de emissão de CO <sub>2</sub> para o PU de Vila Real tendo em conta cada uma das tipologias de consumo consideradas, o consumo energético e gás natural, o consumo de biomassa e o consumo de combustíveis, no ano de 2012	<b>168</b>
Quadro 45	Valores finais de sequestro de CO <sub>2</sub> para o PU de Vila Real. Este Quadro foi adaptada dos resultados do <i>i-Tree Canopy</i> (ver ANEXO II).	<b>169</b>
Quadro 46	Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO <sub>2</sub> , no PU de Vila Real para o ano de 2012.	<b>169</b>
Quadro 47	Valores finais de emissão de CO <sub>2</sub> para o PU de Braga tendo em conta cada uma das tipologias de consumo consideradas, o consumo energético e gás natural, o consumo de biomassa e o consumo de combustíveis, no ano de 2012.	<b>170</b>
Quadro 48	Valores finais de sequestro de CO <sub>2</sub> para o PU de Braga. Esta Quadro foi adaptado dos resultados do <i>i-Tree Canopy</i> (ver ANEXO II).	<b>171</b>
Quadro 49	Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO <sub>2</sub> , no PU de Braga, no ano de 2012.	<b>171</b>
Quadro 50	Valores finais de emissão de CO <sub>2</sub> para o PU de Viana do Castelo, tendo em conta cada uma das tipologias de consumo consideradas, o consumo energético e gás natural, o consumo de biomassa e o consumo de combustíveis, no ano de 2012.	<b>172</b>
Quadro 51	Valores finais de sequestro de CO <sub>2</sub> para o PU de Viana do Castelo. Esta Quadro foi adaptada dos resultados do <i>i-Tree Canopy</i> (ver ANEXO II).	<b>173</b>
Quadro 52	Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO <sub>2</sub> , no PU de Viana do Castelo para o ano de 2012.	<b>173</b>
Quadro 53	Valor de Emissões totais de CO <sub>2</sub> , segundo o consumo de eletricidade e gás natural, tendo em conta o cenário original ou B, no loteamento de Vila Real.	<b>180</b>
Quadro 54	Valor de Emissões totais de CO <sub>2</sub> , segundo o consumo de eletricidade e gás natural, tendo em conta o cenário original ou B, no loteamento de Vila Real.	<b>180</b>
Quadro 55	Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário B, no loteamento de Vila Real.	<b>181</b>
Quadro 56	Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário A, no loteamento de Vila Real.	<b>181</b>

Quadro 57	Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário A+, no loteamento de Vila Real.	<b>182</b>
Quadro 58	Valor de Emissões totais de CO <sub>2</sub> , segundo o consumo de eletricidade e gás natural, tendo em conta o cenário original ou B, no loteamento de Braga.	<b>182</b>
Quadro 59	Valor de sequestro de CO <sub>2</sub> para o loteamento projetado em Braga, tendo em conta a taxa de sequestro de 4,55 toneladas CO <sub>2</sub> / ha / ano.	<b>183</b>
Quadro 60	Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário original ou B, no loteamento de Braga.	<b>183</b>
Quadro 61	Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário A, no loteamento de Braga.	<b>184</b>
Quadro 62	Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> (Ton/ano) para o cenário A+, no loteamento de Braga.	<b>184</b>
Quadro 63	Valor de Emissões de CO <sub>2</sub> (eletricidade e gás natural) para o loteamento de Viana do Castelo.	<b>185</b>
Quadro 64	Valor de sequestro de CO <sub>2</sub> para o loteamento projetado em Viana do Castelo, tendo em conta a taxa de sequestro de 4,55 toneladas CO <sub>2</sub> / ha / ano.	<b>186</b>
Quadro 65	Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> (Ton/ano) para o cenário B, no loteamento de Viana do Castelo.	<b>186</b>
Quadro 66	Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> , (Ton/ano) para o cenário A, no loteamento de Viana do Castelo.	<b>187</b>
Quadro 67	Resultado do Balanço de CO <sub>2</sub> , (Ton/ano) para o cenário A+, do loteamento de Viana do Castelo.	<b>187</b>
Quadro 68	Necessidades de Espaços Verdes para obter um balanço de CO <sub>2</sub> neutro no Loteamento de Vila Real para os 3 cenários analisados, o cenário Classe B (original), Classe A e Classe A+.	<b>189</b>
Quadro 69	Estimativa do número de residentes no Loteamento de Vila Real tendo em conta valores médios de população residente e número de famílias (Fonte: INE, 2011).	<b>189</b>
Quadro 70	Parâmetros urbanísticos definidos pela divisão entre as necessidades de espaços verdes por residentes estimados no loteamento e, por abc do loteamento, nos 3 cenários analisados, a Classe B ou original, a Classe A e a Classe A+ em Vila Real.	<b>190</b>
Quadro 71	Necessidades de Espaços Verdes para um Balanço de CO <sub>2</sub> neutro no Loteamento de Braga e para os cenários de Certificado Classe B ou original, Certificado Classe A e Certificado Classe A+.	<b>192</b>
Quadro 72	Estimativa do número de residentes no Loteamento de Braga tendo em conta dados de população residente e número de famílias (Fonte: INE, 2011).	<b>193</b>
Quadro 73	Parâmetros urbanísticos definidos pela divisão entre as necessidades de espaços verdes por residentes estimados no loteamento e, por abc do loteamento, nos 3 cenários analisados, a Classe B ou original, a Classe A e a Classe A+ em Braga.	<b>194</b>
Quadro 74	Necessidades de Espaços Verdes para obter um balanço de CO <sub>2</sub> neutro no Loteamento de Viana do Castelo e para o e para os cenários de Certificado Classe B ou original, Certificado Classe A e Certificado Classe A+.	<b>196</b>
Quadro 75	Estimativa do número de residentes no Loteamento de Viana do Castelo tendo em conta dados de população residente e número de famílias (Fonte: INE, 2011).	<b>197</b>

Quadro 76	Parâmetros urbanísticos definidos pela divisão entre as necessidades de espaços verdes por residentes estimados no loteamento e, por abc do loteamento, nos 3 cenários analisados, a Classe B ou original, a Classe A e a Classe A+ em Viana do Castelo.	<b>197</b>
Quadro 77	Comparação entre as áreas de cedência de espaços verdes e equipamentos, estabelecidas no PDM, e as áreas médias de cedência necessária ao balanço neutro em loteamentos e para Vila Real, Braga e Viana do Castelo.	<b>202</b>
Quadro 78	Comparação entre as áreas de cedência necessárias ao balanço neutro de CO <sub>2</sub> nos loteamentos de Vila Real, Braga e Viana do Castelo com os valores médios estabelecidos no PDM de cada concelho.	<b>203</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Reconstrução das Temperaturas médias da superfície terrestre (Fonte: Mann, Bradley e Hughes, 1998).	<b>13</b>
Gráfico 2 Gráfico 3	Temperaturas médias anuais (gráfico 2) e por década (gráfico 3) da superfície terrestre (Fonte: <a href="http://www.berkeleyearth.org">www.berkeleyearth.org</a> ).	<b>15</b>
Gráfico 4 Gráfico 5	Temperaturas médias anuais (gráfico 4) e por década (gráfico 5) da superfície terrestre, obtidas pelo ajuste simples baseado na concentração de CO <sub>2</sub> e atividade vulcânica (Fonte: <a href="http://www.berkeleyearth.org">www.berkeleyearth.org</a> ).	<b>16</b>
Gráfico 6	Temperaturas médias da superfície terrestre, anuais e por década (Fonte: <a href="http://www.berkeleyearth.org">www.berkeleyearth.org</a> ).	<b>17</b>

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama I	Metodologia do Exercício 1 - Município e Perímetro Urbano.	<b>91</b>
Diagrama II	Metodologia do Exercício 2 - Operação de Loteamento.	<b>92</b>
Diagrama III	Etapas da metodologia aplicada no exercício empírico 1 para o cálculo das emissões e do sequestro de CO <sub>2</sub> , iniciando-se com a análise do plano municipal e finalizando com o cálculo do balanço	<b>94</b>
Diagrama IV	Etapas da metodologia aplicada ao exercício empírico 2 no cálculo do Balanço de CO <sub>2</sub> nos Loteamentos.	<b>96</b>
Diagrama V	Indicação da informação e dados necessários para o cálculo das emissões de CO <sub>2</sub> nos três concelhos estudos de caso. Indicam-se ainda as referências que estiveram na origem dos dados para a obtenção do valor final das emissões de CO <sub>2</sub> .	<b>123</b>
Diagrama VI	Indicação da informação e dados necessários ao cálculo do sequestro de carbono no concelho de Vila Real. Indicam-se ainda os usos do solo que contribuem para o sequestro, assim como as referências das taxas de sequestro para cada tipo de uso do solo indicado.	<b>127</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Imagem de satélite com indicação dos três concelhos de estudo, Vila Real, Braga e Viana do Castelo (Fonte: Google; CAOP 2015; INE BGRI 2011).	<b>115</b>
Figura 2	Planta do Loteamento simulado para a cidade de Vila Real, segundo os parâmetros urbanísticos e necessidades apresentadas no Quadro 20. Sem escala definida.	<b>140</b>
Figura 3	Planta do Loteamento projetado para a cidade de Braga, segundo os parâmetros urbanísticos e necessidades apresentadas na Quadro 21. Sem escala definida.	<b>143</b>
Figura 4	Planta do Loteamento projetado na cidade de Viana do Castelo, segundo os parâmetros urbanísticos e necessidades apresentadas no Quadro 22. Sem escala definida.	<b>146</b>

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO DA TESE

#### 1.1 Importância do Tema

Atualmente, a investigação no campo das alterações climáticas, existe de forma intensiva e extensiva, dirigindo-se a várias áreas do saber, revelando a urgência de uma ação imediata de combate à mudança do clima, e aos impactos que esta mudança gera. Neste contexto, uma ação urgente terá que ser capaz de desenvolver ferramentas que avaliem, isto é, que qualifiquem e quantifiquem o território, compreendendo a melhor forma de acomodar os eventos climáticos, determinando simultaneamente ações que diminuam as emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

Em 2010, a Agência Europeia do Ambiente (AEA) apresentou dados reveladores, indicando que os extremos de temperatura em toda a Europa causaram, entre 1998 a 2009, mais de 77.000 mortes e que os eventos como inundações e tempestades terão representado cerca de 96 mil milhões de euros de danos e perdas materiais (O'Neill e Scott, 2011).

De uma forma geral, as zonas de risco climático mais elevado estão representadas na página web da AEA ([www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)), indicando que o sul da Europa apresenta os valores mais elevados de aumento de temperatura e diminuição de precipitação que, por sua vez, está a aumentar na zona norte e noroeste. Esta alteração provocará o aumento, em intensidade e frequência, de ondas de calor e inundações, com mudanças na distribuição de algumas doenças infecciosas, afetando a saúde das populações.

Adicionalmente prevê-se que, a região europeia com uma maior vulnerabilidade devida ao aumento da temperatura, secas e ondas de calor seja a que abrange os países do sul e bacia do Mediterrâneo. Por sua vez, nas zonas costeiras e planícies de inundação regista-se a elevação do nível do mar, e, com o aumento de chuvas intensas, o risco de inundações. No extremo norte da Europa e no Ártico, com o registado aumento global de temperatura, origina-se o fenómeno de degelo, e conseqüentemente, a elevação do nível médio do mar.

Tendo em conta este contexto de alteração é urgente efetivar uma ação climática que seja capaz de, junto dos governos locais, alterar os procedimentos de Planeamento do Território, introduzindo-lhes a estratégia de combate à alteração do clima. Na visão de Stern (2006), o investimento na mitigação e adaptação está descrito como um investimento inteligente uma vez que agir antecipadamente perante um futuro suscetível é sempre mais compensador, económica e socialmente, do que arcar com os “encargos” da falta de ação.

O Planeamento Urbano poderá promover essas ações de combate à mudança do clima, uma vez que se debruça sobre o território e usos do solo e, principalmente, porque incorpora planos

de carácter normativo e regulamentar, que auxiliam a distribuição das diferentes atividades humanas. Para além disto, o Planeamento do Território tem ainda a capacidade de equacionar os aspetos de natureza socioeconómica no enquadramento da distribuição e localização das diferentes atividades, não seguindo apenas uma estratégia de ordem estritamente ambiental.

Neste contexto, a investigação científica revela que, quer pela quantidade quer pela diversidade de temas, a procura de respostas pelo Planeamento Territorial é de extrema complexidade. As iniciativas de mitigação e adaptação variam de acordo com os territórios, com as escalas de trabalho, às quais se adiciona a complexidade e a incerteza que marcam a mudança climática, integrando todas estas matérias na elaboração de políticas de planeamento (Jensen et al., 2013).

No entanto, e apesar da evolução das investigações neste domínio, assiste-se ainda a uma carência de estudos que analisem e proponham alterações aos processos de Planeamento Territorial para que estes possam servir o propósito de combater a mudança do clima. Como vários autores apontam, existe ainda uma fraca capacidade de incorporar tanto a adaptação como a mitigação na prática concreta do Planeamento do Território (Glaas e Juhola, 2013; Hrelja et al., 2015; Antonson et al., 2016).

Ao nível da UE existe um conjunto de orientações que pode reforçar o conhecimento dos técnicos de planeamento municipal sobre o tema das alterações climáticas. A UE estabelece, paralelamente, políticas climáticas que deverão ser implementadas em cada um dos países, seja qual for a escala territorial. Convém referir que as políticas da UE, para além da influência direta que exercem sobre os Estados Membros, têm ainda a capacidade de influenciar globalmente outras regiões que se revêm nos seus conceitos e estratégias.

Como se irá verificar ao longo da tese, não existe ainda uma metodologia concreta que se aplique especificamente aos processos de planeamento de nível local, indicado como o nível territorial que melhor resposta poderá oferecer às populações no combate às alterações climáticas. Assim, esta investigação desenvolve uma metodologia capaz de introduzir no processo de planeamento local uma forma racional de enquadrar objetivos de combate às alterações climáticas.

### **1.1.1 Motivações Pessoais**

No decorrer dos cinco anos da licenciatura em Arquitetura Paisagista, a informação recebida no campo da ecologia foi relevante, dada a origem Alemã da licenciatura em Portugal, "trazida pela mão" e experiência do Arquiteto Paisagista Francisco Caldeira Cabral, que realizou, nesse país, parte dos seus estudos.

Sempre considerei que as matérias relacionadas com o Planeamento e Ordenamento do Território e a Ecologia eram parcamente abordadas na licenciatura, procurando aumentar o meu conhecimento através da consulta de diferentes publicações da área. Este tema cedo se revelou como preferencial, tendo levado à procura de projetos e estudos no âmbito do planeamento e ecologia urbana, imediatamente após a conclusão da licenciatura.

A primeira abordagem profissional que desenvolvi permitiu-me integrar a equipa do GTL (Gabinetes Técnicos Locais) de Oliveira do Hospital, em que o principal objetivo passou pela elaboração de Planos de Pormenor e Salvaguarda, e a conceção de projetos de arquitetura paisagista. Esta primeira experiência profissional permitiu-me identificar os vários domínios que pressupõe a planificação da paisagem, sendo seguramente o planeamento e a arquitetura paisagista do mesmo cerne ou núcleo em termos formais e de objetivos.

Com a necessidade de aumentar o conhecimento sobre as diferentes metodologias de planear o território, e pela oportunidade de concretizar uma experiência profissional fora de Portugal, concorri a uma bolsa de estágio (durante 6 meses) em Barcelona, onde estagiei na Agência de Ecologia de Urbana ([www.bcnecologia.net](http://www.bcnecologia.net)). Os estudos / investigações desenvolvidas durante este período foram essenciais para a conclusão da minha tese de mestrado que, embora não enquadrasse na totalidade as metodologias aplicadas, permitiu verificar a importância do contato com os desafios reais de uma cidade na concretização de soluções reais para o cidadão.

Posteriormente, no regresso a Portugal, consegui desenvolver e integrar grande parte das metodologias da Agência de Ecologia Urbana de Barcelona, aplicação essa ao cenário de uma cidade de média / pequena dimensão em Portugal como é o caso de Vila Real. Durante três anos desempenhei funções como técnica de planeamento e ecologia urbana na AEPLUS (Agência de Ecologia e Planeamento Urbano Sustentável) de Vila Real.

Durante esses três anos alimentei a vontade de desenvolver uma investigação na temática do planeamento do território, permitindo-me enquadrar os conceitos adquiridos ao longo da experiência profissional relatada, assim como contribuir para o desenvolvimento de conhecimento científico, para o aumento do meu próprio conhecimento e para a educação e estímulo das populações, auxiliando e apoiando os decisores locais nas tomadas de decisão mais fundamentadas. Neste sentido, o doutoramento em Planeamento do Território foi uma opção óbvia, tendo em conta as atuais funções que desempenho na Câmara Municipal de Vila Real, o conhecimento técnico que fui adquirindo ao longo de uma década de atividade profissional e, acima de tudo e mais importante, o gosto pelo exercício do Planeamento e Ordenamento do Território.

## **1.2 Caracterização do Tema das Alterações Climáticas**

A mudança do clima, provocada pela ação do homem, é hoje inequívoca e aceita nos domínios científico, político e na comunidade em geral, como um dos grandes problemas sociais, económicos e ambientais do século XXI. O fenómeno da qual esta decorre, o aquecimento global foi primeiramente descrito nos finais do século XIX (ano de 1895) pelo químico sueco Svante Arrhenius quando este, na tentativa de calcular a alteração dos níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, evidenciou o facto de que este gás tinha aumentado na atmosfera desde a era industrial e que este aumento levaria à alteração da temperatura da superfície terrestre pelo

efeito de estufa que provocava (Launius, 2011). Pela falta de capacidade e meios técnicos que à época se faziam sentir, não foi possível medir ou quantificar o nível de alteração climática e, na falta de a comprovar, o debate sobre o tema foi adiado.

Os fenómenos e as catástrofes climáticas, assim como os relatos do degelo e a subida do nível médio da água do mar, levaram a que a mudança climática regressasse mais tarde aos meios científicos e, em simultâneo, se instalasse na opinião pública, com uma crescente preocupação.

Na década de 1980, a controvérsia que existia em relação à origem antropogénica da mudança do clima começa a ser esclarecida com o estabelecimento do Painel Intergovernamental para a Mudança Climática (IPCC, sigla em inglês), em 1988, pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP, sigla em inglês) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). O IPCC possuía e possui como função o fornecimento de dados e informações à comunidade científica, contribuindo para o estudo e compreensão das alterações climáticas em todo o mundo. Até hoje o IPCC emitiu vários relatórios de avaliação, onde são revelados trabalhos e investigações que contribuem para o esclarecimento do debate sobre a alteração do clima. Esta informação levou a que, aproximadamente um século depois da descoberta do aquecimento global, por Svante Arrhenius, este problema tenha sido aceite como global, urgente, influenciador e influenciado pela atividade humana.

Recentemente, e muito embora a maioria da comunidade científica tenha compreendido o forte contributo que a atividade humana possui sobre o aquecimento global e consequente alteração do clima, vários investigadores, essencialmente climatologistas, apresentaram, em 2013, um conjunto de informação particularmente relevante, no âmbito de um projeto do Berkeley Institute, o projeto Berkeley Earth Surface Temperature (BEST, sigla em inglês). Com a utilização de dados de diferentes origens e com a devida amplitude por forma a convencer os mais céticos, os autores revelaram que, e de forma muito geral, em 250 anos, (de 1750 até ao ano 2000), as temperaturas médias terrestres aumentaram 1,5 °C, e que só nos últimos 50 anos, o aumento foi de aproximadamente 1 °C.

Neste sentido, e tendo em conta o conjunto de evidências científicas existentes na literatura, não existem dúvidas agora que as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) têm origem antropogénica, e que são elas as grandes responsáveis pelas alterações climáticas (Stern, 2006).

Muito embora diversos autores se refiram às potencialidades do Planeamento Territorial, são os eventos climáticos extremos como os incêndios, os furacões, as secas e as inundações, aqueles que frequentemente invocam especificamente o Planeamento de mitigação, bem como o Planeamento de adaptação (Füssel, 2007; Hamlin, 2011). É nesses eventos que o estímulo para desenvolver políticas de planeamento aumenta, em oposição às mudanças graduais nas condições climáticas, como a elevação do nível do mar ou o aumento da temperatura média (Baynham e Stevens, 2013), mesmo que sejam indicadores relevantes do estado de alteração do clima.



### 1.2.1 UNFCCC e o Protocolo de Quioto

A Convenção Quadro das Nações Unidas para a Mudança Climática (UNFCCC, sigla em inglês) é um tratado internacional, assinado por 197 países, que pretende negociar a estabilização das concentrações atmosféricas de GEE a um nível que impeça a interferência humana no sistema climático (Heidrich, 2016; Maione et al., 2015; United Nations, 1992). A UNFCCC foi acordada em 1992 durante a conferência do Rio de Janeiro, e entrou em vigor em 1994.

Na terceira Conferências das Partes (COP)<sup>1</sup>, realizada em Quioto em 1997 foi adotado o primeiro acordo / protocolo internacional, o Protocolo de Quioto, que entrou em vigor apenas em 2005, depois de ver cumprida a cláusula de ser assinado por, pelo menos, 55% dos países /partes, representando 55% das emissões de GEE (Maione et al., 2015). Este protocolo define, de forma legal, as taxas de redução para cada um dos seus signatários, sendo flexível o suficiente para que cada país possa alcançar os seus objetivos ou taxas de redução (Comissão Europeia, 2010; Heidrich, 2016).

Neste contexto, a UNFCCC define, para além das taxas de redução, o período temporal que lhe deve estar associado, ao mesmo tempo que auxilia os países no cumprimento da redução de GEE. O primeiro período a ser negociado foi de 2008-2012, e compreendia uma taxa de redução de 5% em relação ao ano base de 1990. No segundo período a taxa de redução de emissão de GEE deveria fixar-se em 18% abaixo de 1990 (Maione et al., 2015). Na Conferência das partes realizada em Durban (COP 17) em 2011, ficou acordado que um acordo legal e universal para as alterações climáticas deveria ser adotado pelo menos até ao ano de 2015 (<http://unfccc.int>; Michaelowa, 2015), ano em que decorreu a COP 21 em Paris. Nesta conferência, os representantes da UNFCCC chegaram a um acordo histórico para combater a mudança climática e para acelerar e intensificar as ações e investimentos necessários para um futuro sustentável e de baixo carbono (<http://unfccc.int>).

Apesar da importância que a UNFCCC teve no arranque do debate e especificamente no fornecimento de informação sobre as alterações climáticas, no ano de 1997, vários movimentos de governos e comunidades locais, reuniram-se na tentativa de orientar as suas políticas para uma estratégia de combate climático, o que levou à criação de três redes internacionais, “Climate Alliance”, “Cities for Climate Protection”, e “Energie-Cités” (Betsill, 2007). Atualmente existem muitas outras iniciativas internacionais que tentam auxiliar os diferentes governos locais e outros

---

<sup>1</sup> A Conferência das Partes funciona como um órgão da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Anualmente realizam uma conferência mundial com os países ou Partes. As decisões que daí resultam só serão tomadas se forem aceites de forma unânime pelas Partes, e, a partir daí, são válidas para todos os países signatários.

agentes das comunidades urbanas, na construção da sua política de ação climática. Como exemplos indicam-se o ICLEI, CoM, C40, GCN, ICCP<sup>2</sup>, entre outros.

### **1.2.2 Mitigação e Adaptação**

Duas estratégias de combate às alterações climáticas podem ser desenvolvidas, a mitigação e a adaptação. Das iniciativas anteriormente referidas resultam políticas climáticas desenvolvidas por instituições como a UNFCCC com o Protocolo de Quioto, ou as da União Europeia (UE), como os EU-ETS (sigla em inglês, EU-Emissions Trading System), ou os programas “2020” e “2030”, agrupando essencialmente medidas de mitigação que serão revistas posteriormente.

Existem várias definições de mitigação e adaptação que podem ser consultadas na bibliografia, no entanto, a sua similitude é evidente. Tendo em conta o glossário editado pelo IPCC (IPCC, 2012), a definição de adaptação refere-se ao “(...) processo de ajustamento ao clima real ou esperado e seus efeitos, a fim de moderar danos ou explorar oportunidades benéficas”, referindo ainda que “(...) a intervenção humana pode facilitar o ajustamento ao clima esperado (IPCC, 2012). A mitigação tem como definição “(...) a intervenção humana para reduzir as fontes ou aumentar os sumidouros de GEE.” (IPCC, 2012). Uma outra definição apresentada por Wheeler (2012) refere que a mitigação envolve ações para reduzir as emissões de GEE e a adaptação enquadra as temperaturas mais elevadas, os padrões alterados de precipitação, as tempestades e inundações e outras alterações nos ecossistemas. Convém referir que, em relação à mitigação, a redução dos GEE inclui medidas de sequestro e armazenamento de CO<sub>2</sub> da atmosfera, assim como a utilização de tecnologias no setor energético que permitam a redução do consumo e o aumento da eficiência.

A forma de enquadrar cada uma das ações originou um amplo debate sobre a forma e a função destas duas medidas. Tendo em conta que a mitigação se dirige às causas das alterações climáticas, enquanto a adaptação se dirige às consequências, e se a isto se adicionar o facto de que as primeiras políticas foram desenvolvidas para a mitigação dos GEE, os relatos iniciais indicam que poderiam existir conflitos entre as duas ações (Baynham e Stevens, 2013) e que, por isso, a análise de cada uma delas deveria ser distinta. No artigo de Hamin (2011) é feita referência a um possível conflito entre as duas ações, em que, por exemplo, o aumento da densidade urbana, embora seja uma estratégia adotada por muitos municípios na mitigação dos GEE, não possibilita a existência do solo urbano necessário para promover ações de adaptação como a criação de zonas de permeabilização e espaços verdes.

Recentemente, a consciência de que as duas ações são complementares e que devem ser consideradas em simultâneo (Wilson e Piper, 2010; Stern, 2006), levou a um grande reconhecimento, tanto no meio político, como na comunidade científica, da necessidade de

---

<sup>2</sup> ICLEI – *International Council for Local Environmental Initiatives*; CoM – *Covenant of Mayors*; C40 – *Cities Climate Leadership Group*; GCN – *Global Climate Network*; ICCP – *International Climate Change Partnership* (siglas e nomenclatura em inglês).

estabelecer políticas de combate climático que incorporem medidas de ação que reúnam a mitigação e a adaptação (Klein et al., 2007).

Neste sentido, têm sido desenvolvidos esforços para que as políticas climáticas enquadrem este novo paradigma de complementaridade. No entanto, vários problemas são apontados. Um dos mais relevantes na bibliografia refere que o foco de ação até então mais pesquisado, quer ao nível da comunidade europeia, quer ao nível internacional, enquadra ações de mitigação (Füssel, 2007; Pielke, 1998), o que origina uma carência de pesquisas sobre o tema da adaptação e consequentemente uma menor experiência no enquadramento das suas políticas. Por sua vez, a mitigação e os seus efeitos ocorrem no longo prazo enquanto os efeitos da adaptação são sentidos no imediato (Baynham e Stevens, 2013). A escala dos efeitos de cada medida é também distinta, isto é, a mitigação tem um contributo que se pode considerar global, enquanto a adaptação deverá enquadrar-se no local em que se desenvolve (Baynham e Stevens, 2013).

Assim, e mesmo que existam constrangimentos numa equação que reúna a mitigação e a adaptação, é premente que se explore cada uma das ações na tentativa de empreender uma forma integrada de ação. Como se poderá antever pelo tema desta tese, o Planeamento do Território poderá oferecer um campo de investigação com grandes potencialidades para encontrar soluções climáticas.

### 1.3 Breve Descrição dos Objetivos

Esta investigação surge da necessidade, reconhecida na literatura, de combater as alterações climáticas através do sistema de Planeamento do Território, focando o nível municipal.

Nesta medida, a principal questão colocada é se o Planeamento municipal tem capacidade para combater as alterações climáticas, abordando a natureza operacional dos instrumentos de planeamento municipal, no que se refere às medidas de mitigação dos GEE. Para além desta, outras questões foram colocadas: quais as escalas municipais, isto é, o concelho, o perímetro urbano ou o loteamento, que melhor fomentam as medidas de mitigação; qual a possibilidade de se promoverem locais neutros em CO<sub>2</sub>, e qual o desempenho da infraestrutura verde<sup>3</sup> no sequestro de GEE.

Simultaneamente será possível, identificar os usos do solo que mais contribuem para a mitigação, identificar o contributo da infraestrutura verde para o sequestro de GEE e identificar

---

<sup>3</sup> A infraestrutura verde refere-se aos espaços que promovem a conectividade dos ecossistemas, a sua proteção e a prestação de serviços ecossistémicos, abordando simultaneamente a mitigação e a adaptação às alterações climáticas (<http://www.eea.europa.eu>). O conceito de infraestrutura verde surgiu na prática de planeamento do território nos últimos anos para melhorar os sistemas de espaços verdes urbanos e regionais, considerando-os como uma entidade de ordenamento do território (Tzoulas et al., 2007), promovendo o ordenamento do território integrado, identificando zonas multifuncionais e incorporando medidas de restauração de habitats e outros elementos de conectividade em vários planos e políticas de ordenamento do território, tais como a ligação de zonas periurbanas e urbanas (<http://www.eea.europa.eu>).

ainda as componentes do Planeamento do Território que mais influenciam as emissões e o sequestro de CO<sub>2</sub>, na prossecução de Balanços neutros de CO<sub>2</sub>.

Neste contexto, e não sendo possível avaliar todo o sistema de planeamento territorial, esta investigação focou-se no comportamento da componente operacional dos instrumentos de planeamento municipal, verificando qual o seu contributo no combate às alterações climáticas, analisando os planos municipais de três estudos de caso.

#### 1.4 Breve Descrição da Metodologia

No sentido de fazer face aos objetivos, e reconhecendo que o nível local de planeamento do território é apontado como o mais capacitado para a definição de uma estratégia de combate climático, a metodologia foi desenvolvida tendo por base duas premissas: analisar os planos locais de Planeamento do Território; utilizar como ferramenta de análise um indicador característico das medidas de mitigação de GEE.

Neste contexto, e de forma a considerar as diferentes realidades espaciais dos municípios, foi necessário enquadrar os espaços rurais e urbanos e, deste modo, hierarquizar a análise em três níveis ou escalas, o concelho, o perímetro urbano e as operações de loteamento. Para o desenvolvimento desta análise hierarquizada, foi utilizada como ferramenta e/ou indicador o balanço de CO<sub>2</sub> para cada uma das três áreas territoriais definidas.

Este processo de análise exigiu a definição de duas metodologias distintas dado o diferente tipo de conteúdos dos planos municipais do território de acordo com os espaços rurais, urbanos e objetivamente, para as ações diretas de transformação do território.

Assim, para o nível do município e do perímetro urbano (PU), a capacidade mitigadora foi analisada recorrendo ao balanço de CO<sub>2</sub> como método de estudo da dinâmica entre emissões e sequestro. Embora se utilize o mesmo método, a variação entre as duas escalas de estudo refere-se à tipologia de informação. Para a área total dos concelhos foram utilizados valores globais de consumo no cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> e, na área dos PU utilizaram-se valores de consumo *per capita*. Em relação ao sequestro, os valores para as duas áreas / escalas, obtiveram-se através da utilização da aplicação *i-Tree Canopy*.

A segunda metodologia foi definida para a escala do loteamento, que se iniciou com a simulação de uma operação de loteamento, permitindo obter os valores de emissão e sequestro de CO<sub>2</sub>, concretizando o balanço final de CO<sub>2</sub> para cada plano municipal analisado. Este exercício, embora projete resultados tendo em conta o cálculo de um balanço, considera metodologias distintas das aplicadas anteriormente, tanto na recolha de informação dos valores de emissão como dos valores de sequestro de CO<sub>2</sub>. As emissões são calculadas por estimativa de consumo, considerando cada caso e cada loteamento simulado, por sua vez, o sequestro é calculado tendo

em conta as taxas anuais de sequestro referidas na bibliografia, para zonas climáticas similares às do caso de estudo.

Esta simulação permite operacionalizar um loteamento, tendo em conta os parâmetros e índices de construção estabelecidos em cada um dos planos municipais, podendo concretizar uma crítica a esses parâmetros e adicionalmente, projetar as devidas alterações aos valores de emissão e de sequestro, no sentido de verificar as necessidades para obter um balanço neutro de CO<sub>2</sub>.

Assim, a título de conclusão refere-se que esta investigação considerou duas metodologias aplicadas a três escalas territoriais. A primeira foi aplicada à escala do município e à área do perímetro urbano; a segunda metodologia aplicada à área dos loteamentos. Os resultados obtidos através destas metodologias permitiram comparar os resultados globais entre cada uma das áreas analisadas, configurando-se como uma abordagem multi-escala.

## **1.5 Estrutura da Tese**

De modo a simplificar a estrutura desta dissertação, e dado que a temática das alterações climáticas se configura como um vasto campo científico e que necessita de um relevante enquadramento teórico, iniciam-se os onze (XI) Capítulos desta tese com o capítulo I introdutório e de enquadramento da investigação, onde se descrevem, de forma geral, os objetivos e a metodologia que estiveram na base desta investigação, informação que será exposta de forma mais completa no capítulo VI (Objetivos e Metodologia).

Esta dissertação está subdividida em XI Capítulos, de componente teórica e prática, constando no final as devidas referências bibliográficas e anexos.

Na primeira metade enquadram-se todos os elementos teóricos de introdução ao tema, o estado da arte com a revisão de literatura, os objetivos e a metodologia.

No primeiro capítulo, como indicado anteriormente, são apresentadas as notas introdutórias que caracterizam o tema das alterações climáticas e a necessidade da sua abordagem, assim como uma breve referência aos objetivos e à metodologia utilizada.

Os capítulos II, III, IV e V referem-se à revisão de literatura, onde se evidenciam os diversos domínios das alterações climáticas, dando ênfase ao processo de sequestro de carbono e à infraestrutura verde, culminando com uma revisão de literatura sobre a importância do Planeamento do Território no combate às alterações climáticas.

Reunidos no capítulo VI estão as questões que originaram a investigação e os objetivos específicos, assim como a descrição da metodologia geral utilizada nos dois exercícios, com respeito ao Balanço de CO<sub>2</sub> com indicação da fórmula de cálculo, assim como a origem, tipologia e forma de tratamento dos dados.

Os Capítulos que se seguem referem-se essencialmente à parte prática, onde se enquadra a aplicação da metodologia aos estudos de caso. Assim, no capítulo VII, descrevem-se os três concelhos de estudo, com uma revisão teórica das principais políticas de alterações climáticas e de Planeamento do Território da UE e de Portugal, e uma breve descrição climática dos três concelhos analisados, Vila Real, Braga e Viana do Castelo.

O capítulo VIII foi introduzido pela necessidade de especificar a Metodologia aplicada a cada um dos exercícios práticos, aplicados para as três escalas definidas, informação que deve antecipar-se à apresentação dos resultados obtidos para os três Municípios. Este capítulo explica todas as fases da metodologia desenvolvida, quer para as áreas do concelho e perímetro urbano, como para as operações de loteamento. É apresentada em detalhe para o estudo de caso de Vila Real, uma vez que aos outros dois municípios foi aplicada exatamente a mesma metodologia.

No capítulo IX são apresentados e discutidos os resultados relativos ao exercício de cálculo do balanço de CO<sub>2</sub> nos municípios e nos Perímetros Urbanos (PU). No final deste capítulo e após a discussão, são evidenciadas as primeiras conclusões que resultam da análise e comparação entre as duas escalas.

Por sua vez, no capítulo X são divulgados e discutidos os resultados relativos ao cálculo do balanço de CO<sub>2</sub> nos loteamentos, com indicação dos resultados para cada um dos cenários energéticos estabelecidos. Divulgam-se ainda os resultados da análise aos parâmetros urbanísticos que estiveram na base da simulação de cada operação de loteamentos. Após a discussão, descrevem-se as primeiras conclusões, tendo em conta os resultados do Balanço de CO<sub>2</sub> nos loteamentos, sendo ainda possível estabelecer uma análise crítica ao comportamento dos parâmetros urbanísticos tendo em conta valores neutros de Balanço de CO<sub>2</sub>.

No capítulo XI da tese apresentam-se, uma breve discussão dos resultados e as conclusões da Tese, terminando este capítulo com as recomendações finais.

Por último, são apresentadas as referências bibliográficas, que se seguem ao capítulo das conclusões, informação que consta no final de todos os capítulos da tese, terminando este documento com os Anexos.

## CAPÍTULO II

### PROBLEMÁTICA DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

#### 2.1 A Natureza do Debate

O estudo das alterações climáticas iniciou-se com a verificação de que a Terra sofria de um fenómeno de aquecimento global, registando o aumento de temperaturas ao longo do tempo, principalmente a partir da revolução industrial no século XVIII. Com a medição dos diferentes gases constituintes da atmosfera, regista-se o aumento dos valores de gases responsáveis pelo denominado "efeito de estufa", sendo o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) o que mais preocupa a comunidade científica, por se constituir como o mais contributivo para o desenvolvimento de alterações do clima.

Neste contexto, a descoberta do aquecimento global fez com que muitos cientistas realizassem diversas investigações sobre o tema, na tentativa de compreender as causas da sua ocorrência, levando ao aparecimento de uma série de previsões de alteração como a subida do nível da água do mar, originada por fenómenos de degelo. Recentemente, uma série de eventos climáticos de catástrofe, essencialmente cheias, variações de temperatura e ondas de calor, levou a que o tema da alteração deixasse, cada vez mais, de ser questionado, quer por investigadores, governantes e opinião pública.

O fenómeno de aquecimento global e o consenso sobre a sua origem foi amplamente debatido nas diversas esferas da comunidade, quer científica, quer política. Embora seja ainda hoje um tema de debate, embora com menor intensidade, é necessário reunir um consenso nesta questão, uma vez que este fenómeno possui uma relação indissociável com a mudança do clima. Desta forma, o que é causa de debate é se o aquecimento global possui a sua origem na ação do homem ou se apenas se refere a um conjunto de fenómenos naturais. Esta questão tem sido debatida no âmbito da ciência, embora se desloque permanentemente para a esfera política, económica e, difundida pela comunicação social, influencie a opinião pública. Assim, a comunidade política e científica terá que enquadrar-se entre dois contextos, se o combate às alterações climáticas deve tender para uma "mudança" do comportamento humano, admitindo o aquecimento global como antropogénico ou se o homem apenas se pode preparar e adaptar para a ocorrência de eventos climáticos com ações de adaptação e mitigação, assumindo que o aquecimento global não decorre das ações humanas.

A primeira referência ao aquecimento global surgiu quando o químico sueco Svante Arrhenius, em 1895, referiu o potencial de aquecimento global da atmosfera devido a causas antropogénicas, tendo sido o primeiro cientista a tentar calcular como as alterações dos níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera, poderiam alterar a temperatura da superfície terrestre pelo efeito de estufa e sugeriu que o impacto da era industrial na atmosfera afetaria a capacidade da Terra em reter o calor irradiado da superfície (Launius, 2011). Apesar desta descoberta, os cientistas não possuíam, no início do século passado, a capacidade de medir e compreender a mudança climática numa escala global, o que fez adiar o debate.

A alteração climática sempre se revestiu de grande controvérsia, essencialmente até ao final da década de 1980, época em que é estabelecido o Painel Intergovernamental para a Mudança Climática (IPCC), em 1988, pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP, sigla em inglês) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). O IPCC teve e tem ainda, como principal função, o fornecimento de informação, contínua e válida à comunidade científica, contribuindo para a clarificação da origem das alterações climáticas. Até hoje, o IPCC produziu 5 relatórios de avaliação nos anos de 1990; 1995; 2001; 2007 e 2013, e revelou em cada um deles dados de estudos científicos que foram essenciais para esclarecer, ano após ano, o debate sobre o aquecimento global como antropogénico e por isso, contributivo para a mudança do clima.

Atualmente, e de acordo com diversos estudos científicos e dados de um vasto leque de investigadores, são apresentadas fortes evidências de que a ação antropogénica é o principal fator de influência das alterações climáticas. Neste contexto, nas diferentes investigações que decorreram ao longo do tempo na tentativa de explicar a origem do aquecimento global, estão o conjunto de gráficos "hockey stick" (taco de hóquei), nome atribuído pelo climatologista Jerry Mahlman (1997). A metodologia de criação destes gráficos foi desenvolvida pelos cientistas Mann, Bradley e Hughes - MBH98 (Mann et al., 1998), e refere-se a uma reconstrução dos dados de temperatura, apresentando um registo de valores médios globais dos últimos 500 a 2000 anos (Mann et al., 1998). Estes dados são revelados em reconstruções quantitativas com base em registos climáticos aproximados. Como resultado têm revelado de forma consistente um aquecimento no século XX com o maior registo de temperatura a ocorrer no ano 2000.

Uma versão do gráfico MBH99 (Mann et al., 1999) foi apresentado com destaque no Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC (2001) e levou à conclusão de que no Hemisfério Norte, a década de 1990 teria, à data, sido a mais quente, com o ano de 1998 a evidenciar os valores mais elevados de temperatura desde os últimos 1.000 anos (Folland et al., 2001).



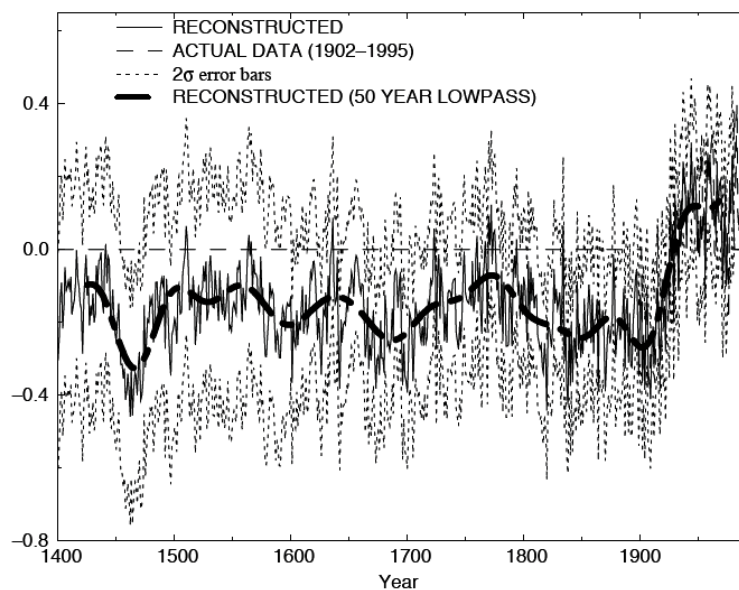


Gráfico 1: Reconstrução das Temperaturas médias da superfície terrestre (Fonte: Mann, Bradley e Hughes, 1998).

No entanto, e apesar da evidência dos dados apresentados, os gráficos "hockey stick" de reconstrução de temperatura foram controversos. Os métodos e dados utilizados nas reconstruções da temperatura dos últimos 1000 anos foram contestados por aqueles que discordavam de uma responsabilização humana no aquecimento global. Neste contexto, e apesar de aceite na maioria da comunidade científica e publicado num relatório do IPCC, estes dados foram alvo de críticas num dos primeiros artigos dos autores McIntyre e McKittrick (2003) em que contestam os dados utilizados na construção do método MBH98. Em 2004, von Storch publica uma série de críticas às técnicas estatísticas, acrescentando que elas tendem a minimizar as variações de temperatura em partes do gráfico (von Storch et al., 2004). Em 2005, McIntyre e McKittrick publicam novamente críticas à metodologia de análise utilizada na reconstrução MBH98 e MBH99 (McIntyre e McKittrick, 2005).

No ano de 2006, as disputas sobre os dados apresentados eram tão intensas que levaram à formação de um painel de cientistas que, após um período de pesquisa, determinou o apoio das conclusões de Mann et al. e da sua reconstrução MBH. Convém referir que as reconstruções efetuadas têm consistentemente revelado que o aumento do registo de temperatura dos últimos 150 anos nunca ocorreu em séculos anteriores.

No Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (2007) estão citadas 14 reconstruções, 10 das quais referindo-se a dados com mais de 1000 anos, de forma a apoiar e reforçar a conclusão de que as temperaturas durante o século XX foram das mais elevadas. No âmbito desta análise e do papel do IPCC de tentar atingir um consenso, é referido que a alteração climática "(...) pode ocorrer devido a processos naturais internos e forças externas, ou a mudanças antropogénicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso do solo" (IPCC, 2001).

A evolução e aumento do número de estudos e pesquisas científicas de âmbito climático verificaram-se a partir da década de 1990, reunindo diversos campos da ciência. A demonstrar isto, está um leque de publicações e revistas específicas do tema, como exemplo: "*Nature Climate Change*"; "*Climate Change*"; "*Journal of Climate*"; "*Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*" e "*International Journal of Climate Change Strategies and Management*".

As cidades e espaços urbanos densos são de elevada importância na investigação da mudança do clima, sendo analisados de forma constante e intensa, por enquadrarem das maiores transformações antropogénicas no espaço físico, e onde ocorrem as densidades de população mais elevadas. No último relatório das Nações Unidas (2011), prevê-se que até 2050, a população mundial passe de 7,0 para 9,3 mil milhões de habitantes. Associado a este aumento está o da população urbana que passará de 3,6 mil milhões em 2011 para 6,3 em 2050, isto significa que atualmente mais de metade da população mundial já reside em espaços urbanos. Muito embora este crescimento não se verifique tão intenso na Europa, é necessário agir nas zonas onde a urbanização é crescente. Esta necessidade de agir ao nível urbano, decorre do facto de que estes locais serem altamente consumidores de energia e recursos e por isso, responsáveis por parte das emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Para além disto, a importância do papel das cidades ocorre adicionalmente pela elevada quantidade de pessoas que acolhem o que, na ocorrência de um evento climático, poderá desencadear um impacto social e económico devastador.

Uma das problemáticas associadas aos estudos climáticos é o facto de estas atingirem as visões e ações políticas e económicas, podendo correr-se o risco de politizar um assunto que se pretende que seja científico. No entanto é um facto que, se ao aquecimento global se atribuírem apenas como causas os efeitos naturais (ciclos naturais, a atividade do Sol e vulcânica), a adaptação aos seus impactos será sempre necessária, porém, toda a pesquisa e ação de mitigação poderá não fazer sentido. No entanto, se o aquecimento global se considerar de origem antropogénica, o aumento das emissões de GEE deve e pode evitar-se, através de uma descarbonização da economia. É neste contexto que reside o principal desafio, quer para as novas políticas quer para a economia, exigindo novas práticas, rotinas e modelos de negócios.

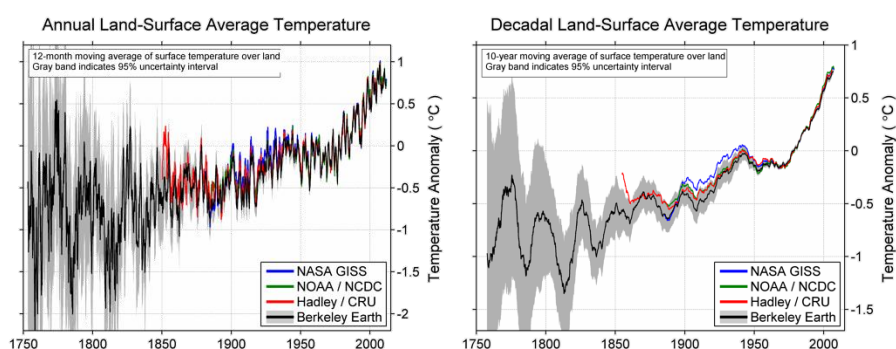
Embora, e como foi referido anteriormente, a discussão política à volta da mudança climática e aquecimento global deva seguir nos trilhos da ciência, pela relevância que teve no debate público e na comunicação social, este contexto deve ser brevemente abordado. Desta forma, as visões políticas, quer de direita quer de esquerda foram prejudiciais para a possibilidade de enfrentar a mudança do clima (Launius, 2011). Por um lado, o argumento da esquerda de que "estamos condenados" pode incutir o sentimento de que sendo uma situação irremediável no futuro, não existe nada que possa ser desenvolvido para diminuir ou estabilizar as concentrações de GEE. Por outro lado, e no âmbito da visão da direita, ao ignorar os efeitos dos GEE sobre o sistema climático poderá levar o planeta a um estado altamente indesejável e "perigoso", e difícil ou mesmo impossível de reverter no tempo desejável (Launius, 2011). Assim sendo, uma visão

centrista poderá ser a que de forma mais consistente e realista venha a contribuir para este debate, muito embora ele deva sempre assentar em estudos científicos imparciais, na hora de analisar e apresentar os resultados obtidos.

No ano de 2013, o grupo de investigadores do Instituto *Berkeley Earth*, na tentativa de revelar informação da temperatura da superfície terrestre que auxiliasse a uma resolução do debate sobre o aquecimento global antropogénico, produziu, através do projeto "BEST" (*Berkeley Earth Surface Temperature*), gráficos com a indicação desses registos. Os dados utilizados são amplos e possuem diferentes origens e proveniências de forma a evitar, por parte dos cétricos, uma acusação de tendência ou de manipulação dos dados. Os grupos de estudo climático que participaram nesta investigação foram: *U.S. Energy Information Administration; National Oceanic and Atmospheric Administration; National Aeronautics and Space Administration; International Energy Agency; The Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction and Research; Federation of American Scientists; Global Warming Art.*

O projeto BEST foi conhecido pelo público através do presidente do Instituto *Berkeley Earth*, Richard Muller, que referiu explicitamente que, na análise produzida, e pela amplitude temporal e quantitativa dos dados, o aquecimento global é substancial e que, pelos seus argumentos, "(...) nada do que os cétricos possam querer adicionar tira veracidade à informação produzida pelo projeto "BEST". Deste modo, os investigadores anteciparam-se ao que poderiam ser as questões levantadas pelos cétricos, como os desvios do aquecimento urbano, a seleção dos dados, ou o seu ajuste.

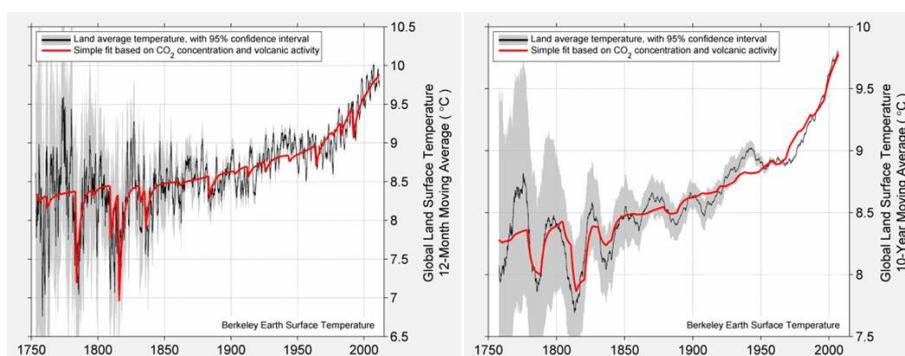
No gráfico 2 apresentado, verifica-se que as temperaturas terrestres globais médias aumentaram 1,5°C nos últimos 250 anos e cerca de 0,9°C nos últimos 50 anos. A análise de *Berkeley Earth*, de registos de temperatura da superfície terrestre foi realizada para 250 anos, cerca de mais 100 anos do que em outros estudos também registados (curvas azul, verde e vermelha).



Gráficos 2 e 3: Temperaturas médias anuais (gráfico 2) e por década (gráfico 3) da superfície terrestre (Fonte: [www.berkeleyearth.org](http://www.berkeleyearth.org)).

Apresentando os dados de temperatura terrestre com as médias registadas para a década (gráfico 3) é mais visível a zona sombreada que se refere às incertezas calculadas pelo desvio padrão e de erros de amostragem.

Para além deste conjunto de gráficos, o Instituto *Berkeley Earth* apresentou dados de temperatura média que se referem ao efeito das atividades humanas, essencialmente à relação entre a concentração de CO<sub>2</sub> e a atividade vulcânica. O gráfico 4 traduz os valores anuais de uma possível interferência humana no aumento de temperatura da superfície terrestre registado.



Gráficos 4 e 5: Temperaturas médias anuais (gráfico 4) e por década (gráfico 5) da superfície terrestre, obtidas pelo ajuste simples baseado na concentração de CO<sub>2</sub> e atividade vulcânica (Fonte: [www.berkeleyearth.org](http://www.berkeleyearth.org)).

A temperatura média da superfície terrestre anual e na década, revela que as grandes excursões negativas nos registos iniciais de temperatura, podem ser explicadas pela excecional atividade vulcânica registada. Do mesmo modo, a tendência de aumento é provavelmente uma indicação de alterações antropogénicas. A área cinzenta representa o intervalo de confiança de 95%.

O gráfico final (gráfico 6) que analisa o período desde a década de 1950 possui 4 curvas que revelam o aquecimento global desde 1980 até 2008. As utilizações de três estudos anteriores mostram que na junção dos dados, os resultados da tendência de aumento da temperatura são muito semelhantes. As entidades que se encontram no gráfico são: NOAA - US National Oceanographic and Atmospheric Administration; NASA/GIS - NASA's Godard Institute for Space Science, HadCRU - Hadley Centre of the UK Meteorological Office with the Climate Research Unit of East Anglia.

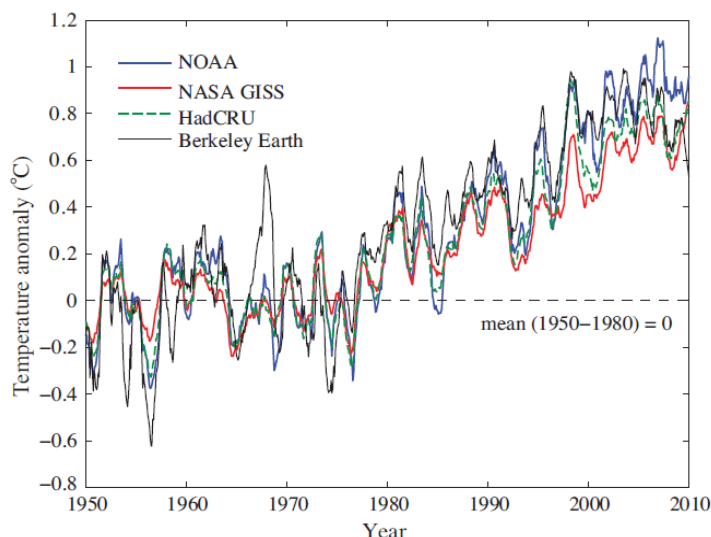


Gráfico 6: Temperaturas médias da superfície terrestre, anuais e por década (Fonte: [www.berkeleyearth.org](http://www.berkeleyearth.org)).

Assim regista-se o efeito de aquecimento, com um aumento da temperatura da terra de 1°C desde meados da década de 1950, recorrendo à utilização de 15 fontes. Com a semelhança dos resultados registada em estudos britânicos e norte-americanos, dificilmente estes valores poderão ser contestados pelos "céticos", uma vez que os argumentos de consenso registados são consistentes.

Uma outra análise recente, que aumenta o consenso sobre a interferência humana no aquecimento global e consequente mudança climática, foi desenvolvida por Cook et al., (2013). Este investigador examinou cerca de 11.944 resumos da literatura científica, dos últimos 21 anos, que se referiam ao tema do aquecimento global. As descobertas desta análise indicaram que apenas em cerca de 0,7% desses resumos existe uma opinião direta de rejeição da ação humana como responsável pelo aquecimento global. Acrescentou que nos resumos que referiam expressamente uma opinião de "sim ou não" para um aquecimento global como antropogénico, uma relevante percentagem de 97,1% defendiam a posição de que o aquecimento global tem uma maior expressão dada pelas atividades humanas. Assim, e desta análise existe a indicação que o número de artigos que rejeitam o consenso sobre um aquecimento global antropogénico é apenas uma ínfima parte das publicações pesquisadas.

De acordo com o IPCC, o aquecimento do sistema terrestre é inequívoco. Assim sendo, e como aponta Stern (2006), "existe um corpo de evidências científicas de que a atividade humana está a causar o aquecimento global", em que as principais fontes de GEE são a produção de energia e as mudanças de uso do solo. Neste sentido, não existem dúvidas de que as emissões, principalmente as de origem urbana, devem ser substancialmente reduzidas de modo a que sejam feitos progressos no combate à mudança climática.

## 2.2 Causas e Efeitos das Alterações Climáticas

Tendo em conta que, atualmente, a discussão sobre o tema se reveste de uma certeza, assinalada por provas científicas, outras considerações devem ser feitas, nomeadamente identificar quem sofre ou poderá sofrer com a mudança do clima. No global, todo o planeta é afetado, no entanto, a maior vulnerabilidade das diferentes sociedades ou nichos sociais faz com que este tema se revista de uma importância fundamental.

Um dos efeitos das alterações climáticas são os impactos físicos que decorrem dos eventos climáticos, impactos que de forma determinante se devem quantificar, controlar e essencialmente prever, com base num maior conhecimento. Estes impactos podem ser diretos, funcionando como "choques", como são exemplo as tempestades, furacões, ondas de calor entre outros; ou podem ocorrer sob a forma de impactos indiretos, que se processam de forma gradual ao longo do tempo, sendo exemplo o aumento do nível da água do mar, da temperatura, dos padrões de precipitação e outros padrões climáticos (Silva et al., 2012).

O conhecimento dos impactos é essencial para permitir analisar e projetar as suas consequências sociais e económicas. Os principais problemas sociais que se devem considerar referem-se essencialmente à vulnerabilidade das sociedades mais pobres, economicamente emergentes e em rápida urbanização, onde existe uma falta de planeamento e fracas estruturas institucionais com défices relevantes em infraestruturas básicas (Satterthwaite et al., 2007).

Os impactos das alterações climáticas são mais sentidos nas comunidades afetadas pela pobreza generalizada, devido à sua maior exposição a riscos e às suas próprias limitações de capacidade de resposta (Satterthwaite et al., 2007; Bicknell et al., 2009). As medidas para melhorar a capacidade de adaptação das populações urbanas mais vulneráveis devem concentrar-se na redução da pobreza e no aumento da sua capacidade adaptativa e de recuperação, que lhe forneçam atributos que possibilitem a manutenção das suas funções essenciais, após o impacto, e que sustentem o bem-estar dos cidadãos e da sua economia. Assim sendo, a ação é necessária nos diversos níveis, tanto no seio das comunidades trabalhadoras, por meio de organizações da sociedade civil, como por Organizações Não Governamentais (ONGs) e organizações comunitárias, devendo ocorrer simultaneamente ao nível do governo local, que deve ser integrado nos processos formais de planeamento e decisões de investimento através das políticas nacionais (Silva et al., 2012).

No desenvolvimento de políticas, deve existir uma ética em atenuar a diferença entre pessoas ricas e pobres, ainda mais porque as populações mais ricas são mais consumidoras de bens, e por isso, contribuem com maiores emissões de GEE do que as comunidades pobres. De igual modo é necessário zelar por aqueles que nasceram em diferentes épocas, assim como pelas gerações futuras (Stern e Taylor, 2007).

Apontados como fatores de risco primário no nível de exposição a impactos diretos, referem-se as localizações em assentamentos de alto risco, como as zonas inundáveis, zonas costeiras e encostas com declives acentuados e suscetíveis a deslizamentos de terra, bem como a

construção de má qualidade e a falta de infraestruturas. Neste contexto, a mudança climática poderá afetar indiretamente as redes de transporte, energia, abastecimento de água potável, distribuição de alimentos, instalações de resíduos e sistemas de telecomunicações (Silva et al., 2012).

Embora atualmente as emissões dos países em desenvolvimento sejam superiores às dos países desenvolvidos, a questão que se coloca é quem deve ser responsabilizado por essas emissões, uma vez que os países desenvolvidos são historicamente responsáveis pela crise climática e pelo excesso de GEE que hoje em dia se registam na atmosfera. Neste contexto, os países desenvolvidos devem auxiliar aqueles em desenvolvimento na procura de soluções de combate às alterações climáticas, devendo assumir a liderança na redução das emissões de GEE e prestar assistência à mitigação nos países em desenvolvimento (Stern, 2006), que devem tomar medidas de forma voluntária (Qi, 2011).

Desta forma, os países em desenvolvimento defendem uma abordagem equitativa e exigem que o combate às alterações climáticas não prejudique o seu crescimento e a redução da pobreza. Neste sentido, todos os estados vão querer compreender como podem os custos de combate às emissões de GEE, impedir as suas perspectivas de crescimento.

Um dos problemas apontado ao estudo e tratamento científico da mudança climática está relacionado com as diversas ideias pré-concebidas sobre um tema complexo e que funcionam como barreiras à sua correta comunicação. Assim, as ideias de que a mudança climática é abstrata, que é um tema amplo de base científica igualmente ampla; que é tecnicamente dependente de cálculos e previsões, sendo necessário um conhecimento superior para o abordar, é um dos motivos que leva ao desenvolvimento de equívocos em torno desta questão (Filho, 2008). Neste contexto, dos equívocos enunciados podem resultar comportamentos e conceções erradas face à mudança climática, que têm como consequência:

- 1) Abstração - um número substancial de pessoas vê a mudança climática como um problema abstrato, não ligado à realidade do seu quotidiano, levando-as a pensar que não podem agir contra a mudança climática e, por isso, ficam relutantes ao envolvimento na maioria das iniciativas promovidas;
- 2) Falta de pessoas qualificadas - a maioria das instituições do ensino superior não conseguiu dar ênfase à mudança climática fora das áreas tradicionais da física ou meteorologia. Como resultado, as oportunidades para informar e educar alunos de outras áreas, como a biologia, a sociologia ou a economia, podem ter sido adiadas ou mesmo perdidas;
- 3) Falta de informação - a falta de promoção e documentação da maioria das boas iniciativas e estudos que se encontram implementados ou em fase de implementação, perdendo-se frequentemente fontes que poderiam informar o público e outros investigadores.

Deste modo, o tema das alterações climáticas deve envolver uma visão holística para enfrentar os problemas que lhe estão associados, podendo ser divulgados em larga escala e em diferentes âmbitos.

### 2.3 Estratégias de Combate

O combate às alterações climáticas, tendo em consideração as consequências sociais anteriormente descritas, exige uma ação imediata. Este combate envolve dois tipos de ação: a mitigação e a adaptação, que se revestem de conceções distintas, implicando formas complementares de ação e não opostas. Na compreensão do que está associado a cada estratégia de combate, pode referir-se de forma simples que, a redução das emissões de GEE são impulsionadas por ações mitigadoras. Por sua vez, a adaptação refere-se à capacidade de "receber" e de resposta de um sistema perante um cenário de alteração.

Adicionalmente, as duas ações foram definidas pelo IPCC (2012), considerando a adaptação como o processo de moderação de danos, promovendo uma forma de beneficiar com a mudança do clima. Por sua vez, a mitigação foi definida como a forma de intervenção humana na redução das fontes de emissão de GEE ou no aumento da capacidade de captação desses gases.

Na tentativa de diferenciar estas duas abordagens, as estratégias de mitigação combinam o uso do solo, transporte e mobilidade, assim como a utilização de energia e as políticas de gestão de resíduos. Por sua vez, a adaptação aborda os edifícios e as infraestruturas, e outras questões sociais como a saúde humana e segurança, economia e equilíbrio dos ecossistemas (Bassett e Shandas, 2010; Boswell et al., 2012). Uma outra definição de mitigação da mudança climática identifica o controlo, armazenamento e sequestro de carbono como os únicos instrumentos disponíveis para enfrentar essa mudança, no entanto, esta definição é limitada aos instrumentos de mitigação e não equaciona o carácter físico da superfície terrestre, enquadrados na adaptação (Stone et al., 2012).

A adaptação tem o potencial de reduzir o impacto de um evento climático, embora seja importante revelar que este efeito será inevitável pelo menos ao longo dos próximos 30 anos uma vez que as alterações são já substanciais (Stern, 2006). O facto é que, como a mitigação terá apenas um efeito sobre o armazenamento de gases com efeito de estufa na atmosfera, não poderá resolver o problema num curto espaço de tempo. É neste sentido que a adaptação é importante uma vez que equaciona e permite reagir a um evento de forma imediata. Assim constitui-se como uma resposta política essencial, sendo que a comunidade internacional deve encontrar formas de apoiar a adaptação, especialmente nos países mais vulneráveis.

Quando inicialmente se estudam as formas de combater a mudança do clima, as duas ações consideradas pela comunidade científica, tendiam a ser mal interpretadas, como se a existência de uma ação não permitisse o desenvolvimento da outra, registando-se que haveria conflitos significativos entre mitigação e adaptação. Esta ideia pode ser traduzida no exemplo da



densidade urbana que, sendo a base de muitas estratégias municipais de mitigação, pode levar à disputa de área de solo urbano necessária para implementar ações de adaptação como as zonas de permeabilização, entre elas os espaços verdes (Hamin, 2011). Neste contexto, Wilson e Piper (2010) enfatizam a forma como as estratégias de mitigação e adaptação estão interligadas, e a necessidade de considerar as duas em simultâneo. Assim, e embora a adaptação e mitigação não sejam alternativas, devendo desenvolver-se nos dois sentidos, o custo associado à implementação de cada ação determina a política de cada uma delas (Stern, 2006).

Após a apresentação das duas abordagens, mitigação e adaptação, é necessário compreender o que cada uma delas pode enquadrar e quais os fatores que as diferenciam. No Quadro 1 encontram-se descritas, de forma sucinta, as limitações e os benefícios de cada uma das ações de Planeamento climático, a mitigação e adaptação.

Quadro 1: Benefícios e Limitações das ações climáticas de Mitigação e Adaptação. Adaptado de Baynham e Stevens (2013).

	Mitigação	Adaptação
<b>Benefícios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimiza o impacto em todos os sistemas afetados pelo clima.</li> <li>- Implementa metas de redução de GEE.</li> <li>- Aborda a correlação entre as emissões de GEE e as mudanças climáticas.</li> <li>- Permite a implementação de políticas como o "poluidor-pagador".</li> <li>- Quantifica o impacto dos esforços.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beneficia localmente com os esforços de ação.</li> <li>- Realiza-se num curto período de tempo.</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depende da cooperação e ação à escala global para o sucesso dos esforços.</li> <li>- Ocorre ao longo de um horizonte de longo prazo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Direciona as intervenções para impactos específicos.</li> <li>- Equaciona metas de acordo com os sintomas ou impactos das mudanças climáticas.</li> <li>- Age de acordo com modelos científicos e previsões incertas.</li> <li>- É suportada por populações mais vulneráveis.</li> <li>- É difícil a quantificação dos impactos e respetivos esforços.</li> </ul>

A maioria dos estudos consultados refere que existe uma maior tendência de utilização da mitigação como procedimento ao combate das alterações climáticas em detrimento da adaptação. O investigador Hamin (2011) refere que atualmente, as prioridades dos governos municipais se centram na mitigação, numa fase em que o problema de ação coletiva sugere que a adaptação deveria ser prioritária. Apesar disto, é importante ter em conta que investir atempadamente em ambos os casos pode resultar numa poupança de custos que serão bem superiores na falta de ação (Stern, 2006).

Apesar da necessidade de uma ação conjunta, existem fatores que determinam uma preferência pela mitigação no combate à mudança do clima, essencialmente na diminuição das emissões de GEE. Assim, alguns dos fatores que evidenciam a preferência pela mitigação são (Baynham e Stevens, 2013):

- 1) Equacionar a redução de GEE, com a capacidade de minimizar os impactos em todos os sistemas. A adaptação é limitada e em muitos casos requer intervenções diferenciadas para efeitos específicos.
- 2) Abordar a principal causa da mudança climática, os GEE. É mais concreta, menos incerta e melhor compreendida do que a adaptação, que se baseia em dados, simulações e projeções de incerteza.
- 3) Alinhar com o princípio equitativo do "poluidor-pagador".
- 4) Quantificar as emissões de GEE, medição mais fácil do que a eficácia da adaptação.

Na forma de concentrar esforços na definição de uma estratégia de ação climática, o ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives), apoiou diversos municípios para que estes desenvolvessem planos de ação climática, as *Cidades pela Proteção do Clima* (CCP), (Millard-Ball, 2012), estabelecendo um processo definido em 5 fases que permite identificar e reduzir as emissões de GEE. Também Boswell et al. (2012) apresentam uma estratégia de ação climática definida por 5 elementos, em tudo semelhantes aos definidos pelo ICLEI, e que se referem a:

- 1) Realizar um inventário de emissões de base e previsão;
- 2) Adotar uma meta de redução de emissões;
- 3) Desenvolver um plano local de ação climática;
- 4) Implementar políticas e medidas;
- 5) Acompanhar e verificar os resultados.

### **2.3.1 Nível de Ação Local**

Com a introdução da iniciativa da Ação Local 21, em 2002 (definida a partir da Carta de Aalborg ou Carta da Sustentabilidade das Cidades Europeias, processo iniciado em 1994), o papel do poder local no combate às alterações climáticas foi reforçado. Neste contexto, a importância de acelerar a implementação do desenvolvimento sustentável local foi impulsionada, sendo que a mitigação e a adaptação das mudanças climáticas foram consideradas componentes fundamentais (Otto-Zimmermann, 2002; UNCED, 1993).

No entanto, muitos governos locais ainda não introduziram medidas específicas nos seus planos de adaptação (Measham et al., 2011; Saavedra e Budd, 2009; Gurrán et al., 2008). É importante ressaltar que os técnicos de planejamento terão que estar cientes de que muitas vezes existem conflitos e contradições entre políticas de adaptação e mitigação (Hamin e Gurrán, 2009; Pizarro, 2009), sendo necessário verificar qual a medida relevante a considerar ou como se podem calibrar as duas ações, mantendo-as em simultâneo.

Um dos impasses para uma abordagem ao nível local consta da própria informação que o IPCC vai libertando nos seus relatórios periódicos de avaliação, onde indicam projeções de mudança de temperatura, considerando o planeta como um todo, mas onde não está considerado o ritmo do aquecimento para as escalas locais (Stone et al., 2012). Tanto a literatura científica sobre a mudança climática como as próprias políticas têm sido dominadas pelo enquadramento a uma escala global.

Num exercício de avaliação dos planos locais de ação nos EUA, os resultados indicam um nível elevado de consciência perante a mudança, no entanto a capacidade de análise e as abordagens de ação são orientadas para a mitigação (Tang et al., 2010). Apesar disso, as responsabilidades delegadas nos governos locais para enfrentar a mudança do clima agora incluem a mitigação e adaptação, embora se considere que existe um défice na pesquisa prática e efetiva que apoie o desenvolvimento de planos locais de adaptação climática (Moser, 2010).

Num outro estudo de avaliação de planos municipais e regionais desenvolvido nos EUA é sugerido que, enquanto a maioria das grandes cidades toma medidas para reduzir as emissões de GEE, apenas cerca de uma em cada quatro desenvolve programas explicitamente dirigidos para a contribuição de comportamentos não emissores de GEE (Stone et al., 2012).

Como resultado de diversos estudos de avaliação dos planos de ação climática, existe a indicação de que as comunidades que preparam planos com boas estratégias de ação, são aquelas mais bem-sucedidas na fase de implementação dessas estratégias (Baynham e Stevens, 2013). Estes dados, embora resultem de estudos orientadores da realidade Norte Americana, são passíveis de ser transportados para o contexto Europeu, uma vez que parte das dificuldades em implementar estratégias, não se referem ao procedimento, mas sim à falta de dados e de apoio institucional, especialmente de natureza política. O papel dos urbanistas é assim essencial na fase de comunicar aos decisores as medidas a implementar presentes no plano, permitindo a "institucionalização" das duas ações climáticas, a mitigação e a adaptação, pelo planejamento local.

No entanto, na literatura são destacados três fundamentos que podem comprometer a ação climática através do recurso aos planos (Baynham e Stevens, 2013):

- 1) Falta de conhecimento: má compreensão e comunicação sobre os impactos da mudança climática e das ações a considerar;
- 2) Falta de rigor: má definição de objetivos e metas inconsistentes, falta de conexão entre as políticas e as reduções de emissões esperadas, uso de uma linguagem não-vinculativa, fraca consideração da implementação e monitorização;
- 3) Abordagem incompleta: foco insuficiente em algumas áreas de adaptação e mitigação.

Assim, a eficácia do planeamento de mudança climática em planos locais, deve (Baynham e Stevens, 2013):

- 1) Fornecer informação com um forte pendor para a ação.
- 2) Considerar as mudanças climáticas e impactos previstos nas declarações e estratégias políticas.
- 3) Ligar políticas e ações com a redução de emissões.
- 4) Fornecer uma estrutura completa para a implementação.
- 5) Utilizar uma linguagem inequívoca que oriente a regulamentação do plano.

Na perceção de que os valores de Carbono na atmosfera se alteram cada vez mais e de forma gradual, iniciaram-se estudos no sentido de controlar de forma efetiva as emissões de GEE, essencialmente de CO<sub>2</sub>. Assim, na tentativa de encontrar soluções para diminuir o efeito de estufa, os primeiros estudos climáticos tentaram evitar desde logo o seu aumento, dirigindo a ação aos potenciais emissores.

### **2.3.2 Cenários e Aprendizagem social**

Os processos que levam às alterações do clima, embora referidos como complexos e difíceis de prever, devem ser simplificados para que todas as estruturas das comunidades possam estar informadas e ter conhecimento dos impactos e das formas de os prever e/ou evitar. Neste sentido, autores como Parry et al. (2007) referem que, para a implementação de estratégias de adaptação eficazes às alterações climáticas, a aprendizagem social é um fator relevante.

Um dos estudos que se baseou na criação de cenários para implementar medidas de adaptação climática foi desenvolvido por Albert et al. (2012), para a região metropolitana de Hamburgo, na Alemanha. Os objetivos deste estudo de caso pretendem desenvolver e avaliar diferentes cenários para a adaptação às alterações climáticas e iniciar um processo de aprendizagem social que resulte em melhores condições para a implementação das medidas de combate. Os

resultados desta análise sugerem que o processo de planeamento facilitou a aprendizagem social ao tornar públicas as opções do plano, evidenciando os possíveis impactos locais e as consequências dos eventos climáticos e, simultaneamente, as estratégias de adaptação.

Na tentativa de compreender a possível influência dos cenários de impacto climático junto dos decisores, a grande maioria referiu que o conhecimento dos impactos sociais, induzidos por cenários, influenciaram as suas atitudes e comportamentos futuros. Assim, na opinião praticamente unânime de todos os participantes, introduzir cenários no processo de planeamento de adaptação climática, confere uma maior confiança aos planos o que atribui às decisões um menor grau de desconhecimento e por isso um apoio mais forte. "Os participantes argumentaram que conhecer o processo aumenta a compreensão e o sentimento de posse dos resultados" (Albert et al., 2012). Assim, as abordagens de planeamento paisagístico baseadas em cenários, SLP (Scenario Landscape Planning) podem facilitar a aprendizagem social, com benefícios na tomada de decisão sobre a adaptação da paisagem, principalmente nos espaços urbanos.

## **2.4 Síntese**

Apesar da discussão inicialmente apresentada sobre a origem das alterações climáticas e o aquecimento global, atualmente, e dadas as evidências científicas que o comprovam, existe um consenso na determinação da responsabilidade do homem pela mudança do clima, oriunda quer da comunidade científica como da opinião pública.

Nesta abordagem inicial ao tema da mudança climática, o essencial é compreender que os efeitos desta alteração são globais, no entanto serão sentidos pelas populações mais vulneráveis, quer pela sua fraca condição financeira e social, quer pela sua fixação em zonas de risco. Neste sentido é premente uma ação de combate que ocorra em duas frentes, na mitigação e na adaptação.

A compreensão destes dois conceitos é essencial para o desenvolvimento desta tese que, embora se concentre na investigação de uma estratégia de mitigação das alterações climáticas e consequentemente dos GEE, fará referência, sempre que seja necessário, às estratégias de adaptação desenvolvidas em alguns cenários climáticos.

Os estudos até hoje realizados são vastos e sabe-se que, uma ação conjunta que considere reunidas as ações de mitigação e de adaptação, considerada ao nível municipal, é essencial para o sucesso de um combate efetivo ao problema global das alterações climáticas.

É ainda evidente que, na instrumentalização, através do planeamento do território, de estratégias de combate às alterações climáticas, os governos locais se destacam pela competência de regular e estabelecer as atividades e os usos do solo nos seus territórios.

É ainda importante compreender que a comunicação desta problemática, alertando e consciencializando os cidadãos, é um passo fundamental para que, na aceitação social de um problema de "todos", as ações regulamentares possam atingir o sucesso necessário.

## CAPÍTULO III

### ECONOMIA DO CARBONO E PRIMEIRAS POLÍTICAS CLIMÁTICAS

#### 3.1 Introdução

Com o maior conhecimento da origem das alterações climáticas, o Carbono e as suas emissões transformaram-se no primeiro mote de investigação.

As políticas que resultam dos diferentes estudos são diversificadas e, a transição de matérias económicas, essencialmente de controlo de emissões de GEE para a conceção de políticas de Planeamento, através dos processos de mitigação e adaptação, relacionam-se hoje de forma mais complexa e indissociável.

A ação climática pela economia tem sido direcionada à modelação das implicações do crescimento das emissões dos GEE, acompanhadas pela análise económica das opções tecnológicas, calculando os "custos sociais do carbono", ao mesmo tempo que são explorados o mercado fiscal associado ao carbono e a possibilidade de descarbonizar a economia. O economista Stern (2007) reiterou o fato de que é necessária uma sólida compreensão da economia da mudança climática, a fim de sustentar uma resposta global e eficaz a este desafio.

O trabalho científico foi acelerado nos últimos 20 anos e a cooperação internacional, nem sempre fácil, tem sido constante, particularmente pela intervenção da Convenção-Quadro da Organização das Nações Unidas para a Mudança do Clima (UNFCCC), que, como se referiu anteriormente, promoveu as Conferências das Partes (COP) de onde resultou o Protocolo de Quioto (1997).

A comunidade internacional necessita de equacionar as "mesmas regras" se pretende agir de forma eficaz numa linha de ação global. Deve ser capaz de encontrar um caminho coletivo e global, construindo acordos internacionais de longo prazo, através dos quais, mercados e empresários se possam enquadrar (Stern, 2006). A dificuldade em atingir estes acordos internacionais encontra-se no facto de que cada parte interessada deve ser autónoma na abordagem do tema, identificando, com seriedade os próprios problemas, de forma a atingir um entendimento que seja partilhado e assumido por todos com responsabilidade. Neste sentido será necessário encontrar estruturas institucionais que incentivem as perspetivas económicas, sociais e políticas que possam realizar uma colaboração mais intensiva.

Tal como outros problemas ambientais, também a mudança climática resulta em externalidades uma vez que os GEE e os danos relacionados, não representam qualquer custo para os responsáveis. A problemática das externalidades passa pela falta da representação dos mais afetados, nomeadamente as gerações futuras. Em termos económicos, os horizontes de longo prazo, a escala global, a necessidade de uma ação coletiva e internacional, as elevadas

incertezas associadas aos impactos e as próprias falhas de mercado, transformam este problema num problema de política económica, profundo e complexo (Stern, 2006).

### 3.2 Primeiras Políticas de Alteração Climática

As emissões dos GEE foram o alvo dos primeiros estudos a ser desenvolvidos sobre a temática das alterações climáticas. De facto, é premente diminuir e regular as emissões de CO<sub>2</sub> (o principal gás com efeito de estufa), tentando evitar o aumento das suas taxas na atmosfera. É neste contexto que é assinado o protocolo de Quioto (1997), um documento que envolve um compromisso da comunidade internacional em assumir metas de redução das emissões de Carbono. Foram definidas políticas e ações que cada país teria que desenvolver de modo a que todos, em conjunto, contribuíssem para essas metas de diminuição. Estas diretrizes iniciais, assumidas em Quioto, constituíam essencialmente políticas económicas, como o sistema "cap and trade", de troca, compra e venda de emissões de carbono ou os "carbon sinks" em que as áreas florestais de elevada dimensão são valorizadas pela quantidade de CO<sub>2</sub> que absorvem. Assim sendo, as primeiras ações de mitigação foram abordadas no campo económico.

O maior contributo para a questão da economia do Carbono foi dado por Stern (2006), no seu relatório "*The economics of climate change: The Stern review*". Como parte fundamental deste relatório, e segundo uma visão económica, é a conclusão do autor que refere que melhor do que remediar o efeito das alterações climáticas com ações de adaptação é evitar a ocorrência desses fenómenos procurando formas de mitigar as emissões de CO<sub>2</sub>, reduzindo as suas concentrações na atmosfera (Torres e Pinho, 2011).

Uma descoberta importante sobre as ações mitigadoras é que, embora todos as compreendam como importantes por envolverem uma questão ambiental relacionada com a qualidade de vida e segurança humana, a redução de custos, mesmo que a longo prazo, é o fator que mais motiva os governos a tomar decisões e a considerar as políticas de ação climática nas suas agendas (Stern, 2007).

No contexto de um mercado de carbono, a vontade do comprador pagar pelo carbono pode ser determinada, em parte, pela existência de regras estabelecidas pela entidade governamental responsável pelo mercado que assegure que os riscos de impermanência sejam devidamente corrigidos (Kim et al., 2008). Isto porque, e dando como exemplo um mecanismo mitigador dos GEE, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) criado no âmbito do Protocolo de Quioto, este refere-se aos créditos de GEE oriundos do uso do solo, da mudança do uso do solo e da silvicultura (LULUCF) como temporários, exigindo que a reverificação periódica seja colocada numa base comparável com reduções permanentes (Kim et al., 2008). Os fatores que diminuem o valor do carbono sequestrado são: (1) curto período de tempo até que o carbono pare de se acumular ou seja relançado, (2) aumento dos preços, fazendo com que a responsabilidade de



recompra pelo carbono aumente, e (3) pagar aos proprietários depois que o carbono parou de se acumular para manter o carbono até o final do período do contrato (Kim et al., 2008).

Segundo o relatório do IPCC (2014), as emissões de GEE resultantes da produção de eletricidade e calor eram, no ano de 2010, responsáveis por cerca de um quarto do valor global das emissões. Responsável por 21% das emissões de GEE, no mesmo relatório é referido o setor industrial. Se a estes valores se adicionarem as emissões dos transportes e dos edifícios habitacionais e de comércio, com uma distribuição de 14% e 6%, respetivamente, verifica-se que o consumo energético totaliza cerca de dois terços das emissões, o que leva a concluir que para reduzir as emissões de GEE é necessário alterar os padrões de consumo de energia nas atividades económicas, promovendo mudanças no balanço entre intensidade energética e intensidade de carbono (Stern, 2006).

Com o argumento da equidade e por sofrerem pressões financeiras nacionais e de crescimento, os países em desenvolvimento procuram financiamento externo para aqueles projetos em que esteja envolvida a sua contribuição para a mitigação, essencialmente na redução do consumo de energia.

Uma das políticas de mitigação defendida por uma série de economistas é a do "poluidor-pagador" (Jaffe et al., 1999). Quando os bens consumidos contribuem para um dano ambiental, esta medida é mais eficaz no sentido de reduzir esse dano, neste caso, na redução das emissões de GEE, em vez das tentativas de atribuir subsídios para alternativas não poluentes. Desta forma, os impostos sobre as emissões excessivas de carbono são considerados mais eficazes para evitar emissões do que subsídios à produção de biocombustíveis (Rajagopal et al., 2007)

As políticas da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) têm como objetivo reduzir as necessidades energéticas e as conseqüentes emissões, considerando a mudança de utilização de combustíveis para os de menor intensidade de emissões de carbono, isto é, reverter a produção para a utilização de energias renováveis. No entanto, um dos problemas de implantar o uso de novas tecnologias em larga escala, traduz-se no facto de que as vantagens da sua utilização não darão uma resposta antes do ano de 2030, essencialmente pelo elevado custo financeiro e pela falta de desenvolvimento tecnológico neste domínio (IEA, 2002).

Um dos problemas mais complexos da abordagem climática é a incerteza que decorre tanto no âmbito da política económica tradicional, como da economia do carbono. Assim, muitas decisões devem ser tomadas tendo em conta uma avaliação prévia do grau de incerteza associado, embora também se devam considerar nas políticas desenvolvidas, os horizontes de longo prazo e o intervalo dos resultados. Esta incerteza torna ainda mais difícil a possibilidade de atingir um acordo internacional de metas de emissão de GEE (Stern, 2006). Sendo uma competência que cabe a cada país definir no âmbito das ações de adaptação e mitigação, conhecer a sua

capacidade de crescimento, competitividade, segurança e meio ambiente, poderá facilitar um acordo internacional. Acrescentando a isto, se cada país tivesse uma noção quantitativa dos possíveis impactos a que estão sujeitos, mais facilmente este acordo seria atingido.

A forma mais direta de analisar o problema de definir, ou não, uma resposta econômica às mudanças climáticas é analisar os impactos individuais dessas mudanças, juntamente com o custo da redução das emissões de GEE e, seguidamente, perguntar se vale a pena pagar pela mitigação, embora seja atualmente consensual que os custos de uma ação forte são inferiores aos custos da falta de agir antecipadamente (Stern e Taylor, 2007). No entanto, o problema desta abordagem refere-se à falta do tipo de informação que permita quantificar as consequências, ponderando-as e adicionando-as com alguma plausibilidade. Assim, os economistas tentam agregar impactos e custos utilizando modelações de agregação muito simplificadas, arriscando a que, durante o processo, muita informação fundamental não seja considerada no modelo (Stern e Taylor, 2007).

### 3.3 Concertação Internacional de Políticas Climáticas

No Quadro 2 apresentam-se, de forma resumida, algumas das iniciativas / negociações internacionais que têm sido realizadas no sentido de solucionar o problema global das alterações climáticas. Destacam-se as Conferências das Partes (COP), onde são definidos os objetivos do Protocolo de Quioto, os programas de financiamento e de suporte às iniciativas internacionais.

Quadro 2: Resenha Histórica das Negociações Climáticas Internacionais, com destaque para a iniciativa Conferências das Partes (COP).

Ano	Evento	Descrição / Objetivo
1988	<i>IPPC (Painel Intergovernamental para a Mudança Climática)</i>	Surge com o objetivo de promover um consenso científico global sobre as causas, impactos e políticas de resposta à mudança do clima.
1992	<i>UNFCCC (Convenção-Quadro da ONU sobre a Mudança Climática)</i>	Assinala o acordo entre EUA e UE de estabilização das taxas de emissão de GEE.
<b>Vigor 1994</b>		Estabelecido o princípio de "obrigações comuns, porém diferenciadas". A elevada responsabilidade dos países desenvolvidos na acumulação das emissões de GEE desde o período pós-industrial, leva ao aumento da responsabilização no desenvolvimento de ações de mitigação.

<b>1995</b>	<i>Conferência das Partes COP 1 (Berlim)</i>	<p>ONU determina as negociações climáticas.</p> <p>UE como mais ativa nas medidas internacionais para reduzir as emissões de GEE.</p> <p>Na 1ª reunião COP (órgão máximo da UNFCCC) a UE pressionou os intervenientes para um acordo com metas de redução de emissões, de carácter vinculativo.</p>
<b>1997</b>	<i>Conferência das Partes COP 3 (Quioto)</i>	<p>Adoção do Protocolo de Quioto, assinado por 159 países presentes na COP.</p> <p>O Protocolo de Quioto estabelece metas de redução de GEE entre 5% a 8% em relação a 1990, para cumprir até 2012.</p> <p>Os EUA tentaram estabelecer objetivos menos ambiciosos.</p> <p>Os países em desenvolvimento, viram reafirmadas as "obrigações comuns, porém diferenciadas", ficando isentos de reduções.</p> <p>Confirma-se a liderança global da EU nas políticas de combate climático.</p>
<b>2000</b>	<i>COP 6 (Haia e Bonn)</i>	<p>Por motivos de conflitos e divergências, a COP foi interrompida em Haia e reagendada para Bonn, na Alemanha.</p> <p>A renúncia dos EUA ao Protocolo de Quioto foi um dos principais problemas que levou ao seu reagendamento, com desacordo entre a UE e os EUA sobre os Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o financiamento aos países em desenvolvimento.</p> <p>Em Bonn o acordo é ratificado depois de, essencialmente a UE, conseguir a assinatura da Rússia.</p>
<b>2001</b>	<i>COP 7 (Marraquexe)</i>	<p>Esta COP foi importante para operacionalizar o Protocolo de Quioto e o "Acordo de Bonn".</p> <p>Adicionalmente, foi estabelecido o Acordo de Marraquexe, com regras de execução para todas as representações, mesmo as que não ratificaram Quioto. Define regras importantes para os mecanismos de flexibilização (MDL, Comércio de Emissões e Licenças de Emissão).</p> <p>A UE é coerente na defesa do combate às alterações climáticas através do multilateralismo.</p>
<b>2007</b>	<i>COP 13 (Bali) Quarto Relatório de Avaliação do IPCC</i>	<p>A UE tenta defender a implementação de um novo acordo climático internacional.</p> <p>A estratégia de um novo acordo é defendida na necessidade de adotar metas de emissões de GEE pelo limite de temperatura global inferior a 2 graus Celsius.</p> <p>Tenta reunir consenso com os três principais emissores mundiais, EUA, China e Índia.</p> <p>Esta iniciativa foi apoiada pelos EUA, que aceitam o "renovado" Protocolo de Quioto.</p>

Esta COP era considerada de elevada importância pois tinha como objetivo estabelecer as metas de redução de GEE para o período de 2013 a 2020.

O impasse nas negociações resultou num documento “paralelo” formulado por alguns países, nomeadamente EUA e países BASIC (Brasil, África do Sul, Índia e China), conhecido como o Acordo de Copenhaga.

O Acordo de Copenhaga representou uma nova ordem climática global, onde um sistema de redução de carbono voluntário promete substituir metas obrigatórias de base científica e prazos negociados no âmbito da ONU. Ainda neste acordo, os países comprometem-se

A decisão final da COP, e especialmente da EU, foi o de “considerar” o Acordo de Copenhaga como uma adição à COP.

A UE ficou isolada na tentativa de criar um único e novo acordo global e vinculativo. Apesar disto, os países BASIC assumem publicamente as metas de redução de GEE.

Surgem programas de financiamento e apoio às novas tecnologias. Estabelecem mecanismos para reduzir as emissões de GEE e a desflorestação.

**2010**      *Relatório UNEP  
(United Nations  
Environment  
Program)*

Cerca de 40% de diferença entre a meta de limitar o aquecimento global a 2 graus celsius e as metas atuais de emissões, estabelecidas para 2010.

Decisão sobre um segundo período de compromisso foi considerado um sucesso e reuniu o apoio dos países em desenvolvimento e manteve intactos os mecanismos de mercado.

**2010**      *COP 16 (Cancun)*

Surge novo impasse entre os países que querem um segundo período do Protocolo de Quioto e os países que não pretendem fazer parte desse acordo.

Os países da EU, ao conseguirem revitalizar o processo multilateral, assistem, por insistência da presidente da COP, ao retomar das negociações para um segundo período do Protocolo de Quioto.

Com o estabelecimento de um conjunto de decisões, embora de carácter não vinculativo, em Cancun, são definidas as decisões que alavancariam, mais tarde, um novo período de metas de redução de GEE.

**2011**      *COP 17 (Durban)*

Última oportunidade para resolver o futuro do Protocolo de Quioto.

Países, mais emissores como a China, os EUA e a Índia, asseguraram as mesmas obrigações legais para reduzir as emissões de carbono num acordo global com meta em 2020.

Por sua vez, países industrializados como a Rússia, Japão e Canadá, declararam que não irão ratificar as medidas do protocolo.

Sucesso da UE: passou de uma liderança direcional e idealista, para uma liderança mais realista e estrutural.

Alcançado um acordo com reduções de emissões de GEE pouco relevante.

A Plataforma de Durban apenas irá conseguir atingir o limite do aquecimento global a um aumento da temperatura de 3 a 4 graus, em vez dos desejados 2 graus.

<b>2012</b>	<i>COP 18 (Doha)</i>	<p>Mantém-se o objetivo de procurar uma extensão do Protocolo de Quioto (terminava em 2012).</p> <p>Criação de um novo pacto, alargando-se aos países em vias de desenvolvimento.</p> <p>Indicação alarmante de o derretimento mais acentuado do solo gelado e subida mais intensa do nível médio do mar.</p>
<b>2013</b>	<i>COP 19 (Varsóvia)</i>	<p>Decisões sobre o avanço da Plataforma de Durban, do Fundo Verde para o Clima (GFC, sigla em inglês), do financiamento de longo prazo e ainda o Quadro de Varsóvia REDD Plus (The Warsaw Framework for REDD+).</p> <p>Estabelece um mecanismo internacional para proporcionar às populações mais vulneráveis uma melhor proteção contra as perdas e danos causados por eventos climáticos extremos.</p> <p>Acordos para a diminuição da desflorestação que ocorre nos países em desenvolvimento auxiliando à redução dos GEE.</p> <p>Definiu o caminho para a conferência a realizar em Lima, no Peru, considerado um passo essencial para a definição e estabelecimento do Acordo de Paris, em 2015.</p>
<b>2014</b>	<i>COP 20 (Lima)</i>	<p>Finalizam o texto “Lima Call for Climate Action”, após várias redefinições controversas. Foi concluído abrangendo as áreas da mitigação e adaptação, as perdas e danos e o financiamento.</p> <p>Mais de uma centena de países reiteraram a necessidade de eliminar as emissões provocadas pelos combustíveis fósseis, devendo alterar-se o investimento para as tecnologias de energias renováveis.</p> <p>Esta conferência deveria ter estabelecido as bases para o Acordo de Paris, em 2015. Ficou em aberto a questão da natureza vinculativa, ou não, do futuro Acordo, assim como parte do seu conteúdo.</p>
<b>2015</b>	<i>COP 21 (Paris)</i>	<p>Acordo histórico para o combate às alterações climáticas, com uma aceleração das ações e dos investimentos necessários ao futuro de baixo Carbono.</p> <p>Pela primeira vez, todas as nações se enquadram numa causa comum para empreender esforços ambiciosos.</p> <p>O acordo pretende que o aumento da temperatura, neste século, fique abaixo dos 2 graus. Pretende aumentar a capacidade dos países em lidar com os impactos da mudança do clima e tornar os fluxos financeiros compatíveis com uma baixa emissão dos GEE.</p> <p>Necessários novos recursos financeiros, aliados a um novo quadro tecnológico e o reforço das capacidades de cada país.</p> <p>Todas as partes devem desenvolver os maiores esforços através de contribuições determinadas a nível nacional. Inclui normas para que todas as partes informem sobre as suas emissões e sobre os seus esforços de implementação.</p> <p>Até agora, o Acordo foi ratificado por 129 países.</p> <p>O Acordo de Paris foi adotado através de decisão 1/CP.21. Em Anexo (Anexo I) ressaltam-se os principais artigos desta decisão.</p>

---

<b>2016</b>	<i>COP 22 (Marraquexe)</i>	<p>Nesta COP são evidenciados os apelos à boa concretização do Acordo de Paris.</p> <p>Apelam à forte solidariedade com os países mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas e enfatizam a necessidade de apoiar os esforços destinados a aumentar a sua capacidade de adaptação, fortalecer a resiliência e reduzir a vulnerabilidade.</p> <p>Pedem a todas as Partes para que erradiquem a pobreza, garantam a segurança alimentar e tomem medidas para enfrentar os desafios da mudança climática na agricultura.</p> <p>Apelam ao aumento da ambição e reforço da cooperação entre as Partes para colmatar a lacuna existente entre as atuais trajetórias de emissão e o caminho necessário para cumprir os objetivos de temperatura a longo prazo do Acordo de Paris.</p> <p>Exigem o aumento do volume, do fluxo e acesso ao financiamento para os projetos climáticos, juntamente com a melhoria da capacidade e da tecnologia.</p> <p>Os países desenvolvidos reafirmam a mobilização de 100 mil milhões de dólares para o financiamento a projetos que promovam o combate climático.</p> <p>A transição das economias das Partes (em matéria energética) é necessária para cumprir os objetivos do Acordo de Paris, fornecendo uma oportunidade positiva e substancial para o aumento da prosperidade e desenvolvimento sustentável.</p>
-------------	--------------------------------	--

---

Do quadro anterior deve sobressair que em 2011, na Conferência de Durban (COP17), é garantido um segundo período de compromisso que substitui e dá continuidade à agenda do Protocolo de Quioto. Em Copenhaga, a insistência da UE na necessidade de cortes das taxas de emissão levou a um confronto com os países em desenvolvimento, no entanto, em Durban, a UE percebeu que tinha que ceder em algumas das suas prioridades e adotar uma posição mais realista e pragmática. Assim, as negociações foram baseadas no princípio inicial de "obrigações comuns, porém diferenciadas" que seguiram duas diretrizes, uma com base no Protocolo de Quioto, com limites de taxas de emissões vinculativos para os países desenvolvidos, e outra com base em compromissos voluntários para os países em desenvolvimento (Qi, 2011; Christoff, 2010; Parker et al., 2012; Bäckstrand e Elgström, 2013).

A UE é guiada pelos princípios do multilateralismo, desenvolvimento sustentável e pela adesão à evidência científica, vinculada ao princípio da precaução (Van Schaik e Schunz, 2012). A sua insistência em metas juridicamente vinculativas, como expresso no Protocolo de Quioto, pode ser vista como um reflexo da sua experiência interna, que dirige a visão de um futuro para a governação climática num regime jurídico, com cortes das emissões de GEE de médio e longo prazo (Parker et al., 2012). Apesar deste papel preponderante da UE nas negociações internacionais, as suas emissões globais são de apenas 14% (Van Schaik e Schunz, 2012), tornando-a numa "potência média na política climática" (Oberthür, 2011). Por sua vez, os EUA, a China e outras potências emergentes são os países "que realmente importam em qualquer solução climática duradoura" (Egenhofer e Georgiev, 2010).

Neste contexto, a pressão de reduzir as emissões aumentou na China quando esta, em 2007, ultrapassou os EUA como o maior emissor de GEE do mundo e com elevadas taxas de consumo de energia associadas (Wu, 2012). Os EUA, numa atitude de "negação" pública da existência da mudança climática, são apenas a favor de ações voluntárias (Oberthür, 2011; Parker et al., 2012). Desde Copenhaga, que os EUA e a China são consideradas como peças essenciais nos acordos internacionais (Karlsson et al. 2012; Parker et al. 2012), pelo poder de veto que encerram, isto é, sem o seu consentimento poderá estar em risco a concertação de um acordo internacional. Embora a China e os EUA sejam a favor de uma redução das emissões de GEE, preferem reduções unilaterais, decretando as suas próprias ações climáticas e legislação energética.

Recentemente, o histórico Acordo de Paris (2015) vem estabelecer um novo período de ação climática (2013 a 2020), tendo já 129 países ratificado o novo acordo, do total de 198 que fazem parte da COP, à data da redação deste capítulo.

Na leitura do quadro anterior verifica-se que a ambição de estabelecer um efetivo combate às alterações climáticas passa por vincular e responsabilizar os países pelo não cumprimento, assim como regular, de forma permanente, as ações desenvolvidas por cada uma das partes. Adicionalmente, refere-se ao financiamento, sendo que cada país deve contribuir para o fundo financeiro que permitirá ajudar os países em desenvolvimento. A tecnologia está bem vinculada neste acordo, sendo coerente com as novas medidas a estabelecerem-se no âmbito energético e de transformação das economias.

Apesar da “euforia” que se sentiu com a possibilidade de ver ratificado um acordo histórico, quer pela exigência das metas estabelecidas, quer pelo número de países que aderiram à iniciativa, a COP de Marraquexe reforça todas as intenções já expressas no Acordo de Paris, não tendo ainda evidenciado qualquer destaque sobre a implementação e/ou estado de preparação do Acordo de Paris.

Evidenciadas, de forma resumida, algumas das iniciativas climáticas internacionais e a este nível concertadas, tendo consciência do papel de destaque que a UE imprimiu, de forma pioneira, ao combate climático através de políticas e estratégias de ação, apresenta-se, no próximo ponto, um resumo dessas políticas climáticas desenvolvidas no âmbito dos Estados-Membros.

### **3.4 Aplicação de Políticas Climáticas**

Os métodos que levam à redução de emissões de GEE processam-se de três formas: diminuição do consumo, utilização de tecnologias "limpas" e, criação de novos locais de fixação e armazenamento de carbono. Todas elas podem ser consideradas desde o nível municipal, até ao nacional e internacional.

Naturalmente, as políticas consideradas em cada país são distintas, uma vez que os cálculos realizados em cada um deles, e em relação aos custos, farão variar as próprias políticas a seguir.

Como exemplo, em alguns países a forma mais eficiente de controlar o consumo energético poderá ser através da regulação de impostos, em outros, as políticas podem levar à criação de incentivos à indústria para investir em tecnologia limpa, ou até utilizar as duas estratégias em simultâneo.

No sentido de simplificar as categorias definidas pelo IPCC, os investigadores Paloheimo e Salmi (2013) propõem a sua redefinição estabelecendo os seguintes marcos:

- 1) Sector energético - inclui a eletricidade e a produção de calor.
- 2) Sector mobilidade / tráfego - abrange o tráfego de passageiros e o transporte de mercadorias.
- 3) Sector agrícola e silvícola - inclui as emissões da atividade agrícola, pecuária, processamento de alimentos, pesca, silvicultura e indústrias florestais.
- 4) Sector industrial - inclui os produtos finais e "semifinais" dos sectores industriais, bem como o tráfego e energia interna desses sectores.
- 5) Sector construção - abrange a nova construção, a manutenção dos edifícios antigos assim como todas as infraestruturas associadas.

Apesar de neste estudo o principal foco ser o consumidor, o produtor não deve ser esquecido uma vez que, ao consumidor apenas se pode "exigir" que contribua com uma mudança da sua própria atitude, por sua vez, compete ao produtor desenvolver novas tecnologias que lhe possibilitem uma efetiva poupança de energia. Desta forma, tanto produtores como consumidores podem influenciar o processo em duas formas, pela redução das emissões ou pela criação de locais de armazenamento e sequestro de carbono.

Ao salientar o consumidor nesta discussão, o conceito de cidade livre ou neutra de carbono incorpora um tipo de valência distinta da que é usualmente considerada. De facto, se os bens produzidos numa região não são aí consumidos, as emissões de GEE relacionadas com a produção simplesmente não serão consideradas no balanço. Esta abordagem não é correta uma vez que os bens consumidos num local têm de considerar as emissões associadas à sua produção, mesmo que fora das fronteiras onde são consumidos (Paloheimo e Salmi, 2013). Assim sendo, os inventários nacionais de GEE com base nas recomendações do IPCC devem seguir um novo caminho e apresentar as duas dimensões: a produção e o consumo. Devem ainda ser classificadas com base em diferentes tipos de produção e diferentes tipos de consumo.

Como crítica em relação ao método do inventário de GEE do IPCC, e embora seja fácil de executar, este não equaciona os efeitos de "feedback" negativo, tal como são abordados seguindo as diretrizes da Avaliação do Ciclo de Vida - LCA (Paloheimo e Salmi, 2013). Nesta abordagem, a reação negativa ocorre quando a redução de matéria num sistema de produção, leva ao aumento da utilização desse material num outro sistema, através da alteração dos



padrões da oferta e da procura (Finnveden et al., 2009). Enquanto o consumidor beneficia do uso de energia elétrica, o produtor é responsável pelas emissões de GEE provenientes da conversão de energia. Com a responsabilidade no produtor final, o consumidor tem pouco incentivo para reduzir as emissões de GEE (Stahls et al., 2011).

Uma outra política económica criada no sentido de promover uma redução do consumo de energia elétrica é o "Programa de Preços Verdes" (GPP, sigla em inglês). Na análise dos efeitos da aplicação destas políticas nos EUA, identificou-se que a participação em GPP tem associada uma correlação negativa significativa nas taxas de consumo de energia elétrica residencial, podendo reduzir o consumo de energia e assim, mitigar os impactos ambientais associados à geração de eletricidade. No entanto, os seus resultados revelam que as taxas de participação em GPP teriam que aumentar mais de 300% para conseguir pequenas reduções no consumo de energia elétrica (Javellana, 2012). Um dos problemas desta iniciativa é que um cliente pode inscrever-se num GPP e adotar uma prática na qual ele justifica mais consumo de energia elétrica, uma vez que a energia que consome é gerada por fontes renováveis. Apesar disto, os Programas de Preços Verdes, como política isolada não tem qualquer significado na economia do consumo energético, não sendo por isso uma iniciativa capaz de mitigar os efeitos da mudança climática, devendo assim associar-se a outras políticas e instrumentos, podendo em conjunto, reunir condições para assim vir a ter alguma expressão.

### **3.5 Síntese**

A Economia do Carbono é um tema de relevo por ter sido pioneira no estabelecimento de estratégias de combate à mudança climática, sendo considerada aquela que serviu de base para a criação das primeiras políticas. O maior interesse no desenvolvimento de políticas passa pela concertação, ao nível internacional, de metas e objetivos para os quais todas as nações devem contribuir, considerando as realidades e particularidades de cada uma.

Neste contexto, é importante compreender que a discussão das alterações climáticas ao nível internacional não é de fácil resolução, uma vez que cada país, nomeadamente os que se encontram em desenvolvimento, e por recearem uma quebra económica, advogam por mais baixas metas de redução de emissões de GEE, ao mesmo tempo que responsabilizam os países desenvolvidos e, por isso, lhes pedem orientação.

As ações climáticas consideradas no âmbito da economia do carbono referem-se essencialmente à mitigação de GEE, considerando diferentes políticas que definem, a regulação das emissões de GEE por permissões de troca e venda de um "direito a emitir"; a diminuição dos consumos energéticos; o desenvolvimento de novas tecnologias; e os mecanismos do sistema financeiro recorrendo à utilização de taxas ou subsídios que permitem regular as emissões de GEE.

Apesar das várias tentativas de concertação internacional, com destaque para as COP, é importante que cada país se comprometa com o problema climático. As COP, apesar de fundamentais, quer para uma possível resolução internacional, como para o mediatismo do tema das alterações climáticas, não é completamente eficaz na pressão que tenta exercer sobre as partes. No entanto, o Acordo de Paris foi fundamental no aumento da responsabilização dos países, assim como teve a capacidade de agregar as partes para uma causa que vai sendo defendida na medida do aumento da frequência e intensidade das catástrofes naturais.

Neste contexto, surge a UE com um papel fundamental em matéria de combate climático tendo enquadrado objetivos e metas para os Estados-Membros até ao ano de 2050, metas essas que devem ser desenvolvidas por cada país, considerando as capacidades, risco e especificidade de cada um. A capacidade da UE de influenciar o combate climático ultrapassou as fronteiras europeias.

As políticas económicas direcionadas ao tema do carbono, revestem-se de alguma complexidade quando se tentam agregar às dinâmicas do planeamento do território. Embora existam formas de calcular o valor do carbono associado, por exemplo, ao sequestro, quer real quer potencial, as políticas de mitigação inicialmente previstas trataram de “dar forma” à diminuição dos GEE na utilização do espaço planeado e não pelo planeamento do espaço.

Assim, e apesar de pioneiras, as metodologias definidas por estas políticas de base económica, ao não considerarem a especificidade do espaço urbano e conseqüente planeamento do território, não foram desenvolvidas nesta investigação. No entanto são essenciais para a compreensão do processo de ação pela mitigação e pelas dinâmicas e importância do carbono na economia.

## CAPÍTULO IV

### SEQUESTRO DE CARBONO E INFRAESTRUTURA VERDE

#### 4.1 Introdução

Uma vez que, tal como referido na síntese do capítulo anterior, o planeamento urbano pode estabelecer políticas que promovam os processos de mitigação através do sequestro de GEE, potenciado pela infraestrutura verde, é relevante apresentar nesta revisão de literatura os fundamentos que determinam estes processos.

Neste contexto, o presente capítulo revê as matérias relacionadas com os processos biológicos associados ao sequestro, assim como algumas das metodologias aplicadas em diferentes estudos científicos, e contextualiza a informação utilizada na metodologia desta investigação (apresentada nos capítulos VI e VIII), para a obtenção dos valores de sequestro e cálculo dos balanços de Carbono.

A título introdutório, é importante referir que os novos paradigmas presentes nos estudos de planeamento urbano devem associar-se aos da ecologia, nomeadamente da ecologia urbana. De facto, a complexidade da estrutura das cidades, com a reunião de todos os elementos que garantem a fixação humana, influencia a evolução destes espaços, com as dinâmicas que lhe são adjacentes e de contexto natural. Adicionalmente, os fluxos internos que ocorrem no espaço urbano são também promotores de dinâmicas que devem ser analisadas e estudadas como um todo, substituindo a simples visão antropogénica da cidade e dos recursos naturais, adotada na sociedade após a era industrial do século XIX.

Na obra de Gilbert (1991), *“The Ecology of Urban Habitats”*, este refere-se ao estudo ecológico do ambiente urbano de acordo com estruturas como estradas, áreas industriais, parques, jardins, lagos, cemitérios e terrenos baldios. A partir desses locais são analisados elementos como o comportamento da fauna e da flora, aspetos energéticos, sucessões ecológicas e características hidrológicas. Com este e outros contributos para o estudo das cidades de forma integrada, a ecologia urbana passa a constituir-se como uma assinalável ferramenta para a conquista de um planeamento urbano sistémico, racional, de alcance à sustentabilidade, seguindo-se a adaptação à mudança climática.

Repensar o equilíbrio das cidades e do seu ecossistema é essencial, considerando-o autónomo, vivo e com problemas acrescidos pela forte presença humana e falta de autonomia que possuem. Em muitos casos, as cidades funcionam como ilhas onde ocorrem diferenças abruptas para as periferias e zonas rurais adjacentes. É necessário equilibrar o isolamento a que as cidades estão sujeitas com a presença e potenciação de zonas e espaços verdes que permitam a ligação

destas às periferias, dando continuidade aos espaços de elevada biodiversidade, recreio e salubridade (Rueda, 2002).

Assim sendo, o espaço verde não só atribui à cidade um melhor aspeto visual, embelezando-a, como também melhora a qualidade do ar, retém poeiras atmosféricas, reduz o efeito ilha de calor e garante espaços permeáveis de infiltração e retenção de água (Meijer et al., 2011).

## 4.2 Os Processos Biológicos

Análises recentes baseadas no estudo dos gases atmosféricos como o CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, forneceram informação sobre o papel dos sistemas terrestres e oceânicos na dinâmica global de carbono (Keeling et al., 1996), identificando a sua influência nos padrões de larga escala de troca de carbono com a atmosfera (Tans et al., 1990; Keeling et al., 1996; Heimann e Kaminski, 1999; Rayner et al., 1999; Prentice et al., 2000). Neste contexto, McGuire et al. (2001) apresenta resultados de um exercício de simulação em que é indicada a variabilidade do clima e mudança climática como promotora da libertação de carbono para a atmosfera, principalmente após a década de 1960, sugerindo que a sensibilidade do armazenamento de carbono pelo clima pode depender de interações entre os ciclos do carbono e os ecossistemas.

### 4.2.1 O Ciclo do Carbono

Compreender o Carbono e o seu ciclo na Terra é essencial para clarificar de que forma o processo de sequestro e armazenamento deste elemento se processa na natureza. O Carbono é um dos elementos mais abundante e essencial à vida na Terra, tal como a conhecemos.

Este elemento químico existe em duas formas, a orgânica, presente nos organismos vivos e mortos (não decompostos), e outra inorgânica, presente nas rochas e minerais. Por possuir estas duas formas, o seu ciclo ocorre também em dois processos de escala temporal distinta, o ciclo geológico ou lento e o ciclo rápido ou biológico.

O Ciclo geológico, também designado de lento, ocorre a uma escala de milhões de anos tendo-se iniciado há cerca de 4,55 mil milhões de anos, na formação do sistema solar e da Terra. Mais de 99% do carbono terrestre está contido na litosfera (crosta terrestre), e por isso a maioria da sua forma é inorgânica, armazenado em rochas. O carbono orgânico contido na litosfera está armazenado em depósitos de combustíveis fósseis.

Ao nível do ciclo geológico, existe um fluxo entre a litosfera, a hidrosfera (oceanos) e a atmosfera. Este ciclo sempre conseguiu controlar o balanço do carbono geológico e a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, ao longo de centenas de milhares de anos, existindo evidências de análises de sedimentos mais antigos que concentravam cem vezes mais CO<sub>2</sub> atmosférico do que em análises mais recentes.

Em relação ao carbono de origem orgânica, este, ao interromper a decomposição de matéria orgânica por falta de Oxigênio origina os processos de criação do carvão, petróleo e gás natural. Quando, há cerca de 200 anos atrás se dá o início da Revolução Industrial, e a exploração e utilização dos combustíveis fósseis é acelerada, passa a libertar-se para a atmosfera o carbono destes reservatórios em forma de CO<sub>2</sub>, alterando a escala temporal e o ritmo natural que lhe estava associado.

No caso do Ciclo biológico, o processo de renovação do Carbono, na sua forma orgânica refere-se a um ciclo rápido, sendo que a estimativa é de que a cada 20 anos ocorra uma renovação do carbono atmosférico. Se considerarmos este ciclo sem interferência humana existem três reservatórios de carbono: o terrestre (20.000 Gt-Gigatoneladas), na atmosfera (750 Gt) e nos oceanos (40.000 Gt). Assim sendo, este ciclo é composto por pequenos ciclos que ocorrem nestas três componentes da Terra, com fluxos entre eles, essencialmente a fotossíntese e a respiração.

#### **4.2.2 O Processo Fotossintético**

O processo fotossintético é um processo biológico pelo qual as plantas sintetizam compostos orgânicos a partir de materiais inorgânicos, utilizando a luz como fonte de energia.

Convém referir que as células vegetais possuem cloroplastos, lugar onde ocorre a sequência de processos que vai desde a captação de energia luminosa à sua conversão em energia química, sendo graças a estas estruturas celulares que ocorre o processo fotossintético. Uma outra característica comum a todas as células com esta capacidade de fotossintetizar é possuírem estruturas membranosas capazes de absorver e de "canalizar" energia luminosa no sentido de poder ser utilizada em reações biossintéticas.

Na fotossíntese ocorrem dois tipos de processos, as reações luminosas e as não luminosas. As reações luminosas, denominada de fase fotoquímica ou clara é a primeira fase do processo fotossintético. A fase química ou escura é determinada por um ciclo, o Ciclo de Calvin, descoberto pelos cientistas Melvin Calvin, Andrew Benson e James Bassham (1945), e é nesta fase que se fixa o Carbono que provém do CO<sub>2</sub> da atmosfera, sob a ação de uma enzima.

Plantas jovens consomem mais Dióxido de Carbono e libertam mais Oxigênio, pois o carbono é incorporado na sua estrutura física durante o crescimento da planta. A maior troca entre o Carbono terrestre e o atmosférico resulta dos processos da fotossíntese e da respiração. As plantas absorvem a luz solar e o CO<sub>2</sub> da atmosfera e, paralelamente, os animais, plantas e microrganismos, através da respiração, devolvem-no à atmosfera.

Apesar do armazenamento atmosférico de carbono ser o menor dos três considerados, com cerca de 750 Gt de carbono, este é o que determina a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera e que influencia o clima terrestre. Ainda mais, os fluxos anuais entre o carbono atmosférico e os outros dois locais de armazenamento, oceanos e crosta terrestre, reúnem cerca de um quarto da dimensão do armazenamento atmosférico.

### **4.2.3 Influências Humanas nos Processos Biológicos**

Considerando o ciclo natural do Carbono, o seu armazenamento em depósitos fósseis supõe uma diminuição dos níveis atmosféricos de CO<sub>2</sub>. Estima-se que estes depósitos armazenem entre 4.000 a 10.000 Gt e, por serem geológicos, não se enquadram no ciclo rápido do carbono. As atividades antropogénicas, essencialmente a queima de combustíveis fósseis e a desflorestação, leva a que sejam incorporados novos fluxos de carbono no ciclo biológico proveniente destes depósitos, com significativa influência no ciclo global do carbono.

Assim sendo, a desflorestação e a queima de combustíveis fósseis emitem muito mais CO<sub>2</sub> para a atmosfera do que aquele que é possível sequestrar através da fixação natural do carbono, o que provoca um aumento das concentrações deste gás num curto período de tempo. Como referido anteriormente, os fatores antropogénicos de alteração do ciclo do carbono tornaram-se mais relevantes após a era industrial; as concentrações de CO<sub>2</sub> situavam-se nos 280 ppmv (partes por milhão de volume), e atualmente ultrapassam os 380 ppmv (aumento superior a 30% em 200 anos).

Com a atividade humana a afetar direta e indiretamente praticamente metade do ciclo do carbono biológico, se existir o cuidado de lhe dirigir uma gestão adequada, este pode ser um contributo importante para a mitigação de CO<sub>2</sub> (Hughes e Benemann, 1997). No entanto, para se dissiparem as incertezas que decorrem das ações de mitigação, a necessidade de compreensão do papel das cidades no ciclo do carbono é essencial (Churkina, 2008; Hutyra et al., 2011) e devem ser abordadas no sentido de obter informações fiáveis sobre o desempenho ambiental de diferentes coberturas de solo urbano para facilitar o planeamento sustentável das cidades (Niemela et al., 2010; Pauleit e Duhme, 2000; Tratalos et al., 2007). A gestão cuidadosa do ciclo do carbono deve garantir que a biomassa seja utilizada para diversas aplicações comerciais, assegurando carbono suficiente, armazenado em meios biológicos, mantendo assim seguros os níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera (IGBP, 1998).

### **4.3 Sequestro, Armazenamento e Injeção de Carbono**

Os processos de sequestro são essenciais para reduzir as emissões, sendo que, apenas cerca de metade das emissões antropogénicas de CO<sub>2</sub> permanece na atmosfera, sendo as restantes absorvidas pela biosfera e pelo oceano. A mudança climática global, devido ao aumento das concentrações de GEE, tem o potencial de reduzir esse armazenamento natural de CO<sub>2</sub> (Cao e Woodward, 1998; Sarmiento e Le Quéré, 1996; Joos et al., 1999; Cramer et al., 2001). O resultado implica uma alteração da estrutura do ecossistema para que possam aumentar ou reduzir a absorção de carbono (Cramer et al., 2001; Smith e Shugart, 1993; Cox et al., 2000). No entanto, as projeções futuras de dióxido de carbono atmosférico e clima são incertas.

O sequestro de Carbono como medida mitigadora, deve ser implementado no terreno através de processos bem estruturados e racionalizados. De facto, uma das preocupações do sequestro de carbono no solo tem a ver com a sua permanência. Este processo pode não ocorrer para sempre, podendo o Carbono ser lançado ou libertado no futuro, exigindo gastos de manutenção para se manter sequestrado (Kim et al., 2008).

Assim, o valor de mercado do carbono sequestrado pode alterar-se de acordo com a capacidade de permanecer ou não armazenado no solo. Como explicado por Kim et al. (2008), no mercado local, quando uma compensação de carbono é vendida trata-se de uma transação na qual o comprador, paga ao vendedor para reduzir emissões de carbono pelo seu sequestro e numa certa quantidade, com o objetivo de "compensar" as emissões de quem é o responsável pela emissão. Um exemplo será uma companhia elétrica pagar aos agricultores para plantar árvores ou envolver-se em práticas agrícolas de conservação, de forma a compensar algumas das emissões da queima de combustíveis fósseis.

O processo de captura e sequestro de carbono pode diferenciar-se em direto ou indireto, quando se refere à fixação (Farrelly et al., 2013). Assim, a fixação direta de carbono trata do processo de remoção de CO<sub>2</sub> (gases de combustão) quando armazenados durante longos períodos, evitando as emissões. É definido como a separação deliberada de CO<sub>2</sub>, por manipulação humana, seguindo-se a sua transferência para um reservatório não atmosférico, armazenando-o de forma permanente ou semipermanente. A fixação indireta de carbono é definida como aquela que não requer manipulação humana de CO<sub>2</sub>, enquadrando os processos naturais, tais como a absorção efetuada pelos organismos vivos.

Um método detalhado e holístico do processo de sequestro direto e indireto foi descrito por Farrelly et al., (2013) onde defende que uma vez que a mitigação de carbono biológico é exercida no ponto de origem dos combustíveis fósseis e nos emissores de CO<sub>2</sub>, a redução de CO<sub>2</sub> libertado deve ser considerada nesse mesmo local. Neste contexto, a mitigação direta de carbono biológico é vista como uma verdadeira opção para a redução de CO<sub>2</sub>, uma vez que as plantas o absorvem através da fotossíntese e diretamente no foco de emissão.

#### **4.3.1 Problemas do Sequestro**

O sequestro de carbono terrestre, ao nível do solo, possui diferentes características das outras formas de sequestro, relacionadas com o tempo, a saturação do local, a volatilização e os custos de manutenção. O carbono terrestre, mesmo depois de sequestrado, pode ser reemitido para a atmosfera por meio de mudanças nas práticas, colheitas e distúrbios naturais.

Existem fatores que diminuem o valor do carbono sequestrado e que consideram, o curto período de tempo que ocorre até que o carbono deixe de ser acumulado e é relançado para a atmosfera; o aumento dos preços, fazendo com que a responsabilidade de "recompra" de carbono suba; a quantia que deve ser paga aos proprietários após o carbono parar de acumular para o manter armazenado até ao final do contrato (Kim et al., 2008).

Por ser compatível com as infraestruturas existentes de energia fóssil, o processo de Sequestro e Armazenamento de Carbono (CSS, sigla em Inglês), constitui-se como o meio menos dispendioso de redução das emissões de GEE nas próximas décadas, quando comparado com o custo de desenvolvimento de tecnologias energéticas solares e nucleares (Herzog et al., 2005). No entanto, a questão do sequestro de CO<sub>2</sub> possui duas preocupações relevantes a ter em conta, a sua migração no subsolo, bem como a possível fuga para a superfície (IPCC, 2005). Assim, a questão premente para equacionar este tipo de processo, tanto na sua operacionalização como na sua regulamentação, é garantir a vigilância e a manutenção adequadas dos locais de sequestro a longo prazo. Devem ser assegurados mecanismos institucionais e regulamentares para gerir os riscos a longo prazo, de forma a dissipar as preocupações do público, com a localização e implementação eficaz de projetos de sequestro (Schively, 2007). Quando a área de sequestro atinge a sua capacidade ou limite de armazenamento, devem ser tomadas medidas para isolar o local e monitorizar o comportamento do material injetado, verificando continuamente se o CO<sub>2</sub> permanece subterrâneo.

Este processo apresenta riscos locais e regionais no caso de fugas e o grande objetivo desta tecnologia é conseguir mitigar este risco ambiental e de saúde pública, devendo utilizar para isso, fortes políticas públicas, protegidas por bons regulamentos que imputem a responsabilidade a quem é incumpridor.

Neste contexto, como primeira preocupação, existe a capacidade de detetar e atribuir a culpa pelos danos gerados, a segunda é a responsabilidade que as empresas devem assumir pela injeção e armazenamento, o terceiro problema é o horizonte de tempo entre causa e efeito (Ringleb e Wiggins, 1990). Para equacionar o armazenamento de CO<sub>2</sub> a longo prazo teria que ser desenvolvida uma estrutura legislativa / regulamentar que atribuísse às empresas responsabilidades de armazenamento em estado de perpetuidade (Gerard e Wilson, 2009).

A última fase do processo de sequestro de carbono, e a mais importante, é a monitorização pós-encerramento. Este mecanismo é considerado eficaz para horizontes de tempo fixos e a médio prazo, especialmente quando existe uma tarefa explícita para ser concluída, não funcionando com horizontes de tempo "seculares" de CO<sub>2</sub> sequestrado (Shogren et al., 1993).

Devem ser definidas diferentes funções de gestão pós-encerramento, com preocupações ambientais e de saúde pública abrangidos por um conjunto de instrumentos e considerações climáticas de longo prazo.

Por forma a apresentar várias abordagens de investigação no âmbito do Sequestro de Carbono, apresentam-se de seguida diferentes metodologias associadas. Em todas elas existe a premissa de revelar como pode a infraestrutura verde promover o Sequestro de Carbono em áreas urbanas.



### 4.3.2 Sequestro de Carbono Florestal - FCS

Existem novas metodologias para estimar o sequestro de carbono florestal (FCS, sigla em Inglês) em zonas urbanas. Uma das abordagens poderá ser através da consulta de mapas de ocupação e uso do solo em áreas urbanas e suburbanas como uma abordagem inicial (Zheng et al., 2013). Assim, as estimativas do sequestro líquido de carbono em áreas florestais de contexto urbano são afetadas por variações espaciais tais como a quantidade de terras urbanas envolvidas, a proporção de terras urbanas florestais e as taxas líquidas de crescimento da floresta.

No entanto, esta abordagem pode conter erros associados à recolha de informação, que leva a estimativas de FCS incorretas. Esses erros podem derivar da deteção remota, por exemplo, da inclusão de um fator constante na conversão de habitações para as áreas desmatadas dentro das terras urbanas e florestais, a possível sobrestimação da densidade habitacional que ocorre dentro das terras urbanas e florestas e a utilização de taxas de crescimento médias e não específicas para o local em questão (Zheng et al., 2013).

Para desenvolver uma metodologia de sequestro que tivesse como resultado a apresentação de um mapa rigoroso e com uma explícita orientação espacial, Strohbach e Haase (2012) estimam o armazenamento de carbono das árvores na cidade de Leipzig. Como resultado, o armazenamento médio de carbono em Leipzig é de 11 Mg C ha<sup>-1</sup>, utilizando a cobertura da copa e cobertura do solo, e 12 Mg C ha<sup>-1</sup> apenas com o uso da cobertura do solo para a estimativa. Os valores obtidos, quando comparados, são da mesma ordem de grandeza de valores apresentados noutras cidades na Europa, Ásia e EUA.

A vegetação florestal urbana possui características que fazem variar os valores de armazenamento de carbono, tais como a idade (Rowntree e Nowak, 1991), a composição (Nowak et al., 2002) e o seu historial de manutenção, plantações e cortes (Brack, 2002; Nowak, 1993). Por sua vez, fatores como o tamanho da população e a densidade das cidades demonstrou que, quanto mais elevados estes fatores, menor é a densidade de espaço verde.

Verificou-se que um crescimento urbano florestal sequestra CO<sub>2</sub> atmosférico, no entanto, um espaço verde urbano pode ser também uma fonte de carbono, sendo muitas vezes mal quantificado (Pataki et al., 2011). Em relação ao sequestro, ainda se conhece pouco sobre a sua estabilidade temporal, mas a composição de espécies, a estrutura etária florestal, e a gestão associada, pode variar no tempo, alterando essa estabilidade. No caso de árvores urbanas intensivamente mantidas, Nowak et al. (2002), revela que o sequestro de carbono acabará por ser ultrapassado pelas emissões derivadas da manutenção. Deste modo, os efeitos do sequestro e emissão devem ser considerados na estimativa do potencial de mitigação de CO<sub>2</sub> das florestas urbanas (Escobedo et al., 2011).

### **4.3.3 Abordagem do Ciclo de Vida - LCA**

A utilização do método de Avaliação do Ciclo de Vida (LCA, sigla em Inglês) estima o desempenho ambiental de longo prazo das unidades de cobertura do solo urbano e os seus componentes essenciais (Pauleit e Duhme, 2000). Simultaneamente fornece uma estrutura para o estudo de impactos ambientais ao longo da vida útil de bens e serviços (Tukker, 2000), funcionando como uma estrutura de padrão internacional, mas flexível para se aplicar em diferentes contextos.

Uma das incertezas do inventário associado ao ciclo de vida deriva de acordo com a idade, isto é, nos espaços industriais, florestais ou agrícolas, é fácil perceber a idade ou duração desses locais, no entanto, a infraestrutura verde geralmente não tem um tempo de vida definido ou que possa facilmente ser calculado. Também as previsões de armazenamento de carbono abaixo do solo se revestem de grande incerteza (Strohbach et al., 2012).

### **4.3.4 Sequestro em Zonas Húmidas**

Na análise de diferentes zonas húmidas associadas ao processo de urbanização e espaços urbanos, o seu contributo é fundamental no processo de sequestro de carbono e simultaneamente, da manutenção da biodiversidade.

Nas zonas de turfeira, formadas por zonas húmidas, o carbono acumulado é de 550 Gt e foi sendo armazenado ao longo de milhares de anos (van Roon, 2012). Convém referir, no enquadramento deste dado que ele representa o dobro do carbono de toda a biomassa florestal do mundo e cerca de 75% do existente na atmosfera (UNEP, 2007a).

É com base na revelação de que as turfeiras são espaços essenciais para o armazenamento e sequestro de carbono que a Organização das Nações Unidas (UNEP, 2007a), e o Centro Global de Zonas Húmidas Internacionais (Ramsar), apelaram para a conservação e renovação de turfeiras para proteger e aumentar o armazenamento de carbono. Por ser considerado um excelente investimento, uma vez que as turfeiras sequestram o carbono, de forma mais rentável, do que outras medidas (UNEP, 2007a), as políticas e a própria gestão destes locais deve ser pensada de forma estratégica. No sentido de produzir maiores ganhos, a biodiversidade inevitavelmente aumenta, e pode ser potenciada pela sua ligação em corredores ecológicos (van Roo, 2012).

Apesar desta evidência, a manutenção das zonas húmidas é cada vez mais difícil, principalmente em contextos urbanos, embora exista uma preocupação em manter estes espaços, mesmo que reduzidos, em processos de urbanização. Como exemplo, alguns Municípios do sul da Holanda e a cidade de Roterdão, buscam nos subsídios e apoios financeiros um auxílio para o desenvolvimento de uma neutralidade em Carbono que, através da existência de zonas húmidas nestes locais, contribui, de forma fundamental, para o sequestro do carbono (van Roon, 2012).

As turfeiras podem, de forma similar, minimizar os impactos da mudança climática e auxiliar na manipulação dos fluxos de águas subterrâneas em zonas urbanas, ao mesmo tempo que minimizam a descarga de nutrientes. A auxiliar as áreas urbanas na sua tarefa de reduzir impactos, tanto os corredores ecológicos, que incluem pântanos e outros espaços arborizados, como as zonas adjacentes às áreas urbanas densamente povoadas, leva ao equilíbrio entre os fluxos que ocorrem nas duas realidades, podendo as zonas de caráter rural "amortecer" alguns desses impactos.

É importante que as políticas equacionem o sequestro do carbono como solução, promovendo ações como a redução da desflorestação e a promoção de novas áreas florestais a diferentes níveis, local, nacional e internacional (Caplan, 2011).

Como forma de atingir este objetivo, é essencial caracterizar o papel do mercado num modelo de sequestro de carbono, que seja incorporado numa base já existente de negociações e de políticas multi-instrumentais, existentes em acordos sobre mudanças climáticas internacionais, estimuladas pelo Protocolo de Quioto (UNFCCC, 1998).

Para os investigadores, os locais de sequestro de baixo custo estão localizados nas regiões do mundo em desenvolvimento, como a África Subsaariana, sudeste do Brasil, e sudeste da Ásia, onde ocorrem intensos processos de urbanização e os riscos de desflorestação são mais elevados.

#### **4.4 Importância da Infraestrutura Verde**

A importância dos espaços verdes nas cidades é elevada, ainda mais considerando a visão da sua influência no ciclo de carbono. Só por si, a existência de um espaço verde pode não garantir os processos de mitigação, nomeadamente o sequestro de carbono; a eles é necessário acrescentar um olhar crítico e compreender, no âmbito dos seus fluxos e existência, qual a melhor forma de ocorrerem. Assim sendo, a vegetação nas cidades é muitas vezes construída, plantada e mantida intensivamente, ações que têm associado um aumento das emissões de CO<sub>2</sub> (Nowak et al., 2002).

Existem diversos estudos que se referem às florestas urbanas como essenciais para o fornecimento de um serviço ambiental, um dos quais é o sequestro e armazenamento de carbono. Alguns destes estudos foram desenvolvidos por diferentes autores e em diferentes locais como: EUA (Churkina et al., 2010; Hutyra et al., 2011; Nowak, 1994; Nowak e Crane, 2002; Rowntree e Nowak, 1991); Alemanha (Kändler et al., 2011); Reino Unido (Davies et al., 2011); Espanha (Chaparro e Terradas, 2009); Coreia (Jo, 2002); China (Zhao et al., 2010); Austrália (Brack, 2002).

Desta recolha, é de salientar que se devem implementar medidas de aumento da área de floresta urbana, considerando a sua complexa interação com processos biofísicos, o que leva à criação de padrões distintos de armazenamento de carbono (Strohbach e Haase, 2012).

É assim necessário possibilitar o sequestro de Carbono, dado o elevado potencial que as florestas, o manto vegetal e a matéria orgânica possuem, com uma influência direta no ciclo global do carbono. A importância de aumentar e manter os ecossistemas com grandes quantidades de biomassa e solos estáveis, permite que os espaços florestais cumpram com os objetivos de se tornarem sequestradores de carbono a médio/longo prazo. Os esforços de combate às alterações climáticas devem possibilitar a remoção de parte do CO<sub>2</sub> atmosférico por sequestro e no interior da área urbana (Nowak e Crane, 2002).

As florestas urbanas, definidas como a soma de toda a biomassa e vegetação que se desenvolve em torno de assentamentos humanos densos (Konijnendijk et al. 2006), podem sequestrar e armazenar uma grande quantidade de carbono nas cidades como comprovaram os estudos de autores como Brack (2002); Hutyra et al. (2011); Jo (2002); Nowak e Crane (2002); Zhao et al. (2010). As árvores urbanas influenciam o clima local, os ciclos de carbono, e as alterações climáticas (Abdollahi et al., 2000; Gill et al., 2007; Lal e Augustine, 2012).

Referindo-se especificamente ao papel das árvores e florestas urbanas, Nowak et al. (2013) indica que as árvores funcionam como um sumidouro para o CO<sub>2</sub>, através da fixação de carbono durante a fotossíntese e armazenamento de carbono, pela biomassa. Este processo de fixação de longo prazo de CO<sub>2</sub> nas florestas, não se configura como um processo estático e apresenta uma dinâmica ao longo do tempo com o seu crescimento, morte e decadência. As árvores em áreas urbanas sequestram maiores quantidades de carbono à medida que crescem, e as que atualmente armazenam carbono, podem potencialmente devolver esse carbono para a atmosfera, após a sua morte (Nowak, 1993).

O crescimento e a mortalidade das árvores são os fatores que influenciam, de forma mais expressiva, o fluxo do carbono na infraestrutura verde. Os dados existentes de taxas de crescimento da vegetação na bibliografia, não devem ser utilizados de forma aleatória, mas sim num contexto similar, uma vez que as condições de crescimento são variáveis no local onde se inserem, mesmo que considerando a mesma espécie. O ideal é compreender no terreno e caso a caso cada uma das taxas a utilizar ou recorrer a valores já existentes que tenham sido usados em contextos similares. Por exemplo, Nowak et al. (2002) utilizou taxas de crescimento anual de 0,58 cm para espécies de crescimento lento, 0,84 cm nas espécies de crescimento moderado e 1,09 cm para árvores de crescimento rápido nos Estados Unidos. No entanto outros autores utilizam taxas por tipo de espécie, por exemplo, Bühler et al. (2007) admitiu, para o crescimento anual de árvores jovens nas ruas de Copenhaga, os valores: *Acer* - 0,69 cm; *Fraxinus* - 0,98 cm; *Prunus* - 1,35 cm, *Quercus* - 0,69 cm, *Acacia* - 1,15 cm e *Tilia* - 0,85 cm.

Assim, a abordagem ao espaço verde na pesquisa de determinar qual o mais eficiente no sequestro e armazenamento de carbono é distinta, tendo em conta vários fatores: a tipologia de vegetação, o clima da região e os indicadores de urbanização como população, ocupação,

distribuição, poluição, entre outros. Nos estudos de sequestro de carbono, grande parte da dificuldade é a questão da incerteza que deriva das taxas de crescimento e mortalidade das árvores. Se o processo for dominado pelo sequestro de Carbono, este constitui-se como armazenador, se pelo contrário a decomposição for o processo que mais se verifica, a situação torna-se pouco desejável uma vez que o local passa a constituir-se como uma fonte de Carbono. Esta variação é fundamental para compreender o processo de sequestro pela vegetação. Como apontou Strohbach et al. (2012), uma taxa de mortalidade de 0,5% a 4% que ocorra numa floresta ou espaço arborizado pode reduzir o sequestro em mais de 70%. Qualquer que seja o processo dominante, sequestro ou decomposição, assim é determinado se um ecossistema é um armazém ou uma fonte de carbono (Schimel et al., 2001). Adicionalmente, Nowak et al. (2002) estudou os efeitos da manutenção e seleção de espécies no sequestro de CO<sub>2</sub> em florestas urbanas, e denomina o momento em que a árvore abandona o sequestro e armazenamento como o "último ponto positivo", referindo que este ocorria, na maioria dos casos, após os 500 anos de idade da floresta. No entanto, o importante a reter deste estudo é que muito antes de um espaço florestal se tornar um local de armazenamento permanente, ele atua inicialmente como dissipador por um longo período de tempo.

A questão temporal envolvida nas dinâmicas de sequestro e armazenamento pela vegetação foi abordada pelo IPCC (2001), equacionando neste caso o potencial da política de redução de GEE. Assim sendo, a questão da permanência engloba a dinâmica do tempo a as próprias opções de sequestro. As principais problemáticas referem-se a (Kim et al., 2008):

- 1) Diferentes taxas de acumulação ao longo do tempo.
- 2) Falta de uma permanência de carbono sequestrado a longo prazo.
- 3) Definição de um contrato por um período de tempo limitado.

Um dos fatores que influencia o fluxo do carbono nos espaços verdes é a forma como esse espaço é concebido e gerido. Como exemplo, uma plantação de povoamentos arbóreos densos, que terão de ser mantidos de forma mais intensa, pode parecer inicialmente uma boa solução, mas assim não se verifica, uma vez que as emissões resultantes da manutenção não permitem que, no balanço final, o espaço seja considerado um local de sequestro de carbono. No entanto, e sendo a manutenção dos espaços um importante fator para o fluxo do carbono, esta deve ser feita de forma a reduzir as emissões de utilização de equipamentos (Strohbach et al., 2012). Também a fase de seleção das espécies é importante, estas devem adequar-se ao local e a sua manutenção ser reduzida (Nowak et al., 2002). Porém, convém referir que a manutenção das árvores não representa o maior contributo das emissões totais, sendo que, resultados de Strohbach et al. (2012) indicam que as emissões de manutenção das árvores seriam compensadas pelo aumento de sequestro de Carbono. Outra forma de reduzir as emissões é

utilizar nos equipamentos motorizados, combustíveis menos poluentes, como o biodiesel (Solà et al., 2007).

Nas cidades mais compactas, a falta de espaço para a colocação de árvores e parques pode limitar o seu crescimento. No entanto, existem diversos terrenos, públicos e privados que, com recurso a um *design* inovador, e com a colocação de espaços verdes arborizados, tornaria o processo de sequestro mais rápido e eficiente (Jim, 2004; Pincetl, 2005). Uma análise da pegada de carbono também pode ajudar os planeadores e paisagistas a melhorar o desempenho ambiental de longo prazo da infraestrutura verde urbana, mesmo a não convencional como as coberturas e paredes verdes.

Os estudos de modelação foram densamente desenvolvidos tendo em conta essencialmente os valores de emissões atmosféricas de CO<sub>2</sub> e as alterações climáticas em modelos dinâmicos globais de vegetação (DGVM, sigla em Inglês) (Cramer et al., 2001), ou em modelos de carbono terrestre mais simples e que traduzem a distribuição do ecossistema como constante no tempo (Cao e Woodward, 1998; Meyer et al, 1999).

A utilização de outros modelos alternativos, combinados com a eficiência computacional atualmente atingida, torna possível analisar uma variedade de cenários de emissões de GEE e os caminhos de concentração desses gases, permitindo hipóteses alternativas, por exemplo, para as relações entre a respiração do solo e aquecimento, com a produção de CO<sub>2</sub> atmosférico. Assim, com o uso da modelação existe a capacidade de estimar parte da incerteza do futuro do armazenamento de carbono terrestre e simultaneamente a incerteza associada ao CO<sub>2</sub> projetado e às mudanças climáticas (Joos et al., 2001).

O processo de sequestro de Carbono pela vegetação urbana é difícil de quantificar, não só porque os valores de armazenamento não são regulares ao longo da vida das plantas, mas porque existem fatores, essencialmente relacionados com a sua manutenção, provocando nestes espaços a possibilidade de serem fontes de emissão de CO<sub>2</sub>. Acrescentando a isto, pouca atenção tem sido dada ao desenvolvimento de uma compreensão da infraestrutura institucional, social e política necessária para implementar projetos de captura e sequestro de carbono (Gerard e Wilson, 2009).

#### **4.4.1 A Infraestrutura Verde Urbana como Agente de Mitigação e Adaptação**

No contexto das soluções de desenho urbano, a infraestrutura verde é considerada uma mais-valia no que se refere ao combate das alterações climáticas. Apesar de ter sido fortemente abordada tendo em conta a sua capacidade de sequestro de GEE, as recentes propostas que tentam reunir as ações de mitigação e adaptação levaram à promoção da infraestrutura verde urbana no âmbito do enquadramento nos processos de planeamento do território. Apesar de reconhecer o papel desta infraestrutura na adaptação de eventos climáticos e na mitigação de GEE, a bibliografia revela que, em termos de capacidade de sequestro de carbono, a infraestrutura verde tem que cumprir o papel hercúleo de mitigar os GEE muito acima das suas

capacidades, essencialmente em áreas urbanas mais densas. Mesmo assim, a Infraestrutura Verde (IV) possui uma importância que é hoje inequívoca, com detalhadas evidências em muitos dos estudos de desenho urbano.

Na maioria dos estudos, são detalhadas as taxas anuais de sequestro e armazenamento de CO<sub>2</sub> em diferentes contextos urbanos globais. No entanto existem outras investigações que se debruçam sobre as distintas funções da infraestrutura verde (IV) de uma forma mais abrangente. Apesar de nesta investigação se equacionar o papel de sequestro da IV, é importante estabelecer todas as vantagens da sua implementação no espaço urbano na tentativa de paralelamente, justificar o aumento e presença destes espaços mitigadores e adaptativos.

Em relação à capacidade de sequestro, os valores das taxas registadas na bibliografia e como seria expectável, são extremamente variáveis de cidade para cidade. Como exemplo refere-se o estudo de Baró et al. (2015) em que os resultados indicaram taxas anuais de sequestro de carbono no valor de 1,05 toneladas / hectare em Roterdão e de 3,66 toneladas / hectare para Berlin. Adicionalmente, Nowak et al. (2013) identificou como valor médio de taxa de sequestro anual de carbono (na cobertura arbórea urbana de 28 cidades de seis estados norte Americanos) de 2,05 toneladas de carbono / hectare. Voltando ao estudo de Baró et al., (2015), o valor intermédio registado na sua análise refere-se à cidade de Salzburgo com uma taxa de sequestro de 2,39 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano e por hectare. A proximidade entre os dois valores, embora não seja relacionável diretamente pelas diferenças que estabelecem os dois estudos, permite que seja estabelecida uma relação de comparação no sentido de validar os resultados. Seria interessante comparar outros valores no sentido de compreender se esta média se mantém em outros locais do globo.

Os valores demonstram a clara influência da infraestrutura verde nos processos de mitigação de GEE, essencialmente de CO<sub>2</sub>, comprovando que a infraestrutura verde urbana contribui para o combate das mudanças climáticas, pois remove diretamente da atmosfera o CO<sub>2</sub>, através do processo fotossintético. No entanto, diferentes avaliações também revelam que continua a ser difícil concluir e declarar de forma inequívoca a contribuição real de infraestrutura urbana verde (Demuzere et al., 2014; Baró et al., 2015). A variação das taxas anuais de sequestro revela que estas dependem da condição do local e da própria composição da infraestrutura verde. É por isso necessário considerar todas as fases que contemplam a sua instalação, desde a tipologia de vegetação e a seleção de espécies, o tipo de manutenção e os regimes de crescimento, por serem fatores altamente influenciadores da capacidade de mitigação do CO<sub>2</sub>.

Deste modo, alguns autores defendem que atualmente não existe nenhum método que possa avaliar diretamente o sequestro de CO<sub>2</sub> pela infraestrutura verde urbana, adicionando que a grande maioria das abordagens metodológicas testadas dependem de estimativas indiretas e por isso, com um grau de incerteza considerável (McHale et al., 2009). A corroborar estas afirmações apontam-se os resultados do estudo de Velasco et al. (2016), realizado para duas cidades (sub) tropicais, onde é sugerido que, tal como acontece nas cidades de clima temperado,

a vegetação urbana possui uma capacidade muito limitado ou nula para reduzir as emissões de GEE diretamente do processo de sequestro de carbono é (Velasco et al., 2016).

Embora existam muitos benefícios ambientais e sociais para a existência da vegetação urbana, as pesquisas recentes apontam-lhe um papel limitado como uma medida eficaz para aumentar o sequestro de carbono (Velasco et al., 2016).

Quando o objetivo da infraestrutura verde é mitigar as emissões dos habitantes de uma cidade, os projetos de espaços verdes são insuficientes neste papel uma vez que as necessidades de solo e de infraestrutura verde são demasiado elevadas. Mesmo assim, e apesar de todos os constrangimentos, a infraestrutura verde urbana deve ser observada no sentido da sua contribuição mais ampla nos esforços que as cidades concretizam para diminuir as emissões de GEE (Strohbach et al., 2012).

Porém, a vegetação não tem como único contributo funcionar como agente mitigador. Observada de uma forma mais ampla, a IV é capaz de contribuir mais para a adaptação do que para a mitigação das alterações climáticas.

Nos estudos que orientam a pesquisa para o papel mais amplo da IV, as conclusões que os investigadores têm obtido indicam que esta pode ter uma modesta contribuição, pelo menos no nível central da cidade, para as medidas de mitigação urbana destinadas a reduzir as emissões de poluentes atmosféricos e GEE na fonte, associada à gestão do tráfego rodoviário ou a medidas de eficiência energética, e / ou a políticas de adaptação destinadas a fazer face a extremos de calor (Baró et al., 2015), sugerindo que os aumentos no sequestro direto de carbono pela infraestrutura verde provavelmente não serão um meio efetivo para alcançar localmente a redução de CO<sub>2</sub> (de acordo com Pataki et al., 2011).

Focando especialmente a tipologia de vegetação e o seu papel bioclimático, os autores Alexander et al., 2016 concluem que o cenário de desenvolvimento ótimo é aquele que preserva uma maior proporção global de cobertura vegetal. Referem ainda que uma solução eficaz é a inclusão de vegetação fotossinteticamente ativa durante os meses de verão e que assim permaneça durante os meses de inverno que serve para promover a absorção de energia pela vegetação e assim, aumentar o aquecimento latente.

Nesta perspetiva, a relevância dos benefícios da infraestrutura verde foi analisada por Demuzere et al. (2014) no sentido de compreender a sua relação considerando três escalas espaciais, a cidade, o bairro e locais específicos. O autor indica que o planeamento e a gestão da infraestrutura verde urbana e a mitigação e adaptação das alterações climáticas, necessita de uma abordagem holística, considerando as dinâmicas espaço-temporais. Uma das formas que defendem de lidar com essa complexidade, é proceder a uma análise dos benefícios da infraestrutura verde em relação a diferentes escalas espaciais. O recurso a diferentes escalas espaciais permite identificar as atividades e capacidades de diversos atores locais para apoiar, regionalmente, a gestão holística da infraestrutura verde, e o seu contributo para as alterações



climáticas. A menor escalas, a capacidade de sequestro vai-se dissipando e por isso é de menor relevância para o sequestro e armazenamento de CO<sub>2</sub>, em detrimento de escalas superiores que, por enquadrarem áreas de maior dimensão, são representativas de um volume mais significativo de sequestro e armazenamento de CO<sub>2</sub>. Isto indica que, se as grandes áreas não forem geridas de forma conveniente ou se ocorre uma perda, por exemplo, com um incêndio, os valores de sequestro dificilmente serão compensados com soluções de pequena escala (Demuzere et al., 2014).

#### **4.5 Ferramentas i-Tree e Aplicação i-Tree Canopy**

Em 2006 foi lançado o programa i-Tree Tools, desenvolvido pela USFS (United States Forests Services) e USDA (United States Department of Agriculture).

Este conjunto de ferramentas tem como principal objetivo contribuir para a avaliação e gestão de florestas e árvores dos espaços públicos e da comunidade em geral. São nesta perspetiva, ferramentas de auxílio à gestão e defesa da floresta urbana através da quantificação dos serviços ambientais que esta presta. É importante referir que estas ferramentas são desenvolvidas e, periodicamente revistas, de acordo com parâmetros rigorosos e de base científica, pela USFS. Adicionalmente, estas aplicações estão em domínio público, são de livre acesso e fácil de utilizar.

Existem diversos estudos que têm por base estas ferramentas, utilizadas por organizações sem fins lucrativos, consultores, voluntários e investigadores que indicam que este conjunto de ferramentas permite obter informação sobre as árvores, tanto individuais como em floresta, presentes em bairros, cidades ou até regiões ([www.itreetools.org](http://www.itreetools.org)), demonstrando assim a capacidade de ser aplicada em diferentes escalas, posicionando-se de acordo com os objetivos dos diferentes projetos.

##### **4.5.1 Tipos de Ferramentas i-Tree**

Apesar de terem sido concebidas com base no território dos EUA, existem diversas referências na bibliografia que se referem a contextos europeus. Neste contexto, faz-se referência a 3 artigos consultados, um realizado para nos EUA e dois na europa. 1) Nowak et al. (2013), Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States; 2) Baró et al. (2014), Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain; 3) Baró et al. (2015), Mismatches between ecosystem services supply and demand in urban areas: a quantitative assessment in five European cities.

No primeiro exemplo, Nowak et al. (2013) recorrem ao modelo i-Tree Eco (anteriormente designado UFORE – Urban Forests Effects, (ver Nowak e Crane, 2000) para a recolha de dados

numa amostra aleatória de parcelas com 0,04 hectares e 0,067 hectares em cidades áreas urbanas dos diferentes estados norte americanos.

Na segunda referência (Baró et al., 2014), os autores utilizam o modelo i-Tree Eco para quantificar os benefícios biofísicos e monetários dos ecossistemas, tais como a purificação do ar e a regulação global do clima, e adicionalmente dados da poluição do ar, na cidade de Barcelona. Este modelo permitiu aos investigadores recolher dados de campo sobre a estrutura das florestas urbanas, abrangendo 579 pontos aleatórios distribuídos pela cidade.

No último artigo referenciado (Baró et al., 2015), com uma investigação mais abrangente desenvolvida para cinco cidades europeias (Barcelona, Berlim, Roterdão, Estocolmo e Salzburgo), o modelo i-Tree Eco foi utilizado de modo idêntico ao que se indicou no artigo anterior. Adicionalmente utilizaram a aplicação *i-Tree Canopy* para a fotointerpretação do solo urbano, numa amostragem aleatória de 500 pontos para cada cidade considerando três classes de vegetação e cobertura de solo, árvores de folha caduca, árvores de folha perene e cobertura “não-árvore”.

Num outro artigo, e embora a metodologia utilizada não contemplasse este grupo de ferramentas, Strohbach e Haase (2012) referem-se à facilidade em analisar, através das fotos aéreas e imagens de satélite de diferentes épocas e disponíveis pela Google, as mudanças de cobertura de vegetação fazendo referência às ferramentas i-Tree.

#### **4.5.2 Aplicação *i-Tree Canopy***

No geral, esta aplicação permite que os utilizadores estimem, de forma simples, as coberturas arbóreas assim como de outras classes previamente definidas (estradas, edifícios, arbustos, entre outros), para as cidades ou outros espaços definidos consoante as exigências do projeto.

É considerada uma aplicação porque durante o seu uso, o trabalho é desenvolvido numa plataforma *online*, embora fique guardado num diretório definido pelo utilizador. Assim, para analisar determinado território com esta ferramenta é necessário: importar um ficheiro com a delimitação da área a analisar; nomear as classes de uso do solo que se pretendem conhecer. Por defeito a aplicação cria duas classes, “Tree” Ou “Non-Tree” que podem ser manipuláveis na sua nomenclatura; por fim é possível dar início à classificação dos pontos que, aleatoriamente, a aplicação seleciona dentro dos limites da área do projeto que foi fornecida na fase inicial.

A base de trabalho desta aplicação é o Google Earth. Quanto maior for o número de pontos aleatórios classificados, mais exata é a análise, diminuindo o erro associado. Convém referir que a limitação desta aplicação se refere à experiência do utilizador na interpretação do território e das imagens de satélite e depende, obviamente, da qualidade das imagens da plataforma utilizada (neste caso, o Google Earth).

Em relação aos resultados, esta aplicação permite obter informação não apenas do sequestro de CO<sub>2</sub>, mas dos benefícios ambientais associados a outros GEE, assim como indica uma

referência do valor monetário associado a esse benefício. As imagens com a demonstração do *layout* e com a demonstração do quadro tipo de resultados da aplicação *i-Tree Canopy* ([www.itreetools.org](http://www.itreetools.org)), apresentam-se no Anexo II.

Por fim, é importante referir que os créditos para o conceito e protótipo desta aplicação são de David J. Nowak, Jeffrey T. Walton e Eric J. Greenfield (USDA Forest Service), tendo inicialmente concebido o modelo UFORE (Urban Forest Effects Model). Atualmente o desenvolvimento desta aplicação e adaptação ao modelo *i-Tree* é da responsabilidade de David Ellingsworth, Mike Binkley e Scott Maco ([www.itreetools.org](http://www.itreetools.org)).

#### 4.6 Síntese

A infraestrutura verde apresenta como vantagem, ao nível do combate climático, a possibilidade de sequestrar e armazenar carbono da atmosfera por processos naturais. No entanto, os espaços verdes devem ser projetados, mantidos e geridos para que possam funcionar, o máximo de tempo possível, como sequestradores de CO<sub>2</sub> atmosférico. Neste contexto, deve existir uma consciência de que, todos os elementos que possam contribuir como emissores de GEE devem substituir-se, fornecendo à infraestrutura verde uma maior eficiência neste domínio.

Adicionalmente, é importante reter que o planeamento, por equacionar os usos do solo, pode funcionar como guia na indicação da melhor forma de conceber, manter e gerir esta estrutura e espaço verde urbano. Assim, é essencial considerar as condições do local de crescimento, o clima, as taxas de crescimento das espécies, a tipologia de espécies e os indicadores de urbanização que exercem pressão sobre esta infraestrutura. Um espaço verde urbano que se revelou importante pelas análises que se demonstraram, foram as florestas urbanas.

Para além do sequestro, o Carbono pode ainda ser fixado por outro tipo de processos, mais exigentes em tecnologia. Porém, e pela incerteza associada ao processo, principalmente no que se refere à sua manutenção, é ainda um exercício que carece de investigação.



## CAPÍTULO V

### O PLANEAMENTO URBANO E A MUDANÇA DO CLIMA

#### 5.1 Introdução

À luz do que é referido no Relatório Brundtland, "*Our Common Future*", publicado em 1987, não devemos nós, com as nossas ações, comprometer o futuro das gerações vindouras, deixando-lhes como herança um planeta sem solução. Este relatório foi um dos responsáveis pelo aparecimento do conceito de sustentabilidade, que embora tenha proliferado em diversos domínios, foi responsável pelo aparecimento de novas metodologias aplicadas essencialmente aos espaços urbanos.

É na consideração de que as cidades e o seu metabolismo são os principais responsáveis pela emissão de GEE e, conseqüentemente, das alterações climáticas, que se iniciam os estudos espaciais, muitos deles com recurso ao Planeamento do Território, para mitigar e adaptar os espaços urbanos a um dos grandes desafios do século XXI.

Neste contexto, é importante referir que a área de solo urbano, nos países da OCDE, duplicou desde meados da década de 1950 e, fora da OCDE, cresceu até cinco vezes. Isto tem conseqüências importantes para as alterações climáticas, tanto mais que as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes dos transportes tendem a aumentar à medida que a densidade populacional diminui. O planeamento integrado, entre os diferentes níveis de governo e entre as diferentes partes interessadas, traduz-se numa oportunidade para reduzir as emissões de GEE e gerir, de modo proactivo, o risco e a vulnerabilidade das mudanças climáticas através da redução da expansão urbana (OCDE, 2014).

Os eventos climáticos extremos como incêndios, furacões, tempestades, cheias e secas, funcionam como motivadores do planeamento para a adaptação e mitigação (Füssel, 2007; Hamin, 2011). É na concretização destes eventos, com conseqüências trágicas para as populações, que surge um novo estímulo para planear e agir, sendo que, as variações graduais que refletem a mudança climática, como a subida do nível do mar e a temperatura média, não contribuem especialmente para este estímulo. O que se espera que ocorra com a alteração do clima é que esta se constitua, nas próximas décadas, numa das forças / pressões mais relevantes de transformação da paisagem (IPCC, 2007; UNEP, 2007b; Rannow et al., 2010). Esta mudança ocorrerá segundo uma grande variedade de potenciais impactos que diferem em intensidade e efeito, de acordo com a vulnerabilidade da região (EEA, 2008), vulnerabilidade essa que dependerá da capacidade de cada local em diminuir a exposição ao risco climático.

De entre todas as consequências das alterações climáticas as mudanças espaciais são as mais evidentes. Na perceção desta realidade, a sociedade, essencialmente no papel dos investigadores, políticos e público em geral, tende a envolver-se cada vez mais e de forma mais intensa, verificando que o Planeamento do Território poderá abordar esta problemática global.

Apesar da quantidade de produção de literatura sobre as alterações climáticas, no domínio do Planeamento do Território e das mudanças climáticas, os recursos bibliográficos foram classificados, por Davoudi et al. (2009) como "limitados e desiguais". No domínio científico, as definições servem de auxílio à compreensão dos problemas, sendo que, nos processos climáticos que envolvem o planeamento territorial, diversas definições devem ser tidas em conta, tanto as relacionadas com as ações climáticas, desde logo a mitigação e a adaptação, assim como as referentes ao Planeamento Territorial.

Deste modo, o ordenamento do território foi definido na Carta Europeia de Ordenamento do Território, também denominada "Carta de Torremolinos", adotada em 1983 pela Conferência Europeia dos Ministros responsáveis pelo Ordenamento do Território (CEMAT, sigla em inglês) como a "expressão geográfica das políticas económicas, sociais, culturais e ecológicas da sociedade." Constitui-se simultaneamente como "uma disciplina científica, uma técnica administrativa e uma política desenvolvida através de uma abordagem interdisciplinar e abrangente voltada para um desenvolvimento regional equilibrado e para a organização física do espaço de acordo com uma estratégia global" ([www.coe.int](http://www.coe.int)).

Os sistemas de planeamento do território referem-se aos processos e métodos utilizados pelos setores público e privado para influenciar a distribuição de pessoas e atividades em espaços de diversas escalas. Assim, o planeamento espacial pode ser definido como a coordenação de práticas e políticas que afetam a organização do espaço (Van Assche et al., 2013).

As atividades de ordenamento do território são levadas a cabo a diferentes níveis administrativos ou governamentais (nacional, regional e local), enquanto as atividades de cooperação nesta matéria podem ser desenvolvidas em contextos transfronteiriços, transnacionais e europeus.

Sendo o objetivo geral do planeamento assegurar a proteção, saúde e garantir o bem-estar das populações (Wheeler, 2004; Low et al., 2005), os serviços que presta, como as infraestruturas, o controlo da expansão urbana, a localização de equipamentos e indústrias e a criação de espaços de recreio e lazer, devem ser considerados. Nas últimas décadas, as abordagens do Planeamento Territorial incluíram a proteção ambiental, a participação pública e o desenvolvimento sustentável, temáticas que, nos dias de hoje, se encontram completamente estabelecidas nos processos de planeamento do território.

Em relação aos conceitos climáticos, o IPCC (2012), define a mudança climática como "uma alteração no estado do clima, que pode ser identificada por variações na média e/ou na variabilidade das suas propriedades e que persiste por um período de tempo prolongado, tipicamente décadas." Acrescentam ainda que a alteração do clima tem como origem os

processos naturais internos e externos, e/ou as mudanças antropogénicas que ocorrem de forma persistente na composição da atmosfera e uso do solo. Por sua vez, os impactos das mudanças climáticas (IPCC, 2007) têm como definição um produto de exposição e sensibilidade a estímulos climáticos. Neste contexto, a exposição descreve a natureza e o grau a que um sistema é exposto a variações climáticas significativas, enquanto a sensibilidade é o grau a que um sistema pode ser afetado, quer negativa ou positivamente, pela variabilidade ou alteração do clima.

O grande desafio desta e das futuras gerações será o de promover uma diminuição do grau de exposição às alterações do clima, desenvolvendo a capacidade de reduzir os acontecimentos que as provocam, impulsionando a mitigação dos GEE e, simultaneamente a adaptação aos impactos dessas alterações. Na consideração do processo de planeamento como um instrumento essencial ao estudo das alterações do clima, este deve ser "reajustado" ao recente contexto de transformação, debate que será abordado nesta revisão.

## **5.2 O Planeamento do Território e as Ações de Mitigação e Adaptação**

No seguimento das definições de mitigação e adaptação apresentadas, é importante no contexto desta tese, fazer referência à temática do Planeamento Territorial para cada uma destas ações. Sendo certo que, o processo de planeamento, essencialmente urbano, se iniciou com a necessidade de adaptar os territórios aos eventos climáticos, é hoje em dia inequívoco que as ações de mitigação podem ser igualmente estabelecidas através dos instrumentos de planeamento, tema investigado nesta dissertação.

Neste contexto, na análise da relação entre as ações de mitigação e adaptação com o planeamento urbano, vários autores reforçam a ideia de que a adaptação pode ocorrer na antecipação de impactos, tendo um carácter pró-ativo (Füssel, 2007). A atitude pró-ativa é um conceito que decorre da necessidade de, através do Planeamento do Território, adaptar os espaços urbanos aos eventos climáticos, sendo uma forma mais económica e segura de agir (Picketts et al., 2013), em detrimento de remediar os impactos após o evento. A mitigação, mais estruturada e desenvolvida em termos práticos, é considerada atualmente como uma ação necessária, no entanto, complementada com a adaptação que deve ser prioritária. Deve ainda reconhecer-se que a diferença entre as ações de mitigação e adaptação não é clara; a mitigação pode também ser considerada uma ferramenta para alcançar a adaptação (Biesbroek et al., 2009), se as ações implementadas forem sinérgicas nos dois sentidos.

A revisão de planos destinados a combater as alterações climáticas evidencia uma evolução dos métodos de Planeamento em três níveis: o primeiro, e que tem sido utilizado por um grande número de cidades, é o uso de políticas de mitigação que visam a redução das emissões de GEE. Utilizado por um menor número de cidades, o segundo método utiliza as políticas de adaptação, embora considere as de mitigação, mesmo que separadamente. Mais recentemente e por isso ainda menos utilizadas, existem as práticas de Planeamento que promovem tanto as

políticas de mitigação como adaptação, intimamente associadas a uma maior integração das políticas espaciais, sociais e económicas. O resultado final deste terceiro tipo de prática, é a construção de uma nova abordagem emergente para o Planeamento, denominada como Planeamento para Abordar as Alterações Climáticas (CCPA, sigla em inglês) (Jabareen, 2013).

Enquadrada a evolução das ações climáticas na prática do planeamento territorial, abordam-se nos pontos que se seguem, algumas das referências que articulam o planeamento e a adaptação, o planeamento e a mitigação e, no final, a relação do planeamento com as duas ações, a adaptação e a mitigação, considerando que, tal como se referiu anteriormente, as duas ações podem ser complementares.

### **5.2.1 Planeamento e Adaptação**

Embora existam referências na literatura sobre o processo de planeamento de adaptação, são ainda poucos os planos municipais implementados, demonstrando que as práticas de planeamento dos governos locais, com vista à adaptação do território aos eventos climáticos não estão consistentemente estabelecidas (Hurlimann e March, 2012).

A adaptação climática decorre de um sistema influenciado e ajustado pelos efeitos inesperados e desconhecidos da mudança. Neste sentido, a adaptação refere-se à redução, quer dos impactos, quer da vulnerabilidade do território, aumentando simultaneamente a sua capacidade de absorção desses impactos (Swart et al., 2009).

O planeamento de adaptação climática enquadra duas ações distintas, a ação reativa, que ocorre após o evento, e a ação pró-ativa ou antecipatória. Na perspetiva do afastamento temporal que distingue os dois tipos de ação, um plano de adaptação deve estabelecer medidas nos dois sentidos, ou seja, se a “atitude” antecipatória não for suficiente na absorção dos impactos causados pelo fenómeno climático, o plano deverá estabelecer medidas para agir de forma reativa.

Na tentativa de aproximar o planeamento à adaptação, Wheeler (2008) refere que os planos futuros desenvolvidos para a mudança do clima devem:

- (1) Definir objetivos que resolvam adequadamente o problema;
- (2) Promover o enquadramento do planeamento de longo prazo em que o progresso dos objetivos deve ser monitorizado e estes revistos sempre que necessário;
- (3) Definir uma gama de medidas para adaptar às mudanças climáticas;
- (4) Implementar ações por meio de compromisso com recurso a regulamentos e incentivos para reduzir os impactos;
- (5) Definir estratégias para aprofundar a consciência pública da necessidade de mudanças no seu comportamento.



Numa proposta metodológica com vista ao desenvolvimento de um processo de planeamento adaptativo, os autores Hurlimann e March (2012), referem que este se deve configurar como apresentado no Quadro 3.

Quadro 3: Metodologia para o processo de planeamento adaptativo. Adaptado de Hurlimann e March, 2012.

Ferramentas de Planeamento	Descrição geral
Visão / Missão	Determina o mapa geral de resultados futuros, com a definição das direções e motivações para a mudança.
Planeamento estratégico	Define uma mudança direcional conforme as necessidades e/ou oportunidades, através de uma nova política ou novos conhecimentos adquiridos. Alcança benefícios de coordenação e reconhece a interdependência de uma variedade de componentes e ferramentas do plano.
Agenda / Projeto base	Define as atividades específicas e os projetos base a serem desenvolvidos
Política / Regulação	Pré-define as regras que proporcionem justiça e consistência e auxiliem na coordenação das ações individuais para atingir as metas definidas.
Design (desenho / projeto)	Determina as ações específicas localizadas no território.

Assim, e de acordo com os conteúdos apresentados no quadro, os autores definem várias ferramentas de planeamento que enquadram todas as fases do processo, desde o momento inicial em que se definem a visão / missão a ser estabelecida, pela definição da estratégia e do caminho a seguir, seguidamente, devem ser definidas as políticas a implementar e que refletem o caminho e a ação a ser estabelecida, seguidamente, a construção das regras e a forma de regulação que devem acompanhar essas políticas e ações e, por fim, a implementação territorial das ações através do projeto / desenho específico.

Outra proposta de adaptação (Roggema et al., 2012) refere que, um sistema de planeamento que se queira definir como adaptativo deve:

- 1) Antecipar, melhorar e aplicar as mudanças - a alteração climática é provavelmente a maior força de mudança para o sistema de planeamento;
- 2) Refletir a especificidade do local (Friedmann, 1967) - a mudança climática é diferente consoante a zona que enquadra. Segundo Healey et al. (1988), a localidade é uma configuração única de atividades económicas, emprego, cultura, políticas, organização espacial e forma física;

- 3) Ligar as decisões de curto prazo associadas ao projeto, com as de longo prazo dos planos globais (Robinson, 1965) - o planeamento de sistemas foca-se no curto prazo e a mudança climática é um problema que se manifesta no médio a longo prazo.

Neste contexto, os mesmos investigadores (Roggema et al., 2012), na análise do plano regional para a província de Groningen (Holanda), aprovado no ano de 2009, revelam que uma nova metodologia deveria ser adotada na elaboração dos planos adaptativos. Propõem que um plano adaptativo deve enquadrar as políticas regionais e/ou locais para os assuntos espaciais que, especificamente no caso de Groningen enquadra os transportes, a água e as políticas ambientais.

A abordagem ao planeamento adaptativo promove assim a conceção de cinco camadas (layers) espaciais de acordo com a sua “geometria” e tipologia, ou seja:

- 1) Redes: fazem a interligação entre as redes de água, redes ecológicas, redes de transporte e de energia.
- 2) Nós: ocorrem cada vez que as diferentes redes se cruzam e possuem alguma dimensão. Estes “nós” correspondem aos espaços públicos onde ocorrem interações e se origina a mudança.
- 3) Espaço “não planeado”: áreas em que o uso do solo aparenta não estar definido, no entanto, cada hectare destas zonas é planeado de acordo com o uso das áreas adjacentes, que servirão de “fuga” e “pontos de encontro” caso ocorra um evento.
- 4) Recursos naturais: áreas agrícolas e recursos naturais de reserva para o caso de ocorrer uma alteração.
- 5) Novos padrões de ocupação: áreas em que os novos processos criativos são estimulados. Fora deste local estão as paisagens e o património protegido.

Na comparação dos dois planos, o plano adaptativo proposto e o vigente, os autores afirmam que o plano prevalecente representa uma abordagem usual, na qual a área está planeada, criando as condições para um futuro economicamente mais viável. Isso significa que aspetos como “pontos focais” e “espaço não planeado” não são vistos como essenciais e por isso não constam do plano. De tudo isto, o mais importante a referir é que a segurança dos recursos, a provisão de água, energia e alimentos é ainda vista como um problema não-regional e que pode ser solucionado através da importação e exportação de bens. Adicionalmente, a segurança como a proteção contra inundações, é organizada através da implementação de soluções de tecnologia em vez de criar estruturas resilientes capazes de suportar mudanças futuras sem precedentes, construindo com recurso à natureza.

O plano pode, como se demonstrou com este estudo, dar continuidade às comuns decisões políticas, em vez de evoluir para uma forma dinâmica de planeamento, que poderia ultrapassar as atuais restrições do próprio planeamento do território.

Enquanto o planeamento territorial com vista à adaptação não for sistemático e padronizado de acordo com algumas práticas já desenvolvidas pelos governos locais, integrando os possíveis impactos climáticos em mapas de risco do município, os novos processos de planeamento e de criação de planos não terão grande influência nas ações de planeamento local (Baker et al., 2012).

### **5.2.2 Planeamento e Mitigação**

No campo da mitigação a literatura é vasta, sendo que a grande maioria dos estudos se direcionam para a redução, sequestro e armazenamento de CO<sub>2</sub> como principal medida mitigadora. Embora, na maioria dos casos, não exista a preocupação de relacionar este tema com o planeamento do território, a mitigação acaba por ser determinada por uma série de medidas configuradas no desenho e políticas urbanas.

As autoridades locais podem desenvolver quatro modos de “governar” a mitigação:

- 1) Governar as próprias atividades, infraestruturas, operações urbanas e usos do solo;
- 2) Elaborar a prática de mitigação através do uso de determinadas infraestruturas e serviços de baixo carbono;
- 3) Regular os mandatos e as leis de planeamento, bem como a supervisão e aplicação das diretivas criadas a outros níveis de governação;
- 4) Desenvolver estratégias de facilitação, coordenação e incentivo à ação climática por meio de parcerias com outros níveis de governo e atores privados (Castán Broto e Bulkeley, 2013).

O planeamento do uso do solo é uma ferramenta importante para influenciar as emissões dos GEE, mas existe uma necessidade de determinar qual a forma urbana ideal e capaz de mitigar os impactos humanos sobre as alterações climáticas (Torres e Pinho, 2011).

Na reconhecida capacidade de sequestrar Carbono da atmosfera (Torres e Pinho, 2011), a infraestrutura verde urbana é um dos elementos que mais contribui para este processo. Assim sendo, a definição de usos do solo, que permitam aumentar as áreas verdes e permeáveis, recorrendo ao planeamento do espaço urbano, são estratégias de planeamento que promovem a mitigação. Outro tipo de ações, como as soluções de mobilidade e de transporte, desenvolvidas no sentido de reduzir as emissões de GEE, constituem-se, adicionalmente, como estratégias de planeamento de mitigação.

Neste contexto, existem locais que se desenvolvem de forma a contribuir para a evolução de sistemas em que, pela sua eficiência e eficácia energética, mobilidade e fatores socioeconómicos, revelam simultaneamente, um aumento da qualidade de vida dos cidadãos, e

contribuem para a diminuição da emissão de GEE para a atmosfera (Meijer et al., 2011). A Ilha Oosterdok em Amsterdão, é um bom indicador deste tipo de projetos, em que os investidores e moradores são os coproprietários do sistema de energia para que, o fornecimento de calor e frio aos edifícios e a própria manutenção seja garantida por um longo período de tempo. Assim todos os envolvidos podem lucrar com o retorno de um preço baixo de energia ao qual está associada a redução das emissões de GEE de cerca de 64%.

As medidas de mitigação abrangem, da mesma forma que a adaptação, um elevado número de ações territoriais. Pela capacidade de promoverem uma efetiva redução das emissões de GEE e, em simultâneo, sequestrarem carbono, a mitigação é amplamente defendida no estabelecimento do combate à mudança do clima. Adicionalmente, a mitigação pode ainda estabelecer, através do planejamento do território, medidas que sirvam a adaptação, relação abordada no ponto que se segue.

### **5.2.3 A Relação Mitigação – Adaptação e o Planejamento do Território**

Os estudos que analisam a relação entre as ações de adaptação e mitigação evidenciam que, determinadas ações, podem provocar, entre elas, um conflito involuntário. Hamin (2011) referiu-se a este conflito, dando como exemplo a prática de desenho urbano em que, a necessidade de densificar os espaços urbanos na promoção da mitigação pode incompatibilizar-se com a necessidade de “bolsas” de espaço para a implementação da maioria das medidas de adaptação. Ainda assim, as diferentes práticas de planejamento têm demonstrado que existe um caminho comum que pode ser considerado, no entanto, muito difícil de implementar em zonas urbanas já estabelecidas.

Aprofundando a referência apontada por Hamin (2011), nas áreas urbanas de densidade elevada, é promovida a redução dos quilómetros percorridos e a dependência do veículo privado, assim como o aumento da eficiência energética de edifícios, no entanto, esta densidade deve ser equilibrada para que não contribua para o aumento do risco de inundações, ou para o efeito de ilha de calor, não devendo confinar-se o espaço que deveria ser dedicado a uma zona arborizada e de espaço verde. Esta solução paradigmática de aumentar a compacidade das cidades é uma das mais frequentemente relatadas na bibliografia. Ainda que esta solução de planejamento, a compacidade, seja um dos modelos a considerar numa abordagem climática conjunta, na realidade a competição por espaço disponível para a implementação física das medidas de ação poderia fazer anular um efeito em relação ao outro. Exemplificando tendo em conta a mobilidade, o espaço urbano compacto permite organizar o transporte de uma forma mais sustentável, no sentido da mitigação e adaptação, no entanto, esta solução cria novos problemas como o aumento do efeito de ilha de calor e, mesmo que a infraestrutura verde diminuísse esse efeito, a competição por espaço com outras funções urbanas iria tornar-se mais intensa (Howard, 2009).

Considerando a importância de abordar, de forma conjunta, as duas ações climáticas na garantia de promover o máximo aproveitamento para ambas, a mitigação e a adaptação, na grande maioria das cidades este processo não foi ainda iniciado, destacando-se o maior desenvolvimento de ações de mitigação, em prol de ações de adaptação. Porém, quando existe a necessidade de optar ou dar relevância a uma das ações, a decisão é controversa. Alguns investigadores referem que, como a adaptação diminui os efeitos do risco climático, estas devem ser prioritárias em relação às de mitigação. No entanto, existe a opinião contrária, em que os investigadores preferem optar pela mitigação uma vez que esta ação combate de forma direta os efeitos que provocam as alterações do clima, nomeadamente os GEE. Numa referência concreta à complexidade das escolhas que os urbanistas enfrentam na aplicação das soluções climáticas no espaço urbano, Howard (2009), apresenta algumas instruções na tentativa de orientar a interação entre as intervenções de planeamento de adaptação e de mitigação, referindo que se devem explorar medidas de adaptação, de curto prazo, apenas quando estas sejam precursoras ou não anulem a mitigação, de médio a longo prazo.

A sucessão de exemplos a registar o possível conflito entre a mitigação e adaptação sugere que este é um tema ainda pouco abordado na esfera do planeamento. Na verdade, a diversa bibliografia sobre o tema é pouco específica em exemplos e metodologias que venham a orientar a ação climática pelo planeamento. De entre os vários artigos consultados, uns debruçam-se sobre as diferentes esferas do planeamento, enquanto outros avaliam os planos que têm sido desenvolvidos até então, na tentativa de encontrar soluções localizadas de combater a mudança do clima.

Neste contexto, a literatura sugere a existência de uma evolução das abordagens ao planeamento de três formas: a primeira, utilizada num grande número de cidades, refere-se ao uso de políticas de mitigação que visam a redução das emissões de GEE. A segunda, com um menor número de casos, refere-se à utilização das políticas de adaptação, embora considere as de mitigação, separadamente. Mais recentemente e menos comum, a terceira abordagem evidencia, na prática de planeamento espacial, a tentativa de dinamizar medidas que desempenhem uma função sinérgica entre mitigação e adaptação. Como Jabareen (2013) refere, a implementação de políticas que promovam a mitigação e a adaptação poderá resultar numa nova prática de planeamento do território.

Qualquer que seja a solução adotada, é necessário atender ao fato de que, na reunião de ações de mitigação e adaptação, estas devem ser estabelecidas com a premissa de que os conflitos entre as duas podem surgir. Assim, mesmo que os planos de mitigação e adaptação sejam distintos, é importante considerar em cada um deles o cenário de anulação de um em relação ao outro. Apesar disto, persistir no caminho da implementação de medidas sinérgicas nos dois sentidos, mitigação e adaptação, levará ao aumento global das medidas de combate climático e ao estabelecimento definitivo destes objetivos nos processos de planeamento do território.

### **5.3 Importância do Planeamento no Combate às Alterações Climáticas**

Uma frase paradigmática que evidencia a problemática da ação do Planeamento do Território refere que tendo em consideração que vivemos num mundo definido pela constante mudança e incerteza, o "Planeamento do Território é condenado a resolver os problemas de ontem" (Taylor, 1998).

As alterações do clima modificaram, de forma irremediável, a visão das cidades e a forma de as planear. Neste âmbito, é espectável que as incertezas associadas ao risco e às previsões dos efeitos da mudança climática, provoquem alterações ao exercício do planeamento, essencialmente urbano. Como Brown e Kernaghan (2011) referiram, a incerteza que surge das mudanças climáticas provoca alterações ao modo e ao contexto em que as cidades se desenvolvem, sendo que, as abordagens de planeamento urbano que dependem de projeções muito precisas, perderam relevância dada a complexidade e imprevisibilidade de possíveis impactos relacionados com o clima. O paradigma "prever e prevenir", usado por planeadores, urbanistas e engenheiros para projetar cidades, infraestrutura e habitação, baseia-se em previsões que assumem um grau de linearidade na procura de um alto grau de certeza (Brown e Kernaghan, 2011), linearidade essa incompatível com os cenários de alteração climática.

Neste contexto, é determinante que surjam novas práticas de planeamento que se configurem mais dinâmicas e evolutivas, que considerem simultaneamente várias escalas temporais e a possibilidade de uma monitorização e avaliação efetiva. O passado do exercício do planeamento urbano poderá não servir de instrução num futuro de alteração climática, e as abordagens de desenvolvimento do planeamento urbano dependentes de projeções precisas como elementos base do projeto, perderam relevância dada a complexidade e imprevisibilidade de possíveis impactos relacionados com o clima e como esses impactos irão interagir (Brown e Kernaghan, 2011).

#### **5.3.1 Vantagens e Constrangimentos do Planeamento Territorial**

Uma das limitações frequentemente apontadas ao Planeamento do Território refere-se ao modo tradicional, mais "estático" do que pró-ativo, como ainda se processa, na maioria dos contextos urbanos internacionais. As novas metodologias a aplicar devem ir além da abordagem comum de reunir, inspirar-se e integrar as políticas individuais, devendo introduzir as estratégias de adaptação urbana no planeamento do uso do solo (Storch e Downes, 2011).

A transformação para um sistema de Planeamento Territorial que forneça a este processo ferramentas de combate à mudança climática, leva a uma alteração "revolucionária" das políticas (De Vries, 2006). Tendo em conta a experiência de planear num contexto como o das cidades Holandesas, em constante risco de inundação, de Vries (2006) refere que a nova abordagem ao planeamento deve ser pró-ativa para o desenvolvimento e incorporação de objetivos ambientais.

Acrescenta ainda que no passado, o planeamento era frequentemente orientado para restringir ou mesmo impedir o desenvolvimento, a fim de proteger o meio ambiente.

Neste contexto, o planeamento de ação climática é um campo de estudo relativamente novo e representa desafios para os governos locais que o tentam diferenciar do planeamento tradicional (Baynham e Stevens, 2013). Como primeiro fator de diferenciação está o necessário exercício de inventariação e previsão das emissões de GEE, bem como o estudo da evolução das projeções de impactos climáticos locais, o que requer técnicos de planeamento com um considerável conhecimento técnico-científico e baseado no risco (Bassett e Shandas, 2010; Boswell et al., 2012). O segundo fator está relacionado com o desafio de comunicar e informar os cidadãos quando estes não se identificam com os resultados relativamente intangíveis das alterações climáticas, em que o objetivo final é abordar uma questão global. As populações têm que considerar agora um processo diferente do tradicional, onde constam cenários de planeamento do uso do solo e dos transportes, em que as preocupações são palpáveis e influenciam a vida dos cidadãos de forma imediata como a habitação, o tráfego e a própria economia local (Bassett e Shandas 2010; Millard-Ball, 2012).

Os prazos e horizontes políticos, na maioria de curto prazo, são também um constrangimento a esta mudança de paradigma, que deverá ser imediata quando se pretende abraçar a causa da mudança climática e, mesmo que as autoridades do Planeamento estejam envolvidas no planeamento de longo prazo, parecem limitar-se por horizontes políticos de prazo mais reduzido, quando se trata de mudança climática.

Assim, no Planeamento, a fraca rapidez de ação é uma das fraquezas apresentadas e apontadas como limitadoras do desenvolvimento de estratégias de combate climático. É necessário que a visão estática da cidade ou a forma demasiadamente protetora dos planos passe a ser encarada como uma não solução, mas sim um problema acrescido, quando se pretende desenvolver uma ação imediata. "A nova prática de Planeamento assume riscos, acomoda diferenças e incentiva a inovação e criatividade, ao mesmo tempo que constrói uma cidade que é constantemente adaptável e resistente" (Roggema, 2013).

Para se proceder a um planeamento de adaptação às alterações do clima, novos e diferentes desafios surgem para os decisores. São desafios que exigem o desenvolvimento de uma série de informações geradas em diferentes escalas, envolvendo uma gama diversificada de atores que traduzam estas informações em opções de adaptação, que se configurem social e politicamente aceites, apesar dos significativos graus de incerteza (Fünfgeld e Mcevoy, 2012).

Proposto por Bulkeley (2006), o processo de planeamento, para ser eficaz no combate às alterações climáticas, deve incluir três momentos que passam por, alterar os horizontes temporais da decisão política para o futuro; criar uma linguagem mais robusta e específica que promova a proteção do clima face a alguns conflitos sobre o sistema de Planeamento; promover

uma forma de lidar com as controvérsias que surgem na procura de solucionar um problema coletivo e global, embora de ação localizada e específica (Bulkeley, 2006).

Na tentativa de apresentar argumentos de reforço para a defesa de que o Planejamento do Território terá capacidades relevantes para efetivar o combate climático, Hurlimann e March, (2012) apresentaram uma reflexão sobre a prática de planejamento evidenciando:

- (1) Capacidade de agir e coordenar questões de interesse coletivo e bem público, da cidadania e responsabilidade para os outros, considerando sempre, as necessidades das gerações futuras.
- (2) Capacidade de gerir e facilitar o conflito de interesses, melhorando as reivindicações, o rigor e a imparcialidade.
- (3) Oportunidade de considerar, avaliar e decidir sobre os cenários futuros alternativos, ao mesmo tempo que dirige a ação para diferentes escalas espaciais, temporais e de governação, compreendendo e agindo sobre as circunstâncias e particularidades do local, facilitando tomadas de decisão.
- (4) Capacidade de reduzir a incerteza que ocorre, mesmo na informação científica, ou para fornecer e modificar novos mecanismos para lidar com a mudança de circunstâncias, nomeadamente sociais, como a vulnerabilidade.
- (5) Capacidade de ser um repositório de conhecimentos espaciais, muito embora seja necessária informação de escala local, e não apenas global, contribuindo para a criação de uma base de dados.
- (6) Orientação para o futuro, com o potencial de coordenar as atividades dos diferentes atores para alcançar benefícios a longo prazo. Uma das vantagens mais relevantes do planejamento é a capacidade de este trabalhar em todos os sistemas naturais e culturais, aspeto fundamental para a mudança climática. Desta forma, a mudança climática veio reforçar a dimensão ambiental do Planejamento do Território.

Convém ainda referir que a dimensão espacial que reúne as alterações climáticas com o planejamento, requer a capacidade de fazer planos e implementá-los e, por isso, dependeu de uma "força" legal, que lhes proporciona poder de decisão (Stein, 1974). Esses poderes de tomada de decisão permitem que as instituições de planejamento estabeleçam visões e cenários para o futuro, realizem projetos urbanos, desenvolvam políticas e estratégias para lidar com as oportunidades e com os problemas que emergem da alteração do clima (Hopkins, 2001; Hurlimann, 2012).



### **5.3.2 Importância do Planeamento do Território no Combate Climático**

A necessidade de dar resposta ao aquecimento global revolucionará o Planeamento Urbano nas próximas décadas (Wheeler, 2012). Assim, num contexto de mudança climática difícil de prever, as comunidades, inevitavelmente, terão cada vez mais de estabelecer as suas atividades tendo em conta objetivos / resultados neutros em carbono (Wheeler, 2012). Neste contexto, o Planeamento e Ordenamento do Território demonstrou ter capacidade, pela abrangência de temáticas que enquadra, pela incidência territorial e pelo carácter regulador, de implementar medidas que permitam diminuir os efeitos da mudança do clima.

No entanto, e como se irá comprovar ao longo desta tese, apesar da dinâmica de avanços e recuos no enquadramento, pelo Planeamento do Território, dos efeitos climáticos de mudança, é reconhecido ao planeamento um papel fundamental a desempenhar na resposta às alterações climática e aos seus impactos, através de ações de mitigação e adaptação, (IPCC, 2007; Stern, 2007; Giddens, 2009; Wilson e Piper, 2010; Bulkeley, 2009; Biesbroek et al., 2009; Hansen, 2010; Field et al., 2012; Rosenzweig et al., 2011; Ruth e Rong, 2006; Wilson, 2006). Adicionalmente, o Planeamento do Território poderá funcionar como alavanca política na aplicação de estratégias de mitigação e adaptação nos espaços urbanos (Blanco e Alberti, 2009; Davoudi et al., 2009; Carter et al., 2015).

Para fazer face às alterações climáticas, o exercício de Planeamento Territorial deve alterar as suas prioridades (Davoudi et al., 2009; Carbonell, 2010) no sentido de ser capaz de lidar com eventos “surpresa” e, sem simultâneo, reduzir as emissões de GEE.

O investigador Roggema (2013) imprime à prática de planeamento uma nova visão, baseada em diferentes teorias que surgiram no contexto do combate da mudança climática. O autor refere que, na perceção de que os regimes de planeamento do território não estão, de forma direta, preparados para planear as catástrofes, é evidente a dificuldade de deduzir uma intervenção prática, dominada pelas instituições públicas. No entanto, os planos fornecem, indiretamente, as normas e práticas que moldam o ambiente construído, que poderá estar, em maior ou menor medida, preparado e / ou vulnerável para os impactos climáticos. Assim, conclui que os métodos de planeamento baseados em cenários “anárquicos” e de insegurança podem fornecer uma melhor resposta às necessidades de um processo de planeamento do território de combate climático (Roggema, 2013).

Por sua vez, Zanon e Verones (2013) defendem que os procedimentos de planeamento devem desenvolver verdadeiras metodologias de avaliação e de desempenho dos planos, em detrimento do quase exclusivo controlo do cumprimento e conformidade das normas.

Apesar das evidências, o debate em relação ao papel do Planeamento do Território na atenuação das alterações climáticas, revela que as opiniões entre os investigadores não são unânimes, revestindo-se de alguma controvérsia.

A importância de abordar a mudança climática foi, em 2004, posta em causa no processo de Planeamento do Reino Unido, quando este tema foi removido de uma esfera própria e incluído na denominada "qualidade de vida", enquadrado por indicadores opcionais, que as autoridades locais poderiam incluir ou não no seu procedimento (Bulkeley, 2006). Neste contexto, o enquadramento do planeamento com a proteção do clima ocorre essencialmente ao nível teórico e das intenções, não se traduzindo em práticas efetivas (Bulkeley, 2006). Na discussão desta carência de práticas efetivas, a importância do planeamento na mudança do clima e a necessidade de alterar radicalmente o "comportamento humano" foi diminuída pelo investigador De Vries (2006) quando referiu que, só por si, o planeamento pode não ser capaz de desenvolver estratégias de ação. Acrescentou que, embora o planeamento tenha um papel a desempenhar, este é limitado e bastante específico; reconhecendo que uma ação de adaptação no sentido de preparar o futuro das cidades para a incerteza dos eventos climáticos é primordial, quando comparada com o contributo da mitigação (de Vries, 2006).

Para os autores Greiving e Fleischhauer (2012), não existe uma evidência clara de que os sistemas de planeamento espacial estejam melhor equipados para implementar estratégias de combate às mudanças climáticas, tratando-se especificamente de uma questão de disponibilidade política e reforço das capacidades dos instrumentos de Planeamento. Por outro lado, o enquadramento das alterações climáticas como um problema de componente ambiental, contribuiu para a indefinição de um setor mais abrangente na consideração das suas ações. Assim, e na visão de alguns investigadores, muitas das metas políticas para o planeamento espacial que poderiam contribuir para a redução de emissões de GEE já fazem parte do discurso de sustentabilidade (De Vries, 2006), remetendo o Planeamento para segundo plano.

Por sua vez Bulkeley (2006), refere que este ceticismo sobre o papel do Planeamento do Território no debate das alterações climáticas poderá ser resultado da complexidade, incertezas e da dimensão deste problema. Na visão de Vries (2006), é mais fácil aceitar que a mudança climática é inevitável do que ser persuadido a alterar o modo de vida com o argumento de que isso terá um impacto real nas mudanças climáticas globais.

Neste contexto, verifica-se que até muito recentemente, ao Planeamento do Território era atribuída uma menor importância nas estratégias de combate climático, adiamento que decorreu pela falta de evidências de que o combate climático poderia efetivamente resultar da esfera dos processos de planeamento, mesmo que já fosse reconhecida, ao problema climático, uma dimensão espacial / territorial. Porém, a crescente necessidade de estabelecer esta relação, levou a que vários investigadores desenvolvessem análises sobre os motivos para esta lacuna. Um dos problemas recentemente apontados refere-se à visão do planeamento apenas como mais um setor a abordar esta questão, em vez de ser considerado como uma disciplina abrangente. Uma das razões para isto pode ser encontrada nas diferentes perspetivas dos cientistas do clima e planeadores no debate sobre a mudança climática (Biesbroek et al., 2009). A perspetiva convergente do cientista climático através de uma "lente" de mudança climática tem

espalhado a ideia de que esta é um dos principais desafios para a sociedade. No entanto, vista pela "lente" mais divergente do desenvolvimento sustentável de um planeador, as mudanças climáticas são apenas mais um dos desafios socioeconómicos, dependentes de um contexto ambiental e que exigem a atenção política e o apoio científico (Robinson et al., 2006 em Biesbroek et al., 2009).

De fato, os técnicos, através do Planeamento do Território têm encontrado poucas soluções climáticas que sejam devidamente abrangentes e pragmáticas (Biesbroek et al, 2009), o que fez com que só recentemente se tenha valorizado o seu papel no desenvolvimento de estratégias de adaptação e mitigação, com uma componente espacial. Ainda que se concorde que nem todas as respostas às alterações climáticas têm uma dimensão territorial, verifica-se que a mitigação e adaptação revelam sinergias espaciais, como por exemplo a gestão do solo e da água, das energias renováveis, do setor da construção e da infraestrutura verde (Biesbroek et al, 2009).

A evolução da investigação sobre o planeamento no combate à mudança climática decorreu de uma forma consistente e, são vários os autores que demonstram a necessidade de abordar este problema pela vertente do Planeamento e Ordenamento do Território e, adicionalmente, como referiu Campbell (2006), poder ainda considerar as estratégias em que ambas as medidas de mitigação e adaptação podem impulsionar uma perspetiva mais ampla do desenvolvimento sustentável.

Um dos exemplos registados na literatura, dos investigadores Zanon e Verones (2013) indica que de uma forma geral, os planos operam apenas parcialmente por regulamentação, na medida em que não podem impor impostos ou regras, ainda que algumas regras sejam incluídas nos códigos de construção e algumas relações sejam estabelecidas com os planos urbanos. O uso de mecanismos de implementação baseados em incentivos não financeiros, como as recompensas, implica uma mudança das práticas de planeamento da regulação para a modalidade de habilitação, de métodos autoritários para instrumentos de mercado. Outras iniciativas, apenas parcialmente de natureza regulamentar e baseadas em diferentes métodos de governação, visam a difusão de práticas de eficiência energética, bem como a prestação de informação aos consumidores e a introdução de Normas de qualidade como são exemplo as certificações e rótulos energéticos, realizadas principalmente pelas autoridades locais (Zanon e Verones, 2013). Eles visam influenciar os comportamentos dos consumidores e dos operadores e podem ter consequências importantes ao nível urbano agregado, regulando externalidades ligadas às características espaciais urbanas (Verhoef e Nijkamp, 2002)

Considerando que a mitigação e adaptação têm consequências espaciais e, por isso, uma dimensão espacial para a implementação de ações, o crescente desafio para os planeadores é descobrir um modo de incluir, de forma pragmática, as alterações climáticas nos processos de Planeamento Territorial. No entanto, e embora o Ordenamento do Território seja por vezes referido por cientistas como o "quadro" para a implementação de medidas de mitigação e de

adaptação à escala local e regional, o papel que tem desempenhado no debate das alterações climáticas tem sido muito limitado (Bulkeley, 2006; Campbell de 2006; Halsnaes, 2006), (Biesbroek et al, 2009). Estas limitações, tão controversas no passado, vão sendo ultrapassadas a cada exercício e a cada projeto de planeamento que é desenvolvido para o combate climático e, especificamente em relação ao estudo desenvolvido no presente trabalho de investigação, este contribui para estabelecer uma abordagem de planeamento às alterações climáticas, contribuindo para o argumento de que as ações de mitigação podem ser estabelecidas através de uma base territorial.

No próximo ponto será apresentada uma revisão sobre a origem das políticas climáticas e qual o melhor nível para o seu estabelecimento. Pretende-se expor o debate sobre a necessidade de existirem políticas de âmbito nacional, regional ou local, que se refiram ao problema climático, assim como verificar a sua importância e limitação. A discussão sobre a melhor escala de implementação das medidas de combate às alterações climáticas revelou-se importante, tendo sido amplamente abordada nesta investigação dirigida aos planos municipais de ordenamento do território, e como tal, ao planeamento territorial de nível local. Na tentativa de antecipar o debate, refere-se que uma abordagem multi-escala para o provisionamento de planos e estratégias (Bulkeley e Kern, 2006; Leck e Simon, 2013), desde o nível europeu, para o nacional e regional, pode ser eficaz na garantia de que os municípios e as cidades irão desenvolver as ações de mitigação e adaptação (Heidrich et al., 2016).

#### **5.4 Políticas Climáticas de Planeamento e o Âmbito Nacional, Regional e Local**

As políticas nacionais podem influenciar, em maior ou menor grau, as medidas que serão estabelecidas em termos de combate climático. Embora não exista na literatura uma unanimidade sobre o contributo destas políticas no desenvolvimento e implementação das ações climáticas de nível local, ao longo deste subcapítulo serão evidenciadas as opiniões e argumentos de alguns investigadores que tentaram compreender o grau de importância e a relação entre cada nível hierárquico, o nacional, regional e local.

O nível de ação ou a escala que deve ser considerada para o combate às alterações climáticas será igualmente matéria de discussão referindo-se que, embora o seu efeito seja global, a maioria das investigações referem o nível local como aquele que exerce um combate mais assertivo e de proximidade, ainda mais considerando o Planeamento do Território, regulador dos usos e ocupação do solo municipal.

Apesar de ter sido a comunidade científica a primeira a identificar a possibilidade de combater as alterações climáticas através dos processos de Planeamento do Território, rapidamente os decisores políticos tomaram consciência da importância do nível local na implementação de medidas de mitigação e adaptação (Biesbroek et al, 2009). Esta credibilização e defesa por parte da classe política, que foi crescendo progressivamente ao longo das últimas décadas, levou ao

aparecimento de diversas políticas climáticas locais de planeamento em diversos municípios. Foram identificados dois tipos de políticas urbanas de planeamento face à mudança climática, a primeira caracteriza-se pela ação de governos municipais pioneiros, focados essencialmente nas questões de eficiência energética e mitigação. A segunda, de natureza mais política, incluiu um conjunto mais amplo de preocupações relacionadas com a alteração do clima como a adaptação aos eventos climáticos, em cidades mais vulneráveis e desfavorecidas (Bulkeley, 2010).

Para o estabelecimento de políticas climáticas locais deve considerar-se o problema do papel dos técnicos de planeamento e da complexidade que enfrentam em o operar, devido à necessidade de integrar diferentes atores, agendas políticas, e a diversidade de setores que são estabelecidos num plano (Gunder, 2010). Esta dificuldade faz antever a necessidade do apoio de políticas nacionais, mas nem sempre a sua existência contribuiu para fornecer aos técnicos todas as informações necessárias ao desenvolvimento de planos climáticos. Os técnicos necessitam de possuir uma compreensão dos impactos das mudanças climáticas para o desenvolvimento e implementação de políticas espaciais de nível local, de forma a garantir um nível ótimo de adaptação (O'Neill e Scott, 2011).

Independentemente da natureza obrigatória ou voluntária das políticas nacionais, nos países que delegam nos municípios a preparação de estratégias climáticas, existe um elevado número de cidades que definem estratégias de mitigação e adaptação (O. Heidrich et al, 2016). Isto revela que, de um modo geral, os municípios reconhecem a importância do problema climático, atendendo de forma afirmativa à responsabilidade que lhes é inculcida a um nível superior. Apesar disto, muitos dos governos locais, na perceção da falta de condições para dar resposta ao problema global das alterações climáticas, exigem que lhes sejam dadas orientações, suporte técnico, recursos humanos e suporte financeiro, para fazer face, através do Planeamento do Território, ao problema das alterações climáticas. Bulkeley (2010) recomendou que para melhorar a resposta às mudanças climáticas ao nível local, era necessário aumentar a capacidade de intervenção dos municípios, em termos técnicos, jurídicos e financeiros.

Existem determinadas iniciativas de políticas públicas nacionais que foram inovadoras na abordagem às alterações climáticas. Como exemplo refere-se o caso da Declaração de Política de Planeamento (PPS – Planning Policy Statement) do Reino Unido, estabelecido em 2007 (DCLG, 2007), sobre o papel do sistema de planeamento, neste caso Britânico, no combate às alterações climáticas, definindo como o planeamento deve contribuir para reduzir as emissões e estabilizar a mudança climática, tendo em conta as suas consequências (O'Neill e Scott, 2011). Adicionalmente, uma das leis que contribui para a liderança do Reino Unido na esfera do combate às alterações climáticas foi a lei da Mudança Climática (em inglês, Climate Change Act) aprovada em 2008, onde está estabelecida a forma de desenvolver um caminho economicamente viável de reduzir as emissões de GEE. Apesar de muito direcionada para a mitigação dos GEE, esta lei levou a que muitos países se orientassem pelas suas instruções, quer na redução dos GEE quer na adaptação e identificação dos riscos (O'Neill e Scott, 2011).

Apesar das referências positivas ao estabelecimento de políticas ou estratégias de âmbito nacional, o impulso de enquadrar políticas nacionais nem sempre tem como consequência o aparecimento de estratégias de combate climático em escalas locais ou urbanas. Embora a legislação nacional seja importante a desempenhar o papel de apoiar a definição das estratégias de mudança climática, alguns autores advertem que a existência destas políticas não garante, por si só, que as estratégias sejam concretizadas no nível regional e/ou local (Heidrich et al, 2016).

Um dos motivos apontados na literatura para esta dificuldade admite que a relação entre os diferentes níveis de governação é, diversas vezes complexa, na determinação de políticas climáticas de planeamento. Sendo clara a necessidade de estabelecer padrões de qualidade dos planos locais a um nível superior do governo, sob pena de num mesmo país se verificar uma diversidade de qualidade e tipo de planos incompatível com a “regra” nacional, também é necessário referir que os esquemas de implementação demasiado uniformes e “direcionados de cima para baixo” poderão não ser eficazes por não reconhecerem o enquadramento e especificidade dos locais (Baker et al., 2012).

Nesta perspetiva, é importante compreender que a existência e a composição de políticas de mudanças climáticas enquadram diferenças relevantes entre os países e dentro do mesmo país, sendo possível que estas ocorram devido à falta de um enquadramento nacional que, não sendo essencial para o estabelecimento das estratégias climáticas de nível local, é precursor e muitas vezes orientador para a conquista de um objetivo comum. Neste contexto é importante referir que, no caso da Europa, um enquadramento ao nível da UE e seus Estados-Membros, poderá resultar numa uniformização das políticas climáticas ao nível nacional, ainda mais com o reconhecimento da importância dos municípios observada nas políticas de proteção climática da UE, como são exemplo, o Pacto de Autarcas (2013) e o Programa Autarcas Adaptar (2014). Assim, caberá aos Estados-Membros a responsabilidade e capacidade para envolver os municípios na sua política nacional para as alterações climáticas (Comissão Europeia, 2011; Heidrich et al, 2016), fornecendo-lhes apoio financeiro, acesso ao conhecimento e uma nova forma de autonomia para agir.

É importante referir a capacidade das redes internacionais na motivação dos países e das cidades na implementação de estratégias de combate climático, podendo uniformizar as políticas nacionais de planeamento climático e respetivos planos de ação. O que a maioria das investigações relata é que as cidades, quando procuram uma orientação nacional e ela é inexistente, acabam por se associar às redes internacionais como o ICLEI e CoM (Heidrich et al, 2016).

Concordando que o enquadramento nacional é importante, mas não essencial, para o desenvolvimento de políticas de ação climática pelos governos locais, reconhece-se, porém, que em muitos dos planos locais de ação climática que foram desenvolvidos, a falta desse enquadramento não impediu o desenvolvimento e implementação de estratégias locais bem-

sucedidas e ambiciosas. É importante acrescentar que as autoridades locais são os principais agentes na implementação do Planeamento Territorial, representando o nível de governação mais próximo das populações, sendo da sua responsabilidade a definição dos objetivos e a visão política para o futuro do território, tendo em conta as suas necessidades e potencialidades, desenvolvendo uma forte influência tanto na adaptação da alteração climática (Greiving e Fleischhauer, 2012) como na mitigação.

Destacando a relevância das autoridades locais na redução de emissões de GEE, atribuídos pelo seu papel de liderança na comunidade, com responsabilidades como decisores, empregadores e prestadores ou adquirentes de bens e serviços (Wilson, 2006), refere-se que, entre os decisores políticos locais é frequente a queixa da falta de meios para colocar em prática princípios de Planeamento do Território de baixo carbono (Castán Broto, 2011; Castán Broto e Bulkeley, 2013).

Simultaneamente, as áreas urbanas são também as zonas com maior concentração populacional e por isso as que possuem uma maior vulnerabilidade no que se refere ao número de vidas humanas expostas ao risco climático e à perda de qualidade de vida. Assim, tanto no debate teórico como na prática, as cidades são um importante local de governação climática e várias investigações têm sido desenvolvidas na tentativa de compreender como estão as autoridades locais a planear os impactos do clima (Betsill e Bulkeley, 2006).

Tendo em conta a capacidade de resposta dos governos locais, vários são os que desenvolveram e implementaram medidas de combate climático na esfera municipal, tanto na redução das emissões de GEE, como no desenvolvimento de planos de adaptação climática (Baynham e Stevens, 2013). No caso de estudo de Martellago, na província Italiana de Veneza, tanto as autoridades regionais como locais foram capazes de influenciar as emissões de GEE nos seus territórios de diversas formas, nomeadamente através de políticas de planeamento e de mobilidade, pelo incentivo à construção e à renovação de edifícios aumentando a sua eficiência energética e pela promoção das energias renováveis (Minoia et al, 2009). Num outro estudo, Hamin (2011) referiu que os governos locais e regionais são a primeira linha de defesa na resposta aos desafios das alterações climáticas, estabelecendo os termos da utilização do solo urbano, dos novos projetos habitacionais, dos edifícios, e dos serviços de preservação dos ecossistemas, evidenciando desta forma a sinergia entre adaptação e mitigação e a sua integração no planeamento de nível local.

De forma resumida, é importante rever as considerações que Baker et al. (2012) oferecem para a melhoria da qualidade dos planos locais. A primeira refere-se à necessidade de apoio financeiro contínuo, mesmo que de forma faseada, uma vez que existe uma tendência para que os planos apresentem uma fraca análise de dados, com objetivos ambíguos e ações insuficientes que refletem a falta de compromisso por parte dos municípios, quando recebem a descontinuidade dos apoios financeiros. A segunda recomendação refere-se ao estabelecimento de normas e requisitos específicos, para os planos locais, que sejam apoiadas pelos governos nacionais, e

negociados em conjunto com os governos locais. Por fim, a terceira recomendação dirige-se ao envolvimento dos governos locais em programas genuínos de participação pública no desenvolvimento dos planos, como garantia de equilibrar as exigências dos planos com as das comunidades.

O debate sobre o nível territorial com melhor desempenho no estabelecimento de políticas climáticas de planeamento do território demonstrou, tal como se previa, que a implementação das políticas climáticas de mitigação, que decorrem do exercício de planeamento, possuem, ao nível local, uma maior dinâmica e possibilidade de sucesso. Assim, mesmo que as escalas nacionais e regionais influenciem a ação climática, a sua aplicação ao nível do Planeamento Territorial terá que ser forçosamente de nível local. Isto significa que, mesmo que as políticas climáticas nacionais obriguem os municípios à execução de planos de mitigação e adaptação, a realidade indica que quem tem a responsabilidade de operacionalizar o planeamento pode reforçar este combate até com iniciativas próprias mais ambiciosas do que as determinadas a um nível político superior.

As abordagens a várias escalas podem também ser estabelecidas ao nível local, uma vez que os municípios apresentam realidades territoriais distintas no interior dos seus limites. Isto significa que um governo local pode definir diferentes medidas tendo em conta a diferenciação do território em zonas rurais, zonas periurbanas e urbanas, admitindo que o contributo para a emissão e sequestro de GEE é distinto em cada zona, assim como os riscos climáticos. Sendo os processos de planeamento do território, estabelecidos com rigor ao nível local, é importante compreender a dinâmica entre os diferentes territórios do município, tal como se desenvolveu nesta investigação, através da análise de diferentes escalas territoriais como o concelho, o perímetro urbano e o loteamento.

Assim, e tendo verificado que às autoridades locais, é atribuída e/ou delegada a responsabilidade do desenvolvimento das estratégias de Planeamento do Território de combate às alterações climáticas, é importante abordar o papel dos governos locais neste contexto.

#### **5.4.1 O Papel das Autoridades Locais**

Tendo em conta a clara orientação de promover políticas locais de Planeamento do Território em prol do combate climático, diversas iniciativas tentam estabelecer redes internacionais de troca de experiências e debate, ao mesmo tempo que oferecem soluções e métodos que permitam iniciar e desenvolver esses processos.

Do conjunto de redes que existem na promoção do combate climático por parte de governos locais, a que mais se distingue é a rede ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives), que em 1993 apoiou diversos municípios para que estes desenvolvessem planos de ação climática, estabelecendo a Campanha Cidades pela Proteção do Clima (CCP) ([www.iclei-europe.org](http://www.iclei-europe.org)).



A abordagem da Campanha CCP consta de uma metodologia apoiada em 5 marcos, onde cada etapa contém várias ações tanto para a mitigação como adaptação. O ciclo é implementado uma vez, e repetido até que a neutralidade climática seja alcançada. As etapas globais que estabelecem a abordagem CCP são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4: Descrição das etapas desenvolvidas pela rede ICLEI – CCP para auxiliar os governos locais ao estabelecimento de ações de mitigação e adaptação (Fonte: Hamin, 2011).

	Mitigação	Adaptação
<b>Fase 1</b>	Estabelecer uma linha de base do inventário e previsão business-as-usual (BAU).	Identificar os impactos climáticos e conduzir a / oportunidade de avaliação de vulnerabilidade do clima / resiliência).
<b>Fase 2</b>	Adotar uma meta de redução de emissões para o ano de previsão	Identificar estratégias de adaptação relevantes e tempo de implementação
<b>Fase 3</b>	Desenvolver e adotar um Plano de Ação Local de curto a longo prazo	Priorizar as áreas de ação e desenvolver um Plano de Ação Local
<b>Fase 4</b>	Implementar o Plano de Ação Local	Implementar políticas, melhorias de sistemas e medidas de adaptação
<b>Fase 5</b>	Monitorizar, avaliar e informar sobre resultados	Monitorizar, avaliar e informar sobre resultados

O método promovido pelo ICLEI inclui uma etapa final, após a implementação das políticas, onde é monitorizada a eficácia do plano e a sua especificidade nas ações de mitigação e/ou adaptação. Neste método, o foco sobre a vulnerabilidade é maior do que no planeamento tradicional, especialmente porque grande parte da adaptação surge na gestão de um desastre. Um elemento que é muito diferente do planeamento tradicional é a necessidade de lidar com a incerteza do clima (Hamin, 2011).

Numa revisão e avaliação de planos promovidos em municípios membros do ICLEI, os autores Bassett e Shandas (2010) revelaram que a diversidade existente entre os planos era imensa e que o ICLEI não tinha contribuído para a criação de um formato padronizado entre as cidades. Isto reflete que o auxílio que as redes internacionais podem prestar está limitado ao contexto político em que os planos são desenvolvidos e à própria capacidade dos governos e técnicos locais implementarem medidas de ação climática.

Neste contexto, o planeamento não possui ainda "uma doutrina ou caminho a seguir" na procura de articular as políticas de planeamento urbano e uso do solo para mitigar as emissões dos GEE, articulando-se com as alterações climáticas (Torres e Pinho, 2011).

A diversidade de estudos que se referem à relação entre os diferentes níveis de governação e à influência na capacidade do planeamento territorial de combater as alterações climáticas, reforça a importância da autonomia dos governos e das políticas locais na implementação de medidas.

Um dos estudos que exprime de forma evidente a importância das ações de nível local foi desenvolvido por Sjur Kasa et al. (2011), analisando as políticas municipais e o desenvolvimento das ações de combate climático em quatro municípios de média e pequena dimensão, localizados na Noruega e Suécia. Nesta investigação foram comparados dois tipos de municípios confrontados com dois contextos nacionais diferentes em termos de implementação de iniciativas locais de mitigação. O sistema nacional sueco delega, ao nível local, parte da responsabilidade de implementação da política climática, contando com o apoio de técnicos especializados e com as políticas municipais, como o sistema de impostos sobre as emissões de CO<sub>2</sub> e os programas governamentais de financiamento a projetos mitigadores. Por sua vez, o sistema nacional norueguês é bastante mais fraco no que se refere à autonomia e responsabilização atribuída aos municípios, assim como no apoio do governo através de subsídios e financiamento.

Embora com diferente enquadramento, os autores concluíram que um dos municípios com sucesso nas iniciativas de mitigação localiza-se na Noruega. Na explicação deste resultado referem que, embora o apoio nacional à política climática municipal seja distinto entre os países, existem semelhanças assinaladas na dinâmica do "ativismo climático", sugerindo que os municípios que já se comprometeram com a mitigação, tendem a ir além dos projetos vinculados aos incentivos dos programas nacionais. Em contrapartida, os municípios menos comprometidos conseguem menores resultados, mesmo que estejam envolvidos em programas nacionais (Sjur Kasa et al., 2011). Estes resultados ilustram a importância do poder local na criação de estruturas de implementação da mitigação, indicando que em ambos os municípios existia um forte e estável apoio político para o desenvolvimento de iniciativas climáticas (Sjur Kasa et al., 2011).

No estudo dirigido a cidades de Espanha e Itália, os autores Olazabal et al. (2014) realizaram uma análise sobre as políticas de mitigação existentes nos dois países, concluindo que as metas de redução das emissões de GEE nas cidades italianas, são mais ambiciosas do que nas suas homólogas espanholas. Os autores De Gregorio Hurtado et al. (2014) concluem ainda que as redes transnacionais de ação climática tiveram maior impacto sobre as cidades, especialmente as de maior dimensão, do que a política nacional. As iniciativas regionais, como a Rede de Cidades Espanholas para o Clima (RCEC), foram mais importantes para os municípios de pequena e média dimensão, enquanto as grandes cidades preferiram aderir a uma rede internacional que oferece maior visibilidade e apoia a oferta de fundos europeus. Em ambos os países, as iniciativas de redes internacionais e nacionais têm desempenhado um papel fundamental no aumento da ação climática das cidades, contrabalançado a falta de apoio dos governos nacionais (De Gregorio Hurtado et al., 2014).

Estes dois estudos comprovam a elevada capacidade de implementação das políticas climáticas promovidas pelas autoridades locais, particularmente pela autonomia no que se refere aos processos de Planejamento do Território. Atendendo à análise das políticas de ação e do comportamento dos governos locais nos diferentes países, comprova-se que o combate climático dependerá muito mais da valência e predisposição dessas autoridades em estabelecer essas políticas, do que de uma iniciativa nacional. Para além disto, é importante reter que as escalas dos municípios têm uma importância fundamental, sendo indicada como a escala tendencialmente mais forte no acolhimento dessas políticas.

Tendo em conta estes pressupostos, a investigação que originou esta tese refere-se ao estudo dos Planos Territoriais de nível local e ao seu comportamento perante o estabelecimento da dinâmica de combate climático pela mitigação. As medidas que são particularmente estabelecidas neste domínio dizem respeito aos setores considerados como mais suscetíveis aos impactos das mudanças climáticas, como o sistema de energia local, o abastecimento de água, as necessidades e tratamento de águas residuais, transporte e saúde pública (Rosenzweig et al., 2011). Para o caso das cidades italianas e espanholas, o sistema energético local e os transportes, destacam-se nos planos de mitigação (Olazabal et al., 2014).

Os setores apontados anteriormente, como o sistema energético e os transportes, têm uma incidência territorial, podendo ser estabelecidos e regulados através dos planos locais e do desenho urbano<sup>4</sup>. No próximo subcapítulo serão revistos estudos que se referem à implementação de políticas urbanas, com recurso ao desenho urbano e, especificamente, à infraestrutura verde, na redução dos GEE.

## 5.5 Abordagens Climáticas ao Planejamento do Território e Desenho Urbano

Em 1998, Agyeman et al. já se referiam às ações que os municípios poderiam desenvolver no âmbito das alterações climáticas. Entre essas ações estavam a adoção da eficiência energética nos edifícios e nos serviços públicos municipais, assim como a promoção de políticas de ordenamento e o planeamento dos transportes, e as políticas de planeamento para o desenvolvimento de fontes renováveis de energia (Wilson, 2006).

---

<sup>4</sup> O desenho urbano é uma disciplina tradicional do urbanismo que esteve particularmente na moda quando este se concretizava sobretudo através de planos de pormenor. O desenho urbano foi especialmente utilizado no planeamento das “cidades novas”, englobando a organização de toda a cidade. Mais recentemente, a ênfase tem sido colocada no planeamento de espaços públicos, incluindo o conjunto dos espaços que são utilizados livremente e de forma quotidiana pela população, em particular as ruas e os parques (DGOTDU, 2011).

Nesta secção serão apresentadas várias referências na literatura, no que diz respeito ao combate climático através dos processos de planeamento do território e desenho urbano.

Na grande maioria dos estudos consultados, a premissa das energias renováveis e da eficiência energética dos edifícios é uma referência constante direcionada ao objetivo de diminuição dos GEE. Por sua vez, a infraestrutura verde, tendo o mesmo objetivo, é manifestamente menos considerada nos estudos consultados, reforçando a dificuldade em manipular e quantificar o sequestro de CO<sub>2</sub> pela vegetação, já referida nesta tese e como se comprovará no estudo de caso.

As autoras Castán Broto e Bulkeley, (2013), recorrendo a uma amostra de 100 cidades em vários países do globo, concluem que a maioria dos estudos que se referem às alterações climáticas estão associados aos setores da infraestrutura urbana (31,1%), ambiente construído (24,7%) e transportes (18,8%) e, com menor frequência, os setores de sequestro de carbono.

A ausência de experiências de sequestro de carbono pode estar associada ao facto de que as cidades carecem de solo para implementar amplos programas de sequestro de carbono, e, quando são executados, os programas urbanos de espaços verdes são desenvolvidos sem a consciência ou preocupação de mitigar as alterações climáticas (Castán Broto e Bulkeley, 2013). Outra explicação relaciona-se com o comportamento da vegetação em relação ao sequestro, que, embora associado à supressão dos GEE, os fatores a considerar na fase de implementação, como a taxa de crescimento, o tipo de espécie, a localização e a manutenção do espaço, fazem variar substancialmente a capacidade de sequestro de CO<sub>2</sub> (ver Capítulo IV).

Os conteúdos dos planos locais de ação climática, implementados em alguns municípios dos EUA, foram analisados por Tang et al. (2010), quer enquadrassem ações de mitigação como de adaptação. Concluem que os planos de ação local para as alterações climáticas se dirigem na grande maioria a ações no ambiente construído, como a energia, os transportes, os resíduos e os edifícios, focando-se parcamente no ambiente natural. Concluem ainda que os governos locais necessitam de políticas, ferramentas e estratégias mais inovadoras para responder às mudanças climáticas, sendo exemplo o imposto e as taxas sobre o carbono. Revelam ainda que um dos principais problemas que os governos locais enfrentam se refere à falta de informação sobre a localização das emissões de GEE, levando a que muitos municípios não concretizem as medidas mitigadoras de controlo e diminuição de GEE. Apesar disto, as políticas tradicionais de planeamento, como a redução de emissões de veículos, foram bem adotadas nos planos de mudança climática implementados, no entanto, novas políticas, ferramentas e estratégias, como são exemplo a política de comércio de carbono e redução de impostos, não foram bem considerados nos planos locais de ação climática (Tang et al., 2010).

Em 2010, as autoras Carter e Culp defenderam que os planeadores devem desenvolver estratégias que ajudem a mitigar os GEE, através do incentivo à construção ecológica, ao aumento da eficiência energética dos edifícios e à diminuição de quilómetros percorridos pelos transportes e veículos particulares. Uma vez mais, as temáticas do planeamento territorial evidenciam-se na esfera da mitigação dos GEE, referindo-se especificamente à capacidade do

planeamento na definição de códigos e padrões de construção ecológica; à diminuição do consumo de água; à definição de políticas de construção que promovam a energia solar, eólica e outras renováveis (Carter e Culp, 2010).

No mesmo sentido, e em relação às políticas do Reino Unido, Thorpe (2009) evidencia que para melhorar o desempenho ambiental das cidades, duas ações são fundamentais, diminuir o consumo energético dos edifícios e, melhorar o sistema de transportes e circulação rodoviária.

Existem, ao nível das cidades europeias, vários exemplos de políticas implementadas com um sucesso e contributo reconhecidos na diminuição de GEE. Um dos exemplos refere-se à “Ordenanza Solar Térmica” de Barcelona (primeira edição de 1999), que exige a instalação de sistemas de captação e utilização de energia solar ativa para abastecer, de água quente sanitária, os edifícios do município, sejam eles públicos ou privados. Esta experiência revelou que este tipo de regulamentação da qual se socorrem muitos governos locais, pode ter um impacto considerável nas cidades, tanto que, estas normas foram posteriormente adotadas em cerca de 40 municípios da Catalunha e em aproximadamente 30 municípios do restante território Espanhol (Kern e Alber, 2008).

No setor dos transportes, uma das políticas de referência, pelo pioneirismo, refere-se ao sistema de tarifas criado para fazer face ao congestionamento de tráfego em Londres, implementado em 2003. Esta política levou a uma diminuição do tráfego no centro da cidade de 21% em apenas cinco anos, tendo sido exemplo para outras cidades que o replicaram, como exemplo, a cidade de Estocolmo (Kern e Alber, 2008).

É importante indicar que a eficácia das medidas relativas ao sector da energia é normalmente mais consensual, quer social quer politicamente, do que as políticas direcionadas aos transportes, que estimulam a redução da circulação dos veículos automóveis. Na maioria das cidades, a implementação de restrições ao uso do automóvel, dificilmente leva a um consenso político pela influência que estas medidas têm nos cidadãos, no entanto, o estímulo à eficiência energética e ao consumo de energias renováveis origina uma poupança económica, sendo medidas bem acolhidas.

Às políticas de planeamento, que promovem as formas urbanas mais sustentáveis como as cidades compactas, é atribuída uma importância fulcral não apenas para as alterações climáticas, mas para a melhoria do contexto ambiental, social e económico.

A forma e densidade urbana podem afetar inúmeros fatores (residencial, transporte, industrial), sendo por isto importante quantificar e intervir diretamente em todos os sectores do espaço urbano que contribuam para a mudança climática (Romero-Lankao, 2012). O que está envolvido nestas ações é a própria existência de muitas instituições, a segurança e o bem-estar dos cidadãos, uma vez que eles são inextricavelmente ligados e dependentes de ambos os sistemas

humanos e ecossistemas naturais para a sua subsistência nos níveis local, nacional e global (Romero-Lankao, 2012).

As medidas de ação climática contempladas pelo desenho urbano são bastante consensuais e, especialmente em relação à mitigação, dotadas de um menor ou maior foco espacial. Isto significa que a mitigação pode envolver medidas que não incluam especificamente o espaço físico. Assim, a grande maioria dos planos de mitigação inclui opções tecnológicas, como a melhoria da eficiência energética, a geração de energia renovável, e as medidas de poupança de energia (Reckien et al., 2014).

Contudo, muitas das ações possuem uma forte componente espacial e operam simultaneamente ou de forma sinérgica tanto a adaptação como a mitigação. Estas medidas incluem a vegetação urbana, as condições dos edifícios, a eficiência de gestão e armazenamento de água, os sistemas de energias renováveis e os transportes (Sugar et al, 2013). Na realização de uma modelação integrada na região de Paris, Viguie e Hallegatte (2012) revelam a forma como, por exemplo, três políticas urbanas podem ser combinadas para resultar em estratégias integradas de mitigação e adaptação, referindo-se aos cinturões verdes, ao zonamento da redução do risco de inundação, e ao setor dos transportes (Sugar et al, 2013).

Para além disto, foi reconhecido ao espaço urbano a responsabilidade do fornecimento de energia, na sua distribuição e na quantidade de consumo necessário para corresponder ao dia a dia das populações, podendo deste modo originar maior quantidade de emissões (Kellett et al, 2013). As autoridades públicas devem utilizar todos os instrumentos políticos à sua disposição para promover a eficiência energética e a redução de emissões de GEE que, só podem ser alcançadas, quando o mercado incorporar alguns benefícios com as novas soluções e quando o comportamento dos consumidores e dos cidadãos mudar de modo a reduzir o consumo e a conter a mobilidade, objetivos só prosseguidos parcialmente por “regulamentação” (Zanon e Verones (2013).

Outras iniciativas, como as de baixo carbono e com origem no aquecimento e arrefecimento dos edifícios por fonte renovável e a iluminação natural, por exemplo, são dependentes da arquitetura e da organização espacial do edifício, bem como do planeamento urbano e opções de desenho urbano. O mesmo ocorre nos transportes, setor que é dependente da forma urbana para ser capaz de influenciar a distância e o número de viagens e a necessidade de energia total para o setor (Calthorpe, 2010; Kellett et al, 2013; Villarroel Walker et al., 2014; O. Heidrich et al, 2016).

No mesmo sentido, autores como Seelig (2011) especificam a forma como o desenho urbano pode influenciar o consumo de energia pelos edifícios indicando: 1) a compactação, que contribui para a redução da radiação solar direta e para a redução de perda térmica, minimizando as superfícies e áreas expostas do edifício; 2) a configuração do edifício, influenciando assim a necessidade de refrigeração através da produção de áreas sombreadas; 3) a orientação do edifício, com uma influência direta na procura de energia (Seelig, 2011).

De um modo geral, as estratégias de mitigação referem-se à combinação entre o uso do solo, os transportes, o uso de energia e as políticas de gestão de resíduos. Em relação à adaptação, esta é abordada através dos edifícios e infraestrutura, saúde e segurança humana, economia e bem-estar dos ecossistemas (Bassett e Shandas 2010, Boswell et al. 2012, em Baynham e Stevens, 2013). Contudo é necessário referir que mesmo estabelecendo soluções de desenho urbano, uma ação exclusiva nesta orientação é prejudicial pela setorização demasiado elevada das ações. É importante um equilíbrio que possa ser estabelecido a montante com a incorporação de mudanças sistémicas como os regulamentos de planeamento e zonamento urbano (Reckien et al., 2014). Para além da falta de regulamentação, foi identificada a fraca conexão entre planos energéticos municipais, códigos de construção, rotulagem energética obrigatória e os planos de uso do solo (Zanon e Verones (2013)). Neste contexto, um espaço urbano com melhor desempenho implica a redução da mobilidade, a combinação de atividades em densidades apropriadas e com uma prioridade à regeneração urbana e a “cidades de baixa emissão de carbono”, numa perspetiva integrada de todas as componentes (Zanon e Verones (2013)).

Das políticas e soluções de desenho urbano expressas ao longo desta secção, verifica-se que existe um campo comum de atuação que se refere aos transportes e mobilidade e aos edifícios e consumo energético. A infraestrutura verde é mencionada na grande maioria como solução, devido essencialmente à sua capacidade de sequestro de CO<sub>2</sub> e carácter adaptativo no enquadramento de eventos climáticos.

A diversidade de soluções de desenho urbano revela que não existe uma solução inequívoca para o desafio das alterações climáticas (Biesbroek et al., 2009) e o ajuste que cada solução sofre, no contexto urbano em que se insere, evidencia a incapacidade de se estabelecerem medidas uniformes. Neste seguimento, “a forma urbana que melhor responderá às necessidades de adaptação e mitigação será aquela em que os recursos disponíveis alcançam múltiplos objetivos” (Hamin e Gurrán, 2009).

## **5.6 Síntese**

O Planeamento do Território, como instrumento de gestão territorial, contribui para o combate às alterações climáticas de uma forma abrangente por permitir incluir diversas escalas temporais e diferentes graus de intervenção no território, ao mesmo tempo que regulamenta as ações / políticas que sobre ele são determinadas.

Apesar disto, é necessário imprimir / promover uma mudança de visão no processo de planeamento municipal, devendo converter-se num instrumento mais dinâmico e colaborativo e menos proibitivo, orientando-o para a visão da mudança climática. As estratégias de combate devem passar por capacitar o espaço urbano para reagir de forma imediata a um evento climático e, no âmbito das estratégias de mitigação, estabelecer políticas, definidas no médio a longo

prazo, que contribuam para a diminuição das emissões de GEE e sequestram, adicionalmente, o carbono atmosférico.

Neste contexto, a bibliografia apresentada ao longo deste capítulo regista a elevada capacidade dos governos locais na implementação das ações de combate climático, através de políticas de ocupação e uso do solo e dos transportes, para além da capacidade de poder, através dos instrumentos de planeamento, operacionalizar a melhor forma de implementar os planos municipais.

Embora o nível nacional desempenhe um papel importante na conceção de políticas de eficiência energética, as políticas locais dão às comunidades a oportunidade de inovar e desenvolver os planos que melhor funcionam para as suas necessidades geográficas e económicas. Para além disto, são os governos locais que implementam as políticas nacionais, seja qual for o setor afetado, por exemplo, o setor energético ou a infraestrutura dos transportes.

Na grande maioria dos países, os governos locais têm o poder legal de governar a mudança climática urbana por meio de regulação específica, em particular na estratégia energética, transportes e planeamento do uso do solo. Se tais planos incorporarem metas de mitigação das mudanças climáticas, terão efeitos significativos nas emissões de GEE. Embora os municípios tenham autoridade para incluir objetivos de política climática no planeamento estratégico, eles não são obrigados a fazê-lo. Afinal, a política de alterações climáticas continua a ser, em grande parte, uma tarefa voluntária das autoridades locais.

Assim, considerando os diferentes níveis do planeamento do território, e apesar da evidente importância do nível local exposta na revisão da literatura, definir uma estratégia climática ao nível nacional e/ou regional que enquadre a intervenção das autoridades locais na operacionalização do combate às alterações climáticas, poderá constituir-se como o elemento agregador da natureza estratégica e operacional de todos os níveis do sistema de planeamento territorial, relação que é reconhecida na literatura como fundamental ao estabelecimento de políticas climáticas contínuas, regulares e comprometidas com o longo prazo.



## CAPÍTULO VI

### OBJETIVOS E METODOLOGIA

#### 6.1 Objetivos e Questões de Investigação

##### 6.1.1 Introdução

Tendo sido apresentada a revisão de literatura em vários domínios da problemática das alterações climáticas, é importante reter que, apesar da dificuldade em estabelecer políticas climáticas considerando unicamente os processos de planeamento do território, é consensual que estes podem operacionalizar um combate à mudança climática, ainda mais em contexto urbano.

É ainda inequívoca na literatura a elevada capacidade dos governos locais em implementar medidas de combate climático à escala municipal, mesmo que não exista a montante, uma estratégia nacional ou regional. No entanto, a revisão de literatura demonstrou que a implementação de políticas locais autónomas são ainda casos de exceção e que, alguns municípios recorrem às redes internacionais para definir as medidas climáticas, dada a ausência de uma estratégia nacional consequente. Assim, exercido localmente, o Planeamento do Território relaciona-se intrinsecamente com o uso do solo e parâmetros urbanísticos, com o consumo energético e com o setor dos transportes que permitem, aos governos locais, desenvolver as políticas de combate climático nestes setores, através de planos e normas.

A grande maioria dos autores sugere que a mudança climática é uma questão particular para o planeamento, exigindo que as causas e os impactos de um clima em mudança sejam operados através dos instrumentos de planeamento do território, revelando que existe no planeamento o potencial de combater as alterações do clima, uma vez que este influencia praticamente todos os temas “convencionais” de transportes, energia, paisagem e biodiversidade, infraestrutura e habitação (Wilson, 2006).

##### 6.1.2 Questões de Investigação

No seguimento da secção anterior, em que se aponta, com base na revisão de literatura, o caminho desta investigação, a grande questão que se coloca é, se o sistema de Planeamento do Território ao nível municipal apresenta uma efetiva capacidade para combater as alterações climáticas, abordando a natureza operacional dos instrumentos de planeamento municipal, e focando as ações de mitigação.

Na abordagem desta questão de investigação será considerado o caso do sistema de planeamento português, analisando especificamente os instrumentos de nível local de três

municípios, que se constituirão como estudos de caso. A opção por municípios com cidades de média dimensão resulta da sua representatividade nos sistemas urbanos nacionais, não sendo Portugal exceção a este respeito. Curiosamente, grande parte da investigação que cruza as alterações climáticas com o planeamento territorial tem-se dirigido às grandes cidades e áreas metropolitanas, pelo que fará sentido introduzir as cidades médias neste debate.

De modo a responder à principal questão de investigação atrás referida, outras decorrentes foram igualmente desenvolvidas, tendo-se identificado, em particular, as seguintes:

Qual o nível territorial de análise que melhor promove as medidas de mitigação nos planos municipais, a escala do município, a escala do perímetro urbano ou a escala do loteamento?

Serão as operações de loteamento, tendo em conta os parâmetros urbanísticos que as regulam, capazes de acolher ações de mitigação por forma a se constituírem como locais neutros em CO<sub>2</sub>?

Qual a importância da Infraestrutura Verde no sequestro de GEE nas três escalas anteriormente referidas?

No contexto dos loteamentos, qual o contributo dos parâmetros urbanísticos na implementação de medidas mitigadoras?

E, finalmente, quais os temas afetos aos instrumentos de Planeamento do Território municipal que mais influenciam a mitigação dos GEE?

### **6.1.3 Objetivos Complementares**

Sendo o Planeamento Municipal aquele que possibilita a concretização das políticas territoriais com transformações ao nível dos usos do solo, esta investigação pretende analisar a natureza operacional dos instrumentos de planeamento municipal, verificando se estes possuem capacidade de mitigar a principal causa das alterações climáticas, ou seja, os GEE.

Através da análise das três escalas distintas identificadas no interior do município, isto é, a área do município, do perímetro urbano e do loteamento, pretende-se compreender de que forma as zonas periféricas e urbanas se relacionam na contribuição para o equilíbrio entre emissão e sequestro de CO<sub>2</sub>. Assim, deverá ser possível identificar qual o nível territorial mais capacitado para o estabelecimento de ações de mitigação e conseqüente monitorização.

Considerou-se ainda importante compreender qual a contribuição da Infraestrutura Verde no Balanço de CO<sub>2</sub>, pela sua reconhecida função de sequestro dos GEE, podendo ainda verificar a dinâmica existente entre as 3 escalas municipais definidas.

Pretende-se que desta investigação sejam identificados os temas que, operados pelos instrumentos do Planeamento do Território municipal influenciam de forma mais evidente, os

valores de Balanço de CO<sub>2</sub>, através da análise dos loteamentos e respetivos parâmetros urbanísticos.

Em síntese, deverá ser possível identificar o modo como os usos de solo podem contribuir para as diferentes ações mitigadoras, analisando os Planos Municipais de cidades de média dimensão. Pelo facto de existirem, na maioria das cidades de média dimensão, zonas urbanas com uma densidade considerável e claramente distintas das zonas periféricas, é importante compreender como o balanço de carbono se comporta, quer incluindo a totalidade da área do município, quer considerando apenas e isoladamente o perímetro urbano. O balanço de carbono será ainda analisado na simulação de uma operação de loteamento, potenciando uma análise mais concreta e dirigida às ações de mitigação. Para o efeito, a investigação debruça-se sobre três casos específicos: os municípios de Vila Real, Braga e Viana do Castelo que, como se verá no decorrer do trabalho empírico, apresentam condições suficientemente contrastantes de análise.

## 6.2 Metodologia Geral

### 6.2.1 Metodologias Aplicadas ao Estudo das Alterações Climáticas

Os eventos climáticos atípicos em diferentes regiões do planeta reforçam a ideia de que o mundo se desregula em termos de "normalidade" climática, tal como reconhecida até hoje. Esta visão fomentou o sentido de urgência em atuar perante novos cenários, levando a novas investigações com recurso a novas e variadas metodologias. Neste sentido, é importante referir algumas das metodologias, identificando-as por temática, de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5: Abordagens de ação climática, considerando os temas da Economia do Carbono e do Planeamento de Ação Climática.

TEMA	AÇÃO	ABORDAGENS
PLANEAMENTO DO TERRITÓRIO	Mitigação	Cenários de modelação e planeamento da paisagem - SLP Sequestro de carbono florestal - Forest Carbon Sequestration Cenários e Modelação
	Adaptação	Planeamento antecipatório e proactivo Sistema de Mobilidade e Transporte Cidades sustentáveis e Metabolismo urbano Ecologia urbana Iniciativa "Cidades Inteligentes" Novo Urbanismo Cenários e Modelação
ECONOMIA DO CARBONO	Mitigação	Modelação económica do custo social do carbono Iniciativas de incentivos financeiros Taxas e impostos Princípio "poluidor - pagador" Comércio de licenças de emissão (CELE e EU ETS) Iniciativas de Preços Verdes Diminuição do consumo energético Novas tecnologias energéticas Sequestro de carbono Avaliação do ciclo de vida - LCA Cidades neutras em energia / Cidades neutras em carbono Balanços de Carbono
	Adaptação	Análise do Risco de Desastre Consciência, Análise e Ação Sistemas de Mobilidade e Transporte Cenários e Modelação

Considerando as metodologias de combate às alterações climáticas apresentadas no Quadro 5, pode referir-se que existiu uma fase inicial em que as ações ocorreram por via de políticas económicas dirigidas ao carbono, reguladoras das emissões de GEE. Com a crescente necessidade de agir de forma imediata para fazer face aos impactos dos eventos climáticos, as políticas de regulação dos GEE, essencialmente medidas de mitigação, passaram a direccionar-se para a adaptação do território a esses eventos e catapultou-se a necessidade de abordar o tema pelos processos de Planeamento do Território.

Quando se verifica que, na ocorrência desses eventos, o teor de vulnerabilidade das populações e do território, essencialmente urbano, é elevado, está dada a indicação de que a ação climática deveria ter sido já considerada. Assim sendo, é nesta visão de cunho catastrófico que se verifica que o Planeamento Territorial pode promover uma resolução da mudança climática reunindo as duas formas de ação, a mitigação e a adaptação. Apesar disto, verificou-se na literatura que, com a necessidade de adaptação as medidas de mitigação, no que se refere ao Planeamento do Território, foram sendo descuradas.

Neste contexto, esta investigação pretende testar uma metodologia que possa envolver o Planeamento do Território no estabelecimento de medidas de mitigação.

### **6.2.2 Metodologia Geral**

Para o desenvolvimento desta investigação, utilizou-se uma metodologia que se debruça sobre os Planos Municipais, objeto alvo de análise. Isto significa que parte do trabalho a desenvolver, e numa primeira fase, foi necessário proceder à interpretação dos Planos Municipais dos três municípios estudos de caso. A metodologia utilizada iniciou-se com a recolha e análise dos conteúdos de cada Plano. Este exercício foi realizado para três níveis territoriais no interior do nível local: o município, o perímetro urbano e o loteamento. Desta divisão territorial surgiu a necessidade de utilizar duas metodologias, uma aplicada ao nível do município e perímetro urbano, outra aplicada às operações de loteamento.

Neste contexto, em relação ao exercício 1 - Município e Perímetro Urbano - concretizou-se uma análise a cada uso do solo, verificando a direção do seu contributo, se emissor ou sequestrador, nas estratégias climáticas e, especificamente, no cálculo do balanço do carbono. Posteriormente identificou-se o modo como pode a avaliação do plano municipal servir de impulso ao desenvolvimento de usos do solo mais contributivos às estratégias climáticas de mitigação e adaptação. Considerando que os usos do solo estão analisados e a sua função / colaboração com as estratégias determinadas, será possível atribuir a cada uso do solo, recorrendo a estudos científicos de referência, uma taxa de sequestro e/ou emissão que permita realizar o balanço deste GEE na área analisada. Numa fase posterior, e após testar a metodologia inicial, em

detrimento da utilização de taxas de sequestro foi utilizada uma aplicação de cálculo do sequestro, *i-Tree Canopy*.

Para o desenvolvimento do Exercício 2 - Operações de Loteamento - foram interpretados os planos municipais dos concelhos estudo de caso, obtendo informação dos parâmetros e índices urbanísticos que permitiram simular os projetos de loteamento. Neste seguimento, foi possível calcular o valor das emissões e do sequestro que resultam das áreas do loteamento e assim, obter o balanço de carbono. Posteriormente foi analisado o comportamento dos parâmetros urbanísticos considerando as necessidades de infraestrutura verde para o balanço neutro de CO<sub>2</sub> em cada loteamento.

Esta metodologia, desenvolvida através de dois exercícios empíricos, tem em comum a fase inicial de análise dos planos municipais, seguida da recolha de informação sobre o sequestro e a emissão, finalizando com o cálculo do balanço de CO<sub>2</sub>. Por forma a evidenciar a especificada entre cada uma das metodologias apresentam-se, nos próximos subcapítulos, um conjunto de diagramas / esquemas de cada exercício empírico.

Diagrama I: Metodologia do Exercício aplicado à escala do Município e Perímetro Urbano.

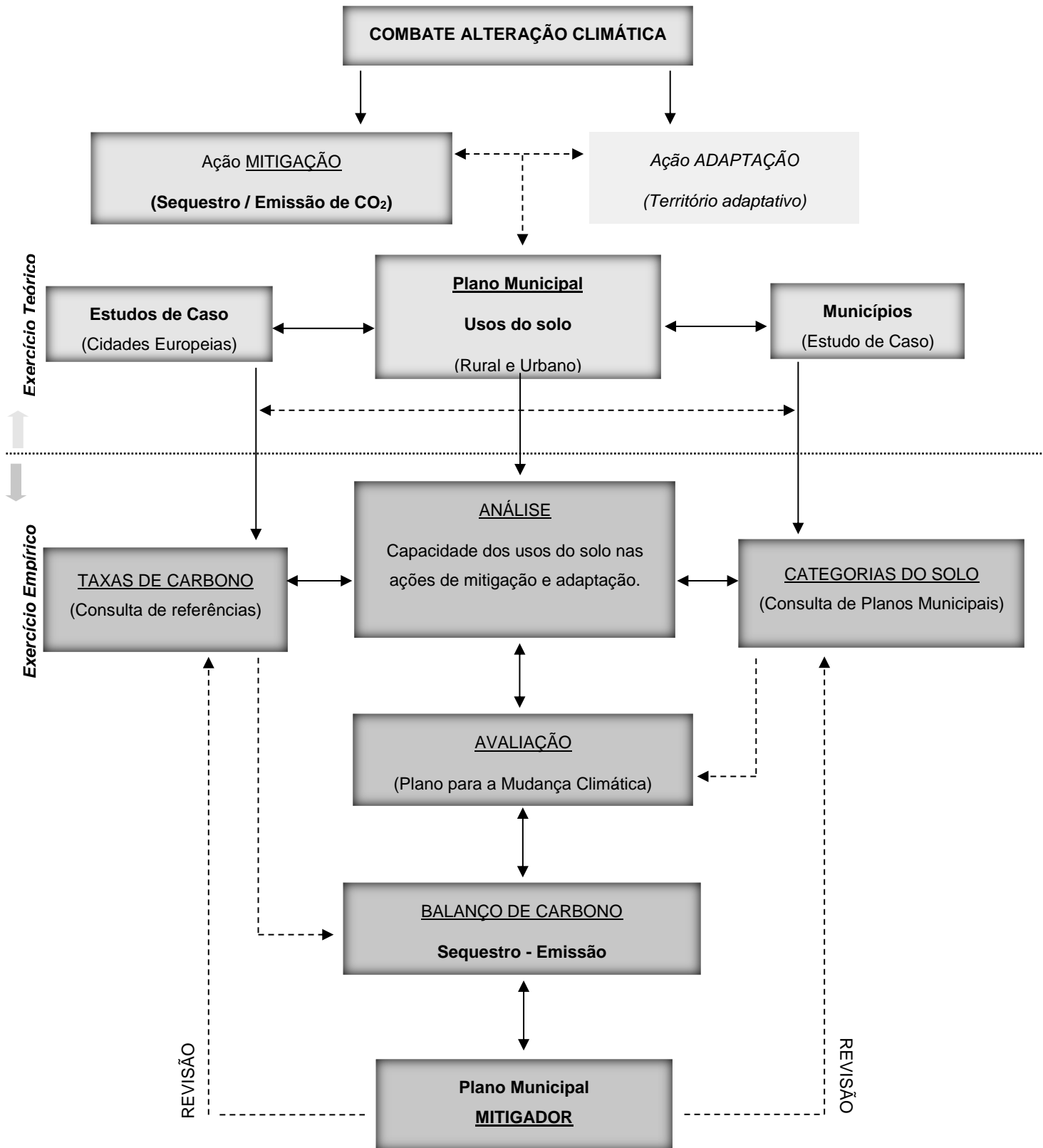
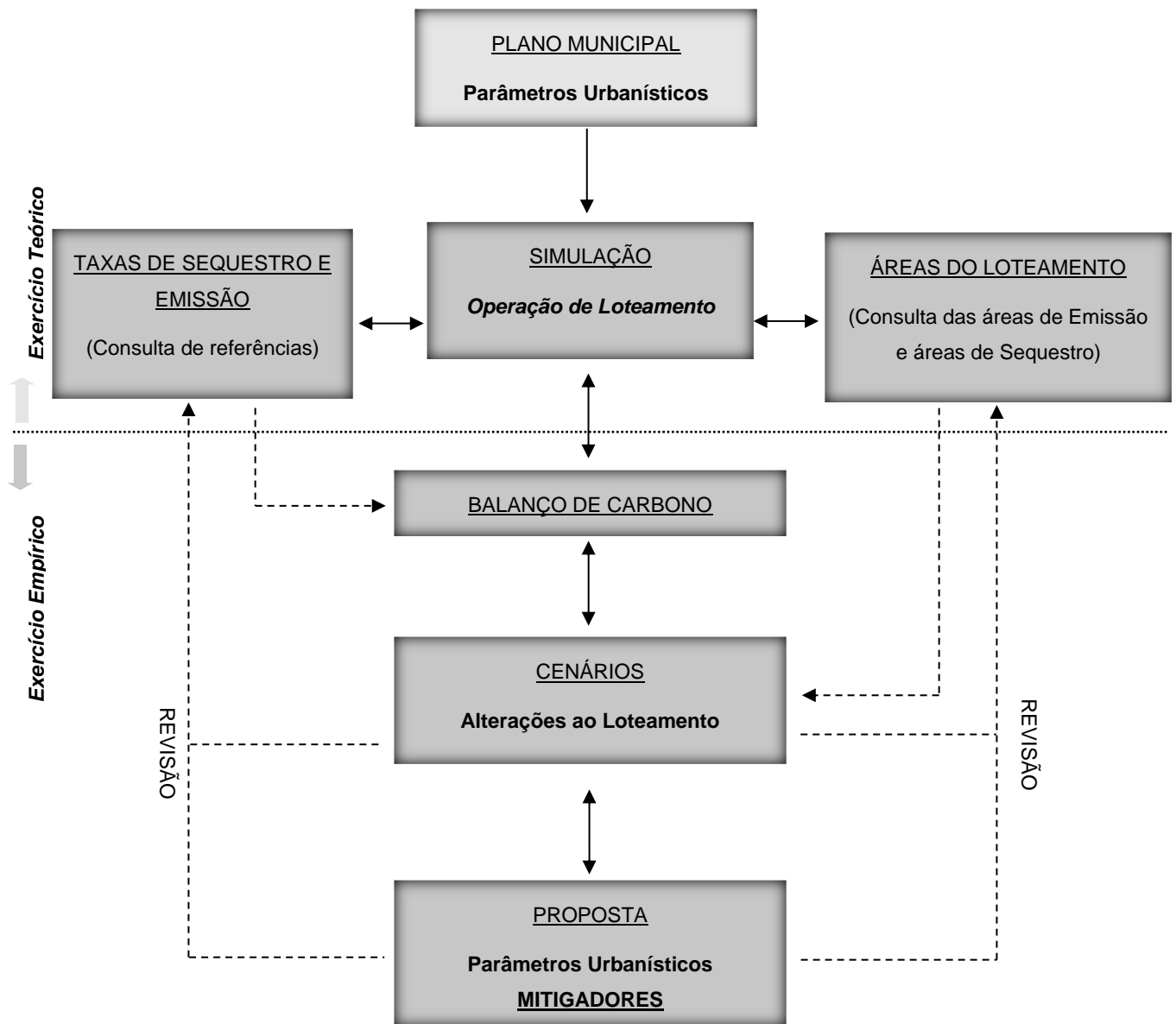


Diagrama II: Metodologia do Exercício aplicado à escala da Operação de Loteamento.



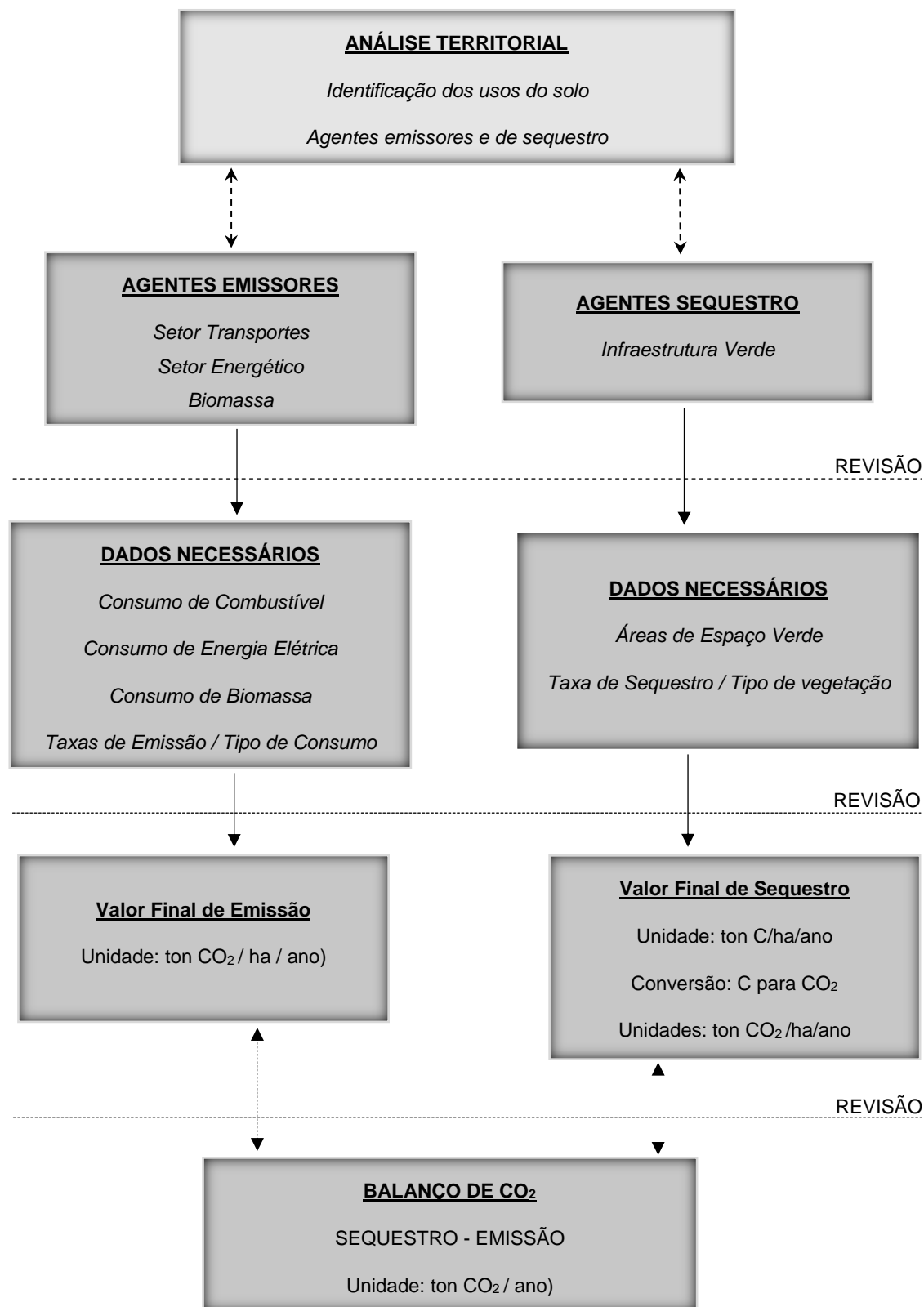


### **6.2.3 Metodologia para o Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> em Municípios e Perímetros Urbanos**

No decorrer desta investigação, a metodologia foi sendo ajustada de acordo com a possibilidade de promover a sua melhoria. A análise aos planos permite verificar especificamente e de forma imediata, quais as áreas que poderão ter um potencial de sequestro de carbono, ao fazerem parte da infraestrutura verde municipal e urbana. Adicionalmente, e em relação aos dados de emissão de CO<sub>2</sub>, o valor final resulta da soma das emissões associadas a três setores do metabolismo urbano, o consumo energético, o consumo de biomassa e o consumo de combustíveis.

No Diagrama III apresenta-se a metodologia especificamente desenvolvida para o cálculo das emissões e sequestro de CO<sub>2</sub>, com a indicação do tipo de informação recolhida e tratamento dos dados, desde a fase de análise do plano até ao cálculo final do balanço nas áreas do município de perímetro urbano. O Diagrama IV refere-se ao método de cálculo do balanço de CO<sub>2</sub> na escala dos loteamentos.

Diagrama III: Etapas da metodologia aplicada no exercício empírico 1 para o cálculo das emissões e do sequestro de CO<sub>2</sub>, iniciando-se com a análise do plano municipal e finalizando com o cálculo do balanço.



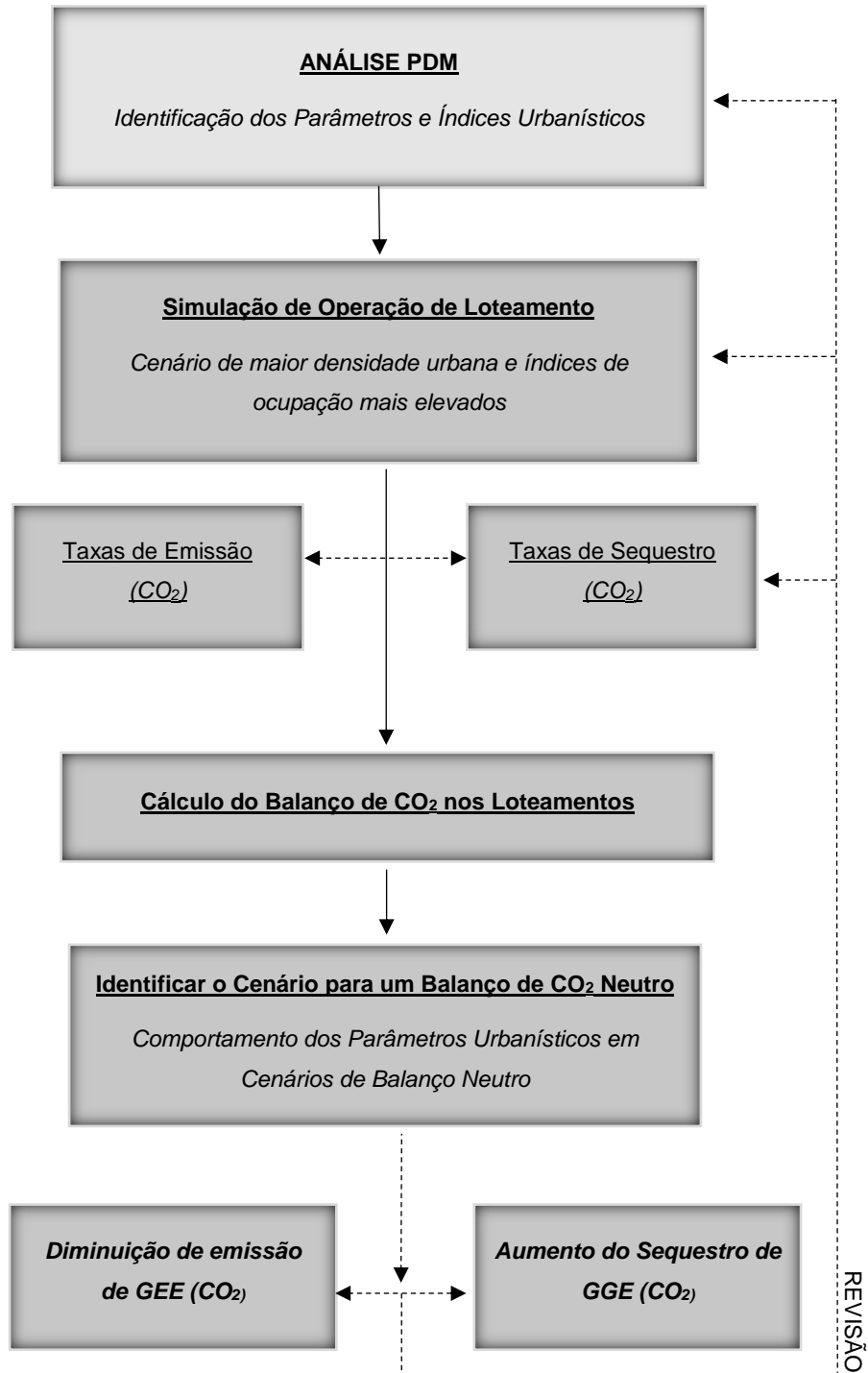
#### **6.2.4 Metodologia para o Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> em Loteamentos**

Para determinar o balanço de CO<sub>2</sub> num loteamento, dirigindo a análise aos parâmetros e índices urbanísticos do Plano Municipal de cada concelho estudado, foi necessário alterar a metodologia desenvolvida no exercício empírico 1.

As operações de loteamento podem ser consideradas das ações urbanísticas que, e em maior escala, processam mudanças no território. São processos dos quais decorre uma profunda alteração nos usos do solo, pelo nível de infraestruturação que exigem, como as redes de água e saneamento, as vias de circulação, redes elétricas, entre outros. Adicionalmente, as operações e os projetos de loteamento são parametrizados nos Planos Municipais onde são estabelecidas as áreas de construção, largura das vias e estacionamento, os espaços verdes de cedência entre outros parâmetros que variam de acordo com o plano de cada município.

Tendo em consideração a elevada capacidade de transformação do território destas operações urbanísticas, realizou-se a simulação de um projeto de loteamento à qual se dirigiu o cálculo do balanço de CO<sub>2</sub>, numa análise intensiva dos parâmetros urbanísticos. Os cenários considerados na simulação do Loteamento são os mais elevados em termos de densidade urbana. No Diagrama IV podem observar-se as etapas da metodologia, iniciando-se com a análise dos parâmetros urbanísticos, aplicada ao exercício empírico 2 referente às operações de loteamento.

Diagrama IV: Etapas da metodologia aplicada ao exercício empírico 2 no cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos.



Finalizando a metodologia convém referir que a fórmula utilizada para calcular os valores de Balanço de CO<sub>2</sub> nas áreas do Município, Perímetro Urbano e Loteamento, se refere a uma subtração simples entre o valor do sequestro e o valor das emissões, aplicada a uma área/unidade territorial.

Com a descrição da metodologia geral desta investigação e após a apresentação dos esquemas que definem as etapas para cada exercício empírico, é concluída a Parte Teórica da Tese.

Nos capítulos que se seguem, referentes à Parte Prática, são revistas as políticas da União Europeia e de Portugal na temática das alterações climáticas e o Planeamento do Território. Caracterizam-se os estudos de caso e especifica-se a metodologia aplicada em cada exercício empírico, escalpelizando todos os dados e a sua origem e todos os cálculos que permitiram obter os valores de emissão e de sequestro. Posteriormente são apresentados os resultados para cada um dos exercícios, juntamente com a discussão associada, terminando a parte prática com as conclusões da tese e as recomendações finais.



## CAPÍTULO VII

### ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO E INTRODUÇÃO AO BALANÇO DE CO<sub>2</sub>

#### 7.1 Introdução

Na tentativa de compreender o modo como os procedimentos de planeamento e ordenamento do território podem contribuir para atenuar as alterações climáticas, nomeadamente pela mitigação de GEE, foi desenvolvida uma metodologia que avalia esta capacidade e que se concretiza pelo cálculo de um balanço de CO<sub>2</sub> para as áreas alvo de estudo.

O balanço de CO<sub>2</sub> permite analisar a capacidade do território em sequestrar os GEE e adicionalmente, identifica o nível de emissões de CO<sub>2</sub> que este terá que anular através da mitigação. Este método concretiza o diagnóstico do comportamento do dióxido de carbono nas áreas de estudo, sendo identificadas as formas de reparar e preparar os ecossistemas, essencialmente urbanos, para a alteração do clima através de processos de planeamento.

Como vimos anteriormente o planeamento, por equacionar os usos do solo, pode funcionar como guia na indicação da melhor forma de conceber, manter e gerir a infraestrutura verde, quer rural, quer urbana. De forma geral, o sequestro e o armazenamento de CO<sub>2</sub> na atmosfera, através de processos naturais, apresentam condicionantes que fazem variar as taxas de absorção como a idade (Rowtree e Nowak, 1991) e a composição da infraestrutura verde (Nowak et al., 2002), assim como a prática de manutenção (Nowak, 1993) após a sua instalação.

Neste contexto, o sequestro de carbono, pela infraestrutura verde e, como medida mitigadora, deve ser implementado no terreno através de processos bem estruturados e racionalizados no sentido de diminuir a sua manutenção (Strohbach et al., 2012). A maioria dos estudos que incidem sobre o sequestro de carbono apontam as florestas, e florestas urbanas como a infraestrutura verde que maiores taxas de sequestro e armazenamento apresenta (exemplo: Zheng et al., 2013; Strohbach e Haase, 2012; Escobedo et al., 2011; Nowak et al., 2013).

No sentido de enquadrar as diferentes políticas de combate às alterações existentes, tanto ao nível da UE como para Portugal, apresentam-se, nos pontos 7.1) e 7.2) a revisão das principais políticas estabelecidas a esses níveis, quer se configurem como políticas económicas, quer como políticas de planeamento territorial.

## 7.2 Políticas Climáticas na UE

Tem sido atribuída à UE um papel de liderança no combate climático e aos esforços globais de mitigação (Minoia, 2009; Backstrand e Elgström, 2013; Rayner e Jordan, 2013), que ultrapassam a simples oferta de linhas orientadoras. A UE tem estabelecido políticas ambientais ambiciosas (Kelemen, 2010), pressionando, não só os Estados-Membros, mas todo o contexto internacional, para o estabelecimento de metas de redução de GEE (Backstrand e Elgström, 2013; Heidrich et al, 2016).

No contexto desta influência, a UE funciona como precursor das políticas de ordenamento do território dos Estados-Membros pela aplicação de leis ambientais (Comissão Europeia, 1997; Kelemen, 2010), e de diretrizes sobre as alterações climáticas, como exemplo, o pacote clima-energia 2020 e o quadro clima-energia 2030, com estratégias de mitigação. O Livro Branco da UE estabelece o quadro de ação europeu para a adaptação às alterações climáticas, promovido pela Agência Europeia do Ambiente (AEA) (Heidrich et al, 2016).

De forma breve, e para uma compreensão mais ampla do papel da UE, é apresentada a listagem da legislação que se refere à ação climática e proteção da camada de ozono, aplicável a todos os Estados-Membros. Contempla: 1) Monitorização dos GEE; 2) Sistema de Comércio de Emissões; 3) Esforços de Partilha e Decisão; 4) Captura e Armazenamento de Carbono; 5) Transportes / Combustíveis; 6) Proteção da Camada de Ozono; 7) Gases Fluorados; 8) Florestas e Agricultura ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)).

No mesmo seguimento, expõem-se as estratégias climáticas estabelecidas pela UE para reduzir as emissões de GEE, até 2050, indicando como principais objetivos climáticos e energéticos, 1) “2020” pacote climático e energético; 2) “2030” quadro de clima e energia; 3) Roteiro de baixo carbono 2050 (as metas anteriores “2020” e “2030” são a precedência necessária para que a UE seja capaz de converter, para economias de baixo carbono, os seus Estados-Membros ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)).

Com todas estas iniciativas, a UE foi determinante para a redução das emissões de GEE dos Estados-Membros, ao iniciar um processo que promove as empresas e indústrias com o melhor desempenho neste domínio. Com o objetivo de auxiliar os Estados-Membros a atingir o compromisso de redução das emissões de GEE, o Sistema de Comércio de Emissões da UE (EU-ETS, sigla em inglês), permite que as empresas e indústrias participantes possam comprar ou vender licenças de emissão, o que fará com que os cortes de emissões possam ser alcançados por um menor custo ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)). De uma forma resumida, o processo é iniciado por cada governo de cada Estado-Membro, estabelecendo os limites de emissão para as instalações emissoras, atribuindo-lhes um número de créditos/licenças, equivalentes a esses limites. Essas empresas são posteriormente obrigadas a entregar as suas licenças a um nível que é baseado nas suas emissões anuais (Torres e Pinho, 2011).

O EU-ETS é a pedra angular da estratégia da UE para a luta contra as alterações climáticas. É o primeiro sistema internacional de comércio de emissões de CO<sub>2</sub> no mundo e está em operação



desde 2005. Abrange mais de dez mil instalações em sectores industriais que são coletivamente responsáveis por quase metade das emissões de CO<sub>2</sub> da UE e 40% do total das suas emissões de GEE e de energia. Uma alteração à Diretiva RCLE-UE levou a que, em julho de 2008, o sector da aviação entrasse neste sistema a partir do ano de 2012 ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)).

Adicionalmente, em 2009, a UE adotou o seu próprio pacote para o clima e energia (pacote clima-energia 2020), para implementar os chamados objetivos 20/20/20, correspondendo a uma redução de 20% das emissões de GEE em comparação com o ano de 1990 e para cumprir até 2020, utilizando 20% de energias renováveis no consumo energético e o aumento de 20% de eficiência energética. As investigações em novas tecnologias, essencialmente ao nível do setor energético e mobilidade, são essenciais para atingir esta meta.

Assim, a UE (2011), através da Comissão Europeia, emitiu um comunicado onde traça as linhas gerais da estratégia "Europa 2020". Os termos que se destacam nesta estratégia são: 1) fomentar a maior eficiência no uso dos recursos; 2) definir planos com políticas de longo prazo nos transportes, energia e mudança climática; 3) definir os elementos-chave da ação climática da UE; 4) auxiliar os diferentes Estados Membros a tornar a UE mais competitiva em 2050; 5) considerar uma economia de baixo carbono.

Na tentativa de promover o objetivo de transitar para uma economia de baixo carbono a UE deve considerar uma redução das emissões, no setor doméstico, em cerca de 80% até ao ano de 2050.

O setor energético é um dos que mais influencia as emissões de GEE na UE, sendo essencial convertê-lo num sector seguro, competitivo e totalmente descarbonizado. Deste modo, a eletricidade vai desempenhar um papel central na economia de baixo carbono. "A análise mostra que é possível eliminar quase totalmente as emissões de CO<sub>2</sub> até 2050, oferecendo a possibilidade de substituir parcialmente os combustíveis fósseis no transporte e aquecimento" (CEC, 2011).

Os novos edifícios devem ser eficientes energeticamente, para que não promovam a emissão de GEE. No entanto, um dos maiores desafios que a UE enfrenta refere-se aos edifícios já construídos e que necessitam de ser requalificados para se converterem em edifícios de baixo consumo. De igual forma, o setor industrial, principalmente o que utiliza energia intensivamente (indústria do aço e do cimento), necessita de rever os seus processos industriais, devendo promover as formas de capturar e armazenar carbono (CEC, 2011).

Em relação às práticas agrícolas, o contributo destas áreas na mitigação das emissões de GEE deverá abrandar após 2030, uma vez que o aumento da população mundial levará ao aumento de formas intensivas de produção alimentar (em 2050 o mundo terá de alimentar cerca de 9 mil milhões de pessoas). Para combater isto, as práticas agrícolas sustentáveis devem ser fomentadas, inclusive nos países em desenvolvimento. As florestas tropicais terão que ser preservadas assim como a biodiversidade.

Neste contexto, de forma a atingir os objetivos definidos, as medidas já existentes devem ser revistas sempre que surjam novas informações. A UE estabelece que no seu sistema de troca de emissões (ETS, sigla em inglês), estas deveriam ser "recalibradas", colocando uma parte do número das licenças em "armazém" para serem leiloadas no período de 2013 a 2020. Outros mecanismos económicos, como os de financiamento público-privado, devem ser adicionados e são fundamentais para superar os riscos financeiros iniciais.

Num relatório recente do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), é afirmado que com a implementação das políticas definidas nesse relatório, era garantida uma redução de 64% das emissões até 2020. No entanto, se nenhuma ação global e conjunta for desenvolvida contra as alterações climáticas, as temperaturas podem aumentar cerca de 2°C em 2050, e até ultrapassar os 4°C até 2100. Para evitar este cenário, a ciência indica que até 2050 as emissões globais de GEE têm de ser reduzidas pelo menos 50%, em comparação com dados de 1990 (CEC, 2011). Atualmente num relatório mais recente do PNUMA (2013), existe a indicação de que as previsões de um aumento de temperatura superior a 4°C para 2100 podem ter sido "exageradas".

Mais recentemente, em 2014, a UE aprovou medidas mais ambiciosas para 2030 (quadro clima-energia 2030) e que consiste no corte de 40% nas emissões de GEE em relação aos níveis de 1990, utilizando pelo menos uma quota de 27% do consumo de energia renovável e pelo menos 27% de economia de energia ou eficiência energética ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu); Maione et al., 2015).

A sucessão de eventos climáticos na Europa provocou, principalmente nas regiões afetadas, a necessidade de combater de forma eficaz os riscos da mudança do clima. No entanto, e apesar de inovadoras, a grande maioria das medidas desenvolvidas pela EU, e como verificamos na descrição anterior das políticas climáticas, referem-se à mitigação de GEE e não enquadram as políticas de planeamento do território. Nesta visível necessidade de enquadrar as políticas de planeamento, quer de adaptação, quer de mitigação, a Comissão Europeia criou em 2014 a iniciativa "Autarcas Adaptar" (fundida em 2015 com a iniciativa "Pacto de Autarcas" resultando no "Pacto de Autarcas para o Clima e Energia"), por forma a envolver, com maior consistência, as cidades na adaptação às alterações climáticas (Heidrich et al, 2016).

Ainda no âmbito da UE, a necessária redução da vulnerabilidade do território europeu às alterações climáticas é descrita no "Livro Branco, Adaptação às Alterações Climáticas: Para um Quadro de Ação Europeu", de 2009 (O'Neill e Scott, 2011). Como a redução da vulnerabilidade prevê medidas de adaptação, este documento fixa o compromisso para combater as alterações climáticas, descrevendo ações para uma abordagem europeia, desde 2013. Sendo evidente que as ações de adaptação se convertem ao nível do território, na perspetiva de planeamento, o Livro Branco reconhece que o papel do planeamento possui, neste contexto, dois aspetos principais. Primeiro, o documento atribui responsabilidades às últimas práticas e decisões de planeamento do uso do solo, pela maior vulnerabilidade que existe hoje às alterações do clima, tendo provocado a alteração dos ecossistemas e sistemas socioeconómicos menos capazes de se

adaptarem, quando no essencial, estas comunidades mais vulneráveis nem deveriam existir. Em segundo, existe o apelo para que o planeamento espacial possa fornecer estratégias de longo-prazo, essenciais na proteção de infraestruturas especiais relacionadas com os transportes, a energia e as redes de abastecimento de água (O'Neill e Scott, 2011).

Apesar de indicar diversas ações em diferentes matérias, é pertinente no âmbito do estudo, descrever quais as políticas de planeamento do território enquadradas no Livro Branco. Da análise de O'Neill e Scott (2011) três temas-chave podem ser identificados. O primeiro refere-se à necessidade de integrar a gestão dos serviços dos ecossistemas no planeamento do território, e numa variedade de escalas espaciais. Destaca a vantagem de considerar os processos naturais no controlo e absorção de impactos climáticos em vez de optar pela construção de infraestrutura física, adotando o conceito de infraestrutura verde às funções do ecossistema. A infraestrutura verde como estratégia de adaptação permite fornecer produtos e serviços "ecossistémicos" aos centros urbanos levando-os a uma maior capacidade de resistir a fenómenos como as inundações e o efeito ilha de calor urbano (Wilson e Piper, 2010) (O'Neill e Scott, 2011). No segundo ponto, o autor indica que o aumento da resiliência do território é uma das orientações do Livro Branco, essencialmente aplicada às grandes infraestruturas e às zonas costeiras, indicando que nas zonas costeiras, deve existir uma melhor coordenação e integração entre o planeamento e a gestão costeira, reunidos com o ordenamento marítimo (O'Neill e Scott, 2011). O documento explora outros instrumentos e políticas de adaptação que poderão ser eficazes no combate às alterações climáticas, uma vez que as propostas existentes no Livro Branco possuem uma elevada relevância para o planeamento por desenvolver metodologias de proteção contra o clima, transformando-o num indicador para o investimento público (O'Neill e Scott, 2011). Será importante verificar como, no futuro, as políticas de adaptação da UE irão explorar a "avaliação do impacto climático" como condição para o investimento público e privado e para a política de coesão territorial.

A UE foi essencial na promoção do combate climático, não só para os Estados-Membros, mas também de uma forma global, tendo prestado grande contributo, essencialmente na aplicação de medidas de mitigação e, mais recentemente de adaptação, papel que é continuamente estabelecido.

No entanto, e no que se refere ao processo de planeamento, são ainda poucas as políticas que definem estratégias no âmbito da UE, não tendo ainda sido capaz de criar uma forma de envolver todos os Estados-Membros neste processo ou de, pelo menos, lhes fornecer a melhor orientação para o melhor desempenho de um processo de planeamento climático.

### 7.3 Políticas Climáticas em Portugal

Em Portugal, a consciência ambiental iniciou-se nos anos 1970 e, especificamente em relação às alterações climáticas, as primeiras referências datam de 1987, quando foi publicado o primeiro artigo com uma descrição dos impactos em Portugal (Aguilar e Santos, 1987) evidenciando que a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera seria, em 2080, o dobro dos valores registados na era pré-industrial com um aumento de 2,5 °C da temperatura média global (Carvalho et al., 2013).

O tema das alterações climáticas em Portugal está sob a alçada da APA (Agência Portuguesa do Ambiente), um órgão do Ministério do Ambiente. Porém o tema climático não se encerra exclusivamente nos estudos da APA, sendo que as autarquias e outras instituições podem, autonomamente, tomar medidas, para promover no próprio concelho, o combate às alterações climáticas.

A APA é o organismo do estado com maior relevância neste domínio, uma vez que traduz e aplica as leis e diretivas europeias, assim como acompanha, aconselha e promove as políticas nacionais. No entanto o seu papel é muitas vezes criticado por ser considerado insuficiente, uma vez que a política climática em Portugal é extremamente dependente das normas da UE. Como referiu Carvalho et al. (2013), a pouca tradição que existe no país de estabelecer valores e políticas ambientais, fez com que as políticas governamentais de mudança climática fossem moldadas e aplicadas sob a forte influência da UE.

Deste modo, e no sentido de percorrer as políticas climáticas mais importantes que a APA enquadra ([www.apa.pt](http://www.apa.pt), 2016), são apresentadas essas políticas, diferenciando-as em políticas de mitigação e de adaptação.

#### 7.3.1 Políticas de Mitigação

O registo das primeiras estratégias e políticas de mitigação que surgem em Portugal, têm como alavanca o compromisso assumido no protocolo de Quioto (Carvalho et al., 2013). Embora a maioria dos países membros da UE tenha começado a reduzir as suas emissões de GEE imediatamente após o protocolo de Quioto, Portugal e outros países membros da UE (Grécia, Espanha, Irlanda e Suécia) foram autorizados a aumentar as suas emissões ao abrigo dos acordos de partilha de encargos da UE (Lacasta e Barata, 1999).

Deste modo, como subscritores do protocolo de Quioto, Portugal deve cumprir com as metas assumidas no enquadramento dos seus compromissos. Ao longo do tempo várias têm sido as políticas que pretendem operar o efetivo combate à mudança do clima pela mitigação. Referem-se de seguida algumas das políticas mais importantes.

Em 2001 é aprovada a Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas, que considerava três instrumentos: o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC); O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), e o Fundo Português de Carbono.

O Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) teve várias alterações ao longo do tempo, o primeiro programa foi elaborado em 2004 e incluía medidas para setores como a geração de energia elétrica de fontes renováveis, os biocombustíveis, a eficiência energética dos edifícios, os transportes públicos, a agricultura e silvicultura. Este instrumento não teve o efeito prático desejado e as emissões de GEE continuaram a aumentar, tornando a meta de Quioto mais difícil de cumprir (Carvalho et al., 2013). Com base nesta ineficácia, o governo cria, em 2006, um novo programa, o PNAC (2006) com novas medidas como o aumento da energia eólica e da eficiência térmica dos novos edifícios, e a incorporação do custo das emissões de CO<sub>2</sub> nos impostos sobre os automóveis. Segundo (Carvalho et al., 2013) o PNAC 2006 (excetuando o impulso do crescimento da energia eólica) não conduziu Portugal à redução das emissões de GEE. Posteriormente foram criadas novas medidas ao PNAC 2006 pelo governo (“Novas Metas 2007”) considerando o setor da energia e a utilização dos biocombustíveis nos transportes. Mais uma vez as “novas” medidas tiveram o mérito de promover o aumento da produção de energia renovável, mas com pouco efeito noutros sectores, como o transporte rodoviário, que continuou a crescer.

O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE) enquadrou, em 2005, o sistema europeu de Comércio de Licenças de Emissão (CELE) e o regime Europeu de Comércio de Emissões (EU-ETS, sigla em inglês). Este plano quantificou o total de licenças de emissão atribuídas às instalações industriais embora, em quase todos os setores, fosse atribuído um maior número de licenças, levando a crer que este sistema decorria numa base “liberal” de atribuição de quotas (Carvalho et al. 2013). Para o período 2008-2012, um segundo plano (PNALE II) foi publicado, na procura de atualizar as políticas e a informação para a redução das emissões de GEE relativas a um novo período temporal. O processo de conceção deste novo plano foi desenvolvido de forma mais inclusiva, tendo como parceiros os empresários e demais interessados na fase inicial de discussão (Carvalho et al. 2013).

O Fundo Português de Carbono, criado em 2006, refere-se ao investimento para a redução de carbono, funcionando como um instrumento financeiro do Estado, na tentativa de reduzir as emissões e contribuir para as metas de Quioto.

O Conselho de Ministros estabeleceu novas políticas para os anos após 2012. Embora algumas mantenham a mesma nomenclatura, alguns programas surgiram como novidade no contexto do combate climático em Portugal.

O Roteiro Nacional de Baixo Carbono (RNBC) foi um dos novos instrumentos criados. Estabelece as políticas e as metas de nível nacional que devem considerar a redução de emissão de GEE. Estas medidas foram baseadas em cenários de emissão de GEE para 2030 e 2050.

Foi estabelecido um novo Programa Nacional para as Alterações Climáticas, considerando o período de 2013-2020, (PNAC 2020), que surge para introduzir as novas medidas consideradas para o novo período. Assim, são criadas novas políticas, instrumentos e metas na formulação de

uma resposta à limitação de emissões de GEE para as atividades não abrangidas pelo programa CELE.

Os Planos Sectoriais de Baixo Carbono, aprovados pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 93/2010, de 26 de novembro, deveriam ser realizados até 31 de dezembro de 2012 e contemplar, para cada um dos ministérios e nas suas áreas de competência, uma articulação com o Roteiro Nacional de Baixo Carbono, e enquadrar medidas de mitigação de GEE.

### **7.3.2 Políticas de Adaptação**

O tema da adaptação necessita, tal como a mitigação, de ter como suporte medidas e estratégias para o território nacional. Portugal, como país da UE, deve cumprir a legislação e diretivas que esta determina, regulando as atividades essencialmente industriais, podendo, no entanto, definir uma estratégia própria que sirva os desafios comunitários. Em 2010, e através da aplicação de diretiva da UE, o governo aprovou a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC), adotada como Resolução de Conselho de Ministros nº24/2010 em 1 de abril de 2010, tendo tido o Comité Executivo da Comissão para as Alterações Climáticas (CECAC) a responsabilidade de coordenar a sua implementação durante dois anos, (2010 – 2011).

A estratégia (EN AAC) é composta por quatro objetivos que se referem à promoção do aumento do conhecimento e da informação; redução da vulnerabilidade e das zonas com maior risco, aumentando a sua resistência; disseminação da informação e promoção da participação pública; estimulação da cooperação internacional, enquadrando a UE, e os Países Africanos de Língua Portuguesa (Carvalho et al., 2013). A EN AAC promove ações nas áreas da água, energia, biodiversidade, planeamento do uso do solo, entre outras.

De modo a que esta estratégia possa conduzir a ações efetivas, as instituições Portuguesas terão que se dinamizar e flexibilizar, no contexto dos objetivos apresentados, para que seja possível cumprir com as estratégias estabelecidas nos compromissos Europeus e Internacionais. As estratégias enquadram assim os necessários mecanismos de acompanhamento, monitorização e avaliação dos impactos / ações. Um grupo coordenador irá conduzir os trabalhos em pequenos grupos setoriais e num painel científico de investigação.

No âmbito dos projetos de investigação sobre a adaptação às alterações climáticas, um dos primeiros realizados em Portugal foi o projeto SIAM - Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures (2002) (Carvalho et al., 2013 – 1). O seu pioneirismo permitiu realizar a primeira avaliação dos impactos e medidas de adaptação às alterações climáticas em Portugal Continental. Esta avaliação resultou num relatório final do projeto SIAM I (2002), onde são apresentados resultados de uma análise do clima do século 20, assim como uma avaliação dos impactos das mudanças climáticas em vários setores como os recursos hídricos, zonas costeiras, agricultura, energia, florestas, biodiversidade, pescas e saúde humana (Carvalho et al., 2013). Posteriormente o projeto SIAM II atualiza a informação do clima, descrita no projeto anterior, com novas análises e cenários climáticos futuros para Portugal, desta vez abrangendo

todo o território (continente e ilhas). No entanto, este projeto revela essencialmente os riscos climáticos a que o território nacional se encontra vulnerável, sem apresentar medidas efetivas de prevenção e adaptação aos impactos e riscos registados.

Em Portugal, as medidas de adaptação têm focado variados setores, concretizando estratégias de adaptação em temas como a biodiversidade, os recursos hídricos, e o turismo. Apesar da elevada setorização com que as questões climáticas em Portugal ainda são definidas, algumas importantes medidas, nomeadamente de adaptação climática, foram delimitadas neste contexto.

O projeto Iberia Change, "Forecasting impacts of climate change on Iberian biodiversity" ([www.ibiochange.mncn.csic.es](http://www.ibiochange.mncn.csic.es)), abrange todo o território da Península Ibérica e investiga os impactos climáticos sobre a biodiversidade nos próximos 100 anos. Pela sua localização a sul, esta região é bastante vulnerável às alterações climáticas, (Carvalho et al., 2013 – 49, 50), essencialmente pelo aumento do número de fogos florestais que ocorreram nas últimas décadas. É interessante acentuar o pioneirismo deste projeto por ser de índole transnacional, na implementação de medidas conjuntas para a adaptação aos impactos das mudanças climáticas.

O projeto ENAAC - RH tem como temática o estudo dos recursos hídricos onde os autores se propõem identificar as principais ações na promoção de uma estratégia nacional de adaptação aos impactos climáticos.

Um dos estudos que foi desenvolvido para o caso Português, refere-se à proteção da faixa costeira (Schmidt et al., 2012). Nesta abordagem foram identificadas três fragilidades da zona costeira portuguesa num contexto de alterações climáticas, são elas a física, a social e a administrativa. "(...) é a combinação destas três fragilidades que faz do litoral português um objeto de estudo tão estimulante para as ciências sociais" (Schmidt e Prista, 2010). Para além do processo de erosão associado aos processos climáticos, um outro fator refere-se à pressão que a ocupação humana provocou e provoca ainda neste território. Pela falta de um planeamento de prevenção e a incapacidade da administração pública em apresentar uma solução para esta dinâmica, a densidade humana registada nestes locais, aumentando a ocupação territorial, agudizou ainda mais o processo de alteração da faixa costeira portuguesa.

Só nos anos 90, em que o paradigma do planeamento urbano em Portugal se reveste de uma série de políticas efetivas, é que surgem planos de proteção para as zonas costeiras como os Planos de Ordenamento das Orlas Costeiras (POOC); no entanto, só em 2005 estes planos são concluídos (Schmidt, 2007).

Como principais problemas identificados na falta de medidas de adaptação da faixa costeira à mudança do clima, Schmidt et al. (2012) identificam, a enorme pressão urbana e turística; a falta de mecanismos efetivos e adequados da gestão do território litoral e; não terem em consideração os riscos das alterações climáticas, apesar de Portugal ser um dos países mais vulneráveis da Europa (Ruprecht Consult, 2006).

As políticas climáticas em Portugal, tanto mitigadoras como adaptativas, não enquadram nem revêm, no processo de planeamento territorial, a definição de objetivos claros de atenuação da mudança climática. A única referência ao planeamento do uso do solo está associada a uma pequena parte da estratégia de adaptação e de forma inconsistente. Atualmente, os planos e instrumentos territoriais que existem em Portugal realizam-se essencialmente por pressão da UE, não tendo o governo a determinação de estabelecer medidas de combate às alterações climáticas de forma autónoma, nem revelado a capacidade de implementar essas medidas.

## **7.4 Políticas e Instrumentos de Planeamento e Ordenamento do Território em Portugal**

O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) define a estratégia e estabelece as “grandes opções” políticas de enquadramento nacional para o desenvolvimento territorial. Serve de referência para a elaboração dos instrumentos de gestão territorial e enquadra medidas de cooperação com os restantes Estados-Membros da UE. É constituído por um Relatório e um Programa de Ação, publicados em Diário da República, Lei n.º 58/2007.

### **7.4.1 PNPOT - Relatório**

No capítulo “Organização, Tendências e Desempenho do Território” este relatório apresenta uma secção dedicada ao tema “Energia e Alterações Climáticas” onde é abordado essencialmente o tema energético, a origem da energia, os consumos e a sua tipologia. São identificados os três principais problemas energéticos do país: a alta intensidade do consumo energético com baixa eficiência; a forte dependência de fontes não renováveis importadas; o elevado nível de emissões de GEE. Indicam que entre 1990 e 2003 o consumo de energia primária cresceu 48% e, neste sentido, Portugal não conseguiu reduzir o consumo de energia por unidade de PIB. Esta fraca performance teve origem no aumento dos consumos do transporte automóvel individual e dos sectores residencial e de serviços urbanos. No entanto, existiu um forte crescimento da produção de energia eólica. Neste contexto, as energias renováveis, garantiram que em 2003, 36% das necessidades do consumo bruto de energia elétrica tivesse origem renovável (hídrica em 80%), quando a meta da UE para Portugal era de 39% em 2010. A realidade do país indica que existe um grande potencial de aproveitamento energético renovável como a energia eólica, bioenergia, energia solar, e energia das marés. Como vantagem, esta diversificação de fontes renováveis poderá ter impactos positivos sobre o ambiente, como a redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Em relação aos GEE, evidenciam que Portugal tem dos valores de CO<sub>2</sub> equivalente por habitante mais baixos na UE, mas que as emissões aumentaram, entre 1990 e 2003, cerca de 37%. Em termos de tipologia de gases de emissão, o CO<sub>2</sub> representa cerca de 80% dos GEE, com um elevado contributo da queima de combustíveis fósseis, com origem na produção de energia



termoelétrica e no consumo de combustíveis pelos veículos automóveis, reunindo um total de cerca de 50% das emissões.

Como conclusão deste pequeno diagnóstico referem que, em Portugal, a abordagem para diminuir a emissão dos GEE depende do aumento da eficiência energética, alterando as formas de produção, do consumo, da edificação e mobilidade, promovendo o aumento de fontes de energia renováveis.

Na abordagem aos “Problemas para o Ordenamento do Território”, o PNPOT identifica, no tema “Transportes, energia e alterações climáticas”, a fraca intermodalidade dos transportes; a elevada intensidade e reduzida eficiência energética e carbónica das atividades económicas; o aumento da mobilidade e dos consumos, provocando, simultaneamente, o aumento das emissões de GEE. Apontados os problemas, o relatório indica quais os desafios com vista à sua resolução. Assim, no capítulo “O País que queremos: um desafio para o Ordenamento do Território”, é feita uma breve descrição das alterações climáticas.

Constata-se que, embora o tema das alterações climáticas não seja, no contexto de todo o documento, enumerado de forma constante, mas descrito de forma pontual, as referências aos problemas e a concretização do diagnóstico dos GEE e consumos energético, revela que, em termos de políticas de mitigação, o PNPOT é um programa pioneiro.

#### **7.4.2 PNPOT – Programa de Ação**

Na tentativa de colocar em prática a estratégia definida para o ordenamento do território, tendo em conta o diagnóstico e os problemas descritos no relatório, o PNPOT descreve no seu programa de ação quais os objetivos definidos.

Como se pretende realçar os objetivos que se referem às alterações climáticas, encontram-se no capítulo “Orientações Gerais” – “Ambição e opções estratégicas” o tema dos “Transportes, energia e alterações climáticas”.

No âmbito da definição de objetivos específicos, o programa de ação do PNPOT refere no ponto 9: “Executar a Estratégia Nacional para a Energia e prosseguir a política sustentada para as alterações climáticas”. Na descrição deste objetivo, é feita referência à utilização eficiente dos recursos e exploração de fontes de energia renováveis, apoiando a “Implementação do Protocolo de Quioto e do Programa Nacional para as Alterações Climáticas”. Em relação à atitude perante os consumos energéticos apontam para as tecnologias de edificação e os modos de transporte como alvos para a poupança energética e conseqüente redução dos níveis de emissão de GEE, “contribuindo para melhorar a qualidade do ar e combater o problema global das alterações climáticas”.

Como medidas estabelecidas para a prossecução do objetivo: “Executar a Estratégia Nacional para a Energia e prosseguir a política sustentada para as alterações climáticas”, estão indicadas, no programa de ação, um conjunto de nove medidas prioritárias, que determinam:

1. Promover a investigação científica e tecnológica que potencie a utilização sustentada dos recursos energéticos renováveis;
2. Dinamizar o aumento das fontes renováveis de energia na produção de eletricidade e promover a utilização de tecnologias de captura e fixação de CO<sub>2</sub> para reduzir as emissões de GEE;
3. Simplificar e agilizar os procedimentos de licenciamento das infraestruturas e equipamentos de produção de energia de fonte renovável;
4. Implementar o Programa Nacional para as Alterações Climáticas, através da integração das suas orientações nos instrumentos de gestão territorial;
5. Definir um sistema de construção de preços, integrando elementos da economia do carbono, que incentive a utilização das melhores tecnologias no sentido da eficiência energética e das energias renováveis;
6. Desenvolver planos de transportes urbanos sustentáveis, visando reforçar a utilização do transporte público e a mobilidade não motorizada e melhorar a qualidade do ar, nomeadamente em áreas de grande densidade populacional;
7. Regulamentar a utilização de veículos em meio urbano, tanto de transporte público como individual, de passageiros ou de mercadorias e mistos, definindo os índices de emissão admissíveis;
8. Promover a certificação ambiental de empresas de transporte público de mercadorias;
9. Promover a qualidade ambiental e a eficiência energética dos edifícios e da habitação, nomeadamente desenvolvendo incentivos à incorporação de soluções de sustentabilidade no processo de construção e de reabilitação, revendo os regulamentos de certificação energética dos edifícios.

Observa-se neste conjunto de medidas uma maior relevância no que se refere ao planeamento e ordenamento do território, embora a grande maioria se reporte ao sistema energético e mobilidade, verifica-se uma maior preocupação pelas questões do carbono, referindo a sua fixação. Também se observa a tentativa de influenciar a gestão urbanística na facilitação e agilização dos processos de licenciamento de estruturas especiais de produção energética renovável. A regulamentação do transporte, essencialmente ao nível urbano, com uma forte

componente espacial, terá no planeamento dos espaços urbanos o melhor enquadramento. Se tivermos em consideração que este PNPTOT foi aprovado no ano 2007, verificamos que atualmente estas medidas, essencialmente de mitigação, não foram ainda implementadas. A adaptação não é sequer referenciada neste Programa.

Atualmente, o PNPTOT, e por ter terminado o seu período de vigência (2007-2013) deverá enquadrar uma nova fase para o novo período de 2014 a 2020. Após a Avaliação do Programa que vigorou de 2007 a 2013, e com a assinatura do Acordo – Portugal 2020, deu-se início à preparação do novo Programa de Ação 2014 – 2020. De acordo com a Direção Geral do Território ([www.dgterritorio.pt](http://www.dgterritorio.pt), 2016), este programa deverá equacionar as estratégias territoriais que permitam aplicar os fundos comunitários do programa “2020”. Neste contexto, pretendem que este programa possa identificar os constrangimentos que, no passado, criaram claros problemas à plena execução do principal instrumento de gestão territorial em Portugal, tornando-o mais fácil de operacionalizar.

#### **7.4.3 Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS)**

De seguida será abordada a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS) e o respetivo Plano de Implementação (PIENDS), na tentativa de compreender a forma como consideram o problema das alterações climáticas no contexto do “desenvolvimento sustentável”.

Como introdução refere-se que a ENDS equaciona o período 2005 – 2015, e que partindo da situação atual do país (à época), apresenta medidas e objetivos que asseguram “um crescimento económico célere e vigoroso, uma maior coesão social, e um elevado e crescente nível de proteção e valorização do ambiente.” (Mota et al., 2005). Esta estratégia começou a ser desenhada no ano de 2002, mas só em 2007, e após diversas alterações, foi aprovada, Resolução do Conselho de Ministros n.º 109/2007, e se iniciou a sua implementação.

#### **ENDS (Parte I)**

Como objetivos gerais deste programa foram definidos, o aumento da qualificação da população, aumentando as suas capacidades culturais, tecnológicas e científicas; a internacionalização das empresas para a globalização; a sustentabilidade do sistema de proteção social; a proteção e valorização do ambiente com gestão eficiente dos recursos e com melhores e mais eficientes soluções energéticas; a valorização equilibrada do território; o reforço da cooperação internacional e a melhoria dos serviços públicos.

Nesta primeira parte, são enquadrados sete objetivos de ação. No terceiro objetivo “Melhor Ambiente e Valorização do Património”, são evidentes os temas, da proteção do ambiente pela conservação e gestão sustentável dos recursos naturais e, do combate às alterações climáticas, visto como uma solução na promoção do “desenvolvimento sustentável”. Consideram o combate climático como um dos grandes desafios de nível social.

Como anteriormente, nesta descrição o foco será direcionado para o terceiro objetivo por ser o único que se relaciona, de forma direta, com o combate climático. Assim, e no contexto do objetivo “Melhor Ambiente e Valorização do Património”, podem encontrar-se as seguintes referências às alterações climáticas: A necessidade de combater as alterações climáticas pela diminuição dos GEE, seguindo as medidas mitigadoras dos programas PNAC e CELE, assim como, enquadrar novas medidas internas que levem à prossecução dos mecanismos de Quioto (desenvolvimento limpo e comércio internacional de licenças de emissão). O documento refere ainda a descarbonização da economia portuguesa como uma oportunidade de implementar o desenvolvimento sustentável. A definição das prioridades estratégicas que, no que se refere ao combate às alterações climáticas, tem identificados como vetores: o desenvolvimento das medidas que constam no PNAC; o desenvolvimento de novas políticas e medidas com aposta na descarbonização da economia; o investimento em mecanismos do protocolo de Quioto. Na identificação de metas de emissão, o documento refere-se novamente ao cumprimento do Protocolo de Quioto, e à partilha de responsabilidades da UE (emissões de GEE até máximo de 27% em comparação com o ano 1990, no período 2008 - 2012). Os instrumentos económico-financeiros deverão ser utilizados na vertente das alterações climáticas, previstos no PNAC (taxa sobre o carbono). Adicionalmente referem a necessidade do cumprimento da Diretiva 2001/81/CE, que estabelece os máximos de emissão para os poluentes regulamentados.

## ***PIENDS (PARTE II)***

Na análise do PIENDS, dois tipos de intervenções são indicados: os Investimentos e Medidas de Referência, configurando-se como incentivos, investimentos e reformas estruturais, essenciais para a concretização das Prioridades Estratégicas e as Medidas de Enquadramento e Intervenções Complementares, de carácter legislativo, normativo e institucional, que tornam exequível e as Intervenções de Referência. Este plano de implementação define objetivos para todo o território nacional, sendo que no continente enquadra um total de sete objetivos.

No segundo objetivo, “Crescimento Sustentado e Competitividade à Escala Global: Investimentos e Medidas de Referência”, existe uma breve referência às alterações climáticas no ponto designado como “Crescimento Económico mais Eficiente no Uso da Energia e dos Recursos Naturais e com Menor Impacto no Ambiente, designadamente nas Alterações Climáticas”, onde são apresentadas várias ações a implementar. Na determinação dos eixos que cada ação deve enquadrar constam referências ao problema climático como “Mobilidade mais Sustentável Contribuindo para Redução das Emissões de Poluentes Atmosféricos e do Ruído, particularmente nos Centros Urbanos”; “Maior Utilização de Fontes Primárias de Energia com Menos Impactos Ambientais Negativos, designadamente com Menores Emissões de GEE e Melhor Aproveitamento de Recursos Energéticos Endógenos”; e “Melhoria da Eficiência Energética e de Uso de Recursos Naturais nos Sectores da Energia, Indústria, Comércio e

Serviços, Contribuindo para Reduzir as Emissões de Gases com Efeito de Estufa”. Assim, o segundo objetivo possui referências a ações climáticas de mitigação.

Em relação ao terceiro objetivo, “Melhor Ambiente e Gestão Sustentável do Património e Investimentos e Medidas de Referência”, esclarece no ponto “Combate às Alterações Climáticas” as seguintes ações: “Desenvolvimento das Políticas e Medidas Preconizadas no Programa Nacional de Alterações Climáticas (PNAC)”, (que se refere a temas como a oferta e procura de energia, a eficiência energética dos edifícios, a promoção do recurso a energias renováveis, o setor dos transportes, a agricultura, florestas, pecuária e, resíduos). Na ação “Desenvolvimento de Novas Políticas e Medidas, apostando numa “Descarbonização da Economia Portuguesa” referem-se a medidas extraordinárias às do PNAC, como a taxa de carbono. Em termos de “Investimento em Mecanismos de Flexibilidade do Protocolo de Quioto” são identidades medidas de incentivo, como por exemplo, os mecanismos desenvolvimento limpo e licenças de emissão do comércio internacional.

Esta análise do ENDS e PIENDS permite concluir que, numa perspetiva de planeamento do território e de base espacial, não existe a definição de qualquer objetivo, medida, ou tipo de ação a implementar. Apesar das referências ao ordenamento no contexto do risco, essencialmente o risco de erosão da orla costeira e o risco de incêndios, e de uma breve associação da suscetibilidade destas zonas com as alterações climáticas, todas as medidas são omissas no que se refere ao processo de planeamento como parte integrante da solução climática. É importante referir que a grande maioria das medidas se dirigem à mitigação e encerram nelas o que está estipulado em acordos e protocolos europeus e internacionais. Adicionalmente não é difícil compreender pela leitura do ENDS e PIENDS que as alterações climáticas são encaradas como uma oportunidade para alavancar o desenvolvimento sustentável quando deveria, o desenvolvimento sustentável, funcionar como ferramenta para minimizar os riscos climáticos futuros.

#### ***7.4.4 Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo - Lei n.º 31/2014 de 30 de maio***

A recente lei de solos vem substituir uma lei com quase 40 anos, de 1976. Pela mudança social e económica que o país tem vindo a sofrer ao longo destas décadas, pode considerar-se que esta nova lei foi tardia, com a necessidade de considerar novos desafios e um novo paradigma no ordenamento e planeamento territorial.

Convém referir que a política de solos e os seus instrumentos fornecem os meios necessários para implementar os diversos instrumentos de gestão territorial, como os Planos e Programas, daí a sua importância.

Especificamente em relação à adaptação do clima, e por se tratar de um diploma de 2014, era desejável que este tema tivesse uma integração clara na nova política de solos que prevê,

orientando a implementação de novas metodologias na criação dos Planos que permitissem olhar para o planeamento como a ferramenta capaz de combater as alterações climáticas.

Na análise da Lei n.º 31/2014, orientada especificamente para a questão das alterações climáticas, constata-se que no artigo 2º são feitas tímidas referências ao tema, indicando as finalidades da Lei. Assim, na primeira alínea (a) referem a importância da valorização e salvaguarda do solo e das suas funções ambientais, económicas, sociais e culturais, indicando que este recurso é um importante reservatório de Carbono. Ainda no mesmo artigo (alínea d), é mais evidente a preocupação climática, ao admitir que o aumento da resiliência do território é um fator preponderante para reagir aos eventos climáticos extremos. A redução das emissões de GEE e o aumento da eficiência energética e carbónica são medidas adicionais referidas como finalidades desta lei.

Como esperado, e sendo o tema das alterações climáticas referido neste diploma de forma redutora e generalizada, acentuam-se as lacunas observadas entre as políticas de planeamento territorial e as medidas de combate climático. Embora recente, a informação contida na Lei n.º 31/2014, faria esperar um avanço na constituição dos IGT (Instrumentos de Gestão Territorial) como instrumentos de apoio à implementação de uma estratégia de combate às alterações climáticas. A falta de normas / regulamentos que exijam a implementação de medidas e / ou de uma visão estratégica nacional, levará a que muitos governos locais tenham que agir por iniciativa própria, ou, acentuará a falta de estratégias climáticas locais de planeamento territorial.

Neste contexto, este trabalho pretende desenvolver uma investigação que aborde a possibilidade de as alterações climáticas serem estabelecidas na esfera do planeamento do território, tendo-se comprovado com esta revisão que, objetivamente, o problema climático será abordado ao nível das políticas e governos locais. Para concretizar este objetivo, evidencia-se como estudo de caso o contexto do planeamento e ordenamento do território em Portugal, tendo verificado desde já que a legislação nacional não é específica a enquadrar as alterações climáticas nos processos de planeamento. Como referiu Kithiia (2010), a melhor forma de planear para a mudança climática não passa por adicionar mais um tema ao exercício de planeamento “tradicional”, mas por concretizar uma resposta climática integrada através dos processos de planeamento do território.

## **7.5 Síntese**

Pela descrição das diferentes estratégias nacionais, verifica-se que existem poucas referências ao Planeamento do Território de âmbito regional e municipal, ainda mais no que se refere à mitigação.

Tendo em conta as estratégias de mitigação, verifica-se que existem três estratégias de âmbito nacional que foram pioneiras nesta abordagem, o PNAC, o PNALE e o Fundo Português de Carbono, tendo-se verificado que estas possuem uma fraca capacidade de recondução do nível nacional para o regional, e ainda mais para o municipal. Convém referir que, para além disto, as estratégias de mitigação destes três programas nacionais, não fazem qualquer referência aos atuais instrumentos de planeamento do território municipal.

Apesar de se terem incluído, por exemplo, no PNAC algumas medidas de base territorial / metabolismo urbano, estas não migram para o âmbito regional / local nem contemplam o lado operacional do sistema de planeamento, levando a crer que os municípios que possuem alguma estratégia, as definem de forma autónoma da dos restantes instrumentos de Planeamento do Território Municipal já existentes.

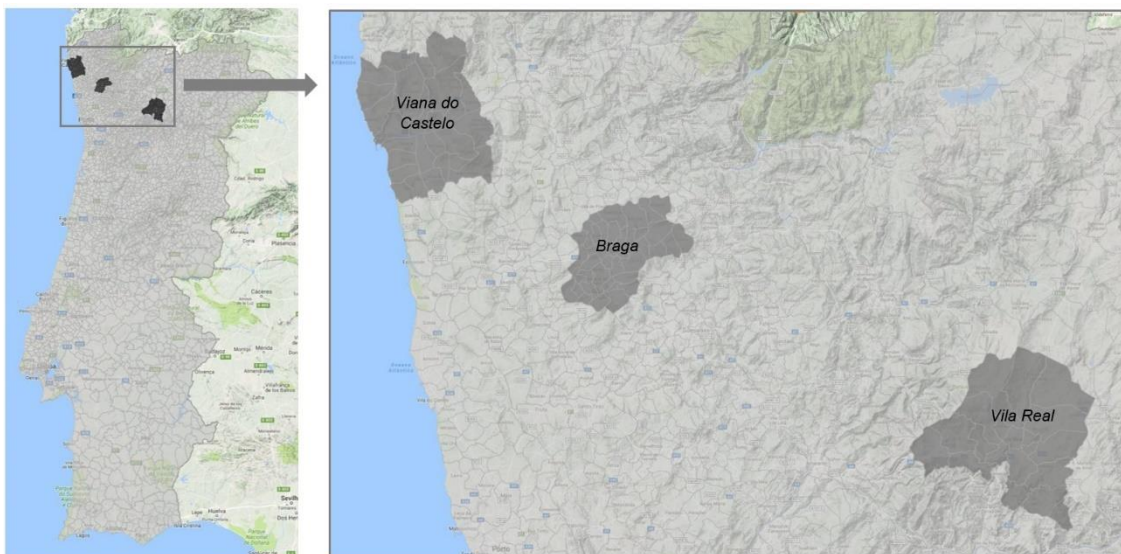
Na componente da adaptação às alterações climáticas, o planeamento do uso do solo é referenciado essencialmente no programa de ação do PNPOP. Neste contexto, este programa nacional, tal como se verificou anteriormente, define estratégias adaptativas com uma fraca relação com os níveis regional e local. Assim, o programa PNPOP teve resultados e consequências muito pouco expressivas em termos de políticas climáticas operadas ao nível nacional e uma fraca ou nenhuma influência nos instrumentos de planeamento atualmente existentes.

Dado o aumento da necessidade de capacitar o território para as alterações climáticas através das abordagens de adaptação, alguns municípios desenvolveram planos locais sem estabelecer medidas de mitigação, numa estratégia que deveria ser conjunta. Para além disto, estes planos de adaptação não contemplam o lado operacional dos instrumentos de planeamento territorial existentes no atual sistema.

## **7.6 Caracterização dos Estudos de Caso**

Para a prossecução desta investigação foram selecionados como objeto de estudo, três concelhos do norte de Portugal, Vila Real no interior, Viana do Castelo no litoral e Braga com uma área urbana de maior dimensão que quase se confunde com o limite do Concelho.

Figura 1: Imagem de satélite com indicação dos três concelhos de estudo, Vila Real, Braga e Viana do Castelo (Fonte: Google; CAOP 2015; INE BGRI 2011).



Esta seleção teve como preocupação a possibilidade de testar / experimentar uma metodologia em diferentes contextos, aumentando a amplitude de resultados no confronto com diferentes desafios. Assim sendo, foi tomado em conta a diferente localização geográfica e climática dos concelhos, assim como a diversidade em atividades económicas. Esta escolha esteve ainda assente na variabilidade territorial, e populacional de cada estudo de caso. No entanto, a escolha baseou-se ainda numa característica comum, os três concelhos são capitais de distrito de Portugal, com cidades consideradas de média dimensão. A opção pelas cidades de média dimensão teve em atenção dois fatores: em primeiro lugar, em Portugal e na generalidade dos países da UE e da OCDE, os respetivos sistemas urbanos assentam em cidades de média dimensão, embora tal dimensão seja definida com base em critérios nem sempre idênticos; em segundo lugar constata-se na literatura, que a maior parte dos exercícios de reflexão sobre o papel do Planeamento Territorial no combate às alterações climáticas tem incidido em grandes cidades e áreas metropolitanas. Deste modo a opção por cidades médias teve em atenção também um critério de representatividade.

Para a seleção destes concelhos foi importante, numa fase inicial, analisar alguns dos planos municipais de ordenamento do território (PMOT), essencialmente o Plano Diretor Municipal (PDM), na tentativa de comparar a informação aí contida, e estabelecer as diferenças entre cada um dos concelhos. Segue-se uma breve apresentação dos municípios estudo de caso.



### **7.6.1 Concelho de Vila Real**

O concelho que se localiza mais a interior é o de Vila Real. Não tendo um elevado ímpeto industrial possui nos serviços e áreas da administração pública a sua maior relevância em termos socioeconómicos. A proximidade com a zona vitivinícola Duriense catapultou-lhe uma certa importância ainda ao nível agrícola. É o concelho que em termos territoriais possui a maior área, 378,8 Km<sup>2</sup>, com uma densidade populacional baixa, refletindo-se este fator nos resultados de balanço de carbono, como se verificará mais adiante. A população, com uma tendência de aumento registada nos últimos Censos do INE (2011), tem, no entanto, decrescido nas últimas estatísticas realizadas para o ano 2014. Assim, em 2001 contabilizavam-se 50.055 habitantes, em 2011 cerca de 51.853 e, com um pequeno decréscimo para os 50.818 a ser registado no ano de 2014.

O PDM do concelho de Vila Real foi publicado em Diário da República no dia 22 de março de 2011. Como uso do solo, este plano classifica-o como Solo Rural e Solo Urbano. As categorias de espaços registadas para o Solo Rural são: Espaços agrícolas e florestais; Espaços naturais; Espaços culturais; Espaços de equipamentos e infraestruturas especiais. O Solo Urbano identifica as seguintes categorias: Solos urbanizados; Solos de urbanização programada; Estrutura ecológica urbana; Espaços canal em solo urbano. Os parâmetros urbanísticos ou índices de urbanização são analisados no Capítulo III que se refere à simulação de uma Operação de Loteamento.

### **7.6.2 Concelho de Braga**

Braga constitui-se com o concelho de maior densidade populacional nesta investigação, com uma área de 183,4 km<sup>2</sup>, bastante inferior em relação aos restantes dois concelhos estudados. É sem dúvida o concelho mais dinâmico em termos empresariais e daí resulta uma área urbana e empresarial de elevada dimensão. É um dos poucos concelhos que tem registado um acréscimo de população, passando de 164.886 habitantes em 2001 para 181.700 em 2014.

O PDM para o Concelho de Braga encontrava-se em processo de revisão à data deste estudo. Neste sentido, o plano estudado refere-se ao publicado em Diário da República dia 30 de janeiro de 2001. Neste plano a classificação do solo difere dos casos de Vila Real e Viana do Castelo, por ser um plano mais antigo e de uma “geração” distinta dos planos que até então se têm produzido. Assim, as classes de uso do solo ou espaços que foram identificados são: Espaços urbanos; Espaços urbanizáveis; Espaços industriais; Espaços de indústrias extrativas; Espaços agrícolas; Espaços florestais; Espaços culturais; Espaços-canais.

### **7.6.3 Concelho de Viana do Castelo**

O concelho de Viana do Castelo é o único do estudo que se localiza no litoral norte de Portugal. Pelos dados estatísticos consultados no INE ([www.ine.pt](http://www.ine.pt)) observa-se que a população tem vindo

a diminuir, de cerca de 88.645 habitantes em 2001 para 86.932 em 2014. Com uma superfície de 319 Km<sup>2</sup> e cerca de 24 Km de orla costeira, é considerado um concelho de baixa densidade, e, no mesmo sentido, uma cidade de média dimensão, tendo em consideração o panorama do território português. Em termos socioeconómicos, os serviços públicos têm uma relevância adicional, no entanto, o porto de mar existente na cidade, com cerca de 561 mil toneladas de mercadorias por ano, faz desta atividade um importante fator de crescimento na região. O turismo apresenta indicadores de crescimento, não só associado ao destino praia e mar, mas também pela riqueza do centro histórico e pela evidente proximidade com Espanha.

O PDM do concelho de Viana de Castelo foi republicado em Diário de República a 6 de fevereiro de 2014, republicação que resultou de alterações ao Plano. Para o estudo apresentado, foi considerada esta versão que apresenta, de forma geral, a classificação do solo em Solo Rural e Solo Urbano. Assim, o solo Rural integra os seguintes usos: Espaços Agrícolas; Espaços Florestais; Espaços de Exploração Mineira; Espaços Naturais; Espaços Públicos de Recreio e Lazer em Solo Rural; Espaços de Apoio à Atividade Piscatória; Espaços de Usos Múltiplos, podendo incluir Áreas de Elevado Valor Paisagístico. Por sua vez, o solo Urbano, que se refere a processos de urbanização e edificação, tem identificados: Solo Urbanizado; Solo de Urbanização Programada; Espaços Públicos de Recreio e Lazer em Solo Urbano.

## **7.7 Previsão de Alterações do Clima e Risco Associado**

No relatório da Avaliação Nacional do Risco (ANR, 2014) e de acordo com os cenários climáticos dos projetos SIAM, SIAM II e CLIMAAT II, as simulações para o período 2080-2100, revelaram: o aumento da temperatura média em todas as regiões de Portugal, com uma variação de +0,57°C por década na região Norte; o aumento da temperatura máxima no Verão entre 3°C na zona costeira e 7°C no interior, particularmente no Norte e Centro; o aumento da frequência e intensidade de ondas de calor e do número de dias quentes (> 35°C); a redução de dias de geada ou dias com temperaturas mínimas inferiores a 0°C); o aumento generalizado dos efeitos das alterações do clima, como as ondas de calor, o risco de incêndio, alteração das capacidades de uso e ocupação do solo e implicações para os recursos hídricos; a redução da precipitação em Portugal continental durante a primavera o verão e o outono.

O Projeto ClimAdaPT.Local, na definição de Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas, realizou uma série de Fichas Climáticas que acompanham o “Manual de Avaliação de Vulnerabilidades Atuais” (Calheiros et al., 2016), para alguns municípios de Portugal.

Na pesquisa por informação que retratasse quais as maiores vulnerabilidades, provocadas pela mudança do clima, nos três concelhos de estudo, verificou-se que este projeto desenvolveu estratégias e concebeu fichas climáticas apenas para dois dos estudos de caso aqui retratados, Braga e Viana do Castelo.

Como não foi concretizado para Vila Real o mesmo estudo, é assumida a opção de considerar os resultados de projeções e tendências de alteração do clima do para o município de Bragança, próximo para Vila Real, quer física quer climaticamente.

Neste contexto, refere-se inicialmente o concelho de Bragança, servindo este cenário de indicação para Vila Real apresentando as seguintes projeções de alteração climática: verificar-se-á uma diminuição da precipitação média anual, variando entre 1% a 20%, com maior incidência nos meses da primavera e outono. Por sua vez os períodos de seca serão maiores com uma diminuição de dias com precipitação na ordem dos 9 a 24 dias por ano. Em relação à temperatura, é conhecida a sua tendência de aumento, sendo que nesta área geográfica se deduz um aumento da temperatura média anual de 2°C a 5°C até ao final do século. As projeções evidenciam que este aumento será recorrente nos meses de verão e outono. Os dias com temperaturas elevadas têm uma tendência ascendente provocando ondas de calor mais frequentes. Com isto, os dias de formação de geada vão diminuindo. Por fim, prevê-se um aumento de fenómenos climáticos extremos como as precipitações intensas, com centos fortes.

Para o município de Braga as projeções apontam de igual forma para uma diminuição da precipitação média anual, neste caso entre 5% a 21% até ao final do século. A temperatura média anual tem igualmente uma tendência ascendente, com o aumento do número de dias mais com temperaturas elevadas, provocando o aumento de ondas de calor. Os dias de formação de geada diminuem com os aumentos verificados de temperatura mínima no inverno. Em relação às precipitações intensas e tempestades, as projeções indicam o aumento destes fenómenos.

No concelho de Viana de Castelo, as projeções indicam a mesma tendência dos casos anteriores, com a diminuição da média anual de precipitação até finais do século e na ordem de 5% a 21%, representando anualmente uma diminuição de 11 a 28 dias com chuva. As temperaturas médias anuais aumentam até ao final deste século, na ordem dos 2°C a 4°C, provocando gradualmente a quantidade de fenómenos como as ondas de calor. Aqui aponta-se a subida do nível médio da água do mar em cerca de 17 cm a 38 cm até 2050 com uma tendência ascendente até ao final do século. O aumento de fenómenos como tempestades e episódios de precipitação intensa tem da mesma forma uma tendência de aumento.



## CAPÍTULO VIII

### METODOLOGIA ESPECÍFICA APLICADA AOS ESTUDOS DE CASO

No sentido de simplificar e tornar mais explícito o exercício desenvolvido, a metodologia será descrita tendo em conta a apresentação dos dados que estiveram na origem dos resultados, apenas para um dos concelhos de estudo, neste caso Vila Real. Este procedimento foi replicado nas restantes áreas de estudo, concelhos de Braga e Viana do Castelo, para obter os valores de emissão de CO<sub>2</sub>.

Em relação aos valores de sequestro, estes foram obtidos de duas formas distintas, na primeira, recorreu-se a taxas anuais de sequestro consultadas em artigos de investigação, que se aplicaram às áreas de uso do solo do PDM pertencentes à infraestrutura verde do concelho de Vila Real. Na segunda, foram testadas as ferramentas i-Tree, nomeadamente a aplicação *i-Tree Canopy*, na tentativa de estimar um valor de sequestro para o concelho de Vila Real.

No final foram confrontados os dois resultados e optou-se por apenas uma das metodologias para obter o valor de sequestro de CO<sub>2</sub>, método esse que será utilizado até ao final deste exercício de cálculo de balanços em Concelhos e Perímetros Urbanos.

#### 8.1 Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Municípios

A análise iniciou-se com o PDM de Vila Real, considerando desde logo os usos do solo e as respetivas categorias. Por serem bastante numerosas, foi necessário ajustar cada uma delas a um uso mais generalizado, promovendo a sua agregação de acordo com três critérios: o primeiro refere-se ao comportamento da categoria de uso do solo em relação ao carbono, isto é, se contribui para o aumento ou diminuição deste GEE na atmosfera; o segundo critério relaciona-se com a quantidade e tipologia de consumos energéticos associados aos usos; o terceiro critério está relacionado com o grau de manutenção e de exploração associado ao uso do solo. Desta agregação resultaram 8 classes, tendo substituído os 12 usos do solo inicialmente existentes. O resultado deste agrupamento encontra-se no Quadro 6.

Com os usos do solo reunidos em 8 classes e com o registo das áreas de cada um deles, foi necessário obter valores, tanto de emissão, como de sequestro de CO<sub>2</sub>, tendo em vista o cálculo do balanço de carbono. Neste sentido foi importante assegurar a reunião de dados ao nível municipal sobre os valores da emissão de CO<sub>2</sub> em vários setores como o habitacional, o industrial e empresarial, o setor da circulação de veículos motorizados e, adicionalmente, a queima de biomassa (lenha).

Em relação aos dados de sequestro de carbono, foi necessário consultar informação sobre a taxa anual sequestrada por unidade de área (hectare) e tipologia de vegetação. Estes valores provieram da consulta de artigos científicos e de investigações sobre o tema do sequestro de carbono.

Quadro 6: Categorias de uso do solo do PDM de Vila Real após agregação, com indicação das respetivas áreas (Fonte: www.cm-vilareal.pt; PDM Vila Real, 2011).

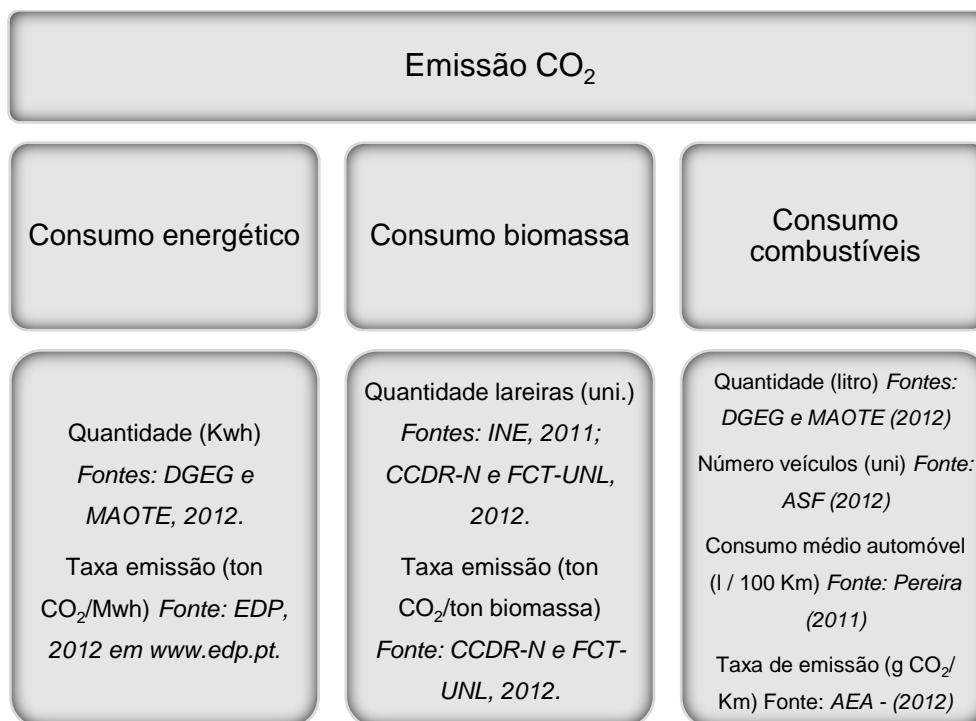
Usos Agregados	Categorias originais	Área (hectare)
Habitacional coletivo	Habitacional coletivo	123,156
Habitacional unifamiliar	Habitacional unifamiliar	2.864,606
Comércio e serviços	Comércio e serviços	10,590
	Centro histórico Real	19,657
Equipamentos	Equipamentos	226,837
	Áreas vocação religiosa	19,282
Industrial e empresarial	Industrial e empresarial	153,215
Verde urbano	Verde urbano	1.061,280
Naturais	Florestais	19.267,357
	Naturais	3.808,749
Agrícolas	Agrícolas	7.111,092
	Agroflorestais	3.255,989

De forma a completar a descrição da metodologia, são apresentados nos próximos subcapítulos, os dados recolhidos para cada tipo de informação, sequestro e emissão, com indicação do seu tratamento. O ano base deste estudo foi o ano de 2012, embora se tenha considerado, da informação estatística obtida através do INE, os Censos de 2011. Convém referir que sempre que os dados para o ano de 2012 não foram possíveis de obter, consideraram-se os referenciados para o ano de 2011.

### 8.1.1 Origem e Tratamento dos Dados de Emissão de CO<sub>2</sub>

Como contributo para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> no concelho de Vila Real, os dados recolhidos têm diferentes origens. Por não existir de forma direta a possibilidade de consultar dados ao nível municipal, o processo de recolha de informação foi bastante abrangente e complexo, pelo que se considera necessário detalhar o acesso a esta informação.

Diagrama V: Indicação da informação e dados necessários para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> nos três concelhos estudo de caso. Indicam-se ainda as referências que estiveram na origem dos dados para a obtenção do valor final das emissões de CO<sub>2</sub>.



Deste modo, serão apresentados os dados que contribuem para as emissões, reunidos em quadros do seguinte modo: 1) os dados necessários à obtenção das emissões de CO<sub>2</sub> dos consumos energéticos; 2) os valores de emissão de CO<sub>2</sub> associados à queima de biomassa; 3) o valor das emissões de CO<sub>2</sub> que resultam do consumo de combustível e quilómetros percorridos por veículos.

### **Consumo Energético dos Concelhos e Taxa de Emissão**

Os valores anuais dos consumos energéticos para o concelho de Vila Real e no ano de 2012 foram consultados tendo por base a informação disponível nas fontes da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia (MAOTE). No Quadro 7 podemos observar os valores anuais totais por tipologia de consumo em megawatt-hora (Mwh). A taxa de emissão de CO<sub>2</sub> por cada Mwh de consumo energético, no ano de 2012 foi consultada em [www.edp.pt](http://www.edp.pt), na empresa de distribuição de energia elétrica, Energias de Portugal (EDP).

Quadro 7: Consumo energético (Mwh) por tipologia de consumo no ano 2012, no concelho de Vila Real (Fonte: DGEG e MAOTE, 2012).

Tipo de Consumo	Valores consumo (Mwh)	Emissões CO <sub>2</sub> (Ton / Mwh)
Doméstico	61.403,24	19.649,04
Não-doméstico	64.094,79	20.510,33
Industrial	15.878,60	5.081,15
Agrícola	957,60	306,43
Iluminação Vias Públicas	8.529,41	2.729,41
Edifícios do Estado	13.398,82	4.287,62
	Taxa Emissão CO <sub>2</sub> / Mwh	0,32 Ton / Mwh

### **Consumo de Biomassa dos Concelhos e Taxa de Emissão**

Na necessidade de quantificar o número de alojamentos com lareira para o concelho de Vila Real, teve que realizar-se um cálculo intermédio tendo em conta que a informação consultada no relatório “Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos da Região Norte” tem como nível máximo de análise a NUT III. Neste relatório foi estimado o número de lareiras em alojamentos familiares clássicos, e o consumo de lenha em toneladas para a região Douro (NUT III à qual pertence o concelho de Vila Real).

Na análise desta informação verificou-se que na NUT II Douro, 27,4% dos alojamentos têm lareira e que a média de consumo de lenha por inverno e por alojamento é de 2,5 toneladas. Esta informação foi agregada no Quadro 8, com os valores totais para a NUT Douro e para Vila Real.

A taxa de emissão de CO<sub>2</sub> por tonelada de lenha queimada foi calculada através do valor total de emissões de CO<sub>2</sub> na região Douro com origem na queima de lenha, obtendo deste modo a taxa de 2,13 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de lenha queimada.



Quadro 8: Consumo de lenha na região Douro, e no concelho de Vila Real, no ano de 2011. Taxa de emissão em tonelada de CO<sub>2</sub> por tonelada de lenha queimada (Fonte: Inventário Regional de Emissões Atmosféricas, CCDR-Norte e FCT-UNL, (2012).

Área de estudo	Alojamentos com lareira (27,4% total)	Consumo total lenha (Ton) (média região Douro = 2,5 Ton/ano/alojamento)
Douro	38.293	95.619
Vila Real	8.222	20.555
Taxa Emissões de CO <sub>2</sub> (queima de lenha)		2,13 Ton CO <sub>2</sub> / Ton lenha

### **Consumo de Combustíveis dos Concelhos e Taxa de Emissão**

Os valores de emissão de CO<sub>2</sub> associados à circulação de veículos motorizados foram os mais difíceis de obter pela dispersão de informação consultada e pela falta de dados ao nível territorial exigido pelo estudo, o regional e municipal. Neste contexto, era necessário recolher informação anual do número de veículos, o consumo de combustíveis, o consumo médio de combustível por quilómetro, os quilómetros percorridos por veículo, e, por fim, a taxa de emissão média, por consumo e por quilómetro percorrido.

No Quadro 9 resume-se toda a informação necessária para calcular as emissões de CO<sub>2</sub> gerada pelo consumo de combustíveis e pela circulação dos veículos motorizados.

Convém referir que sempre que existiam dados disponíveis para o ano de 2012 eles foram considerados, muito embora, na grande maioria, os dados tenham sido consultados em relatórios “não anuais” e por isso, descontinuados e dirigidos a um ano específico. Deste modo, privilegiou-se a informação mais recente e confirmada, isto é, não provisória. Por serem anos consecutivos (2011 e 2012) e reconhecendo que em Portugal as mudanças nestes setores não foram substanciais, avançou-se com a investigação nestas condições.

Da análise da informação contida no Quadro 9, verifica-se que os dados relativos à emissão de CO<sub>2</sub> resulta de três origens de consumos energéticos, ou seja, a emissão associada ao consumo energético, a emissão que resulta da queima de biomassa lenhosa, e as emissões resultantes da circulação dos transportes rodoviários associada à venda e conseqüente queima de combustíveis fósseis.

Quadro 9: **a)** Venda de Combustíveis (Ton/ano) em 2011 e Vila Real (Fonte: DGEG/MAOTE). **b)** Número de veículos no concelho de Vila Real no ano de 2012 (Fonte: ASF – Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundo de Pensões, 2012). **c)** Consumo médio de um veículo (Fonte: Pereira, 2011). **d)** Valor médio de emissão de CO<sub>2</sub> por quilómetro (Fonte: AEA - Report for European Commission, D. C. A., 2012).

<b>a) Tipo de Combustível</b>	<b>Combustível vendido (Ton - toneladas) Fonte: DGEG/MAOTE (2011)</b>
Gás auto (GPL)	122 Ton
Gasolina 95	4.151 Ton
Gasolina 98	559 Ton
Gasóleo	27.416 Ton
Gasóleo colorido	463 Ton
<b>b) Número de veículos</b>	<b>Quantidade (unidade) Fonte: ASF (2012)</b>
Totais no Concelho (2012)	28.409 Uni
<b>c) Consumo automóvel</b>	<b>Consumo médio (l/Km) Fonte: Pereira (2011)</b>
Consumo médio (trajeto urbano e extra urbano de um veículo padrão)	7 Litros / 100 Km
<b>d) Taxa Média de Emissão de CO<sub>2</sub></b>	<b>Fonte: Relatório da Directiva 1999/94/EC (2012)</b>
Taxa média de emissão de CO <sub>2</sub> /Km em Portugal e por carros novos vendidos (2010)	127,3 g C / Km

### 8.1.2 Origem e Tratamento dos Dados de Sequestro de CO<sub>2</sub>

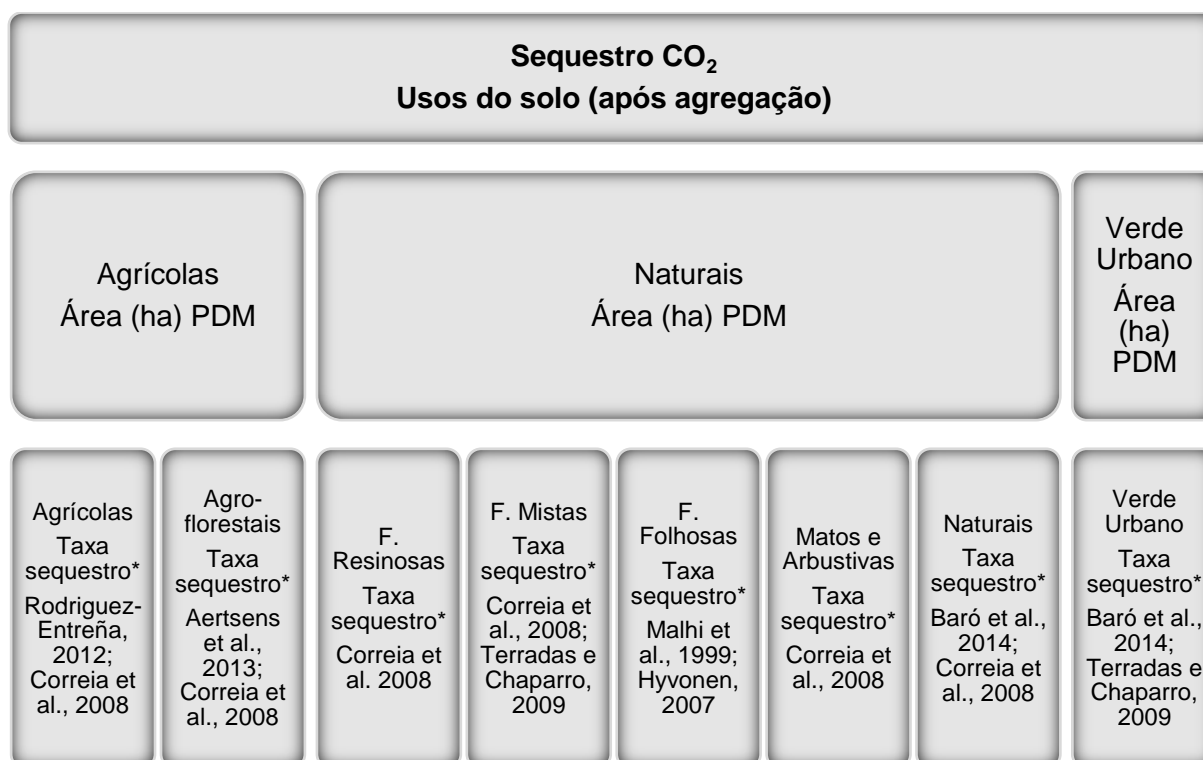
Previamente à apresentação da metodologia, convém referir que o sequestro de dióxido de carbono considerado neste estudo se refere ao processo natural desempenhado pelas plantas, através do qual sintetizam compostos orgânicos utilizando luz, água e CO<sub>2</sub> (fotossíntese). Apesar de ser um processo natural, a ação do homem pode influenciar o seu desempenho e, no que se refere à infraestrutura verde, esta ação pode aumentar ou diminuir consoante a seleção das espécies, a tipologia de vegetação, o clima de região e os diversos indicadores de urbanização (Nowak et al., 2002). Para além disto, a manutenção e taxa de mortalidade da vegetação influencia a capacidade dos espaços em se converterem como mitigadores (Nowak et al., 2002;

Strohbach et al., 2012). As dinâmicas de crescimento das espécies implicam que se recorra frequentemente à sua manutenção e isto pode afetar as taxas de sequestro e simultaneamente, as taxas de emissão por ações intensas de manutenção (Strohbach et al., 2012; Kim et al., 2008).

Neste contexto, e apesar das taxas de sequestro serem variáveis de acordo com os critérios atrás referidos, o que é unânime na literatura é que a infraestrutura verde tem sempre a capacidade de sequestrar CO<sub>2</sub> na medida do seu crescimento e aumento de biomassa (Nowak et al., 2002).

Para o cálculo do valor de sequestro de Carbono no concelho de Vila Real, foram considerados os usos do solo originais do PDM, na tentativa de enquadrar uma maior tipologia de áreas. Como se observa no Diagrama VI, da agregação de usos do solo concretizada (Quadro 6), procedeu-se à divisão das áreas pertencentes à infraestrutura verde, especificando a tipologia de vegetação. Esta operação foi importante na associação destes usos do solo às taxas anuais de sequestro, consultadas na bibliografia.

Diagrama VI: Indicação da informação e dados necessários ao cálculo do sequestro de carbono no concelho de Vila Real. Indicam-se ainda os usos do solo que contribuem para o sequestro, assim como as referências das taxas de sequestro para cada tipo de uso do solo indicado.



\* A taxa de sequestro é apresentada nas unidades toneladas C / ha /ano.

Como se observa no Diagrama VII, todas as taxas de sequestro foram consultadas em artigos científicos, nas unidades de toneladas de carbono por hectare e por ano. Estes dados foram

selecionados tendo em conta a possibilidade de associar a geografia dos estudos consultados com a geografia e clima do norte de Portugal, e, sempre que isso não era possível, considerar zonas com espécies semelhantes de plantas.

Dos usos do solo de PDM considerados, foi necessário aumentar a informação sobre as áreas florestais, evidenciando o tipo de floresta e conseqüentemente o tipo de espécies aí presentes. Neste sentido, os dados de ocupação e uso do solo florestal, descritos no Plano Municipal de Defesa Contra Incêndios (PMDFCI, 2006), do concelho de Vila Real, foram essenciais para repartir a área florestal total do PDM pelos distintos tipos de floresta (Quadro 10).

Quadro 10: Ocupação e uso do solo florestal no concelho de Vila Real (Fonte: Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI), GTF e CM de Vila Real, 2006).

Usos do solo	Tipologia	Área (hectare)	Percentagem área florestal (%)
Florestal	Resinosas	4.878,9	12,7%
	Mistas	3.930,0	10,2%
	Folhosas	265,0	0,7%
	Matos e arbustivas	29.373,08	76,4%

Quadro 11: Áreas de uso do solo do PDM do concelho de Vila Real que contribuem para o sequestro de carbono (Fonte: PDM Vila Real, 2011; PMDFCI / GTF Vila Real, 2006).

Usos PDM	Área (hectare)
Agrícolas	7.111,09
Agroflorestais	3.255,99
Naturais	3.808,749
F. Resinosas	2.446,954
F. Mistas	1.965,270
F. Folhosas	134,872
Matos e arbustivas	14.720,261
Verde urbano	1.061,280
Total	34.504,467

A percentagem de área florestal indicada no Quadro 10 será utilizada como fator de ponderação na obtenção do valor da área florestal que consta do PDM. Neste contexto, no Quadro 11 consta a informação das áreas de uso do solo a considerar no cálculo do sequestro do carbono, enquadrando as florestas de resinosas, mistas, folhosas, e as zonas de matos e arbustivas.

De modo a concluir o cálculo do sequestro do carbono, às áreas pertencentes à infraestrutura verde do concelho de Vila Real associaram-se as taxas de sequestro de carbono que variam de acordo com a tipologia de vegetação. Como foi já referido, estas taxas foram consultadas na bibliografia e indicam-se no Quadro 12.

Quadro 12: Taxas de sequestro de carbono nas diferentes tipologias de vegetação indicadas e respetivas referências bibliográficas da origem dos dados.

Referência e Tipologia de Vegetação	Taxa de Sequestro
<b>Correia et al., 2008</b>	<b>(Ton C/ha/ano)</b>
Montado	1,20
Pastagem	1,90
Pinhal	1,50
<b>Terradas e Chaparro, 2009</b>	<b>(Ton C/ha/ano)</b>
Floresta urbana	1,24
Floresta natural	0,99
<b>Baró et al., 2014</b>	<b>(Ton C/ha/ano)</b>
Espaço Verde Urbano	1,24
Espaço Verde Natural	0,96
<b>Aertsens et al., 2013</b>	<b>(Ton C/ha/ano)</b>
Áreas Agrícolas e Agroflorestais (média EU)	2,75
<b>Malhi et al., 1999; Hyvonen, 2007</b>	<b>(Ton C/ha/ano)</b>
Floresta temperada	4,75 (média 250 a 700 g C/ m <sup>2</sup> )
<b>Rodriguez-Entreña, 2012</b>	<b>(Ton C/ha/ano)</b>
Prática Agrícola (mais comum)	0,370
Incorporação de resíduos da poda queimados	
Prática Agrícola (mais comum)	1,47
Colocação de herbicida e queima dos resíduos da poda	

Após a consulta e seleção da informação das taxas anuais de sequestro de carbono, verificou-se que se deveriam associar diversos valores às diferentes áreas, na tentativa de minimizar o erro de considerar diretamente apenas uma taxa a uma tipologia de espaço verde. Deste modo, foram calculadas médias de sequestro de carbono para cada tipologia de vegetação. Os valores finais de sequestro e o contributo das diferentes taxas recolhidas na bibliografia são apresentadas no Quadro que se segue.

Quadro 13: Taxas e valores finais de sequestro de carbono dos usos do solo por tipologia de infraestrutura verde do PDM do concelho de Vila Real.

Usos PDM	Área (hectare)	Origem dos Dados Sequestro	Taxa sequestro	Sequestro (Ton C/Ano)
Agrícolas	7.111,09	Prática agrícola; Pastagem	1,25	8.865,16
Agroflorestais	3.255,99	Agroflorestal (média EU)	2,75	8.953,97
Naturais	3.808,749	Montado; Natural green	1,08	4.113,45
Resinosas	2.446,954	Pinhal	1,50	3.670,43
Mistas	1.965,270	Pinhal; Floresta natural	1,25	2.446,76
Folhosas	134,872	Floresta temperada	4,75	640,64
Matos e Arbustivas	14.720,261	Montado	1,20	17.664,31
Verde urbano	1.061,280	Urban green; Floresta urbana	1,24	1.315,99
Totais	34.504,467	(-)	(-)	47.670,71

O Quadro indica que, das áreas pertencentes à infraestrutura verde, mais comuns em Vila Real são as de “Matos e arbustivas”, que, embora tenham uma baixa capacidade de sequestro, desempenham um papel fundamental para a mitigação pela elevada presença no território. Por sua vez as “Florestas de Folhosas”, sendo a tipologia com a taxa de sequestro mais elevada, a sua fraca representatividade no território faz com que tenha um dos menores contributos para o sequestro de carbono.

Por fim, é necessário traduzir ou converter a informação da quantidade de Carbono sequestrado em CO<sub>2</sub> equivalente, uniformizando as unidades de sequestro com as de emissão. Assim sendo, e como apresentado no Quadro 13, o valor total de carbono que é sequestrado pela infraestrutura

verde do concelho de Vila Real é de 47.670,71 Ton C/ano. Tendo conhecimento que 1 tonelada de Carbono (C) corresponde a cerca de 3,67 toneladas de Dióxido de Carbono (Aertsens et al., 2013), o valor final de sequestro em CO<sub>2</sub> equivalente é de 174.951,52 Ton CO<sub>2</sub>/ano (Quadro 14).

Quadro 14: Sequestro de carbono pela infraestrutura verde do concelho de Vila Real e sequestro de CO<sub>2</sub> após conversão, no ano de 2012.

Sequestro Carbono (Ton /ano)	Sequestro CO <sub>2</sub> (Ton /ano)
47.670,71	174.951,52

No final deste exercício, obtiveram-se os valores de emissão e de sequestro de CO<sub>2</sub> para o concelho de Vila Real, valores que serão utilizados para calcular o balanço de CO<sub>2</sub> na área total do município.

O contato com uma nova ferramenta, recorrente na bibliografia, promoveu a capacidade de poder regularizar e tornar mais fidedigno o processo de obtenção dos dados de sequestro de carbono. Após se ter testado a aplicação *i-Tree Canopy*, e na tentativa de compreender de que forma este poderia ser aplicado aos estudos de caso, Vila Real, Braga e Viana do Castelo, procedeu-se à sua utilização, iniciando-se no concelho de Vila Real.

### **Sequestro de CO<sub>2</sub> pela Utilização da Aplicação *i-Tree Canopy***

Este subcapítulo pretende fazer referência ao conjunto de ferramentas utilizado, o *i-Tree*, descrevendo as linhas gerais da sua origem, objetivos e do seu funcionamento, especificamente em relação à aplicação utilizada neste estudo, o *i-Tree Canopy*.

A ferramenta foi testada e, com os valores obtidos, estabeleceu-se uma comparação com os dados de sequestro de carbono calculados anteriormente para Vila Real. Esta ferramenta é assim exclusiva para utilizar na componente do sequestro do balanço de carbono.

Para a utilização da aplicação foi necessário introduzir o limite da área dos municípios alvo de análise. O número e tipo de classes de cobertura de solo foi igual para os três estudos de caso e considerou como classes impermeáveis ou designadas pela aplicação como “Non-Tree” as seguintes: Cobertura solo, Vias e Edifícios. As três classes permeáveis e designadas como “Tree” são: Árvores, Arbustos e Zonas de água. Cada uma das classes encontra-se descrito no Quadro 15.

Quadro 15: Classes definidas para a utilização da aplicação *i-Tree Canopy* nos três concelhos objeto de estudo.

Classes cobertura solo	Descrição	Abreviatura
Árvores (Trees)	Árvores isoladas ou em mancha florestal, não inclui arbustos.	T
Arbustos (Shrubs)	Arbustos densos e subárvores, não inclui vegetação rasteira como relvados, prados e plantações agrícolas.	SH
Cobertura de solo (Ground Cover)	Cobertura do solo sem infraestrutura, com solo nu sem vegetação ou com vegetação rasteira, não inclui arbustos.	GC
Vias (Roads)	Zonas impermeabilizadas com vias de circulação, passeios e estacionamento	IR
Edifícios (Buildings)	Zonas impermeabilizadas com edifícios, independentemente da sua tipologia de uso.	IB
Zonas de água (Water)	Pontos de água como rios, lagos, albufeiras.	W

Com a definição das classes de cobertura de solo inicia-se a análise das imagens Google Earth até atingir o total de 2000 (dois mil) pontos analisados em cada concelho.

No final da análise, obtemos os resultados que se reuniram num Quadro e Gráfico. O Gráfico indica a distribuição dos pontos pelas diversas classes com uma estimativa da percentagem das coberturas de solo para a área total. No Quadro é indicado o resultado propriamente dito, com a estimativa dos benefícios de sequestro de CO<sub>2</sub> e outros GEE das coberturas de solo permeáveis.

Como se pretende comparar o resultado de sequestro de CO<sub>2</sub> obtido através desta aplicação, com o resultado de sequestro obtido através dos valores de referência da bibliografia, apresentam-se, no Quadro 16, os dois valores para o concelho de Vila Real.

Quadro 16: Valores de sequestro anual de CO<sub>2</sub> no concelho de Vila Real utilizando: **a)** taxas de sequestro consultado na bibliografia, apresentados no Quadro 12; **b)** Sequestro anual de CO<sub>2</sub> pela utilização da aplicação *i-Tree Canopy*.

a) Sequestro anual CO <sub>2</sub> (Ton CO <sub>2</sub> /ano)	b) Sequestro anual CO <sub>2</sub> (Ton CO <sub>2</sub> /ano)
174.951,52	184.310,00



Tendo em conta que os resultados apontados para o sequestro anual de CO<sub>2</sub> são muito idênticos, representando a sua diferença um valor inferior a 9500 Ton anuais, e com uma representatividade de cerca de 5%, considerou-se que a ferramenta *i-Tree Canopy* oferecia um elevado grau de “segurança” para ser aplicada neste trabalho.

Com isto, é terminada a apresentação da metodologia seguida para a recolha e tratamento de informação, com vista ao cálculo do balanço de CO<sub>2</sub> para os concelhos de Vila Real, Braga e Viana do Castelo. É importante fazer referência de que, todas as informações e passos que foram anteriormente descritos para o concelho de Vila Real, serão replicados aos restantes concelhos, não sendo por isso necessário repetir a apresentação do processo de recolha e tratamento de dados, para os restantes concelhos.

No ponto que se segue apresenta-se a metodologia utilizada para o cálculo do balanço de carbono nos perímetros urbanos de Vila Real, Braga e Viana do Castelo.

Tal como descrito até aqui, a descrição da metodologia para o cálculo do balanço de CO<sub>2</sub> nos Perímetros Urbanos (PU), só será indicada para Vila Real.

## **8.2 Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Perímetros Urbanos (PU)**

A informação utilizada para o cálculo do balanço de carbono nos PU foi idêntica ao cálculo anterior, realizado para os concelhos. No entanto, se existiu alguma dificuldade em aceder a informação que fizesse referência clara aos municípios, no caso dos PU, essa dificuldade foi acrescida, tendo que utilizar-se informação distinta muito embora presente nas bases de dados até agora consultadas.

### **8.2.1 Origem e Tratamento dos Dados de Emissões de CO<sub>2</sub>**

Em relação aos valores de emissão de CO<sub>2</sub> nos PU, foram consideradas as mesmas tipologias, abrangendo o consumo energético, o consumo de biomassa e, o consumo de combustíveis.

#### ***Consumo Energético dos PU e Taxa de Emissão***

Apesar da necessidade de encontrar o mesmo tipo de informação, na falta de disponibilidade à escala deste trabalho, outros dados foram obtidos para a aplicação da mesma metodologia. Os valores de consumo energético considerados são os de consumo energético por habitante, que constam das fontes de dados do DGEG/MAOTE, e do INE, no ano de 2012, aos quais se associou a mesma taxa de emissão do exercício anterior, isto é, 0,32 Ton CO<sub>2</sub> / Mwh, referenciada pela EDP para o ano de 2012 ([www.edp.pt](http://www.edp.pt)). Adicionalmente foram considerados os

valores de consumo de gás natural, *per capita*, que se encontram disponíveis na mesma fonte de dados do DGEG/MAOTE, e do INE, no ano de 2012. O gás natural tem como unidades a normal metro cúbico / hora (Nm<sup>3</sup>/h), que se converteu para quilowatt-hora (Kwh) segundo o fator de conversão de 1Nm<sup>3</sup>/h=12,03 Kwh. A taxa de emissão aplicada será a mesma que foi utilizada para o consumo energético, divulgada pela EDP para o ano de 2012.

Quadro 17: Dados e referências para o cálculo de emissão de CO<sub>2</sub> associado ao consumo energético, para o PU de Vila Real (Fonte: INE, 2011; DGEG / MAOTE, 2012; EDP, 2012).

<b>Residentes PU Vila Real</b>		<b>29.693 Residentes</b>	
<b>(INE, Censos 2011)</b>			
<b>Consumo Energético</b>			
<i>Tipologia de Consumo</i>	<i>Consumo energético (Kwh / residente)</i>	<i>Consumo energético total Kwh (29 639 residentes)</i>	<i>Emissão CO<sub>2</sub> (Ton)</i>
Doméstico	1.190,00	35.334.670,00	11.307,09
Não-doméstico	1.242,20	36.884.644,60	11.803,09
Indústria	307,70	9.136.536,10	2.923,69
Agrícola	18,60	552.289,80	176,73
Iluminação Vias Públicas	165,30	4.908.252,90	1.570,64
Edifícios Estado	259,70	7.711.272,10	2.467,61
<b>Consumo Gás Natural</b>			
<i>Gás natural (Nm<sup>3</sup>/resid.)</i>	<i>Consumo total (Kg/resid.) (0,671 CH<sub>4</sub> Kg*70,20)</i>	<i>Consumo total (Mwh)</i>	<i>Emissão CO<sub>2</sub> (Ton)</i>
70,20	47,10	25.076,04	8.024,33
Taxa de Emissão CO <sub>2</sub> (Ton / Mwh), EDP (2012)			0,32

### **Consumo de Biomassa dos PU e Taxa de Emissão**

As emissões com origem no consumo de biomassa (lenha) foram obtidas tendo em conta o mesmo raciocínio do exercício anterior para o concelho, aplicando a mesma percentagem de alojamentos com lareira, embora seja possível admitir que esta percentagem deva, nos perímetros urbanos, ser inferior à média de toda a região Douro (NUT III). No entanto, e pela falta de informação adicional, optou-se por manter esta estimativa percentual, aplicando-a ao número total de alojamentos existentes no PU (segundo INE, Censos 2011).

Quadro 18: Dados e referências para o cálculo de emissão de CO<sub>2</sub> associado ao consumo de biomassa, para o PU de Vila Real. O procedimento de recolha e tratamento dos dados foi executado exatamente da mesma forma nos outros dois PU abordados no estudo.

Alojamentos do PU Vila Real		15 726
Taxa emissão CO <sub>2</sub>		2,13 Ton CO <sub>2</sub> / Ton lenha
Alojamentos com lareira (27,4% dos Alojamentos)	Consumo total de lenha (2,5 Ton / alojamento)	Emissão total (taxa 2,13 Ton CO <sub>2</sub> /Ton lenha)
4.308,92	10.772,31	22.945,02

### Consumo de Combustível dos PU e Taxa de Emissão

Se anteriormente o cálculo dos valores de emissão de CO<sub>2</sub> era iniciado pelo consumo de combustíveis, na aplicação ao PU, compreendeu-se que a principal dificuldade seria a de obter o número de veículos nesta escala. Com a consulta do relatório que resultou de um inquérito ao consumo, INE (2010), existem referências claras ao número médio de automóveis por alojamento que existem em Portugal. Especificam que a percentagem de alojamentos que possuem 1 veículo é de 57,7%, com 2 veículos existem 35,8% dos alojamentos e que, 6,5% dos alojamentos tem associados 3 veículos. Com estes dados foi realizada uma média ponderada de acordo com esta estimativa percentual, obtendo um valor total aproximado do número de veículos dos PU.

Quadro 19: Dados e referências para o cálculo de emissão de CO<sub>2</sub> do consumo de combustíveis, para o PU de Vila Real. O procedimento de recolha e tratamento dos dados foi executado da mesma forma nos restantes PU analisados.

Média de veículos/alojamento (INE, 2010)	Nº total veículos (15.726 alojam)	Km / veículo 16.449 Km (exercício anterior)	Emissão Ton CO <sub>2</sub>
1 Veículo em 57,7% alojamentos	9.073,90	149.256.614,00	18.955,59
2 Veículos em 35,8% alojamentos	11.259,82	185.212.713,38	23.522,01
3 Veículos em 6,5% alojamentos	3.066,57	50.442.009,93	6.406,14
Taxa de emissão CO <sub>2</sub> / Km percorrido (Kg CO <sub>2</sub> / Km)			0,127

Este procedimento de recolha e tratamento dos dados foi repetido nos Perímetros Urbanos de Braga e Viana do Castelo.

### **8.2.2 Origem e Tratamento dos Dados de Sequestro de CO<sub>2</sub> – *i-Tree Canopy***

Na recolha de informação dos valores de sequestro de CO<sub>2</sub> para os três Perímetros Urbanos estudados, foi utilizado, como anteriormente, a aplicação *i-Tree Canopy*.

As classes de ocupação do solo que foram utilizadas neste contexto foram exatamente iguais às aplicadas para a análise das áreas dos municípios (Quadro 15), alterando apenas a quantidade de pontos aleatórios que totalizaram a análise. Assim, e em detrimento de quantificar a análise em 2000 pontos como no caso dos concelhos, aos perímetros urbanos apenas se analisaram 1000 pontos a cada área, fazendo nota de que estas áreas são bastante menores que as que totalizam as áreas dos concelhos e por isso, a necessidade de recolher informação para estimar um valor de sequestro de CO<sub>2</sub> é menor.

## **8.3 Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Loteamento**

### **8.3.1 Simulação de Operação de Loteamento pelos Parâmetros Urbanísticos**

O primeiro passo estabelecido para o desenvolvimento da metodologia foi a análise do PDM de cada concelho, tendo reunido todos os dados urbanísticos que possibilitam a simulação de uma operação de loteamento. Para que a recolha de dados seja normalizada em todos os estudos de caso, foi considerado na simulação do loteamento o “pior” cenário em termos de ocupação do território. Isto implica que os dados de emissão e de sequestro resultam do pior cenário possível, em termos de ocupação e uso do espaço urbano.

Neste sentido, e no âmbito da metodologia, serão apresentados num Quadro os parâmetros urbanísticos que constam no PDM e que estiveram na base da operação de loteamento para cada um dos três concelhos analisados. Associado ao Quadro é apresenta-se uma imagem com uma planta do tipo zonamento, representando uma imagem mais clara do projeto de loteamento, tendo sido a sua simulação aproximada o mais possível à realidade.

### **Dados para Simulação de uma Operação de Loteamento em Vila Real**

Para a cidade de Vila Real, os parâmetros urbanísticos considerados foram consultados no PDM. Para definir a tipologia de edificação, no ponto 3 do artigo 50º deste diploma está referido que “os parâmetros de edificabilidade não podem exceder os seguintes valores: a) Tipo RC1: cêrcea de 5 pisos ou 16 metros; índice de utilização de 0,9; área de impermeabilização de 0,70 da área do prédio; b) Tipo RC2: cêrcea de 6 pisos ou 19 metros; índice de utilização de 1,1; área de impermeabilização de 0,70 da área do prédio.” Como se pretende simular o “pior cenário” em termos de urbanização, os parâmetros considerados neste estudo vão simular uma operação de loteamento como descrita no ponto b) Tipologia RC2.

Na definição dos estacionamento, foi revisto o artigo 21º do relatório do PDM onde constam no ponto 2: “Nos edifícios para habitação coletiva, devem ser previstos no interior do edifício ou parcela, um lugar de estacionamento por fogo para fogos de tipologia até T1, dois lugares por fogo para fogos de tipologia T2 e T3, três lugares por fogo para fogos com tipologia T4 e T5 e quatro lugares de estacionamento sempre que os fogos tenham uma tipologia superior a T5.” Adicionalmente os pontos 3 e 4 referem: “3) Em edifícios ou áreas destinadas a comércio ou serviços, deve, sem prejuízo do disposto em legislação específica, ser criado um parqueamento no interior do prédio ou parcela, equivalente a: a) um lugar de estacionamento por cada 50 m<sup>2</sup> de área útil; b) um lugar de estacionamento por cada dois quartos de estabelecimentos hoteleiros; “4) Em loteamentos, ou operações urbanísticas com impacte semelhante a loteamento, deverão ser previstos, cumulativamente, lugares de estacionamento público na proporção de 50 % dos lugares privativos exigíveis para as frações habitacionais, em número igual ou superior aos lugares privativos das frações não habitacionais e em dobro dos lugares exigíveis para as frações destinadas a estabelecimentos de restauração e bebidas.”

Adicionalmente, e em relação às áreas de cedência, estas estão previstas no artigo 78º do relatório do PDM, indicando que “Nas operações de loteamento e nas situações equivalentes definidas em Regulamento Municipal de Edificação e Urbanização, de acordo com o artigo 43.º do RJUE, na sua atual redação, deverão ser previstas áreas destinadas a espaços verdes e de utilização coletiva, infraestruturas viárias e equipamentos, dimensionadas do seguinte modo: a) Para a cidade de Vila Real de acordo com os parâmetros seguintes:

Tipo de ocupação - Espaços verdes e de utilização coletiva e equipamentos de utilização coletiva: Habitação em moradia unifamiliar - 70 m<sup>2</sup>/fogo; Habitação coletiva - 70 m<sup>2</sup>/120 m<sup>2</sup> abc habitacional; Comércio - 60 m<sup>2</sup>/100 m<sup>2</sup> abc comercial; Serviços - 60 m<sup>2</sup>/100 m<sup>2</sup> abc comercial; Indústria e/ ou armazéns - 45 m<sup>2</sup>/100 m<sup>2</sup> abc industrial / armazenagem.” Na programação destes espaços, e uma vez que as áreas de espaços verdes e de utilização coletiva e equipamentos de utilização coletiva foram consideradas em conjunta, no exercício serão programadas segundo uma atribuição de 50-50 para cada utilização.

Em relação às infraestruturas viárias, o regulamento do PDM remete para aplicação o previsto na Portaria n.º 216 -B/2008, de 3 de março. Esta portaria indica quais os parâmetros de dimensionamento das infraestruturas e arruamentos tendo em conta três tipos de ocupação. O

que se aplica ao exercício de simulação é “Habitação, se ac (área de construção) habitacional <80 %, comércio e ou serviços”. Neste contexto são definidos os seguintes parâmetros: Perfil tipo  $\geq 12$  m; Faixa de rodagem = 7,5 m; Passeios = 2,25 m ( $\times 2$ ). Como parâmetros opcionais estabelecem o estacionamento (2,25 m  $\times 2$ ), previsto no 21º artigo do regulamento do PDM, e as caldeiras para árvores (1,0 m  $\times 2$ ). As árvores em caldeira não foram consideradas nesta simulação.

Após a reunião de toda a informação, foi necessário adaptar cada um dos parâmetros ao exercício de simulação no sentido de “projetar” um loteamento que considerasse todas as áreas previamente estabelecidas. Assim, os valores que resultam da consulta do regulamento do PDM de Vila Real e da Portaria n.º 216-B/2008, foram resumidos num Quadro, com indicação dos valores finais, presentes no Loteamento.

Convém referir que a simulação do loteamento considerou uma parcela / prédio com 20.000 metros quadrados. Esta parcela, após operação de loteamento contém 3 lotes, que, no seu conjunto, reúnem uma área de implantação de edifícios com 2.700m<sup>2</sup>, aos quais corresponde uma área bruta de construção (*abc*) de 13.500 m<sup>2</sup>.

Quadro 20: Parâmetros urbanísticos do PDM e resumo da informação de áreas e necessidades de infraestruturas para projetar um loteamento em Vila Real.

<b>Descrição dos Parâmetros Urbanísticos</b>	<b>Parâmetros Urbanísticos do PDM de Vila Real</b> <b>Solo Urbano - RC2</b>	<b>Valores para Simulação do Loteamento</b>
Cércea máxima	6 Pisos	5 Pisos
Altura máxima	19 Metros	16 Metros (r/c com 4 metros) (4 pisos com 3 metros)
Índice máximo de utilização	1,1	Índice utilização = 0,675 (13.500 / 20.000 m <sup>2</sup> )
Área máxima de impermeabilização	0,7	A. impermeável = 10.556,3 m <sup>2</sup> A. máx. impermeabilização = 0,53
<b>Áreas de Cedência de Espaços Verdes e de Utilização Coletiva e de Equipamentos</b>		
Cedência de Espaços Verdes da Habitação Coletiva	35 m <sup>2</sup> / 120 m <sup>2</sup> abc	Área de Espaços Verdes = 3.150 m <sup>2</sup> abc. habitacional = 10.800 m <sup>2</sup>
Cedência de Espaço Verde do Comércio e Serviços	30 m <sup>2</sup> / 100 m <sup>2</sup> abc	Área de Espaços Verdes = 810 m <sup>2</sup> abc comércio e serviços = 2.700 m <sup>2</sup>

Cedência de Equipamentos da Habitação Coletiva	35 m <sup>2</sup> / 120 m <sup>2</sup> abc	Cedência Equipamentos = 3.150 m <sup>2</sup>
Cedência de Equipamentos do Comércio e Serviços	30 m <sup>2</sup> / 100 m <sup>2</sup> abc	Cedência Equipamentos = 810 m <sup>2</sup>

Área de Cedência Total Exigida = 7.920 m<sup>2</sup>  
 Área de Cedência Total no Loteamento = 7.890,45 m<sup>2</sup>  
 (Espaços verdes = 3.967 m<sup>2</sup> e Equipamentos = 3.923 m<sup>2</sup>)

**Arruamento Descritos na Portaria n.º 216-B/2008**

Parâmetros Arruamento	Habitação, comércio e serviços (se ac <80%)	Valores Simulados no Loteamento
Perfil	12 m	17 m
Faixa rodagem	7,5 m	7,5 m
Estacionamento	Não especificado	2,5 x 5 m
Caldeira	Não especificado	1x1 m
Passeios	2,25 m (x2)	2,25 m (x2)

**Estacionamentos Descritos no PDM, Artigo 21º**

Estacionamento	Necessidades de Estacionamento	Valores Simulados no Loteamento
Privado no Lote Habitacional para Tipologias T2 e T3	2 Lugares por fogo (72 Fogos)	144 Estacionamentos Privados (2 pisos subterrâneos, 30m <sup>2</sup> por lugar)
Privado no Lote Comércio e Serviços	1 Lugar / 50 m <sup>2</sup> área útil, no interior lote	41 Estacionamentos (2.061 m <sup>2</sup> área útil)
Estacionamento Público	50% dos privados habitacionais e os mesmos dos não habitacionais	113 Estacionamentos Públicos (50% dos 144 Habitacionais e 41 estacionamentos de Comércio e Serviços)

Tipologias Alojamentos	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Área Útil Total por Tipologia
T2 = 36	101 m <sup>2</sup>	T2 com 3.636 m <sup>2</sup>
T3 = 36	138 m <sup>2</sup>	T3 com 4.968 m <sup>2</sup>
Área útil Total no Loteamento = 8.604 m <sup>2</sup>		

Com o cálculo de cada uma das áreas exigidas pelo PDM para a definição de um loteamento, encontra-se, na figura 2, a planta do loteamento que foi simulado para a cidade de Vila Real.

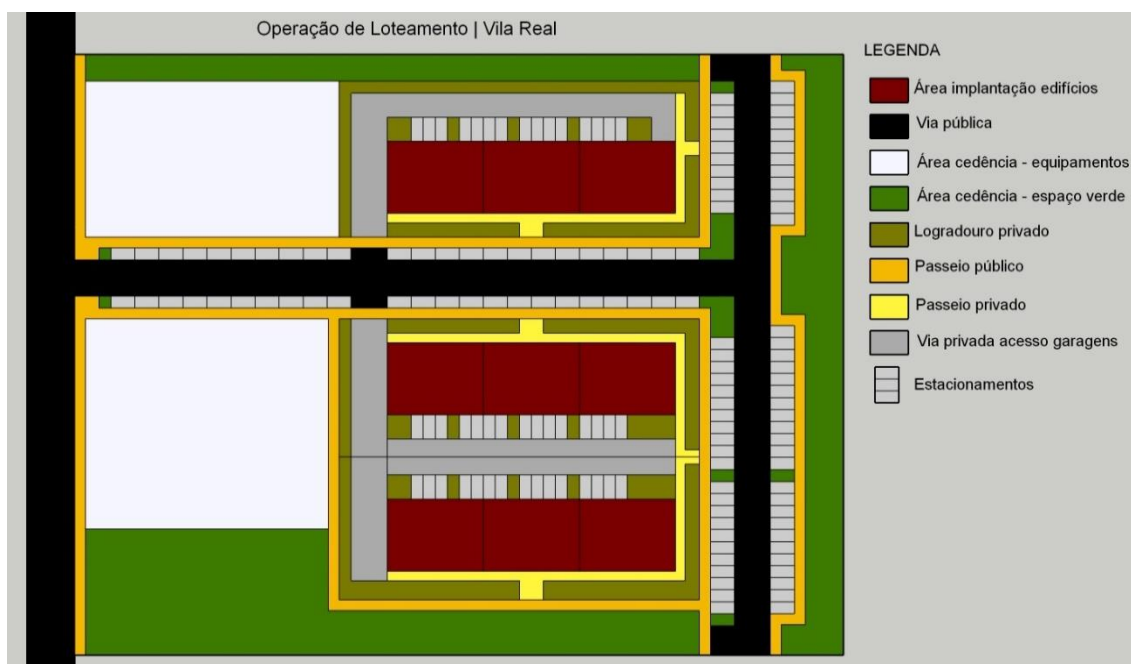


Figura 2: Planta do Loteamento simulado para a cidade de Vila Real, segundo os parâmetros urbanísticos e necessidades apresentadas no Quadro 20. Sem escala definida.

### **Dados para Simulação de uma Operação de Loteamento em Braga**

O PDM de Braga, conforme redação publicada em janeiro de 2001, é o Plano mais antigo do conjunto dos três analisados, e por isto, diferente na consideração, essencialmente dos usos do solo e respetivas classes e categorias.

Neste contexto, enquadra no capítulo III o uso dominante do solo (artigo 34.º), apresentando 8 classes, entre elas, a classe a) Espaços urbanos e a classe b) Espaços urbanizáveis. Pela consulta de cada uma delas, verificou-se, como esperado, que para a simulação de uma operação de loteamento que cumpra com os objetivos deste exercício, será concretizado um loteamento tendo em conta a classe b) Espaços urbanizáveis.

Os índices urbanísticos do PDM de Braga distribuem-se de acordo com 4 tipos de densidade, a alta, média, baixa e a rural, atribuindo para cada uma deles um tipo de índice distinto, isto é, neste exercício será aplicado o Índice A, definido para as altas densidades, com um coeficiente de ocupação do solo (COS) de  $1,0 \text{ m}^2/\text{m}^2$  da área de terreno (artigo 57.º). Convém referir que para este plano não são definidas quaisquer cêrceas ou limitação de altura de edificação.

Em relação às infraestruturas viárias, são definidas para as zonas de alta densidade, uma rede viária com uma faixa de rodagem de 10 metros e, uma largura de passeios ou percursos pedonais de 3 metros (artigo 59.º). O estacionamento público está definido no artigo 60.º e indica como necessidades, um lugar de estacionamento por cada dois fogos e um lugar de



estacionamento por cada 50m<sup>2</sup> de abc. destinada a comércio, serviços e estabelecimentos de restauração e bebidas.

No que se refere às áreas de cedência, no artigo 62.<sup>o</sup> estão indicadas as áreas de cedência de espaços verdes e de utilização coletiva e no artigo 63.<sup>o</sup> as áreas de cedência para equipamentos de utilização coletiva. Assim, e no que se refere aos espaços verdes, devem ser previstos 25 m<sup>2</sup> por cada 120 m<sup>2</sup> de abc de habitação multifamiliar e 25 m<sup>2</sup> por cada 100 m<sup>2</sup> de abc. de comércio e serviços. Em relação às áreas de equipamentos, deverão ser cedidos 20 m<sup>2</sup> por cada 120 m<sup>2</sup> de abc. em edifícios de habitação multifamiliar e 15 m<sup>2</sup> por cada 120 m<sup>2</sup> de edifícios de comércio e serviços.

Apesar de não ser determinado, especificamente para os espaços urbanizáveis de alta densidade, o estacionamento privativo, no artigo 64.<sup>o</sup>, que determina o Regime comum dos espaços urbanos e urbanizáveis, á dada orientação para que seja consultado o artigo 47.<sup>o</sup> referente ao estacionamento privativo, indicando que se deve cumprir o seguinte: um lugar de estacionamento por cada fogo e um lugar de estacionamento por cada 100 m<sup>2</sup> de abc. de edifícios de comércio e serviços.

Quadro 21: Parâmetros urbanísticos do PDM e resumo da informação de áreas e necessidades de infraestruturas para projetar um loteamento em Braga.

Descrição dos Parâmetros Urbanísticos	Parâmetros Urbanísticos do PDM de Braga	Valores para Simulação do Loteamento
Cércea máxima	Não especificado	7 Pisos habitacionais (2 pisos subterrâneos)
Altura máxima	Não especificado	22 Metros (r/c com 4 metros) (6 pisos com 3 metros)
Coefficiente Ocupação Solo (COS)	1,0 m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	COS = 0,945 abc = 18.900 m <sup>2</sup> / 20.000 m <sup>2</sup>
<b>Áreas de Cedência de Espaços Verdes e de Utilização Coletiva e de Equipamentos</b>		
Cedência de Espaços Verdes de Habitação Coletiva	25 m <sup>2</sup> / 120 m <sup>2</sup> abc	Área de Espaços verdes = 3.375 m <sup>2</sup> abc habitacional = 16.200 m <sup>2</sup>
Cedência de Espaços Verdes de Comércio / Serviços	25 m <sup>2</sup> / 100 m <sup>2</sup> abc	Área de Espaços Verdes = 675 m <sup>2</sup> abc comércio e serviços = 2.700 m <sup>2</sup>
Cedência de Equipamentos de Habitação Coletiva	20 m <sup>2</sup> / 120 m <sup>2</sup> abc habitacional	Cedência equipamentos = 2.700 m <sup>2</sup> abc habitacional = 16.200 m <sup>2</sup>

Cedência de Equipamentos de Comércio / Serviços	15 m <sup>2</sup> / 100 m <sup>2</sup> abc comércio e serviços	Cedência equipamentos = 405 m <sup>2</sup> abc comércio e serviços = 2700 m <sup>2</sup>
---	--	---

Área de Cedência Total Exigida = 7.155,0 m<sup>2</sup>  
 Área de Cedência Total no Loteamento = 7.424,8 m<sup>2</sup>  
 (Espaços verdes = 6.172,17 m<sup>2</sup> e Equipamentos = 1.252,63 m<sup>2</sup>)

#### Arruamentos PDM Braga

Parâmetro Arruamento	Valor PDM Braga	Valores Simulados no Loteamento
Faixa rodagem	10 m	10 m
Passeios	3 m	3 m (x2)
Estacionamento	Não especificado	2,5 x 5 m
Caldeira	Não especificado	1x1 m

#### Estacionamentos PDM Braga

Estacionamento	Necessidades de Estacionamento	Valores Simulados no Loteamento
Estacionamento Privado no Lote Tipologias T2 e T3	1 Lugar coberto por fogo	108 Lugares Privados Cobertos (2 pisos subterrâneos, com 30 m <sup>2</sup> cada lugar de estacionamento)
Estacionamento Privado no Lote Comércio/Serviços	1 Lugar / 100 m <sup>2</sup> abc no lote	27 Lugares Privados no Lote
Estacionamento Público	1 Lugar / 2 fogos 1 Lugar / 50 m <sup>2</sup> abc comércio e serviços	108 Lugares Públicos (54 lugares habitacionais e 54 lugares comércio e serviços)
Tipologias Alojamentos	Área útil (m <sup>2</sup> )	Área Útil Total por Tipologia
T2 = 54	101 m <sup>2</sup>	T2 com 5.454 m <sup>2</sup>
T3 = 54	138 m <sup>2</sup>	T3 com 7.452 m <sup>2</sup>
Área útil total = 12.906 m <sup>2</sup>		

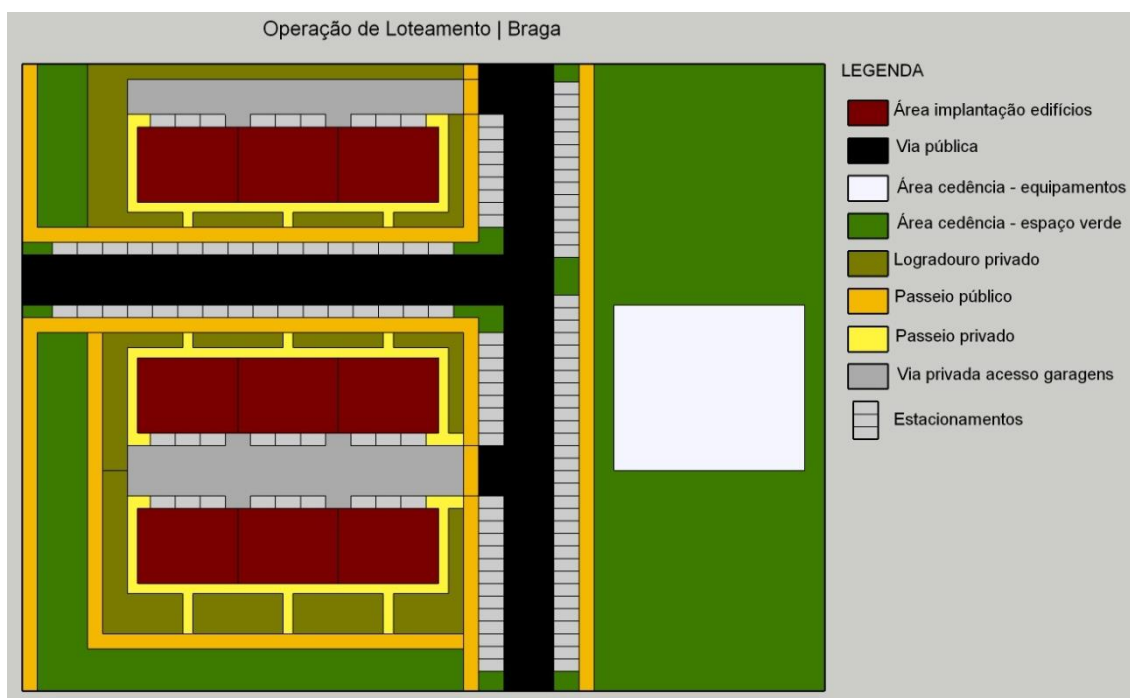


Figura 3: Planta do Loteamento projetado para a cidade de Braga, segundo os parâmetros urbanísticos e necessidades apresentadas na Quadro 21. Sem escala definida.

### **Dados para Simulação de uma Operação de Loteamento em Viana do Castelo**

Os parâmetros urbanísticos utilizados para a simulação de uma operação de loteamento na cidade de Viana do Castelo, foram consultados na republicação do PDM de fevereiro de 2014. Neste plano, dos usos do solo equacionados, irão ser utilizados os parâmetros que se referem ao solo de urbanização programada, zonas de construção do tipo, indicadas no 58.º artigo. Estas zonas estão definidas no número 1 do artigo 62.º como, zonas destinadas essencialmente à localização de atividades habitacionais, comerciais, turísticas, equipamentos e serviços.

Especificamente e em relação aos parâmetros urbanísticos, é definido no 98.º artigo a cêrcea máxima de 3 pisos para edifícios em bloco, como é definido neste exercício. Os índices urbanísticos, definidos no artigo 99.º indicam como índice máximo de construção 0,50 e um índice volumétrico de construção máximo de 1,50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

No capítulo VIII, Planeamento e Gestão, estão indicados os espaços verdes e de utilização coletiva, infraestruturas e equipamentos. As áreas para os espaços verdes de utilização coletiva estão definidas no artigo 145.º e indicam 28 m<sup>2</sup>/120 m<sup>2</sup> abc habitacional e 28 m<sup>2</sup>/100 m<sup>2</sup> abc. de comércio e serviços. Em relação às áreas de equipamentos, o plano indica no mesmo artigo, as áreas de 35 m<sup>2</sup>/120 m<sup>2</sup> abc. habitacional e 25 m<sup>2</sup>/100 m<sup>2</sup> de edifícios de comércio e serviços.

Para o dimensionamento do estacionamento, foi consultado o artigo 147.º em que é definido o número de estacionamentos privados e públicos exigidos para este tipo de operação urbanístico. Assim, o estacionamento privado deve cumprir com 1 lugar mínimo por fogo ou unidade de utilização, um lugar por cada 100 m<sup>2</sup> de abc. Habitacional, em bloco ou em banda e, um lugar por cada 100 m<sup>2</sup> de área de comércio e serviços. Em relação ao estacionamento público, as orientações do plano referem que deve existir um lugar por cada 100 m<sup>2</sup> abc habitacional, no mínimo de um lugar por fogo e adicionalmente, um lugar por cada 25 m<sup>2</sup> abc comércio e serviços.

Por fim, falta apenas referir o dimensionamento exigido no plano para a infraestrutura viária, consultada no 138.º artigo de perfis transversais, sendo ainda necessário consultar o Anexo I, com a caracterização geométrica das vias classificadas da rede do PDM de Viana do Castelo. Por se considerar como o pior cenário a aplicar neste exercício, foram consideradas as larguras da rede primária, níveis 1 e 2 em solo urbano, com os seguintes valores: faixa de rodagem maior ou superior a 3,5 metros (x2 faixas); passeio com uma largura igual ou superior a 2,25 metros (x2 passeios); estacionamento de 2,2 m de largura por 5 m de comprimento.

No Quadro que se segue resumem-se estes valores, associando-lhe o cálculo das necessidades para a parcela a lotear.

Quadro 22: Parâmetros urbanísticos do PDM e resumo da informação de áreas e necessidades de infraestruturas para projetar um loteamento em Viana do Castelo.

<b>Descrição dos Parâmetros Urbanísticos</b>	<b>Parâmetros Urbanísticos do PDM de Viana do Castelo</b> <b>Zonas construção Tipo I</b>	<b>Valores para Simulação do Loteamento</b>
Cércea máxima	3 Pisos	3 Pisos (2 pisos subterrâneos)
Altura	Não especificado	10 Metros (r/c com 4 metros) (2 pisos com 3 metros)
Índice máximo de construção	0,5	Índice máximo construção = 0,49 (8.100 / 16.500 m <sup>2</sup> )
Índice volumétrico e construção máxima	1,50 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	Índice volumétrico = 0,545 (9.000 m <sup>3</sup> / 16.500 m <sup>2</sup> )
<b>Áreas de Cedência de Espaços Verdes e de Utilização Coletiva e de Equipamentos</b>		
Cedência de Espaços Verdes de Habitação Coletiva	28 m <sup>2</sup> / 120 m <sup>2</sup> abc	Área de Espaços Verdes = 1260 m <sup>2</sup> abc habitacional = 5400 m <sup>2</sup>
Cedência de Espaços Verdes de Comércio / Serviços	28 m <sup>2</sup> /100 m <sup>2</sup> abc	Área de Espaços Verdes = 756 m <sup>2</sup> abc comércio e serviços = 2700 m <sup>2</sup>

Cedência de Equipamentos Habitação Coletiva	35 m <sup>2</sup> / 120 m <sup>2</sup> abc	Cedência equipamentos = 1.575 m <sup>2</sup> abc habitacional = 5.400 m <sup>2</sup>
Cedência de Equipamentos Comércio / Serviços	25 m <sup>2</sup> / 100 m <sup>2</sup> abc	Cedência equipamentos = 945 m <sup>2</sup> abc. comércio e serviços = 2.700 m <sup>2</sup>

Área de Cedência Total Exigida = 4.536 m<sup>2</sup>

Área de Cedência Total no Loteamento = 4.814,09 m<sup>2</sup>

(Espaços Verdes = 2.282,14 m<sup>2</sup> e Equipamentos = 2.531,95 m<sup>2</sup>)

#### Arruamentos PDM Viana Castelo

Faixa rodagem	3,5 m (x2)	7 m Total Faixas
Passeios	2,25 m	2,25 m
Estacionamento	2,2 x 5 m)	2,5 x 5 m
Caldeira	Não especificado	1x1 m (aproximadamente)

#### Estacionamentos Descritos no PDM

Estacionamento	Necessidades de Estacionamento	Valores Simulados no Loteamento
Estacionamento Privado no Lote Tipologias T2 e T3	1 Lugar/100 m <sup>2</sup> abc habitacional	54 Lugares Privados (1 piso subterrâneo com 30 m <sup>2</sup> / lugar)
Estacionamento Privado no Lote Comércio/Serviços	1 Lugar/100 m <sup>2</sup> abc comércio e serviços	27 Lugares Privados no Lote
Estacionamento Público	1 Lugar / 100 m <sup>2</sup> abc habitacional ou 1 lugar / fogo  1 Lugar / 25 m <sup>2</sup> abc comércio e serviços	162 Lugares Públicos (54 habitacionais e 108 comércio e serviços)

Tipologias Alojamentos (UOPG 12)	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Área Útil Total por Tipologia
T2 = 18	101 m <sup>2</sup>	T2 com 1.818 m <sup>2</sup>
T3 = 18	138 m <sup>2</sup>	T3 com 2.484 m <sup>2</sup>
Área útil total = 4.302 m <sup>2</sup>		

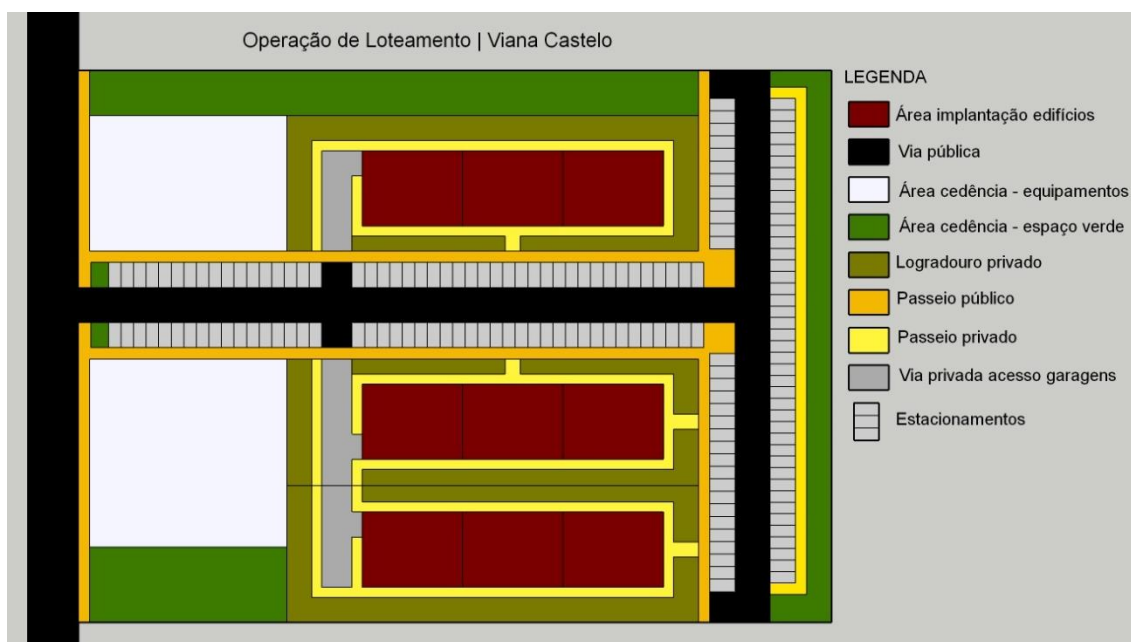


Figura 4: Planta do Loteamento projetado na cidade de Viana do Castelo, segundo os parâmetros urbanísticos e necessidades apresentadas no Quadro 22. Sem escala definida.

Após a apresentação dos parâmetros e índices urbanísticos que estiveram na origem dos loteamentos nas 3 cidades de estudo, serão apresentados, no próximo subcapítulo, a metodologia para o cálculo das emissões e sequestro de CO<sub>2</sub> em cada um dos loteamentos, finalizando esta apresentação com o método de cálculo do balanço de CO<sub>2</sub>.

### 8.3.2 Valores Estimados de Emissão de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos

As emissões de CO<sub>2</sub> associadas ao loteamento referem-se essencialmente, ao consumo energético nos edifícios. Muito embora seja possível estimar um número de veículos para cada fogo, na realidade, as emissões de CO<sub>2</sub> não se concentram no loteamento, mas, distribuídas pelas restantes vias do concelho e/ou fora dele. Para além disto, as emissões associadas ao transporte e circulação automóvel foram já incluídas nos estudos anteriores, sendo o perímetro urbano aquele que inclui de forma direta estas emissões. Neste contexto, apenas será utilizado nesta escala de loteamento as emissões que tenham origem nas necessidades dos edifícios.

Deste modo, para se determinar as emissões associadas ao consumo energético dos edifícios, e tendo em consideração que estes se referem à simulação de um loteamento, é parte integrante desta metodologia calcular as necessidades energéticas de cada fogo e área comercial e de serviços, antes de calcular as emissões associadas a esse consumo. Para o cálculo das necessidades energéticas foi necessário conhecer as áreas úteis de cada fogo e área comercial

e de serviços, tendo sido simulado um projeto de arquitetura (ver ANEXO III) para os edifícios dos loteamentos, projeto este que se repete nos três loteamentos, permitindo fazer as devidas comparações entre cada estudo de caso.

Com a obtenção dos valores das áreas úteis de cada um dos alojamentos e áreas comerciais, é necessário calcular as necessidades energéticas. Para o cálculo destas necessidades energéticas, foi consultado o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), publicado em 20 de agosto de 2013 (Decreto-Lei n.º 118/2013). Este Sistema de Certificação faz cumprir a Diretiva 2010/31/EU, e inclui o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).

Devido à falta de informação relativa aos edifícios, associada com a complexidade de calcular um certificado energético para cada um dos fogos, o valor da certificação para um fogo em cada uma das cidades foi estimado de duas formas, a primeira foi obtida pelo cálculo da média de valores de certificados de classe mínima energética “B” para cada uma das cidades, tendo em conta valores de certificados fornecidos pela ADENE para cada uma das cidades. A segunda foi estimada através do fornecimento do cálculo realizado por uma empresa certificadora consultada, depois de indicadas coordenadas de uma localização aleatória, no interior de cada perímetro urbano. No final foram comparados os dois resultados de certificação, o que permitiu comprovar a veracidade dos dados obtidos, tendo sido utilizados os dados da ADENE. O procedimento de cálculo das necessidades será melhor explicado com a apresentação dos resultados para cada uma das cidades.

Convém referir que as necessidades energéticas relativas aos fogos habitacionais e espaços comerciais e de serviços serão distintas em cada um dos loteamentos, uma vez que estes se localizam, geográfica e climaticamente, em diferentes regiões.

### ***Valores de Emissão de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Vila Real***

Com referido anteriormente, o cálculo das emissões tem por base os valores estimados nas certificações energéticas da Agência para a Energia (ADENE), tendo sido possível calcular um valor médio de classe energético, ao qual está associado um valor das necessidades energéticas. No Quadro 23 disponibiliza-se essa informação, referindo os dois valores de certificação que foram tidos em conta, embora, para o cálculo final, se considere o valor médio da ADENE.

Convém referir que as classes energéticas resultam da razão entre as necessidades anuais globais de energia (Ntc) e o valor máximo de necessidades energéticas (Nt), indicadas no certificado energético no quadro “Resumo dos Principais Indicadores”. Esta relação de proporção indica que quando Ntc e Nt são iguais, a classe obtida é B- em que a razão Ntc/Nt possui um valor de 100%. Por sua vez, se Nt for inferior, o valor de 100% é ultrapassado e pior classificação

obtem o imóvel. Assim, quanto menor for o valor de Ntc em relação ao de Nt, melhor desempenho tem o alojamento. (Ntc é a necessidade real de consumo energético; Nt é a necessidade energética máxima calculada).

Quadro 23: Dados da classe energética, nos edifícios do loteamento de Vila Real, obtidos através de informação fornecida pela ADENE e através da consulta de uma empresa de certificação.

Origem dos certificados energéticos	Classe Energética	Razão das Necessidades anuais globais de energia primária / Valor máximo de necessidades energéticas
Média ponderada - ADENE	B: R=76%	$Ntc / Nt = 111,9 / 147,49 \text{ Kwhep.m}^2/\text{ano}$
Cálculo real do Certificado Energético para um alojamento tipo em cada Loteamento	B: R=72%	$Ntc / Nt = 115,4 / 160,9 \text{ Kwhep.m}^2/\text{ano}$

Conhecendo a estimativa das necessidades energéticas dos alojamentos tendo em conta a localização e clima de Vila Real, é necessário estimar o consumo total no loteamento, por forma a conhecer a quantidade total de emissões de CO<sub>2</sub>. Assim, às necessidades energéticas calculadas por metro quadrado, devem multiplicar-se os valores de área útil do edifício, isto é, tanto nas zonas habitacionais como de comércio e serviços. Mesmo que considerando que existem diferenças entre os consumos energéticos de uma habitação em relação a um espaço comercial, estima-se um consumo igual, por não se terem acesso a dados que permitam concretizar essa distinção.

Para além disto, outra análise é necessária e refere-se à origem da energia, isto é, que tipologia é mais utilizada no contexto habitacional, se a energia elétrica ou o gás natural, por exemplo (uma vez mais, não existem dados que possam, também aqui, refinar os resultados para os espaços comerciais e de serviços). Na consulta do “Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico”, publicado em 2011 pelo INE e DGEG, foi possível obter informação sobre a distribuição do consumo de energia nos alojamentos e por tipo de fonte, com dados referentes ao período de outubro de 2009 a setembro de 2010. Assim, e resumindo a informação recolhida, considera-se que, da energia utilizada pelos alojamentos, 42,6% é energia elétrica e, reunindo as restantes fontes, como o gás natural, butano e propano, a lenha, e outros menos significativos, corresponde a 57,4% da energia consumida nos alojamentos, sendo este o rácio a considerar no cálculo das emissões de CO<sub>2</sub>. Com estes dados, são apresentados dois Quadros que distinguem a informação tendo em conta a origem da energia como “eletricidade” e a origem energética que globalmente se denominou de “gás natural”, Quadros 24 e 25, respetivamente.



Quadro 24: Cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> no loteamento de Vila Real tendo em conta o consumo da fonte “Eletricidade” nos alojamentos.

**Cálculo emissões de CO<sub>2</sub> segundo o valor médio do certificado da ADENE**

**B: 76%**

Tipo de Edifícios	Consumo energético (111,9 kWh <sub>ep</sub> .m <sup>2</sup> /ano)	Equivalente eletricidade (42,6%)	Conversão KW <sub>ep</sub> em kWh Fator de conversão eletricidade = 2,5 KW <sub>ep</sub> /kWh	Emissão de CO <sub>2</sub> eletricidade (Taxa 0,144 KgCO <sub>2</sub> /kWh)
Habitacional	962.787,60	410.147,52	164.059,01	23.624,50
Comércio e serviços	230.625,90	98.246,63	39.298,65	5.659,01
<b>Total</b>	<b>1.193.413,50</b>	<b>508.394,15</b>	<b>203.357,66</b>	<b>29.283,50</b>

Para além do valor de área útil e das necessidades energéticas de cada alojamento e zona comercial, foi necessário aplicar os fatores de conversão entre energia final e energia primária, como indicados no despacho nº 15793-D/2013. Assim, o fator de conversão utilizado para a eletricidade foi de 2,5 KW<sub>ep</sub>/kWh. Outro dado necessário para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> refere-se à taxa de emissão de acordo com o tipo de combustível, também consultada no mesmo despacho. Assim, a eletricidade tem como taxa de emissão ou fator de conversão de energia primária para emissão de CO<sub>2</sub> é de 0,144 Kg CO<sub>2</sub> / kWh.

Quadro 25: Cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> no loteamento de Vila Real tendo em conta o consumo da fonte “Gás Natural” nos alojamentos.

**Cálculo emissões de CO<sub>2</sub> segundo o valor médio do certificado da ADENE**

**B: 76%**

Tipo de Edifícios	Consumo energético (111,9 kWh <sub>ep</sub> .m <sup>2</sup> /ano)	Equivalente gás natural (57,4%)	Conversão KW <sub>ep</sub> em kWh Fator de conversão gás natural = 1 KW <sub>ep</sub> /kWh	Emissão de CO <sub>2</sub> gás natural (Taxa 0,202 Kg CO <sub>2</sub> /kWh)
Habitacional	962.787,60	552.640,08	552.640,08	111.633,30
Comércio e serviços	230.625,90	132.379,27	132.379,27	46.586,43
<b>Total</b>	<b>1.193.413,50</b>	<b>685.019,35</b>	<b>685.019,35</b>	<b>158.219,73</b>

Para a fonte de energia “Gás Natural”, os fatores de conversão entre energia final e energia primária, como indicados no despacho nº 15793-D/2013, são de 1 KWhep/KWh. Em relação à taxa de emissão de CO<sub>2</sub>, o gás natural tem como fator de conversão de energia primária em emissão de CO<sub>2</sub> o valor de 0,202 Kg CO<sub>2</sub>/KWh.

### Valores de Emissão de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Braga

O procedimento para calcular as emissões de CO<sub>2</sub> no loteamento de Braga foi igual ao descrito para Vila Real. Assim, inicialmente são calculadas as necessidades energéticas dos alojamentos e áreas comerciais, tendo em conta a média de dados fornecidos pela ADENE para a cidade de Braga e a estimativa dada pelo certificado energético calculado pela empresa de certificação consultada. Estes valores estão descritos no Quadro 26.

Quadro 26: Dados da classe energética, nos edifícios do loteamento de Braga, obtidos através de informação fornecida pela ADENE e através da consulta de uma empresa de certificação.

Origem valor certificados energéticos	Resultado do Certificado	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (razão da necessidade total de energia pelo consumo real)
Média ponderada - ADENE	B: R=52,27 %	Ntc/Nt = 54,0/103,31 Kwhep.m <sup>2</sup> /ano
Cálculo real do Certificado Energético para um alojamento tipo em cada Loteamento	B: R=54%	Ntc/Nt = 69,4/128,1 Kwhep.m <sup>2</sup> /ano

Possuindo os valores de consumo energético por metro quadrado de área útil dos alojamentos e comércio, é possível calcular qual o consumo energético total no loteamento. Neste sentido, nos Quadros 27 e 28 encontram-se descritos os passos e valores necessários ao cálculo do consumo total e, conseqüentemente, das emissões de CO<sub>2</sub> associadas às duas fontes de energia consideradas, a eletricidade e o gás natural, utilizando a mesma distribuição de 42,6% de eletricidade e 57,4% de gás natural e outras fontes combustíveis.

Quadro 27: Cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> no loteamento de Braga tendo em conta o consumo da fonte “Eletricidade” nos alojamentos.

**Cálculo emissões de CO<sub>2</sub> segundo o valor médio do certificado da ADENE**

**B: 52,27%**

Tipo de Edifícios	Consumo energético (54,0 kWhep.m <sup>2</sup> /ano)	Equivalente eletricidade (42,6%)	Conversão KWhep em KWh Fator de conversão eletricidade = 2,5 KWhep/KWh	Emissão de CO <sub>2</sub> eletricidade (Taxa 0,144 Kg CO <sub>2</sub> /KWh)
Habitacional	696.924,00	296.889,62	118.755,85	17.100,84
Comércio e serviços	111.294,00	47.411,24	18.964,50	2.730,89
<b>Total</b>	<b>808.218,00</b>	<b>344.300,87</b>	<b>137.720,35</b>	<b>19.831,73</b>

Os fatores de conversão utilizados foram os do mesmo despacho referido anteriormente (despacho nº 15793-D/2013), com fator de conversão para a eletricidade de 2,5 KWhep/KWh e taxa de emissão ou fator de conversão de energia primária para emissão de CO<sub>2</sub> de 0,144 Kg CO<sub>2</sub>/KWh.

Quadro 28: Cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> no loteamento de Braga tendo em conta o consumo da fonte “Gás Natural” nos alojamentos.

**Cálculo emissões de CO<sub>2</sub> segundo o valor médio do certificado da ADENE**

**B: 52,27%**

Tipo de Edifícios	Consumo energético (54,0 kWhep.m <sup>2</sup> /ano)	Equivalente gás natural (57,4%)	Conversão KWhep em KWh Fator de conversão gás natural = 1 KWhep/KWh	Emissão de CO <sub>2</sub> gás natural (Taxa 0,202 Kg CO <sub>2</sub> /KWh)
Habitacional	696.924,00	400.034,38	400.034,38	80.806,94
Comércio e serviços	111.294,00	63.882,76	63.882,76	12.904,32
<b>Total</b>	<b>808.218,00</b>	<b>463.917,13</b>	<b>463.917,13</b>	<b>93.711,26</b>

Por sua vez, e na consulta do mesmo despacho (nº 15793-D/2013), utilizou-se o fator de conversão para os combustíveis de 1 KWhep/KWh e uma taxa de emissão ou fator de conversão de energia primária para emissão de CO<sub>2</sub>, associada ao gás natural com um valor de 0,202 Kg CO<sub>2</sub>/KWh.

### Valores de Emissão de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Viana do Castelo

O cálculo das emissões no loteamento de Viana do Castelo, foram estimados, tal como nos outros estudos de caso, tendo em conta a média das certificações energéticas da ADENE, à qual se associou ainda o valor obtido por um certificado energético de uma empresa consultada, permitindo comparar o teor dos dois resultados, embora se contabilize, para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub>, a média obtida pela ADENE. Estes valores estão indicados no Quadro 29.

Quadro 29: Dados da classe energética, nos edifícios do loteamento de Viana do Castelo, obtidos através de informação fornecida pela ADENE e através da consulta de uma empresa de certificação.

Origem dos certificados energéticos	Resultado do Certificado	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (razão da necessidade total de energia pelo consumo real)
Média Ponderada - ADENE	B: R=54,86%	Ntc/Nt = 73,41/133,8 Kwhep.m <sup>2</sup> /ano
Cálculo real do Certificado Energético para um alojamento tipo em cada Loteamento	B: R=62%	Ntc/Nt = 81,6/132,7 Kwhep.m <sup>2</sup> /ano

Com a estimativa das necessidades de energia dos alojamentos e áreas comerciais, é possível calcular as necessidades totais em todo o loteamento. Conhecendo a área útil dos alojamentos e espaços comerciais, indicadas nas figuras 4 e 5, multiplicam-se as necessidades energéticas por este valor de área útil total. No Quadro 30 encontra-se descrito este procedimento, tendo em conta a tipologia de consumo “eletricidade”. Por sua vez, o mesmo procedimento é repetido e está descrito no Quadro 31, dirigido ao consumo de energia do tipo gás natural. Convém referir que a distribuição da tipologia de consumo energético utilizada para Viana do Castelo é a mesma que para os outros cidades, 42,6% de eletricidade e 57,4% de gás natural e outras fontes combustíveis.

Quadro 30: Cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> no loteamento de Viana do Castelo tendo em conta o consumo da fonte “Eletricidade” nos alojamentos.

**Cálculo emissões de CO<sub>2</sub> segundo o valor médio do certificado da ADENE**

**B: 54,86%**

Tipo de Edifícios	Consumo energético (73,41 kWhep.m <sup>2</sup> /ano)	Equivalente eletricidade (42,6%)	Conversão KWhep em KWh Fator de conversão eletricidade = 2,5 KWhep/KWh	Emissão de CO <sub>2</sub> eletricidade (Taxa 0,144 Kg CO <sub>2</sub> /KWh)
Habitacional	315.809,82	134.534,98	53.813,99	7.749,22
Comércio e serviços	151.298,01	64.452,95	25.781,18	3.712,49
Total	467.107,83	198.987,94	79.595,17	11.461,71

Os fatores de conversão utilizados foram os mesmos até aqui utilizados de 2,5 KWhep/KWh para a eletricidade. A taxa de emissão ou fator de conversão de energia primária para emissão de CO<sub>2</sub> é de 0,144 Kg CO<sub>2</sub>/KWh. Estes valores foram consultados no despacho nº 15793-D/2013, como referido anteriormente.

Quadro 31: Cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> no loteamento de Viana do Castelo tendo em conta o consumo da fonte “Gás Natural” nos alojamentos.

**Cálculo emissões de CO<sub>2</sub> segundo o valor médio do certificado da ADENE**

**B: 54,86%**

Tipo de Edifícios	Consumo energético (73,41 kWhep.m <sup>2</sup> /ano)	Equivalente gás natural (57,4%)	Conversão KWhep em KWh Fator de conversão gás natural = 1 KWhep/KWh	Emissão de CO <sub>2</sub> gás natural (Taxa 0,202 Kg CO <sub>2</sub> /KWh)
Habitacional	315.809,82	181.274,84	181.274,84	36.617,52
Comércio e serviços	151.298,01	86.845,06	86.845,06	17.542,70
Total	467.107,83	268.119,89	268.119,89	54.160,22

Por sua vez, no caso do gás natural, os fatores de conversão entre energia final e energia primária são de 1 KWhep/KWh, com uma taxa de emissão de CO<sub>2</sub> de 0,202 Kg CO<sub>2</sub>/KWh.

### 8.3.3 Cenários de Redução do Consumo Energético nos Loteamentos

A metodologia apresentada para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> nos respetivos loteamentos foi repetida tendo em conta os dois cenários restantes. Sendo evidente o excesso de emissões de CO<sub>2</sub>, foi importante simular a redução de emissões de CO<sub>2</sub> na tentativa de encontrar o melhor caminho para promover ações climáticas pelo processo de planeamento.

Uma das formas de reduzir as emissões de GEE está diretamente relacionada com a redução dos consumos energéticos nos alojamentos e áreas comerciais. Neste sentido, os cenários estabelecidos pretendem simular exatamente essa diminuição, atribuindo a cada alojamento de cada loteamento uma classe energética superior, isto é, a classe A (com R=25%) e a classe A+ (com R=10%).

O método para conseguir obter os valores de consumo tendo em conta esta avaliação explica-se no Quadro 32 que se segue, com o exemplo para a cidade de Vila Real.

Quadro 32: Cálculo dos consumos energéticos para os cenários A e A+, tendo em conta o valor do consumo do cenário original.

Cenário	Classe Energética R=Ntc/Nt	Necessidades anuais globais de energia primária / Valor máximo de necessidades energéticas (Kwhep.m <sup>2</sup> /ano)	Novos consumos energéticos de acordo com a Classe definida
Original / B	B: R=76%	R = 111,9 / 147,49	(-)
A	A: R=25%	0,25 = X / 147,49	36,87
A+	A+: R=10%	0,10 = X / 147,49	14,75

Após o cálculo dos consumos para os cenários A e A+, o cálculo das emissões foi realizado tendo em conta a metodologia apresentada nos pontos anteriores.

Na descrição dos resultados de Balanço de CO<sub>2</sub> para cada um dos loteamentos serão apresentados os valores que resultam desta simulação, na tentativa de compreender o contributo desta redução de consumo no âmbito do balanço de CO<sub>2</sub>.

### 8.3.4 Valores Estimados de Sequestro de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos

Os valores de sequestro de CO<sub>2</sub>, em cada um dos loteamentos, foram calculados tendo em conta as taxas consultadas na bibliografia, como indicado no Quadro 33. Estas taxas foram utilizadas para todos os loteamentos das cidades de estudo, e, parte delas foram utilizadas na primeira parte do exercício de cálculo de balanço do concelho. O *software i-Tree Canopy* não foi utilizado

na estimativa do sequestro de CO<sub>2</sub>, pela infraestrutura verde dos loteamentos, devido à falta de uma localização específica de cada loteamento e porque, tanto a área de espaços verdes como a dos loteamentos, é pequena para utilizar na aplicação.

Quadro 33: Taxas de sequestro de C e CO<sub>2</sub> consultadas na bibliografia e para três tipologias de espaço urbano (Fonte: Baró et al., 2014 e Baró et al., 2015).

Fontes	Ton C/ha/ano	Ton CO <sub>2</sub> /ha/ano
1) Verde Urbano (Baró et al., 2014)	1,24	4,55
2) Verde Natural (Baró et al., 2014)	0,96	3,52
3) Urbano misto (Baró et al., 2015)	0,54	1,97

Das três taxas de sequestro de carbono consultadas, todas se referem a pesquisas para a cidade de Barcelona com utilização de um método idêntico ao utilizado com a aplicação *i-Tree Canopy*. Tendo em conta que a taxa que melhor retrata os loteamentos urbanos, do conjunto indicado no Quadro 33, é o Verde Urbano, esta será utilizada neste exercício, após a aplicação do fator de conversão de 1 g C = 3,67 g CO<sub>2</sub>.

Com a definição da taxa de sequestro de CO<sub>2</sub> a aplicar às áreas de cedência de cada um dos loteamentos, é importante referir que do conjunto das áreas de cedência existem os espaços verdes e de utilização coletiva e os equipamentos. Pelo fato das áreas de cedência serem tão pequenas, serão simulados dois cenários de sequestro, o primeiro considerará apenas os espaços verdes e, no segundo, será estimado o sequestro tendo em conta as duas áreas reunidas, como se fossem no total, espaços verdes urbanos.

### 8.3.5 Cálculo do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos

O processo de Cálculo de um Balanço de CO<sub>2</sub> corresponde, tal como realizado para o exercício anterior, à subtração do valor das emissões pelo valor do sequestro de CO<sub>2</sub>. Muito embora o processo de cálculo de balanço de CO<sub>2</sub> seja idêntico, os dados e informação necessária para a sua concretização são distintos dos exercícios anteriores dirigidos à escala do município e perímetro urbano. Em relação à informação de emissão e de sequestro, essa informação foi já fornecida. Especificamente em relação ao balanço, convém referir que este será testado tendo em conta dois cenários adicionados ao inicialmente existente. Assim, o cenário original refere-se às emissões que resultam de um certificado de classe B. Nos restantes, será simulado um certificado de classe A e A+, com a razão Ntc / Nt de 25% e 10%, respetivamente.

Para concretizar os valores de balanço de CO<sub>2</sub> associados a cada um destes cenários, que correspondem apenas a alterações de nível energético nos edifícios, será necessário contabilizar novas emissões de CO<sub>2</sub> considerando os novos consumos energéticos. Para isto, a metodologia aplicada ao cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> para os cenários de classe energética A e A+, será igual à produzida para o cenário original de classe energética B. Quando forem apresentados os resultados de emissão de CO<sub>2</sub>, será possível visualizar a simulação de valores de emissão para cada cenário.

Adicionalmente, é importante referir que os valores de sequestro de CO<sub>2</sub>, por enquadrarem a infraestrutura verde e o espaço físico, não serão simulados para outros cenários, sendo importante referir que, se verificará posteriormente, quais as necessidades desta infraestrutura para se conseguir alcançar um balanço de CO<sub>2</sub> neutro. Desta análise, que contabiliza as necessidades de infraestrutura verde e os equilíbrios a ter em conta na hora de verificar a exequibilidade ou não desta alteração, deverá resultar em propostas de parâmetros urbanísticos, desde que seja possível a sua incorporação no Plano Municipal.

O Quadro que se segue resume o método de cálculo do balanço de CO<sub>2</sub> nos loteamentos, tendo em conta os 3 cenários estabelecidos. Embora já tenham sido feitas referências às emissões e respetivos cálculos, é importante reforçar que os valores de consumo energético no cenário A e A+ foram calculados de acordo com a informação disponível no Quadro 34.

Quadro 34: Método de cálculo do balanço de CO<sub>2</sub> nos loteamentos para os 3 cenários estabelecidos, o cenário B ou original, o cenário A e o cenário A+.

Balanço CO <sub>2</sub>	Emissões CO <sub>2</sub> Loteamento	Sequestro CO <sub>2</sub> Loteamento
Cenário Original ou B Dados ADENE Classe energética B (R mínimo = 75%)	Calculadas através das áreas úteis dos alojamentos e espaços comerciais. Separados os valores de consumo da fonte eletricidade e gás natural. Taxa de emissão de cada fonte, eletricidade e gás natural.	Calculado através das áreas de cedência totais, isto é, considerando espaços verdes e equipamentos.
Cenário A Cálculo Classe energética A (R=25%)	Calculadas após obter consumo novo energético nos alojamentos, considerando o aumento da eficiência para a classe A. Separam-se as fontes de consumo em eletricidade e gás natural, com taxas de emissão de CO <sub>2</sub> diferentes para cada fonte.	Processo e valores iguais aos do cenário anterior.
Cenário A+ Cálculo Classe energética A+ (R=10%)	Calculadas após obter consumo novo energético nos alojamentos, considerando o aumento da eficiência para a classe A+. Separam-se igualmente as fontes de consumo em eletricidade e gás natural, com taxas de emissão de CO <sub>2</sub> diferentes para cada fonte.	Processo e valores iguais aos do cenário anterior.



Após a apresentação do resumo da metodologia de cálculo do balanço de CO<sub>2</sub> para os três cenários considerados para os três loteamentos, serão apresentados, no próximo capítulo, os resultados obtidos neste exercício.

### **8.3.6 Crítica aos Parâmetros Urbanísticos**

No seguimento do cálculo de Balanço de CO<sub>2</sub> que permitem realizar um diagnóstico aos PDM e, especificamente, ser críticos dos parâmetros urbanísticos concretizados através dos Loteamentos, é essencial aprofundar a forma como esses parâmetros podem promover alterações ao uso do solo, capazes de diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> nos espaços urbanos.

No cumprimento deste objetivo, e após se calcularem os balanços de CO<sub>2</sub> para os três cenários estabelecidos, a metodologia de análise do comportamento dos parâmetros urbanísticos concretiza-se através da realização de dois passos adicionais.

O primeiro refere-se ao cálculo das necessidades de espaços verdes admitindo que o resultado do balanço de CO<sub>2</sub> é zero, significando que o valor das emissões é anulado pelo valor de sequestro. Desta forma, calcula-se a área de espaços verdes necessária para colmatar os efeitos totais das emissões de CO<sub>2</sub>. Este cálculo é repetido para cada um dos três cenários.

O segundo passo, refere-se à distribuição das áreas de espaços verdes necessárias, quer por algum dos parâmetros que definem, em PDM, as áreas de cedência, por exemplo, a abc., quer pelo número de residentes, estabelecendo uma comparação com valores de referência existentes na literatura.

Neste sentido foram desenvolvidas duas abordagens que permitem analisar o comportamento dos parâmetros urbanísticos face a neutralidade de CO<sub>2</sub> no loteamento. Na primeira, dividiram-se as necessidades de espaço verde pela abc. do loteamento, obtendo o valor representativo da área de espaço verde que seria necessária em cada um dos cenários e em cada uma das cidades analisadas. Na segunda, dividiram-se as necessidades de espaços verdes pela estimativa de residentes no loteamento, no sentido de comparar o rácio espaço verde / habitante com outros referidos na literatura, como a indicação de 30 m<sup>2</sup> / habitante nos Concelho e em Portugal; e 15 m<sup>2</sup> / habitante, definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Os resultados da análise do comportamento dos parâmetros urbanísticos, tal como descritos anteriormente, serão apresentados no Capítulo X, assim como os resultados obtidos de Balanço de CO<sub>2</sub> em cada um dos loteamentos.

No Capítulo IX que se segue são apresentados e discutidos os resultados de Balanço de CO<sub>2</sub> nos Municípios e Perímetros Urbanos.



## CAPÍTULO IX

### APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE BALANÇO DE CO<sub>2</sub> NOS MUNICÍPIOS E PERÍMETROS URBANOS

Neste capítulo são apresentados os resultados relativos à aplicação da metodologia apresentada para o cálculo do balanço de CO<sub>2</sub> nos Municípios e Perímetros Urbanos. Estes expõem-se em Quadros onde se resumem os valores que estiveram na origem das emissões e do sequestro de CO<sub>2</sub>, para cada um dos municípios e perímetros urbanos. Finaliza-se a apresentação dos resultados com o Balanço final de CO<sub>2</sub>, da mesma forma para todos os estudos de caso.

#### 9.1 Apresentação dos Resultados de Balanço de CO<sub>2</sub> nos Municípios

Nos pontos que se seguem expõem-se os resultados do balanço de CO<sub>2</sub> obtidos para os 3 municípios estudos de caso, Vila Real, Braga e Viana do Castelo.

##### 9.1.1 Resultados de Balanço de CO<sub>2</sub> no Concelho de Vila Real

Nos Quadros 35 e 36, resume-se a informação relativamente à Emissão e ao Sequestro de CO<sub>2</sub> no concelho de Vila Real, indicando os valores finais para cada um dos casos.

Em relação às emissões descritas no Quadro 35, apresentam-se os dados de consumo que estiveram na sua origem. Ao consumo energético foi associada a taxa de emissão exibida pela EDP para o ano 2012 de 0,32 Ton CO<sub>2</sub> / Mwh. No cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> com origem na queima de biomassa lenhosa, foi necessário estimar o número de alojamentos com lareiras, utilizando a média de 27,4% correspondente à média da NUT III Douro. Aplicou-se ainda a estimativa de consumo na mesma região, de 2,5 toneladas de lenha / ano / lareira, e posteriormente, a taxa de emissão sugerida no mesmo documento, de 2,13 Ton CO<sub>2</sub> / Ton lenha. Por fim, e em relação ao consumo de combustíveis, foi necessário calcular a quantidade de quilómetros percorridos durante um ano, tendo em conta esse consumo. Para isso, utilizou-se o valor médio de consumo de um veículo de 7 litros / 100 quilómetros. Com este valor foi possível calcular as emissões, no entanto, foi importante estimar, para confirmação do resultado, os quilómetros percorridos por veículo, durante um ano, através do número de total de veículos registados no concelho. À quantidade total de quilómetros foi associada a taxa de emissão de CO<sub>2</sub> por quilómetro de 0,127 Kg / Km.

Quadro 35: Valores finais de emissão de CO<sub>2</sub> para o concelho de Vila Real, em cada uma das tipologias consideradas, o consumo energético, de biomassa e de combustíveis, em 2012.

Consumo energético	Consumo Mwh	Emissões CO <sub>2</sub> /Mwh (Ton) EDP 2012		Emissões (Ton CO <sub>2</sub> /Mwh)
	164.262,45	0,32		52.563,98
Consumo biomassa lenhosa	Nº alojamentos com lareira (27,4% Alojamentos NUT Douro)	Consumo lenha (Ton/ano) (2,5 toneladas lenha / lareira, média NUT Douro)		Emissão Ton CO <sub>2</sub> (taxa de 2,13 Ton CO <sub>2</sub> / Ton lenha
	8.222,46	20.556,17		43.784,63
Consumo (toneladas)	Km percorridos (consumo médio 7l/100 Km)	Nº veículos (2012)	Km percorridos por veículo	Emissão Ton CO <sub>2</sub> (taxa 0,127 Kg/Km)
32.711,0	467.300.000,0	28.409,0	16.449,0	59.487,29
Emissões de CO <sub>2</sub> , em Vila Real (2012)			155.835,90 Ton/ano	

Para obter os valores de sequestro, foi utilizado o *software i-Tree Canopy*, analisando o território do concelho através de imagens Google Maps. No total da amostra foram interpretados 2.000 pontos aleatórios, aos quais se associaram as classes previamente definidas, descritos no Quadro 15. Como resultados, para além dos valores de sequestro de CO<sub>2</sub> adicionam-se os valores estimados de CO<sub>2</sub> armazenado na infraestrutura verde municipal de Vila Real.

Quadro 36: Valores finais de sequestro de CO<sub>2</sub> para o concelho de Vila Real. Este Quadro de resultados foi adaptada dos resultados do *i-Tree Canopy*, colocada em anexo (ANEXO II).

GEE	Descrição do Benefício Ambiental	Quantidade
Sequestro CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> sequestrado anualmente em árvores	184,31 Kton (184.310 Ton)
Armazenamento CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> armazenado em árvores (não anual)	4,65 Mton (4.650.000 Ton)

O balanço de CO<sub>2</sub> para o município de Vila Real está exposto no Quadro 37, com indicação dos valores finais de emissão e de sequestro.

Quadro 37: Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO<sub>2</sub>, no concelho de Vila Real para o ano de 2012.

Sequestro CO <sub>2</sub> (Ton / ano)	Emissões CO <sub>2</sub> (Ton / ano)	Balanço CO <sub>2</sub>
184.310,00	155.835,90	28.474,10

Obteve-se um resultado de Balanço de CO<sub>2</sub> positivo para o concelho de Vila Real, dando indicação de que a infraestrutura verde existente no concelho é capaz, por si só, de mitigar os GEE, especificamente o CO<sub>2</sub>. Apesar deste resultado, reconhece-se que a diferença entre os valores de emissão e de sequestro não é tão elevada quanto seria desejável, sendo que uma diminuição na área de infraestrutura verde poderá provocar a diminuição imediata do valor de balanço de CO<sub>2</sub>.

### 9.1.2 Resultados de Balanço de CO<sub>2</sub> no Concelho de Braga

Os resultados dos valores de emissão e de sequestro de CO<sub>2</sub> para o concelho de Braga apresentam-se nos Quadros 38 e 39, respetivamente.

O procedimento para a cálculo do valor das emissões tendo em conta os diferentes tipos de consumo / gasto energético, apesar de idêntico ao já registado para Vila Real, considera dados distintos por pertencer a uma outra região, neste caso, a NUT III Cávado. Foi considerada a mesma taxa de emissão para o consumo energético, a registada pela EDP para o ano de 2012 de 0,32 Ton CO<sub>2</sub> / Mwh. No cálculo do consumo e emissão da biomassa lenhosa reuniram-se valores relativos à NUT III Cávado, apontando que a percentagem de alojamentos com lareiras é de 19,95% nesta região e que o consumo de lenha por alojamento é de 2,22 toneladas / ano. A taxa de emissão aplicada a este consumo refere-se à utilizada no estudo indicado e por isso igual à da região de Vila Real, de 2,13 Ton CO<sub>2</sub> / Ton lenha. O último consumo apontado refere-se ao consumo de combustíveis, onde foi calculada a quantidade total de quilómetros percorridos durante um ano tendo em conta o valor médio de 7 litros / 100 quilómetros consumido por um veículo. À quantidade total de quilómetros aplicou-se a taxa de emissão de 0,127 Kg / Km. Exatamente como no exercício anterior, também para o concelho de Braga se confirmou o resultado através do cálculo da média anual de quilómetros percorridos por um veículo, considerando o valor total de veículos registados no concelho de 107.016 veículos no ano de 2012.

Quadro 38: Valores finais de emissão de CO<sub>2</sub> para o concelho de Braga. Este Quadro indica quais os valores totais de consumo, tendo em conta cada uma das tipologias consideradas, o consumo energético, de biomassa e de combustíveis no ano de 2012.

Consumo energético	Consumo Mwh	Emissões CO <sub>2</sub> /Mwh (Ton) EDP 2012		Emissões (Ton CO <sub>2</sub> /Mwh)
	617.975,37	0,32		197.752,12
Consumo biomassa lenhosa	Nº alojamentos com lareira (19,95% Alojamentos NUT Cávado)	Consumo lenha (Ton/ano/alajamento) (2,22 toneladas lenha / lareira, média NUT Cávado)		Emissão (taxa de 2,13 Ton CO <sub>2</sub> / Ton lenha
	16.942,00	37.611,24		80.111,94
Consumo / Venda (Ton)	Km percorridos (consumo médio 7l/100 Km)	Nº veículos (2012)	Km percorridos por veículo	Emissão Ton CO <sub>2</sub> (taxa 0,127Kg CO <sub>2</sub> /Km
110.759,00	1.582.271.428,57	107.016,0	14.758,37	201.423,15
Emissões de CO <sub>2</sub> , em Braga (2012)			479.287,21	

Os valores de sequestro no concelho de Braga foram obtidos através da aplicação *i-Tree Canopy*, interpretando 2.000 pontos, selecionados aleatoriamente pela aplicação, com base em imagens Google Maps. A cada ponto da amostra, fizeram-se corresponder uma das classes de solo, descritas no Quadro 15. Como se observa no Quadro 39, além dos valores de sequestro de CO<sub>2</sub>, também se indicam valores de armazenamento deste GEE na infraestrutura verde do município de Braga.

Quadro 39: Valores finais de sequestro de CO<sub>2</sub> para o concelho de Braga. Este Quadro de resultados foi adaptado dos resultados do *i-Tree Canopy* (ver ANEXO II).

GEE	Descrição do Benefício Ambiental	Quantidade
Sequestro CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> sequestrado anualmente em árvores	71,83 Kton (71.830,0 Ton)
Armazenamento CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> armazenado em árvores (não anual)	1,81 Mton (1.810.000,0 Ton)

O valor estimado de Balanço de CO<sub>2</sub> no concelho de Braga é apresentado no Quadro 40, indicando os valores que estiveram na sua origem, isto é, a emissão e o sequestro de CO<sub>2</sub>.

Quadro 40: Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO<sub>2</sub>, no concelho de Braga para o ano de 2012.

Sequestro CO <sub>2</sub> (Ton / ano)	Emissões CO <sub>2</sub> (Ton / ano)	Balanço CO <sub>2</sub>
71.830,00	479.287,21	- 407.457,21

O concelho de Braga, não sendo o que possui a maior área dos 3 analisados, é o que concentra maior número de população, ocupando a sétima posição nacional, com 181.494 residentes (INE, Censos 2011). Esta elevada densidade populacional é um dos fatores que poderá explicar o elevado diferencial de valores entre as emissões e o sequestro de CO<sub>2</sub>, resultando num balanço negativo, com o sequestro a desempenhar um papel redutor na mitigação de GEE.

### 9.1.3 Resultados de Balanço de CO<sub>2</sub> no Concelho de Viana do Castelo

Antes de se proceder à apresentação dos resultados de balanço de CO<sub>2</sub> no concelho de Viana do Castelo, expõem-se, nos Quadros 41 e 42, os resultados intermédios de emissão e sequestro, respetivamente.

Na apresentação dos dados que estão na origem das emissões de CO<sub>2</sub>, indicam-se os valores de consumo e as respetivas taxas de emissão para cada tipologia (Quadro 41). Neste contexto e para o consumo energético, foi aplicada a taxa de 0,32 Ton CO<sub>2</sub> / Mwh, estimada pela EDP para o ano de 2012. Para o cálculo do consumo de biomassa lenhosa, foi necessário obter informação dos alojamentos com lareira, aplicando a percentagem estimada para a NUT III Minho-Lima, de 15,9%, região à qual pertence o concelho de Viana do Castelo. Com a indicação do valor médio de consumo anual de lenha para a região, de 2,22 Ton / lareira, foi possível encontrar uma estimativa da quantidade de lenha queimada no concelho de Viana do Castelo à qual se aplicou a taxa de emissão de 2,13 Ton CO<sub>2</sub> / Ton lenha, indicada no estudo. Para o cálculo de emissões associadas ao consumo de combustíveis, utilizou-se o valor total de consumo, reunido com a estimativa de consumo médio por veículo de 7 litros / 100 quilómetros, obtendo um valor aproximado de quilómetros percorridos no concelho. Pela aplicação da taxa de emissão de 0,127 Kg CO<sub>2</sub> / quilómetro obteve-se o valor de emissão de CO<sub>2</sub>. Tal como nos concelhos anteriores, o resultado foi confirmado pelo cálculo do valor médio anual de quilómetros percorridos por um veículo, que no caso de Viana do Castelo é de 10.804 Km no ano 2012.

Quadro 41: Valores finais de emissão de CO<sub>2</sub> para o concelho de Viana do Castelo. Este Quadro indica quais os valores totais de consumo tendo em conta cada uma das tipologias consideradas, o consumo energético, de biomassa e de combustíveis no ano de 2012.

Consumo energético	Consumo Mwh	Emissões CO <sub>2</sub> /Mwh (Ton) EDP 2012	Emissões (Ton CO <sub>2</sub> /Mwh)	
	531.865,26	0,32	170.196,88	
Consumo biomassa lenhosa	Nº alojamentos com lareira (15,9% Alojamentos NUT Minho-Lima)	Consumo lenha (Ton/ano/alajamento) (2,22 toneladas lenha / lareira, média NUT Minho-Lima)	Emissão (taxa de 2,13 Ton CO <sub>2</sub> / Ton lenha	
	7.684,0	17.058,48	36.334,56	
Consumo (toneladas)	Nº veículos (2012)	Km percorridos (consumo médio 7l/100 Km)	Km percorridos por veículo	Emissão Ton CO <sub>2</sub> (taxa 0,127Kg CO <sub>2</sub> /Km)
35.594	47.061,0	508.485.714,29	10.804	64.730,23
Emissões de CO <sub>2</sub> em Viana do Castelo (2012)		271.261,68 Ton/ano		

Recorrendo à aplicação *i-Tree Canopy*, foi obtido o valor de sequestro de CO<sub>2</sub> para o concelho de Viana do Castelo, através da análise de uma amostra composta por 2.000 pontos selecionados aleatoriamente. Tendo por base imagens Google Maps, associaram-se as classes de solo definidos no Quadro 15 a cada ponto de amostragem. Os resultados indicados no Quadro 43 apresentam os valores finais de sequestro de CO<sub>2</sub> e adicionalmente de armazenamento deste GEE na infraestrutura verde do concelho de Viana do Castelo.

Quadro 42: Valores finais de sequestro de CO<sub>2</sub> para o concelho de Viana do Castelo. Este Quadro de resultados foi adaptada dos resultados do *i-Tree Canopy* (ver ANEXO II).

GEE	Descrição do Benefício Ambiental	Quantidade
Sequestro CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> sequestrado anualmente em árvores	132,01 Kton (132.000,0 Ton)
Armazenamento CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> armazenado em árvores (não anual)	3,33 Mton (3.330.000,0 Ton)



O resultado de balanço de CO<sub>2</sub> no concelho de Viana do Castelo é indicado na Quadro 43, em que se apresentam os valores finais de emissão e de sequestro de CO<sub>2</sub> que estiveram na origem do Balanço.

Quadro 43: Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO<sub>2</sub>, no concelho de Viana do Castelo para o ano de 2012.

Sequestro CO <sub>2</sub> (Ton / ano)	Emissões CO <sub>2</sub> (Ton / ano)	Balanço
132.000,00	271.261,68	- 139.261,68

Viana do Castelo é um concelho com uma dimensão próxima do de Vila Real, no entanto a densidade populacional é neste mais elevada. O resultado de balanço negativo expressa, não só esta maior ocupação do território, mas evidencia a presença de indústrias neste concelho. O sequestro representa um valor inferior à metade do valor das emissões.

## 9.2 Análise e Discussão dos Resultados Obtidos nos Municípios

Em Vila Real, o valor de consumo que mais contribui para as emissões refere-se ao consumo de combustíveis, e conseqüente circulação automóvel, seguindo-se o consumo energético com um valor muito próximo, de 52.563,98 Ton CO<sub>2</sub> e, no fim, o consumo de biomassa. No mesmo sentido identifica-se o concelho de Braga com 201.423,15 Ton CO<sub>2</sub> a ser emitidas pelo consumo de combustíveis na circulação de veículos, seguido pelo consumo energético, igualmente elevado na comparação com os restantes concelhos. Curiosamente e embora se identifique em Braga a maior zona urbana, o consumo de biomassa é o mais elevado dos três concelhos, chegando a ultrapassar praticamente o dobro das emissões de Viana do Castelo e Vila Real. Ainda em relação às emissões, em Viana do Castelo, o maior contributo para estas provém do consumo energético, contrariamente ao que ocorre nos restantes concelhos. Atipicamente, Viana do Castelo apresenta valores de emissão derivado do consumo energético, de 170.196,88 Ton CO<sub>2</sub>, o que representa um valor superior em 2,5 vezes a emissão resultante do consumo de combustíveis e 4,5 vezes às emissões do consumo de biomassa. O maior contributo para o balanço negativo no concelho de Viana do Castelo é o elevado consumo energético que ocorre pela presença de indústrias “pesadas” como a produção de pasta de papel.

Por forma a fazer corresponder a estes resultados, outros registados na bibliografia, refere-se que, no concelho de Lisboa, as emissões são de 3.705.552 Ton CO<sub>2</sub> / ano, com registo de sequestro de cerca de 51.413 Ton CO<sub>2</sub> / ano e um Balanço de CO<sub>2</sub> de 3.654.140 Ton CO<sub>2</sub>/ano (Silva, 2010) revelando que, tendo em conta a dimensão e a densidade do concelho e cidade de

Lisboa, os valores obtidos para os estudos de caso desta investigação, se compatibilizam com este resultado.

Em relação ao sequestro e para o concelho de Vila Real, o valor de 184.310,0 Ton CO<sub>2</sub> resulta da presença no território de 485 pontos identificados como Árvores e 385 como Arbustos, o que indica que dos 2.000 pontos da amostra, 870 representam a infraestrutura verde do concelho. A classe com maior representatividade foi a Cobertura de Solo, com 1.008 pontos. Com valores da mesma ordem de grandeza aponta-se o concelho de Viana do Castelo, em que 629 pontos foram identificados como Árvores e 111 como Arbustos, completando 774 pontos de infraestrutura verde num total da amostra de 2.000. A classe com maior número de pontos refere-se à Cobertura de Solo, tal como se verificou no concelho de Vila Real. Por se localizar na foz do rio Lima, 45 pontos foram identificados como água, e, apesar de permeáveis, não se enquadram na infraestrutura verde. Braga é o concelho em que o valor de sequestro é menor, estando a sua infraestrutura verde identificada como Árvores em 579 pontos e 121 como Arbustos, ou seja, um total de 700 pontos a contribuir para o sequestro, numa amostragem total de 2.000 pontos. A classe de Cobertura de Solo é a mais representativa com cerca de 934 pontos, indicando que as classes de infraestrutura urbana, como a Habitação e Vias de Circulação, têm, neste concelho, a representatividade mais elevada.

Com a evidência de que os valores de emissão e de sequestro são variáveis nos três concelhos, é claro que os valores de balanço serão igualmente variáveis, na compreensão de que a ocupação do território e a tipologia de usos do solo explicam sempre esta variação.

O balanço no concelho de Vila Real indica que a infraestrutura verde é um efetivo agente mitigador de GEE, neste caso, de CO<sub>2</sub>, uma vez que o resultado do balanço é positivo. No entanto deve considerar-se que a diferença apontada entre sequestro e emissão é bastante ténue. Considerando um futuro de crescimento neste concelho, com o aumento das atividades económicas ou, o simples aumento de desflorestação ou de áreas florestais ardidas, pode originar-se quer o um aumento dos consumos energéticos, quer a diminuição dos valores de sequestro, em cada cenário apontado.

Nesta medida, é importante que os PMOT tenham em consideração todas as possibilidades, refletindo sobre o efeito que as alterações de usos do solo podem provocar no balanço de CO<sub>2</sub>, apontando e orientando cada projeto para melhores enquadramentos no sentido de diminuir o consumo e aumentar a eficiência energética e a florestação, sempre que possível.

No concelho de Braga, verifica-se que o sequestro é mínimo em relação às emissões, declaradamente superiores em comparação com os restantes dois concelhos analisados. Neste contexto, Braga apresenta o maior resultado negativo de balanço, sendo a ação de mitigação pelo sequestro incapaz de solucionar o problema. Adicionalmente, Braga é um concelho em que o contexto rural, de áreas agrícolas, agroflorestais e florestais, foi sendo substituído por áreas urbanas, com infraestruturas impermeáveis, não permitindo o desenvolvimento de infraestrutura

verde na maioria da sua área. É um concelho em que o perímetro urbano contempla cerca de 19% do total do território.

Neste cenário de imposição da malha urbana, os Planos Municipais devem considerar fortes medidas de redução de consumos e eficiência energética e uma elevada potencialização da infraestrutura verde sempre que ela existir, aumentando a capacidade da vegetação em aumentar o sequestro de CO<sub>2</sub>.

O balanço negativo apontado para o concelho de Viana do Castelo possui contornos diferentes dos de Braga, uma vez que neste caso, o sequestro não possui um valor sem significado, constituindo-se como agente mitigador de grande parte das emissões de CO<sub>2</sub>. Para além disto, existe neste concelho um valor atípico de emissão com origem no consumo energético, indicando que uma atuação desta indústria emissora poderá solucionar a outra parte do problema.

Neste contexto, a mitigação pelo sequestro é importante na atenuação do balanço negativo. A sua localização costeira pode explicar este diferencial, assim como estará associado ao resultado negativo do Balanço de CO<sub>2</sub> na medida em que as indústrias que existem no concelho fazem com que o valor das emissões de GEE dispare em relação ao que seria espectável para um concelho da dimensão de Viana do Castelo. Na análise do valor de sequestro de CO<sub>2</sub>, e comparando-o com o de Vila Real, observamos que a diferença entre os dois concelhos não é significativa, não explicando a diferença de resultados do Balanço nos dois concelhos. Nesta medida, verifica-se que as emissões de CO<sub>2</sub> do concelho de Viana do Castelo terão que ser ajustadas num plano de eficiência energética aliado a uma maior compensação em infraestrutura verde. O ajuste do balanço de CO<sub>2</sub> deverá adicionalmente que ser concretizado no sentido de diminuir o valor das emissões de GEE em indústrias específicas. O papel dos PMOT poderá ser importante na definição de compensações para o município, assim como na orientação de novas infraestruturas energéticas que ajudem a mitigar os GEE. Nesta ótica, também a infraestrutura verde deverá reforçada na sua capacidade de mitigar os GEE.

### **9.3 Apresentação dos Resultados do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Perímetros Urbanos**

Na sequência da apresentação dos resultados de balanço de CO<sub>2</sub> realizada para os concelhos de Vila Real, Braga e Viana do Castelo, divulgam-se nesta secção os resultados de balanço de CO<sub>2</sub> nos respetivos perímetros urbanos (PU). Convém referir que as áreas de PU consideradas neste estudo correspondem às estabelecidas no PDM de cada Município.

De modo a ser possível estabelecer a comparação dos resultados de balanço entre os concelhos e os indicados em cada um dos PU, estes serão descritos de forma idêntica aos anteriores (concelho), através de Quadros com o resumo dos valores das emissões e de sequestro de CO<sub>2</sub>, previamente à apresentação dos resultados do balanço, propriamente dito.

### 9.3.1 Resultados do Balanço de CO<sub>2</sub> no PU de Vila Real

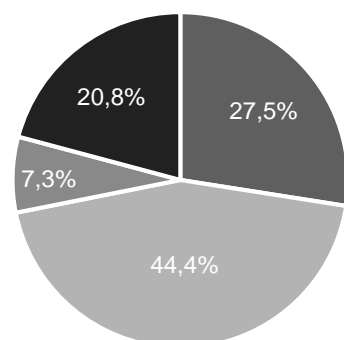
Segundo a informação recolhida para a área do perímetro urbano de Vila Real, descrita no capítulo da metodologia, são apresentados os dados mais relevantes que contribuem para uma breve caracterização desta zona urbana. Assim, o perímetro urbano de Vila Real tem uma população residente de 29 693 pessoas (INE, 2011) com cerca de 15.726 alojamentos familiares clássicos (INE, 2011). Esta área representa cerca de 6,16% da área total do concelho, com uma densidade populacional de 1.272 residentes / Km<sup>2</sup>. Neste seguimento é dos PU com menor densidade, abrangendo ainda assim uma área de 23,34 Km<sup>2</sup>. Os Quadros que se seguem contêm os resultados para a emissão e sequestro de CO<sub>2</sub> e o respetivo balanço.

As emissões de CO<sub>2</sub> no PU Vila Real foram calculadas tendo por base os consumos energético, de biomassa e de combustíveis, ao qual se associou o consumo de gás natural por representar, neste âmbito territorial uma forte dimensão (Gás Natural constituído essencialmente por metano e presente de forma natural). Convém referir que, tal como descrito na metodologia, os valores aqui referenciados para os consumos baseiam-se no rácio de consumo *per capita* ou por residente. A população foi calculada segundo as subsecções estatísticas enquadradas no perímetro urbano, informação que consta no INE, Censos 2011.

Deste modo, os valores de emissão e de sequestro apresentam-se nos Quadros 44 e 45 respetivamente.

Quadro 44: Valores finais de emissão de CO<sub>2</sub> para o PU de Vila Real tendo em conta cada uma das tipologias de consumo consideradas, o consumo energético e gás natural, o consumo de biomassa e o consumo de combustíveis, no ano de 2012.

Origem das Emissões	Valor emissões (Ton CO <sub>2</sub> /ano)
Consumo energético	30.248,85
Consumo gás natural	8.024,33
Consumo combustíveis	48.883,74
Consumo biomassa	22.945,02
Total Emissões (Ton CO <sub>2</sub> )	110.101,94



■ Cons. Energético ■ Cons. Veículos  
■ Cons. Gás Natural ■ Cons. Biomassa

O consumo que é maioritariamente responsável pelas emissões refere-se ao consumo de combustíveis, seguido pelo consumo energético. Os valores de cada um deles representam cerca de 44,4% e 27,5% das emissões, respetivamente. O consumo de gás natural é o que menos contribui para as emissões de CO<sub>2</sub>.

Quadro 45: Valores finais de sequestro de CO<sub>2</sub> para o PU de Vila Real. Este Quadro foi adaptada dos resultados do *i-Tree Canopy* (ver ANEXO II).

GEE	Descrição do Benefício Ambiental	Quantidade
Sequestro CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> sequestrado anualmente em árvores	7,66 Kton (7.660,0 Ton)
Armazenamento CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> armazenado em árvores (não anual)	193,25 Kton (193.250,0 Ton)

Em relação ao sequestro de CO<sub>2</sub> obtido através da aplicação *i-Tree Canopy*, o valor anual é de cerca de 7.660 Ton CO<sub>2</sub> para o PU de Vila Real.

Quadro 46: Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO<sub>2</sub>, no PU de Vila Real para o ano de 2012.

Sequestro CO <sub>2</sub> (Ton / ano)	Emissão CO <sub>2</sub> (Ton / ano)	Balanço CO <sub>2</sub>
7.660,00	110.101,94	- 102.441,94

Por fim, e em termos de balanço de CO<sub>2</sub>, o valor obtido é positivo, indicando que as emissões são superiores ao sequestro de forma bastante evidente. O sequestro possui neste contexto um fraco papel como agente mitigador de GEE, mesmo em contexto urbano, o que indica que a mitigação deve ser dirigida aos dois fatores, isto é, intervir na diminuição dos consumos energéticos e simultaneamente aumentar a capacidade de sequestro de GEE, essencialmente o CO<sub>2</sub>.

### 9.3.2 Resultados do Balanço de CO<sub>2</sub> no PU de Braga

O perímetro urbano de Braga, e no seguimento do que foi descrito para o concelho, é o que possui o maior número de população dos três PU analisados, tendo cerca de 127.326 residentes (INE, 2011), em 63.152 alojamentos (INE, 2011). No entanto, e se a área do concelho é a menor dos três casos de estudo, já na área do PU se verifica o oposto, destacando-se que 18,83% da

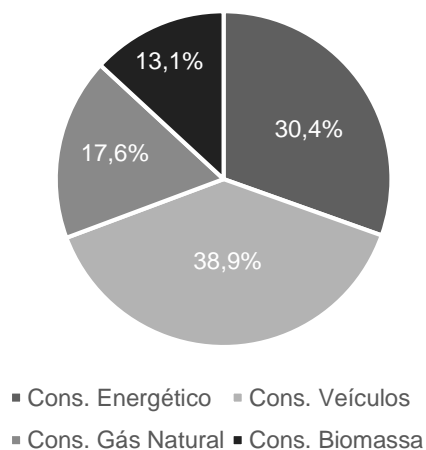
área do concelho se enquadra no PU definido no PDM. Assim, a densidade populacional do PU de Braga é também a mais elevada com cerca de 3.686,33 residentes / Km<sup>2</sup>. Braga possui assim uma supremacia em termos urbanos e no que se refere a este exercício, bem explícita nos resultados apresentados nos Quadros que se seguem.

No PU de Braga, as emissões de CO<sub>2</sub> também consideraram, tal como em Vila Real, os consumos energéticos, de biomassa, de combustíveis, e de gás natural, uma vez que este contribui de forma substancial para as emissões com origem no consumo existente no espaço urbano. Os valores de consumo, do qual dependem as emissões, utilizados nesta escala urbana, têm em conta o rácio de consumo *per capita*. O número de população residente no PU de Braga foi calculado pela soma dos residentes em cada uma das subsecções estatísticas que compõem o perímetro urbano, valor obtido pela consultada dos últimos Censos de 2011 (INE).

Nos Quadros 47 e 48 estão expostos os valores finais de emissão e de sequestro de CO<sub>2</sub>, no ano de 2012 e para o PU de Braga.

Quadro 47: Valores finais de emissão de CO<sub>2</sub> para o PU de Braga tendo em conta cada uma das tipologias de consumo consideradas, o consumo energético e gás natural, o consumo de biomassa e o consumo de combustíveis, no ano de 2012.

Origem das Emissões	Valor Emissões (Ton CO <sub>2</sub> /ano)
Consumo energético	138.233,25
Consumo gás natural	79.748,08
Consumo combustíveis	176.451,75
Consumo biomassa	59.574,00
Consumo Total	454.007,08



Na análise dos valores de emissão, verifica-se que o consumo que mais contribui possui é o consumo de combustíveis, com 38,9%, seguido de imediato pelo consumo energético com uma responsabilidade de emissão de 30,4% do total das emissões verificadas no PU de Braga no ano de 2012. Ao contrário do que ocorre em Vila Real, o consumo de gás natural não é o que possui a menor representatividade no contexto das emissões de CO<sub>2</sub>, estando o último lugar ocupado pelo consumo de biomassa. Por ser uma zona urbana, admite-se que os consumos de biomassa pela presença de alijamentos com lareiras diminuam.

Quadro 48: Valores finais de sequestro de CO<sub>2</sub> para o PU de Braga. Esta Quadro foi adaptado dos resultados do *i-Tree Canopy* (ver ANEXO II).

GEE	Descrição do Benefício Ambiental	Quantidade
Sequestro CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> sequestrado anualmente em árvores	7,84 Kton (7.840,0 Ton)
Armazenamento CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> armazenado em árvores (não anual)	197,72 Kton (197.720,0 Ton)

O PU de Braga é, dos três analisados, o que possui o valor de sequestro mais elevado com um valor anual de 7.840 Ton CO<sub>2</sub>. Tendo em conta que possui a zona urbana mais densa em termos populacional, este valor é expressivo, mas bastante insuficiente, como se verificará na apresentação do balanço de CO<sub>2</sub> para o PU de Braga, no Quadro 49.

Quadro 49: Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO<sub>2</sub>, no PU de Braga, no ano de 2012.

Sequestro CO <sub>2</sub>	Emissão CO <sub>2</sub>	Balanço CO <sub>2</sub>
7.840,0	454.007,08	- 446.167,08

O resultado do balanço do PU de Braga indica que a capacidade de sequestro desta zona urbana é redutora em relação ao valor das emissões, sendo a emissão superior ao sequestro em aproximadamente 58 vezes. Esta relação demonstra que o grande esforço de mitigação tem que ser focado na redução dos consumos energéticos em toda a área do PU.

### 9.3.3 Resultados do Balanço de CO<sub>2</sub> no PU de Viana do Castelo

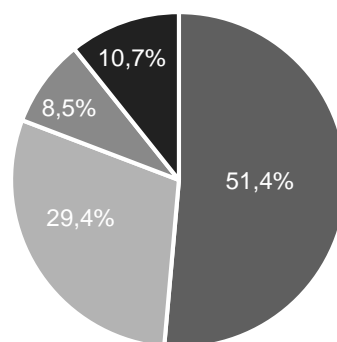
O perímetro urbano de Viana do Castelo possui uma área de 13,21 Km<sup>2</sup>, configurando-se como o de menor dimensão dos 3 analisados, representando apenas 4,14% do total da área do concelho. Com um número de população de 30.173 residentes, muito próximo do de Vila Real, Viana do Castelo tem uma densidade mais elevada, com 2.278,93 residentes / Km<sup>2</sup>, devido à área do PU ser menor. Analisando os dados de população total neste concelho, cerca de 88 000 residentes, conclui-se desde logo que o PU não representa a grande maioria dos usos e funções urbanas, sendo este concelho caracterizado por uma ocupação dispersa do território, menos centralizada na cidade. Os valores de emissão e de sequestro ajudam a reforçar esta ideia e são apresentados de seguida.

No que se refere ao PU de Braga, os valores de emissão e de sequestro CO<sub>2</sub> apresentam-se nos Quadros 50 e 51, respetivamente.

Os consumos considerados para o cálculo das emissões foram os energéticos, de biomassa, de combustíveis, e de gás natural, este último por se evidenciar no contexto urbano e apresentar um contributo para as emissões de CO<sub>2</sub>. É importante referir que os consumos no PU de Viana do Castelo enquadram valores do rácio de consumo *per capita*, no ano de 2012. O cálculo da população residente na zona urbana de Viana do Castelo obteve-se pela soma da população residente nas subsecções estatísticas que delimitam o perímetro urbano, consultado nos resultados dos últimos Censos de 2011 (INE).

Quadro 50: Valores finais de emissão de CO<sub>2</sub> para o PU de Viana do Castelo, tendo em conta cada uma das tipologias de consumo consideradas, o consumo energético e gás natural, o consumo de biomassa e o consumo de combustíveis, no ano de 2012.

Origem das Emissões	Valor Emissões (Ton CO <sub>2</sub> /ano)
Consumo energético	58.217,96
Consumo gás natural	9.601,48
Consumo combustível	33.282,18
Consumo biomassa	12.144,71
<b>Consumo Total</b>	<b>113.246,33</b>



- Cons. Energético
- Cons. Veículos
- Cons. Gás Natural
- Cons. Biomassa

Como se observa no Quadro 50, o valor de emissão com origem no consumo energético é o que possui uma maior representatividade, como 51,4% do total das emissões. O consumo de combustível, apesar de considerar um valor bastante inferior, é responsável por cerca de 29,4% das emissões de CO<sub>2</sub> no PU de Viana do Castelo. Tal como é evidente em Vila Real, também aqui, o consumo de gás natural é o que enquadra um menor contributo para as emissões. No total, o valor de emissão de CO<sub>2</sub> no PU de Viana do Castelo e no ano de 2012 é de 113.246,33 toneladas.



Quadro 51: Valores finais de sequestro de CO<sub>2</sub> para o PU de Viana do Castelo. Este Quadro foi adaptada dos resultados do *i-Tree Canopy* (ver ANEXO II).

GEE	Descrição do Benefício Ambiental	Quantidade
Sequestro CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> sequestrado anualmente em árvores	3,38 Kton (3.380,0 Ton)
Armazenamento CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> armazenado em árvores (não anual)	85,27 Kton (85.270,0 Ton)

O valor de sequestro anual de CO<sub>2</sub> em Viana do Castelo é, dos três PU o de menor dimensão, estimando-se apenas 3.380 toneladas.

Quadro 52: Apresentação do cálculo, valor total de emissão e de sequestro, e resultado final do Balanço de CO<sub>2</sub>, no PU de Viana do Castelo para o ano de 2012.

Sequestro CO <sub>2</sub>	Emissão CO <sub>2</sub>	Balanço CO <sub>2</sub>
3.380,00	113.246,33	- 109.866,33

Neste contexto, e como é evidente no Quadro 52, o balanço de CO<sub>2</sub> no PU de Viana do Castelo apresenta um valor positivo e muito próximo do valor total das emissões de CO<sub>2</sub>. Assim, e não sendo este PU uma das zonas urbanas mais densas deste estudo, a capacidade de mitigar os GEE através do sequestro poderá ser aumentada, aumentando a responsabilidade na mitigação pela infraestrutura verde urbana de Viana do Castelo.

#### 9.4 Análise e Discussão dos Resultados de Balanço de CO<sub>2</sub> nos Perímetros Urbanos

Quando se procede à análise dos resultados do Balanço no PU de Vila Real, verifica-se que o contributo do sequestro é diminuto e, portanto, com pouco significado na mitigação de CO<sub>2</sub>. Dos resultados de sequestro convém referir que de uma amostra composta por 1.000 pontos, apenas 177 se referem a árvores e 116 a arbustos, completando apenas 293 de pontos em que o uso do solo contribuiu para o sequestro de CO<sub>2</sub>. A classe com maior representação no contexto do PU de Vila Real é a cobertura de solo com 428 pontos, aproximadamente metade da amostragem.

O valor das emissões de CO<sub>2</sub> é elevado tendo em conta que representa apenas os consumos de cerca de 29.693 residentes, num total de aproximadamente 52.000, e que ocorrem em apenas

6,16% do território total do concelho. Este valor é indicativo da concentração de atividades e usos do solo que implicam um maior gasto energético ao mesmo tempo que se configura como uma área urbana pouco densa em termos de infraestrutura verde.

Neste contexto, é importante que os PMOT promovam a este território urbano uma maior capacidade de sequestrar e fixar o CO<sub>2</sub> e em simultâneo regular o setor energético, essencialmente o que deriva da circulação automóvel, pela elevada representatividade que possui neste domínio. É evidente que, na comparação com o Balanço de CO<sub>2</sub> no concelho, as áreas periféricas de componente rural devem ser asseguradas pela importância global no sequestro de GEE.

Como se verificou, o PU de Braga é o que reúne a densidade populacional mais elevada dos três casos de estudo, sendo evidente com o balanço de CO<sub>2</sub> positivo em quase meio milhão de toneladas anuais de emissão, no ano de 2012. A diminuição dos consumos de combustíveis e energéticos é essencial para atenuar o balanço de CO<sub>2</sub>, na medida em que o sequestro, pelos resultados evidenciados, não possui essa capacidade.

Nesta medida, o valor de sequestro é bastante inferior em relação às emissões, anulando qualquer possibilidade de, pela infraestrutura verde, conseguir atenuar este balanço na sua globalidade, impossibilitando essa assumida pelos resultados. No entanto é importante evidenciar que o valor de sequestro no PU de Braga é dos mais elevados dos três casos de estudo, o que revela que a densidade populacional desta zona urbana possui elementos da infraestrutura verde que são importantes e a considerar. Assim, no contexto da amostragem de 1.000 pontos, 146 referem-se a árvores e 57 a arbustos, completando 203 pontos pertencentes à infraestrutura verde urbana. Cerca de 349 representam a classe de cobertura de solo e, os edifícios e as vias de circulação com 220 e 227 pontos, respetivamente. É neste valor que se evidencia a elevada densidade do PU de Braga e é também, nesta ocupação, que os consumos energéticos e a circulação automóvel contribuem para os valores de emissão.

Deste modo, o trabalho dos PMOT deverá ser no sentido de aperfeiçoar os sistemas energéticos existentes, pela sua eficiência, e em simultâneo, encontrar soluções de atenuar as emissões do setor dos transportes que, como no caso de Vila Real, têm a maior representação no valor final das emissões.

O resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> para o PU de Viana do Castelo é idêntico ao de Vila Real e considerado na mesma ordem de grandeza. O valor das emissões é bastante inferior em relação às emissões apontadas para o concelho, indicando que existem atividades industriais exteriores ao limite desta área urbana, estando o território ocupado de uma forma mais dispersa. Neste contexto, o que este balanço evidencia é uma situação diferente da realidade do concelho, ultrapassada por limites geográficos e por uma ocupação territorial distinta dos outros dois PU abordados.

No entanto, o sequestro de CO<sub>2</sub> no PU de Viana do Castelo é bastante inferior ao de Vila Real e Braga. Considerando que Viana do Castelo não possui uma zona urbana de elevada densidade, e com apenas 3.380,0 toneladas de sequestro, deverá ser possível aumentar a infraestrutura verde e a sua capacidade de sequestro. Da análise de resultados da aplicação *i-Tree Canopy*, verifica-se que, de uma amostra composta por 1.000 pontos, 168 correspondem a árvores e 61 a arbustos, num total de 229 pontos de infraestrutura verde. A cobertura do solo enquadra cerca de 316 pontos da amostra e, com alguma importância no âmbito do território de Viana do Castelo, cerca de 65 pontos pertencem a zonas de água. Os edifícios e as vias de circulação enquadram, em conjunto, 390 pontos do total da amostra, evidenciando uma elevada impermeabilização do espaço e, conseqüentemente, menor disponibilidade para o estabelecimento de espaços verdes.

Sendo assim, os PMOT devem considerar este cenário numa abordagem de regularização das emissões de CO<sub>2</sub>, essencialmente pelo consumo energético que representa, tanto no PU como no concelho, o maior fator de emissão de GEE. Ao contrário das restantes áreas de estudo, o PU de Viana do Castelo não possui no setor dos transportes o maior contributo para as emissões, acentuando-se uma vez mais um reforço na redução do consumo e aumento da eficiência como o parâmetro necessário ao equilíbrio entre sequestro e emissão. Não sendo a área urbana mais densa das três analisadas, recordando que a maior é Braga e Vila Real a de menor densidade, o PU de Viana do Castelo deverá simultaneamente aumentar as zonas de sequestro, reconhecendo que na limitação de espaço físico, este aumento possa e deva ser concretizado nas zonas limítrofes, também elas bastante populosas e conseqüente, com um elevado consumo energético e emissão de GEE.

## **9.5 Pontos-chave da Discussão dos Resultados nos Municípios e Perímetros Urbanos**

O único balanço de carbono com um resultado positivo foi o do concelho de Vila Real, indicando que o sequestro é superior ao valor das emissões e por isso, um verdadeiro agente mitigador no contexto daquele território. Ainda assim, os resultados evidenciam que os valores entre o sequestro e a emissão são bastante próximos. Isto questiona a ideia de que os municípios do interior podem ter um pequeno contributo para a emissão de GEE quando, o que se evidencia é que estas podem ser elevadas mesmo em contextos de menor densidade. Conclui-se ainda que as áreas com características de maior ruralidade nem sempre possuem taxas de sequestro elevado e por isso, as zonas agrícolas podem ter pouco significado na mitigação de GEE. Pelo contrário, também se verificou que existem zonas periféricas que, pela presença de determinadas indústrias, projetam para fora do PU uma quantidade elevada de emissão GEE, como acontece em Viana do Castelo.

No geral e como esperado, os balanços pioram a sua tendência negativa quando a escala de trabalho baixa, tendo-se obtido resultados de balanço sempre inferiores, isto é, mais negativos, quando se dirigiu a análise do concelho para o PU.

As emissões de GEE emitidas pelos veículos automóveis representam na maioria dos casos um dos maiores contributos para o seu aumento. Sendo a mobilidade uma das fortes temáticas do planeamento (rural e urbano) do território, conclui-se que deveria existir no âmbito do planeamento um maior cuidado na definição da infraestrutura de rede viária, usos do solo por veículos e transporte público, entre outros.

Os planos não possuem qualquer interferência sobre os desígnios do sequestro ou da emissão de CO<sub>2</sub>, tendo-se concluído que em nenhum PDM é feita qualquer referência ao que mais se observou como necessário, aumento da infraestrutura verde e diminuição do consumo energético. Embora os PDM possuem a obrigatoriedade de, a cada operação de loteamento, incluir áreas de cedência, estas não decorrem de uma análise de balanço de carbono o que significa o total alheamento do principal PMOT nestas matérias.

A análise do Balanço de Carbono em duas escalas distintas permitiu verificar o contributo do território, dos usos do solo e das diversas funções, para a emissão ou sequestro de CO<sub>2</sub>, tendo ficado explícito que os comportamentos são distintos em cada caso analisado. Pelos valores negativos do Balanço de CO<sub>2</sub>, conclui-se que os usos do solo atuais, que derivam da execução de planos, essencialmente o PDM, não tiveram na sua génese uma preocupação com os GEE e alterações climáticas, nem mesmo os PDM mais recentes.

Note-se que os valores de sequestro mais elevados pertencem aos PU de Braga e Vila Real, com valores bastante idênticos. Isto revela que a diferença que existe no balanço final de cada uma destas cidades se refere aos valores de emissão. Surpreendentemente, tendo em conta a densidade populacional de Braga, seriam de esperar valores de sequestro menores em relação aos restantes PU. Por sua vez, Viana do Castelo possui o menor valor de sequestro, indicando que a infraestrutura verde presente no PU é bastante menor e com tipologia de vegetação não favorável ao sequestro de carbono. Podemos assim resumir que nem sempre a relação entre sequestro e densidade populacional se observa não se devendo admitir que quanto mais elevada é a densidade populacional, menor será o sequestro.

Difícilmente as ações de sequestro, por si só, poderão dar resposta à mitigação e combate climático, embora possa ser considerado como um fator a ter em conta e com possibilidade de vir a ser reforçado nos casos de estudo analisados. No entanto, as políticas de baixo carbono

deverão ser encorajadas no âmbito dos procedimentos de planeamento do território, mesmo que renovados, assim como se deve promover a utilização de ferramentas no sentido de possibilitar a sua implementação (Biesbroek et al., 2009; Laukkonen et al., 2009; Priemus e Davoudi, 2012; Bulkeley, 2006, 2009; Betsill e Bulkeley, 2006; Wilson e Piper, 2010; Gossop, 2011, Torres e Pinho, 2011).

De modo a aprofundar a análise ao PDM, com a possibilidade de oferecer uma revisão deste PMOT na sua contextualização com as alterações climáticas, o próximo exercício, referente ao Balanço de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos, através da simulação dos índices urbanísticos do PDM, é apresentado no próximo capítulo.



## CAPÍTULO X

### APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO BALANÇO DE CO<sub>2</sub> NOS LOTEAMENTOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados do Balanço de CO<sub>2</sub> nos loteamentos, registando-os em Quadros onde constam os valores de emissão, de sequestro e, por fim, de Balanço de CO<sub>2</sub>. Serão revelados para cada um dos Loteamentos, calculados para os três cenários estabelecidos, o Cenário B da classe energética original, o Cenário A da Classe energética A (R: 25%) e o Cenário A+ da Classe energética A+ (R: 10%).

Por se terem indicado no Capítulo VIII, subcapítulo 8.3, parte dos resultados em relação às emissões e ao sequestro nos Loteamentos, neste capítulo apresentam-se os valores finais de emissão e de sequestro, necessários ao cálculo do Balanço CO<sub>2</sub>.

#### 10.1 Apresentação dos Resultados do Balanço de CO<sub>2</sub> nos Loteamentos

Ao longo deste ponto apresentam-se os resultados do Balanço de CO<sub>2</sub> dos loteamentos simulados de acordo com os parâmetros urbanísticos do PDM de cada estudo de caso, Vila Real, Braga e Viana do Castelo. Deve recordar-se que os parâmetros aplicados na simulação dos loteamentos consideraram o pior cenário de ocupação do território permitido pelo PDM.

##### 10.1.1 Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Vila Real

Nos Quadros que se seguem serão apresentados os resultados de balanço de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Vila Real, e para os três cenários estabelecidos de acordo com a classe energética, isto é, o Cenário B da classe energética original, o Cenário A da Classe energética A e o Cenário A+ da Classe energética A+. Previamente à apresentação do resultado do balanço de CO<sub>2</sub> em cada um dos cenários, apresentam-se os valores finais de emissão e de sequestro de CO<sub>2</sub>.

Quadro 53: Valor de Emissões totais de CO<sub>2</sub>, segundo o consumo de eletricidade e gás natural, tendo em conta o cenário original ou B, no loteamento de Vila Real.

**Cálculo emissões de CO<sub>2</sub> segundo o valor médio do certificado da ADENE**

**B: 76%**

Tipo de Edifícios	Emissões eletricidade (Ton CO <sub>2</sub> /ano)	Emissões gás natural (Ton CO <sub>2</sub> /ano)	Emissões Totais (Ton CO <sub>2</sub> /ano)
Habitacional	23,62	111,63	135,26
Comércio e serviços	5,66	46,59	52,25
Total	29,28	158,22	187,50

Reunidos os valores que resultam do cálculo das emissões associados ao consumo de eletricidade e de gás natural, obtêm-se como valor final 187,50 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano, que são emitidas no Loteamento de Vila Real, no consumo energético dos edifícios.

Quadro 54: Valor de Emissões totais de CO<sub>2</sub>, segundo o consumo de eletricidade e gás natural, tendo em conta o cenário original ou B, no loteamento de Vila Real.

Sequestro Loteamento Vila Real	Área (m <sup>2</sup> )	Área (ha)	Taxa de Sequestro 4,55 Ton CO <sub>2</sub> /ha/ano
Área cedência Espaço Verde	3.967,00	0,40	1,82
Área cedência Equipamentos	3.923,00	(-)	(-)
Sequestro Loteamento Área cedência Total (Espaço verde e Equipamentos)	7.890,45	0,79	3,59

Como se verifica no Quadro 54, os valores de sequestro foram estimados para duas áreas distintas, na primeira apenas se consideraram as áreas de cedência de espaços verdes e, na segunda, contabilizaram-se as áreas de cedência total, reunindo as áreas de espaços verdes e equipamentos. Verifica-se que os valores de sequestro de CO<sub>2</sub> são bastante distintos, aumentando praticamente o dobro do primeiro para o segundo cenário. Para o cálculo do balanço de CO<sub>2</sub>, será considerado o valor de sequestro mais elevado, 3,59 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano, tendo em conta o fraco contributo da área exclusiva a cedência de espaços verdes no sequestro de CO<sub>2</sub>.



Quadro 55: Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário B, no loteamento de Vila Real.

<b>Balanço CO<sub>2</sub> Loteamento - Vila Real</b>		
<b>CERTIFICADO Classe B</b>		
Sequestro (Espaço verde e Equipamentos)	Emissão	Balanço CO <sub>2</sub>
3,59	187,50	- 183,91

Os resultados do Balanço de CO<sub>2</sub>, para o cenário original, revelam que o valor das emissões é muito superior ao do sequestro e que, no âmbito da estruturação de um loteamento de acordo com os parâmetros urbanísticos do PDM de Vila Real, dificilmente as áreas de cedência poderão prestar qualquer contributo ao sequestro do CO<sub>2</sub> emitido. Isto demonstra ainda que, ao equacionar a possibilidade de diminuir o valor final de Balanço de CO<sub>2</sub> no loteamento, é essencial dirigir medidas para o aumento da eficiência dos edifícios, diminuindo os consumos energéticos, e, em simultâneo, recorrendo ao aumento da infraestrutura verde, mesmo que esta apresente limitações em promover as reais necessidades de sequestro, no contexto do loteamento.

Neste sentido, os dois cenários que se seguem estabelecem a diminuição dos consumos energéticos totais no Loteamento. Nos Quadros 56 e 57 são apresentados os resultados do balanço de CO<sub>2</sub> na suposição de que a classe energética obtida nos alojamentos seria em média de A=25% e A+=10%.

Os valores de emissão de CO<sub>2</sub> foram calculados tendo em conta o mesmo método já apresentado, porém, no sentido de facilitar a leitura deste trabalho, apresentam-se já os valores finais de emissão de CO<sub>2</sub>, sendo que os de sequestro não se alteram nesta medida.

Quadro 56: Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário A, no loteamento de Vila Real.

<b>Balanço CO<sub>2</sub> Loteamento - Vila Real</b>		
<b>CERTIFICADO Classe A (25%)</b>		
Sequestro (Espaço verde e Equipamentos)	Emissão	Balanço CO <sub>2</sub>
3,59	61,78	- 58,19

Observa-se para este cenário uma diminuição muito acentuada do valor das emissões de CO<sub>2</sub> no loteamento. Mesmo que esta diminuição de consumo energético se possa considerar uma meta ambiciosa, é importante observar que o balanço ainda se encontra bastante afastado da neutralidade e que, o fraco contributo do sequestro pelas áreas de cedência do loteamento se revela o ponto fraco deste balanço.

Quadro 57: Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário A+, no loteamento de Vila Real.

<b>Balanço CO<sub>2</sub> Loteamento - Vila Real</b>		
<b>CERTIFICADO Classe A+ (10%)</b>		
Sequestro (Espaço verde e Equipamentos)	Emissão	Balanço CO <sub>2</sub>
3,59	24,72	- 21,12

Para o cenário de menor consumo energético e maior eficiência, o balanço de CO<sub>2</sub> diminuiu, como esperado, de acordo com a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>. Apesar da grande diminuição dos valores de balanço a cada cenário, recorda-se que no cenário original o balanço é positivo com 183,91 toneladas anuais de CO<sub>2</sub>, o valor das emissões é ainda bastante superior ao do sequestro, voltando a reforçar a ideia inicial de que, atingir um balanço de CO<sub>2</sub> neutro exigirá medidas nos dois sentidos da equação, na diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> e aumento do sequestro.

### 10.1.2 Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Braga

Os resultados de balanço de CO<sub>2</sub> no loteamento de Braga estão indicados nos Quadros que se seguem, e contemplam os três cenários estabelecidos. Previamente à apresentação do valor do Balanço, são revelados os valores finais de emissão e de sequestro de CO<sub>2</sub>, que resultam da aplicação da metodologia, revista no capítulo anterior.

Quadro 58: Valor de Emissões totais de CO<sub>2</sub>, segundo o consumo de eletricidade e gás natural, tendo em conta o cenário original ou B, no loteamento de Braga.

<b>Cálculo emissões de CO<sub>2</sub> segundo o valor médio do certificado da ADENE</b>			
<b>B: 76%</b>			
Tipo de Edifícios	Emissões eletricidade (Ton CO <sub>2</sub> /ano)	Emissões gás natural (Ton CO <sub>2</sub> /ano)	Emissões Totais (Ton CO <sub>2</sub> /ano)
Habitacional	17,10	80,81	97,91
Comércio e serviços	2,73	12,90	15,64
Total	19,83	93,71	113,54

O resultado da soma das emissões associados ao consumo de eletricidade e de gás natural, isto é, o valor final das emissões do loteamento de Braga, é de 113,54 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano, considerando o consumo energético dos edifícios.

Quadro 59: Valor de sequestro de CO<sub>2</sub> para o loteamento projetado em Braga, tendo em conta a taxa de sequestro de 4,55 toneladas CO<sub>2</sub> / ha / ano.

<b>Sequestro Loteamento Braga</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Taxa de Sequestro 4,55 Ton CO<sub>2</sub>/ha/ano</b>
Área cedência Espaço Verde	6.172,17	0,62	2,82
Área cedência Equipamentos	1.252,63	(-)	(-)
<b>Sequestro Loteamento Área cedência Total (Espaço verde e Equipamentos)</b>	<b>7.424,80</b>	<b>0,74</b>	<b>3,37</b>

Na consulta do Quadro 59, onde estão indicados os valores de sequestro de CO<sub>2</sub>, duas áreas foram consideradas, optando pela que representa o resultado de maior valor, na execução do balanço de CO<sub>2</sub>, isto é, 3,37 toneladas de CO<sub>2</sub> anuais. Este valor de sequestro refere-se assim ao conjunto das áreas de cedência, os espaços verdes e os equipamentos, exigidas pelos parâmetros urbanísticos do PDM de Braga.

Quadro 60: Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário original ou B, no loteamento de Braga.

<b>Balanço CO<sub>2</sub> Loteamento - Braga CERTIFICADO Classe B</b>		
<b>Sequestro (Espaço verde e Equipamentos)</b>	<b>Emissão</b>	<b>Balanço CO<sub>2</sub></b>
3,38	113,54	- 110,16

Como se previa com a indicação dos valores de emissão e de sequestro de CO<sub>2</sub>, o balanço no loteamento de Braga, tal como ocorre em Vila Real, é positivo com um valor de 110 toneladas anuais de CO<sub>2</sub>, indicando que as emissões são bastante mais superiores do que o sequestro. Neste contexto, e tendo em conta a diferença entre os valores de emissão e sequestro de CO<sub>2</sub> é evidente que os parâmetros urbanísticos do PDM de Braga não estabelecem áreas de cedência de espaços verdes em quantidade suficiente para que estas possam anular uma parte das emissões de CO<sub>2</sub> no interior do loteamento.

Para além de se acentuar a necessidade de medidas que aumentem a infraestrutura verde no âmbito do PDM, as ações de diminuição do consumo energético são consideradas essenciais na futura definição do percurso que resulte em espaços urbanos neutros em carbono. Neste seguimento, nos Quadros 61 e 62 apresentam-se os resultados de balanço de CO<sub>2</sub> para os cenários A e A+, que contemplam a diminuição do consumo energético nos edifícios e, consequentemente, o aumento da sua eficiência energética.

Convém referir que os métodos utilizados para o cálculo das emissões e do balanço de CO<sub>2</sub> foram os mesmos que utilizados para o cenário B, e repetidos ao longo de todo o exercício. Os valores de sequestro de CO<sub>2</sub> não se alteram devido à sua configuração de parâmetros espacial, medido em área.

Quadro 61: Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> (Ton / ano) para o cenário A, no loteamento de Braga.

<b>Balanço CO<sub>2</sub> Loteamento - Braga</b>		
<b>CERTIFICADO Classe A (25%)</b>		
Sequestro (Espaço verde e Equipamentos)	Emissão	Balanço CO <sub>2</sub>
3,38	54,31	- 50,93

Simulando o decréscimo das emissões de CO<sub>2</sub>, tendo em conta o estabelecido no cenário A, o balanço acompanha essa diminuição, passando de 110,16 para 50,93 toneladas anuais. O sequestro não contribui para esta diminuição, uma vez que o seu valor não é alterado em qualquer um dos cenários e, o seu contributo continua a ser pouco significativo, tendo em conta o valor das emissões.

Quadro 62: Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> (Ton/ano) para o cenário A+, no loteamento de Braga.

<b>Balanço CO<sub>2</sub> Loteamento - Braga</b>		
<b>CERTIFICADO Classe A+ (10%)</b>		
Sequestro (Espaço verde e Equipamentos)	Emissão	Balanço CO <sub>2</sub>
3,38	21,72	- 18,34

Por fim, e para o cenário de menor consumo energético, o resultado do balanço de CO<sub>2</sub> no loteamento de Braga, acompanha a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>, com valores de 18,34 toneladas anuais de CO<sub>2</sub>. Comparando este valor com o cenário inicial, verifica-se a importância

que a diminuição dos consumos energéticos possui, no cumprimento de um objetivo de neutralidade de carbono.

No entanto, é também neste cenário que se verifica a importância que a infraestrutura verde possui em contexto urbano, onde a grande maioria dos GEE são produzidos, uma vez que os resultados aqui identificados revelam que é possível encontrar um equilíbrio entre as duas orientações, diminuir emissões e aumentar sequestro, no estabelecimento de um PDM capaz de contribuir para a mitigação dos GEE.

### 10.1.3 Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> no Loteamento de Viana do Castelo

Os resultados de balanço de CO<sub>2</sub> no loteamento de Viana do Castelo serão, tal como anteriormente, apresentados em Quadros que contemplam os resultados para os três cenários. Os Quadros 63 e 64 apresentam os valores finais de emissão e de sequestro de CO<sub>2</sub>, respetivamente e antes de se proceder à apresentação do valor do Balanço de CO<sub>2</sub>, propriamente dito.

Quadro 63: Valor de Emissões de CO<sub>2</sub> (eletricidade e gás natural) para o loteamento de Viana do Castelo.

#### Cálculo emissões de CO<sub>2</sub> segundo o valor médio do certificado da ADENE

**B: 54,86%**

Tipo de Edifícios	Emissões eletricidade (Ton CO <sub>2</sub> /ano)	Emissões gás natural (Ton CO <sub>2</sub> /ano)	Emissões Totais (Ton CO <sub>2</sub> /ano)
Habitacional	7,75	36,62	44,37
Comércio e serviços	3,71	17,54	21,26
Total	11,46	54,16	65,62

Através da soma das emissões produzidas pelo consumo de eletricidade e de gás natural, obteve-se o valor final das emissões no loteamento de Viana do Castelo com um valor de 65,62 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano, o valor de emissões menos elevado dos três loteamentos estudados.

Quadro 64: Valor de sequestro de CO<sub>2</sub> para o loteamento projetado em Viana do Castelo, tendo em conta a taxa de sequestro de 4,55 toneladas CO<sub>2</sub> / ha / ano.

<b>Sequestro Loteamento Viana do Castelo</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Taxa Sequestro 4,55 Ton CO<sub>2</sub>/ha/ano</b>
Área cedência Espaço Verde	2.282,14	0,23	1,05
Área cedência Equipamentos	2.531,95	(-)	(-)
<b>Sequestro Loteamento Área cedência Total (Espaço verde e Equipamentos)</b>	<b>4.814,09</b>	<b>0,48</b>	<b>2,18</b>

Em relação aos valores de sequestro, indicados no Quadro 64, verifica-se que o valor mais elevado a incluir no balanço de CO<sub>2</sub> é, por sua vez, o menor valor dos três loteamentos, com 2,18 toneladas de CO<sub>2</sub> a ser sequestradas anualmente pelas áreas de cedência do loteamento. Neste sentido, o valor do sequestro reunido com o das emissões evidencia que os parâmetros estabelecidos no PDM de Viana de Castelo são os que estabelecem uma menor ocupação / densidade do território.

É importante referir que para Viana do Castelo o lote inicial possui apenas 16.500 m<sup>2</sup> e não 20.000 m<sup>2</sup> como nas cidades de Vila Real e Braga. Isto é importante porque evidencia a relevância que a dimensão dos lotes possuiu na construção de espaços equilibrados ao nível de desenho urbano e balanço de carbono.

Quadro 65: Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub> (Ton/ano) para o cenário B, no loteamento de Viana do Castelo.

<b>Balanço CO<sub>2</sub> Loteamento Viana do Castelo CERTIFICADO Classe B</b>		
<b>Sequestro (Espaço verde e Equipamentos)</b>	<b>Emissão</b>	<b>Balanço CO<sub>2</sub></b>
2,19	65,62	- 63,43

No contexto do resultado do balanço de CO<sub>2</sub> no loteamento de Viana do Castelo, apresentado no Quadro 65, verifica-se que o valor resultante é o menor dos três estudos de caso, com um resultado de 63,43 toneladas anuais de CO<sub>2</sub>. No entanto, a relação entre os valores de emissão e de sequestro é ainda bastante díspar e por isso, o que evidencia que o PDM de Viana de Castelo, no âmbito dos parâmetros urbanísticos, não define uma quantidade de áreas de cedência de espaços verdes que funcionem como agentes mitigadores dos GEE.

Acentua-se, uma vez mais, a urgência em atuar de duas formas, a primeira deve assegurar o aumento da infraestrutura verde, no âmbito do PDM, especialmente em zonas urbanas. O segundo refere-se às ações que considerem a diminuição do consumo energético em edifícios, por forma a cumprir com as metas de transformar os espaços urbanos em zonas neutras em carbono.

Desta necessidade, apresentam-se os resultados de balanço de CO<sub>2</sub> para os cenários A e A+, que simulam a diminuição do consumo energético nos edifícios.

Quadro 66: Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub>, (Ton/ano) para o cenário A, no loteamento de Viana do Castelo.

<b>Balanço CO<sub>2</sub> Loteamento Viana do Castelo</b>		
<b>CERTIFICADO Classe A (25%)</b>		
Sequestro (Espaço verde e Equipamentos)	Emissão	Balanço CO <sub>2</sub>
2,19	29,91	- 27,72

Com a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>, de acordo com o referido para o cenário A, o balanço de CO<sub>2</sub> diminui de forma substancial, com um valor de 27,72 toneladas anuais de CO<sub>2</sub>. Por representar um valor bastante menor em relação às emissões, o sequestro não revela grande capacidade de contribuir para essa diminuição.

Quadro 67: Resultado do Balanço de CO<sub>2</sub>, (Ton/ano) para o cenário A+, do loteamento de Viana do Castelo.

<b>Balanço CO<sub>2</sub> Loteamento Viana do Castelo</b>		
<b>CERTIFICADO Classe A+ (10%)</b>		
Sequestro (Espaço verde e Equipamentos)	Emissão	Balanço CO <sub>2</sub>
2,19	11,96	- 9,77

No cenário mais favorável em termos de simulação de eficiência energética, o valor de balanço de CO<sub>2</sub> no loteamento de Viana do Castelo, é bastante menor do que o registado inicialmente, e, embora não seja contemplado por qualquer alteração ao nível do sequestro, este possui, neste contexto, algum significado e contributo para a redução das emissões, podendo aproximar-se da neutralidade de carbono.

## **10.2 Comportamento dos Parâmetros Urbanísticos na Simulação de um Balanço de CO<sub>2</sub> Neutro**

Dos resultados de balanço de CO<sub>2</sub>, registados anteriormente, verifica-se que existe a necessidade de aumentar as áreas de espaços verdes, mesmo para os cenários que consideram valores de emissão bastante inferiores ao cenário original. Neste sentido, e tendo em conta que as necessidades de espaços verdes diminuíram, à medida que se reduziram as emissões de CO<sub>2</sub>, são apresentados os resultados obtidos na simulação de um balanço de CO<sub>2</sub> neutro, estimando as áreas de espaços verdes necessárias para obter esse balanço.

Para se estimar as áreas de espaço verde para um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, o valor de sequestro deve igualar o de emissão, anulando assim as emissões produzidas em excesso. À medida que se diminuem as emissões, as necessidades de sequestro e, conseqüentemente de espaço verde, também diminuem, estabelecendo uma relação direta com a diminuição do balanço final. O que se pretende com o cálculo das necessidades de espaços verdes no loteamento, tendo em conta a neutralidade de CO<sub>2</sub>, é identificar a relação de equilíbrio entre as ações de diminuição dos GEE, por um lado e, as ações de aumento de sequestro, por outro, na tentativa de promover uma solução de complementaridade entre emissão e sequestro.

Tal como anteriormente, os resultados serão apresentados em Quadros e por localização do loteamento ou cidade, isto é, para Vila Real, Braga e Viana do Castelo.

### **10.2.1 Comportamento dos Parâmetros Urbanísticos para Vila Real**

Nos Quadros que se seguem, apresentam-se as necessidades de espaço verde, considerando o balanço neutro de CO<sub>2</sub> no loteamento de Vila Real e para os três cenários considerados, B, A e A+.

Da observação do Quadro 68 verifica-se que as áreas de espaço verde necessárias à obtenção de um balanço neutro são bastante elevadas, ultrapassando em muito a área definida inicialmente para a parcela, que, para Vila Real é de 20 000 m<sup>2</sup>. Apenas para o cenário A+, da classe energética mais eficiente, a área de espaço verde revela valores da mesma ordem de grandeza que os da área da parcela, sendo as exigências de espaços verde, ainda assim, mais do dobro do que a área total do loteamento.



Quadro 68: Necessidades de Espaços Verdes para obter um balanço de CO<sub>2</sub> neutro no Loteamento de Vila Real para os 3 cenários analisados, o cenário Classe B (original), Classe A e Classe A+.

<b>Cálculo das Necessidades de Espaços Verdes para um Balanço Neutro – Vila Real</b>				
<b>CERTIFICADO Classe B (original)</b>				
Balanço	Emissão	Novo Sequestro	Área espaço verde (ha)	Áreas Espaço Verde (m <sup>2</sup> )
Neutro	187,50	187,50	41,21	412.095,01
<b>CERTIFICADO Classe A (25%)</b>				
Balanço	Emissão Ton CO <sub>2</sub>	Novo Sequestro	Área espaço verde (ha)	Áreas espaço verde (m <sup>2</sup> )
Neutro	61,78	61,78	13,58	135.780,22
<b>CERTIFICADO Classe A+ (10%)</b>				
Balanço	Emissão	Novo Sequestro	Área espaço verde (ha)	Áreas espaço verde (m <sup>2</sup> )
Neutro	24,72	24,72	5,43	54.329,67

Com a obtenção das novas áreas de espaços verdes tendo em conta o balanço neutro em CO<sub>2</sub>, é possível concretizar os rácios ou distribuição dessa necessidade pelo valor da abc do loteamento e pela estimativa de residentes. O valor da abc já foi calculado inicialmente na programação do loteamento e tem um valor de 13.500 m<sup>2</sup> para Vila Real. A estimativa de residentes, por ser variável tendo em conta a cidade em que se insere o loteamento, foi calculado como indicado no Quadro 69.

Quadro 69: Estimativa do número de residentes no Loteamento de Vila Real tendo em conta valores médios de população residente e número de famílias (Fonte: INE, 2011).

<b>Estimativa de residentes no Loteamento de Vila Real</b>		
Residentes Concelho	Famílias Concelho	Média de residentes / Família
51.849,00	19.196,00	2,70
Residentes Perímetro Urbano	Famílias Perímetro Urbano	Média de residentes / Família
29.693,00	11.116,00	2,67
Residentes Loteamento	Número de Alojamentos	Média de residentes / Família
192,33	72	2,67

A estimativa do número de residentes no loteamento de Vila Real foi calculada através da média no perímetro urbano de Vila Real, utilizando o número de residentes e de famílias indicados pelo INE (2011). Considerou-se ainda que em cada alojamento se irá instalar uma família, existindo assim 72 famílias, às quais se aplicou a média de 2,67 residentes indicados para o perímetro urbano. O resultado de número de residentes no loteamento de Vila Real foi de 192.

Esta estimativa permite obter a média de espaços verdes por residentes no loteamento de Vila Real e, com o valor de abc., obter a média de área de espaços verdes por abc., como se indica no Quadro 70, para cada um dos cenários equacionados.

Quadro 70: Parâmetros urbanísticos definidos pela divisão entre as necessidades de espaços verdes por residentes estimados no loteamento e, por abc do loteamento, nos 3 cenários analisados, a Classe B ou original, a Classe A e a Classe A+ em Vila Real.

<b>Divisão <i>per capita</i> e por abc das necessidades de Espaços Verdes</b>		
<b>CERTIFICADO Classe B</b>		
Área Verdes (m <sup>2</sup> )	abc = 13.500 m <sup>2</sup>	Residentes = 192
412.095,01	30,53	2.146,33
<b>CERTIFICADO Classe A (25%)</b>		
Área Verdes (m <sup>2</sup> )	abc = 13.500 m <sup>2</sup>	Residentes = 192
135.780,22	10,06	707,19
<b>CERTIFICADO Classe A+ (10%)</b>		
Área Verdes (m <sup>2</sup> )	abc = 13.500 m <sup>2</sup>	Residentes = 192
54.329,67	4,02	282,97

Tendo em conta os resultados observados e como esperado, à medida que as necessidades de espaço verde diminuem em cada cenário, valores inferiores de espaço verde por abc. e por residente são registados.

Neste contexto, para o loteamento em Vila Real, verifica-se uma diminuição de 30,53 m<sup>2</sup> de espaço verde por abc., no cenário B, para 4,02 m<sup>2</sup> no cenário A+. Como valor intermédio, o cenário A regista uma diferença significativa em relação ao cenário B, com um valor de 10,06 m<sup>2</sup> de espaço verde por abc. Estes valores indicam que, a considerar um dos cenários para Vila Real, o valor intermédio seria o mais equilibrado na relação diminuição de emissão e aumento de sequestro.

Em relação aos resultados de espaço verde por residente, os valores iniciais e para o cenário B indicam uma necessidade de 2146,33 m<sup>2</sup> de espaço verde por habitante, um valor bastante significativo tendo em conta a população residente e a área do perímetro urbano. Nos cenários

A e A+ estes valores diminuem substancialmente para 707,19 m<sup>2</sup> no cenário A e 282,97 m<sup>2</sup> no cenário A+.

Para compreender a melhor forma este resultado, comparam-se estas áreas com a dimensão do PU de Vila Real. Neste sentido, e a cumprir-se o cenário B, e segundo as necessidades de espaço verde para um balanço nulo de CO<sub>2</sub>, eram necessários 63.730.976,69 m<sup>2</sup> (29.693 residentes \* 2.146,33 m<sup>2</sup>), cerca de três vezes a dimensão do PU de Vila Real com 23.430.089 m<sup>2</sup>. Em relação ao cenário A, com uma área verde por residente de 707,19 m<sup>2</sup>, eram necessários cerca de 20.998.592,67 m<sup>2</sup> (29.693 residentes \* 707,19 m<sup>2</sup>), valor muito próximo da área total do PU. Por fim, realizando a mesma análise para o cenário A+, o espaço verde necessário para um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, segundo os valores obtidos para o loteamento seria de 8.402.228,21 m<sup>2</sup> (29.693 residentes \* 282,97 m<sup>2</sup>) da área do PU.

Isto significa que, ao contrário do que ocorre no parâmetro espaço verde por abc., o cenário intermédio não poderia, neste caso, ser aplicado pelo valor elevado de área de espaço verde. A considerar o cenário A+ do loteamento e aplicando-o ao perímetro urbano de Vila Real, ainda assim, a área é demasiado excessiva representando cerca de 36% da área total do PU.

Adicionalmente, é importante referir que se se cumprissem as exigências de espaços verdes por residente, definidas para Portugal (30 m<sup>2</sup>/residente), a área necessária no Concelho de Vila Real seria de 1.555.470 m<sup>2</sup> (51.849 residentes \* 30 m<sup>2</sup>). Por sua vez, se se aplicasse o valor da OMS (15 m<sup>2</sup>/residente) para o Perímetro Urbano, a área total de espaços verdes no perímetro teria que atingir 445.395 m<sup>2</sup> (29693 residentes \* 15 m<sup>2</sup>). Aplicando este rácio ao loteamento, com uma estimativa de 192 residentes, a área de espaços verdes seria de 2.880 m<sup>2</sup>, um valor inferior ao concretizado com a aplicação dos parâmetros urbanísticos do PDM de Vila Real, em relação às áreas de cedência totais (espaço verde e equipamentos).

### **10.2.2 Comportamento dos Parâmetros Urbanísticos para Braga**

Para o estudo do loteamento na cidade de Braga, realizou-se, do mesmo modo que para Vila Real, uma estimativa das áreas de espaço verde necessárias a um balanço neutro de CO<sub>2</sub>. Tendo em conta que um resultado de balanço nulo ocorre quando o valor de sequestro anula o das emissões, são calculadas as áreas de espaço verde considerando esse novo valor de sequestro de CO<sub>2</sub>.

O valor das áreas verdes necessárias a um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, no loteamento de Braga, são apresentados no Quadro 71 para os cenários, B, A e A+, respetivamente.

Quadro 71: Necessidades de Espaços Verdes para um Balanço de CO<sub>2</sub> neutro no Loteamento de Braga e para os cenários de Certificado Classe B ou original, Certificado Classe A e Certificado Classe A+.

<b>Necessidades de Cedência de Espaços Verdes em Braga</b>				
<b>CERTIFICADO Classe B</b>				
Balanço	Emissão	Novo Sequestro	Área espaço verde (ha)	Áreas Verdes (m <sup>2</sup> )
Neutro	113,54	113,54	24,95	249.545,03
<b>CERTIFICADO Classe A (25%)</b>				
Balanço	Emissão	Novo Sequestro	Área espaço verde (ha)	Áreas Verdes (m <sup>2</sup> )
Neutro	54,31	54,31	11,94	119.365,71
<b>CERTIFICADO Classe A+ (10%)</b>				
Balanço	Emissão	Novo Sequestro	Área espaço verde (ha)	Áreas Verdes (m <sup>2</sup> )
Neutro	21,72	21,72	4,77	47.737,04

Dos resultados apresentados, destaca-se que as áreas de espaço verde exigidas para a obtenção de um resultado de balanço neutro em CO<sub>2</sub> são elevadas, e ultrapassam, tal como ocorreu em Vila Real, a área total do loteamento de Braga com 2 hectares. Como esperado, no cenário A+, e embora o espaço verde requerido seja apenas de 4,77 hectares, as exigências de eficiência energética são demasiado elevadas ao considerar uma classe energética que apenas consome 10% das necessidades energéticas totais da habitação.

É importante referir que, na expectativa de identificar o cenário intermédio, o cenário A é dos 3 que menos exige a cada um dos temas emissão ou sequestro, no entanto, cada cidade e/ou PDM deve incorporar o cenário que acredite ser mais fácil de concretizar, por exemplo, em Braga, tendo em conta a área urbana demasiado densa e a impossibilidade de aumentar as áreas verdes, o cenário A+, pode ser a única alternativa para o desafio de neutralidade de carbono.

Nesta medida, os próximos resultados podem ser importantes a definir esta estratégia. Calculadas as novas áreas verdes exigidas ao balanço neutro, este valor será distribuído por forma a concretizar dois rácios, o do espaço verde por abc e o de espaço verde por população residente. Estes rácios permitem compreender quais as exigências a definir em PDM, podendo introduzir ao plano a nova e necessária dinâmica climática de mitigação.

O valor de abc do loteamento definido nos parâmetros urbanísticos e é para Braga de 18.900 m<sup>2</sup>. O cálculo da população residente foi estimado tendo em conta a média de indivíduos por família na cidade de Braga, segundo dados do INE (2011) e, supondo, que cada alojamento do loteamento é ocupado por uma família assim constituída. Os resultados apresentam-se no Quadro 72.

Quadro 72: Estimativa do número de residentes no Loteamento de Braga tendo em conta dados de população residente e número de famílias (Fonte: INE, 2011).

<b>Estimativa de residentes no Loteamento de Braga</b>		
Residentes Concelho	Famílias Concelho	Média de residentes / Família
181.494,00	63.986,00	2,84
Residentes Perímetro Urbano	Famílias Perímetros Urbano	Média de residentes / Família
127.326,00	46.783,00	2,72
Residentes Loteamento	Número de Alojamentos	Média de residentes / Família
293,76	108,0	2,72

Para o loteamento de Braga existem 108 alojamentos com uma ocupação média de 2,72 residentes, estimando assim um número total de 294 indivíduos para o loteamento de Braga.

Com todos os valores reunidos para assegurar a apresentação de uma proposta de novos parâmetros urbanísticos, isto é, as necessidades de espaços verdes, a abc e a população residente, é possível obter os rácios de espaços verdes por abc., e por residente, apresentado no Quadro 73, para cada cenário estabelecido.

Como registado anteriormente para Vila Real, os resultados observados no loteamento de Braga evidenciam a diminuição valores de espaço verde por abc e por residente, à medida que diminuem as necessidades de espaços verdes.

Assim, e considerando um resultado de balanço neutro de CO<sub>2</sub> no loteamento de Braga, os espaços verdes por abc variam de 13,20 m<sup>2</sup> para o cenário B, e 2,53 m<sup>2</sup> para o cenário A+. No cenário intermédio A o valor de 6,32 m<sup>2</sup> de espaço verde por abc representa uma quebra de cerca de metade em relação ao cenário B e diminui sensivelmente na mesma proporção para o cenário A+. Neste contexto, pela interpretação dos resultados, indica-se, tal como para Vila Real, o cenário A como o que apresenta um melhor equilíbrio na relação diminuição de emissão e aumento de sequestro, tendo em conta um resultado de balanço neutro de CO<sub>2</sub> no loteamento de Braga.

Quadro 73: Parâmetros urbanísticos definidos pela divisão entre as necessidades de espaços verdes por residentes estimados no loteamento e, por abc do loteamento, nos 3 cenários analisados, a Classe B ou original, a Classe A e a Classe A+ em Braga.

<b>Divisão <i>per capita</i> e por abc das necessidades de Espaços Verdes</b>		
<b>CERTIFICADO Classe B</b>		
Área Verdes (m <sup>2</sup> )	abc = 18.900 m <sup>2</sup>	Residentes = 294
249.545,03	13,20	849,49
<b>CERTIFICADO Classe A (25%)</b>		
Área Verdes (m <sup>2</sup> )	abc = 18.900 m <sup>2</sup>	Residentes = 294
119.365,71	6,32	406,34
<b>CERTIFICADO Classe A+ (10%)</b>		
Área Verdes (m <sup>2</sup> )	abc = 18.900 m <sup>2</sup>	Residentes = 294
47.737,04	2,53	162,50

Com valores distintos, o espaço verde por residente regista para o cenário B um valor de 849,49 m<sup>2</sup> de espaço verde por habitante. Nos restantes cenários, A e A+, os resultados evidenciam uma diminuição substancial do rácio de espaço verde por residentes com 406,34 m<sup>2</sup> para o cenário A e 162,50 m<sup>2</sup> no cenário A+.

No sentido de determinar a proporção dos valores obtidos, e embora se reconheça que os parâmetros do PDM de qualquer uma das cidades analisadas não registam preocupações climáticas, é importante compreender os resultados, estabelecendo uma comparação entre as áreas de espaço verde obtidas com a área do PU de Braga. Assim sendo, realizaram-se cálculos para cada um dos cenários. Tendo em conta o cenário B, e segundo as necessidades de espaço verde para um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, seriam necessários 108.162.163,74 m<sup>2</sup> (127.326 residentes \* 849,49 m<sup>2</sup>), cerca de três vezes a dimensão do PU de Braga com 34.539.074 m<sup>2</sup>. Por sua vez, no cenário A, a área exigida de 406,34 m<sup>2</sup> de espaço verde por residente, resultariam numa área de 51.737.646,84 m<sup>2</sup> (127.326 residentes \* 406,34 m<sup>2</sup>), um valor ainda superior à área do PU de Braga. Concretizando a mesma análise para o cenário A+, seriam necessários 20.690.475 m<sup>2</sup> (127.326 residentes \* 162,50 m<sup>2</sup>) da área do PU de espaço verde para um balanço neutro de CO<sub>2</sub>.

Embora estes valores se tenham obtido através do cálculo das necessidades de espaço verde para um balanço neutro de CO<sub>2</sub> num loteamento com a configuração máxima de ocupação urbana / do solo, pela comparação estabelecida refere-se que ao contrário do que ocorre no

parâmetro espaço verde por abc., não é possível neste parâmetro considerar o cenário intermédio uma vez que o valor da área de espaço verde exigida ultrapassa a área do próprio PU. Adicionalmente refere-se que, mesmo considerando os resultados do cenário A+ do loteamento de Braga, a área de espaço verde necessária representa cerca de 60% da área total do PU.

Por fim, cumprindo com as exigências de espaços verdes para Portugal (30 m<sup>2</sup>/residente), a área de espaço verde necessária no Concelho de Braga seria de 5.444.820 m<sup>2</sup> (181.494 residentes \* 30 m<sup>2</sup>). Por sua vez, se se aplicasse o valor da OMS para o Perímetro Urbano, a área total de espaços verdes no perímetro teria que atingir 1.909.890 m<sup>2</sup> (127.326 residentes \* 15 m<sup>2</sup>). Aplicando este rácio ao loteamento, com uma estimativa de 294 residentes, a área de espaços verdes seria de 4.410 m<sup>2</sup>, um valor inferior ao concretizado com a aplicação dos parâmetros urbanísticos do PDM de Vila Real, em relação às áreas de cedência totais (espaço verde e equipamentos).

Isto demonstra que mesmo os valores que são admitidos como representativos de um espaço urbano de qualidade, quer em Portugal quer ao nível internacional, estão longe de considerar e satisfazer as necessidades de sequestro dos GEE dos espaços urbanos em Portugal.

### **10.2.3 Comportamento dos Parâmetros Urbanísticos para Viana do Castelo**

O cálculo das áreas de espaços verdes necessários à concretização de um sequestro de CO<sub>2</sub> que anule as suas emissões, foi realizado para o loteamento de Viana do Castelo tendo em conta o mesmo procedimento desenvolvido para Vila Real e Braga.

Os resultados apresentam-se no Quadro 74, relativa às necessidades de espaço verde, no loteamento de Viana do Castelo, nos três cenários considerados, B, A e A+.

No loteamento de Viana do Castelo, o resultado dos espaços verdes exigidos para um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, representam as menores áreas dos três estudos de caso, embora estes valores ultrapassem, tal como para Vila Real e Braga, a área total do loteamento com 16.500 m<sup>2</sup>.

O cenário que se poderá considerar como intermédio na diminuição das emissões e aumento de sequestro será o cenário A, que, e por enquadrar um valor de emissão de CO<sub>2</sub> não muito elevado, necessita apenas do incremento de 6,57 hectares de espaços verdes para anular as emissões. Neste sentido o PDM de Viana do Castelo poderá conter medidas que introduzam, na área de perímetro urbano, formas de aumentar a eficiência energética dos edifícios assim como as áreas de agentes sequestradores.

Quadro 74: Necessidades de Espaços Verdes para obter um balanço de CO<sub>2</sub> neutro no Loteamento de Viana do Castelo e para o e para os cenários de Certificado Classe B ou original, Certificado Classe A e Certificado Classe A+.

<b>Necessidades de cedência E.V. para Balanço Neutro (Emissão = Sequestro)</b>				
<b>CERTIFICADO Classe B</b>				
Balanço	Emissão	Novo Sequestro	Espaço verde (ha)	Áreas Verdes (m <sup>2</sup> )
Neutro	65,62	65,62	14,42	144.224,01
<b>CERTIFICADO Classe A (25%)</b>				
Balanço	Emissão	Novo Sequestro	Espaço verde (ha)	Áreas Verdes (m <sup>2</sup> )
Neutro	29,91	29,91	6,57	65.736,76
<b>CERTIFICADO Classe A+ (10%)</b>				
Balanço	Emissão	Novo Sequestro	Espaço verde (ha)	Áreas Verdes (m <sup>2</sup> )
Neutro	11,96	11,96	2,63	26.286,84

Tendo em conta o objetivo de introduzir ao planeamento e, concretamente para este exercício, ao PDM de Viana do Castelo, novos parâmetros e/ou medidas climáticas, assegurando um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, os resultados apresentados de seguida serão importantes na definição dessa estratégia.

Para isso, calcularam-se dois rácios, o espaço verde por abc e o espaço verde por população residente que distribui as necessidades de espaços verdes obtidas, tendo em conta um parâmetro urbanístico e um de densidade ou ocupação.

Os dados necessários referem-se à abc do loteamento de Viana do Castelo com um valor de 8.100 m<sup>2</sup>. A população residente foi estimada tendo em conta a média de indivíduos por família na cidade de Viana do Castelo, tendo em conta os dados do INE (2011) e, considerando que cada alojamento é ocupado por uma família. No Quadro 75 apresenta-se a estimativa de população residente no Loteamento de Viana do Castelo.

Tendo em conta os resultados do Quadro 75, no loteamento de Viana do Castelo existem 36 alojamentos, ocupados por famílias com uma composição média de 2,58 residentes, resultando em 93 estimados.



Quadro 75: Estimativa do número de residentes no Loteamento de Viana do Castelo tendo em conta dados de população residente e número de famílias (Fonte: INE, 2011).

<b>Estimativa de residentes no Loteamento de Viana do Castelo</b>		
Residentes Concelho	Famílias Concelho	Média de residentes / Família
88.724,00	31.733,00	2,80
Residentes Perímetro Urbano	Famílias Perímetros Urbano	Média de residentes / Família
30.173,00	11.675,00	2,58
Residentes Loteamento	Número de Alojamentos	Média de residentes / Família
92,88	36	2,58

No Quadro 76 apresentam-se, para cada cenário estabelecido, a proposta de novos parâmetros urbanísticos para Viana do Castelo, considerando os valores ou rácios das necessidades de espaços verdes, por abc e população residente.

Quadro 76: Parâmetros urbanísticos definidos pela divisão entre as necessidades de espaços verdes por residentes estimados no loteamento e, por abc do loteamento, nos 3 cenários analisados, a Classe B ou original, a Classe A e a Classe A+ em Viana do Castelo.

<b>Divisão <i>per capita</i> e por abc das necessidades de Espaços Verdes</b>		
<b>CERTIFICADO Classe B</b>		
Área Verdes (m <sup>2</sup> )	abc = 8.100 m <sup>2</sup>	Residentes = 93
144.224,01	17,81	1.552,80
<b>CERTIFICADO Classe A (25%)</b>		
Área Verdes (m <sup>2</sup> )	abc = 8.100 m <sup>2</sup>	Residentes = 93
65.736,76	8,12	707,76
<b>CERTIFICADO Classe A+ (10%)</b>		
Área Verdes (m <sup>2</sup> )	abc = 8.100 m <sup>2</sup>	Residentes = 93
26.286,84	3,25	283,02

Para Viana do Castelo, regista-se, tal como anteriormente nos loteamentos de Vila Real e Braga, a diminuição dos valores de espaço verde por abc. e por residente, à medida que diminuem as necessidades de espaços verdes.

Em relação aos resultados de espaço verde por abc., os resultados para Viana do Castelo, tendo em conta um resultado neutro de balanço de CO<sub>2</sub>, os espaços verdes por abc variam de 17,81 m<sup>2</sup> para o cenário B, e 3,25 m<sup>2</sup> para o cenário A+. Como valor intermédio, o cenário A apresenta um rácio de 8,12 m<sup>2</sup> de espaço verde por abc., o que indica uma diminuição maior do que o dobro do valor do cenário B. Esta tendência repete-se na relação do resultado do cenário A para o A+, diminuindo igualmente em mais do dobro. Assim, na tentativa de determinar qual o cenário que representa um maior equilíbrio entre a diminuição das emissões e o aumento do sequestro, o cenário A é aquele que apresenta uma maior relevância para concretizar um balanço neutro de CO<sub>2</sub> no loteamento de Viana do Castelo.

Na análise dos resultados dos valores de espaço verde por residente, o loteamento de Viana do Castelo exige, para o cenário B uma área de 1.552,80 m<sup>2</sup> de espaço verde por habitante. Com uma esperada diminuição, os valores de espaço verde por residentes, indicados para os cenários A e A+ são de, 707,76 m<sup>2</sup> e 283,02 m<sup>2</sup>, respetivamente. Estes valores, não sendo dos mais elevados dos três casos analisados, são bastante ambiciosos tendo em conta a área do PU de Viana de Castelo de 13.205.416 m<sup>2</sup>.

Na promoção de uma melhor interpretação dos resultados do rácio de espaço verde por residente, é essencial estabelecer a comparação entre os valores que resultam deste rácio com a área do PU de Viana do Castelo. Neste contexto, foram calculados para cada cenário as necessidades totais de espaço verde se se aplicasse este rácio à população total que reside no PU. Os resultados evidenciam uma clara impossibilidade de aplicar estes rácios apenas à área do PU registando, para o cenário B, e segundo as necessidades de espaço verde para um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, a necessidade de uma área de 46.852.634,4 m<sup>2</sup> (30.173 residentes \* 1.552,80 m<sup>2</sup>), indicando que seriam necessários mais de três vezes a área do PU de Viana do Castelo. No cenário A, com um rácio de 707,76 m<sup>2</sup> de espaço verde por residente, seria necessária uma área de 21.355.242,48 m<sup>2</sup> (30.173 residentes \* 707,76 m<sup>2</sup>), que resulta num valor ainda superior à área do PU. Por fim, e realizando o mesmo cálculo para o cenário A+, seriam necessários cerca de 8.539.562,46 m<sup>2</sup> (30.173 residentes \* 283,02 m<sup>2</sup>) de espaço verde na área do PU, utilizando o rácio de balanço neutro obtido para o loteamento de Viana do Castelo.

Estes valores resultam do cálculo das necessidades de espaço verde considerando um balanço neutro de CO<sub>2</sub> num loteamento determinado pela maior ocupação urbana estabelecida no PDM, o que indica que o pior cenário é aqui analisado. Assim, e em relação aos valores de espaço verde por abc., a aplicação deste parâmetro pode ser concretizada nos planos, por considerar a dinâmica entre edificação/construção e espaço verde, tendo em conta uma análise de sequestro, mitigador de GEE.

A dificuldade em aplicar o valor de espaço verde por residente, e embora este tenha como base as mesmas áreas de necessidades de espaço verde, refere-se ao fato de exigir áreas que ultrapassam a área do próprio PU, e mesmo abordando o cenário com as menores áreas, o cenário A+, área de espaço verde necessária totaliza cerca de 65% da área total do PU de Viana do Castelo.

Numa análise comparativa com os dados de espaço verde por habitante indicados para os concelhos de Portugal (30 m<sup>2</sup>/residente), em Viana do Castelo, seriam necessários 2.661.720 m<sup>2</sup> de espaço verde (88.724 residentes \* 30 m<sup>2</sup>). Ao aplicar o valor da OMS definido para o Perímetro Urbano, a área total de espaços verdes nas áreas urbanas teria que atingir 452.595 m<sup>2</sup> (30.173 residentes \* 15 m<sup>2</sup>). Por fim, aplicando este rácio ao loteamento, que em Viana do Castelo prevê uma ocupação de 93 residentes, a área de espaços verdes seria de 1.395 m<sup>2</sup>, um valor muito inferior em relação às áreas totais de cedência (espaço verde e equipamentos), estabelecidos no PDM.

Neste contexto, admite-se assim que os valores de espaço verde urbano estabelecidos pela OMS (Organização Mundial de Saúde) estão muito longe de concretizar e satisfazer as necessidades de sequestro dos GEE dos espaços urbanos em Portugal, admitindo que esta organização não tem nesta indicação a preocupação climática de sequestrar os GEE.

### **10.3 Pontos-chave da Discussão dos Resultados nos Loteamentos**

Dos resultados obtidos neste exercício é possível observar de imediato as diferenças que cada PDM estabelece, ao equacionar diferentes parâmetros urbanísticos que, após aplicados ao estudo de caso, resultam em operações de loteamento tão diversas.

Apesar desta diversidade, os resultados inicialmente previstos de balanço de CO<sub>2</sub> são da mesma ordem de grandeza para cada um dos casos, com um registo sempre positivo, o que significa que nenhum dos loteamentos simulados sequestra mais do que emite, nas condições originais de consumo energético (certificado B). Isto revela que os planos municipais, neste caso o PDM, não considera, no seu conteúdo, qualquer tipo de medida que se dirija especificamente à regulação das questões do consumo e eficiência energética.

Os resultados indicam ainda que, além do plano não considerar qualquer questão climática nos processos que regula, a diferença dos valores entre sequestro e emissão demonstram que, de acordo com os atuais planos, será uma tarefa árdua concretizar, através destes processos, qualquer medida que introduza as preocupações climáticas no Planeamento. As diferenças de valores que são estabelecidas entre emissão e sequestro não permitem que, nas condições originais de consumo de energia, possa ser desenvolvido um caminho de sentido único, neste

caso, suficiente através do sequestro dos GEE. Nesta medida, a simulação ou os cenários de diminuição do consumo energético resultam desta perceção. Sabendo que só através do sequestro era “difícil” promover o combate climático, analisou-se qual o ponto de equilíbrio ou a melhor situação de equilíbrio entre baixar o consumo e aumentar o sequestro, por forma a dinamizar e iniciar o estabelecimento de novos parâmetros e/ou definição das perceções de alteração do regulamento do PDM, para dinamizar estratégias climáticas mitigadoras.

Neste contexto, e tendo em conta os cenários de diminuição do consumo energético, aos quais se determinou como classes a A e A+, os resultados apontam para uma melhoria do equilíbrio entre emissão e sequestro, obtendo valores de balanço de CO<sub>2</sub> mais “animadores”, mas claramente insuficientes para um resultado neutro de CO<sub>2</sub>. Assim, os resultados do balanço de CO<sub>2</sub> para os cenários A e A+ indicam que, mesmo com a diminuição do consumo energético, para 25% e 10% das necessidades energéticas calculadas para os alojamentos, o sequestro continua a não ser suficiente na promoção de balanços neutros de CO<sub>2</sub> em cada um dos loteamentos. Convém referir que Vila Real é das 3 cidades que, devido ao seu clima, maiores necessidades energéticas são utilizadas pelos alojamentos (Classe B 76%), e por isto, a diminuição consagrada em cada um dos cenários é muito mais significativa do que nos loteamentos de Braga (Classe B 52,27%) e Viana do Castelo (Classe B 54,86%).

Um dos exemplos expressos nos resultados demonstram que a diferença que ocorre entre cada cenário é substancialmente expressiva, como é exemplo o balanço de CO<sub>2</sub> em Vila Real que, para a classe energética B (Quadro 55), é de 183,91 toneladas CO<sub>2</sub> por ano, decrescendo no cenário A para 58,19 toneladas de CO<sub>2</sub> anuais e 21,12 toneladas por ano de CO<sub>2</sub> para o cenário A+. Para além disto, é importante compreender que o esforço de diminuição do consumo energético e aumento da eficiência deverá ser maior em Vila Real do que em Braga e Viana do Castelo.

Com a indicação dos resultados de que o sequestro, por si só, dificilmente poderá contribuir para a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>, foi importante simular para cada cenário, qual a área de infraestrutura verde necessária para obter, nos loteamentos, resultados de balanço neutro. O resultado deste cálculo de necessidades não é surpreendente, mesmo que as exigências em área de espaço verde sejam bastante significativas, exigências essas que decrescem, como esperado, à medida que decrescem os valores de emissão de CO<sub>2</sub>.

Uma vez mais, os resultados comprovam a falta de disciplina climática que envolve os planos municipais analisados, dando como exemplo as necessidades de espaço verde para o loteamento de Vila Real, com a necessidade de cerca 41 hectares de espaço verde para sequestrar as emissões até ao ponto nulo de balanço de CO<sub>2</sub> no cenário original. Comparando este valor com o das áreas de cedência exigidas pelo plano, cerca de 3.967,0 m<sup>2</sup> de espaço verde e 7.890,45 m<sup>2</sup> de cedência total, comprova-se que os parâmetros do PDM de Vila Real não têm capacidade de, assim configurados, admitir exercícios de planeamento climático. Evidencia-se ainda que, mesmo com um significativo decréscimo de espaços verdes no cenário A+, diminuindo para 5,43 hectares, verifica-se que a diferença entre os valores de cedência e os

exigidos para o balanço neutro, continua a constituir-se como um grande desafio para o planeamento.

Nos restantes loteamentos, os resultados são similares ao nível da incapacidade do plano em acomodar as questões climáticas. Para Braga seriam necessários cerca de 25 hectares de espaço verde para sequestrar as emissões de CO<sub>2</sub> do cenário original (B), e, para o cenário A+, que envolve a maior diminuição de emissões de CO<sub>2</sub>, seria ainda necessária uma área de 4,77 hectares, maior do que o dobro da área do loteamento. Comparando estes valores com as áreas de cedência do loteamento, de 6.075 m<sup>2</sup> para espaço verde e 1.080 m<sup>2</sup> para equipamentos, verifica-se que, também no loteamento de Braga, os parâmetros urbanísticos considerados não são compatíveis com as necessidades de desenvolvimento de um planeamento climático.

Por fim, em Viana do Castelo, os resultados indicam igual incapacidade climática dos parâmetros estabelecidos pelo PDM, em que as áreas de cedência total, os espaços verdes e equipamentos, com 4.536 m<sup>2</sup>, são simbólicas quando comparadas com a área de espaço verde necessária de 14,42 hectares no cenário B, e de 2,63 hectares no cenário A+, o que, e embora obtenha valores mais otimistas, se refere à área total do loteamento de 16.500 m<sup>2</sup> e não 20.000 m<sup>2</sup> como para os casos de Vila Real e Braga.

A análise da quantidade de área de espaços verdes necessária ao balanço neutro de CO<sub>2</sub> permitiu identificar que, a ordem de grandeza entre os valores originais obtidos pelos parâmetros do PDM e os valores necessários para o balanço neutro de CO<sub>2</sub>, apresentam uma divergência / disparidade muito significativa. Em simultâneo, esta avaliação permitiu ainda averiguar a variação significativa dos valores de emissão de CO<sub>2</sub> entre cada um dos cenários estabelecidos, sendo evidente a influência que a diminuição do consumo energético introduz em prol de um balanço neutro de CO<sub>2</sub>.

Com a demonstração de que o sequestro de CO<sub>2</sub>, para ser concretizado, necessita de ser acompanhado pela diminuição da emissão deste gás, foram propostos dois parâmetros que redefinem as necessidades de espaço verde para o aumento do sequestro tendo em conta, a abc e a estimativa de residentes no loteamento. Estes resultados permitiram identificar que, para os cenários B e A, os valores de espaço verde *per capita* são bastante elevados, ultrapassando a própria área do loteamento. Para o cenário A+, embora o valor de espaço verde *per capita* seja menor, confronta-se com uma redução do valor de emissão de CO<sub>2</sub> bastante significativa, tendo em conta os valores atuais de emissão.

Em relação à abc, os valores de espaço verde são igualmente elevados, quer no cenário B como no A, quando comparados com as exigências de cedência nos loteamentos. Os resultados para o cenário A+, muito embora incluam os menores valores de necessidade de espaço verde, consideram-se ainda bastante significativos quando comparados com as áreas de cedência determinadas pelos parâmetros urbanísticos do PDM. Neste sentido, realizou-se um Quadro que estabelece a comparação entre as áreas de cedência estabelecidas no PDM com as áreas de

cedência já calculadas, necessárias para o loteamento enquadrasse um resultado neutro de balanço de CO<sub>2</sub>. No Quadro que se segue são apresentados esses valores.

Quadro 77: Comparação entre as áreas de cedência de espaços verdes e equipamentos, estabelecidas no PDM, e as áreas médias de cedência necessária ao balanço neutro em loteamentos e para Vila Real, Braga e Viana do Castelo.

Cedências do PDM	Vila Real	Braga	Viana do Castelo
Espaço verde (m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup> abc)			
Habitacional	35 / 120	25 / 120	28 / 120
Comércio e serviços	30 / 100	25 / 100	28 / 100
Equipamentos (m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup> abc)			
Habitacional	35 / 120	20 / 120	35 / 120
Comércio e serviços	30 / 100	15 / 100	25 / 100
Cálculo do valor médio das áreas totais de cedência indicadas no PDM (m <sup>2</sup> / 100 m <sup>2</sup> )			
Cedência Total Habitacional	58,33 / 100 (70/120)	37,50 / 100 (45/120)	52,5 / 100 (63 / 120)
Cedência Total Comércio e serviços	60 / 100	40 / 100	53 / 100
Cedência Total PDM	59,16 / 100 (58,33 + 60) / 2	38,75 / 100 (37,5 + 40) / 2	52,75 / 100 (52,5 + 53) / 2

No Quadro 77 estão indicados os valores originais consultados em cada PDM e para as diferentes tipologias de área de cedência considerada (espaços verdes e equipamentos). Calculando a média por forma a obter um valor comparável com os resultados por abc., foram calculados, para cada estudo de caso, a média das áreas de cedência por 100 m<sup>2</sup>. Convém referir que, por se terem considerado, ao longo deste exercício, as áreas de cedência total como áreas de espaço verde, para o cálculo da média indicado no Quadro anterior, consideraram-se da mesma forma, os valores de cedência total. Estes valores finais permitem a comparação com os valores que resultam do exercício de espaço verde por abc e estão indicados no Quadro 78.

Quadro 78: Comparação entre as áreas de cedência necessárias ao balanço neutro de CO<sub>2</sub> nos loteamentos de Vila Real, Braga e Viana do Castelo com os valores médios estabelecidos no PDM de cada concelho.

<b>Áreas de Cedência de Espaço Verde</b>				
Vila Real	Cenário B	Cenário A	Cenário A+	Média do PDM
m <sup>2</sup> espaço verde / m <sup>2</sup> abc	3.053 / 100	1.006 / 100	402/100	59,165 / 100
Braga	Cenário B	Cenário A	Cenário A+	Média do PDM
m <sup>2</sup> espaço verde / m <sup>2</sup> abc	1.320 / 100	632 / 100	253 / 100	38,75 / 100
Viana do Castelo	Cenário B	Cenário A	Cenário A+	Média do PDM
m <sup>2</sup> espaço verde / m <sup>2</sup> abc	1.781 / 100	812 / 100	325 / 100	52,75 / 100

Verifica-se, pela consulta do Quadro anterior, que os valores de cedência necessários para um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, são, para cada um dos cenários estabelecidos em cada cidade, bastante superiores aos indicados como médios para cada um dos PDM. Para além desta disparidade de valores entre cada cenário da mesma cidade, observa-se ainda uma grande variação dos valores de cedência comparando cada um dos loteamentos, isto é, para Vila Real, a média das cedências do PDM quase que atingem os 60 m<sup>2</sup> por 100 m<sup>2</sup> de abc., enquanto em Braga, este valor não atinge os 40 m<sup>2</sup>. Isto leva a crer que o grau de liberdade que existe na determinação destas áreas no PDM poderá levar a que, ao nível municipal, alguns concelhos possam ser mais ativos e ambiciosos no que se refere ao estabelecimento das áreas verdes.

Este Quadro traduz assim a dificuldade de equacionar o futuro climático tendo em conta o planeamento, especificamente as áreas de cedência. Em Portugal, o processo de planeamento, para acompanhar os desafios climáticos, terá que incorporar nos Planos municipais formas de controlo que possibilitem estabelecer constantemente uma avaliação do comportamento do Carbono em várias escalas, no concelho e no perímetro urbano e, nas novas construções e recuperações, implementando medidas de aumento da eficiência energética.





## CAPÍTULO XI

### DISCUSSÃO DOS RESULTADOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

#### 11.1 Discussão dos Resultados

O Planeamento e Ordenamento do Território, por estabelecer o uso e ocupação do solo, é determinante para o combate da mudança do clima e possui, como disciplina e prática profissional, a transversalidade necessária para o estabelecimento de um combate climático. Avaliar o contributo da dimensão operacional dos instrumentos de Planeamento do Território municipal, na sua capacidade de dar resposta às alterações climáticas, é um exercício recente na grande maioria dos países, e Portugal não é exceção.

Tendo em consideração os resultados apresentados, é importante referir que os espaços urbanos são responsáveis por cerca de 60% a 80% do consumo de energia em todo o mundo, pelo que, e segundo a estimativa da Agência Internacional de Energia (IEA, sigla em inglês), cerca de 38% da redução das emissões de GEE, provenientes do aumento da eficiência energética nas cidades, seria suficiente para atingir a meta de 2°C até 2050 (OCDE, 2014).

Das políticas locais de Planeamento Urbano estabelecidas essencialmente em cidades europeias, com o objetivo de alcançar a neutralidade de carbono, tanto à escala dos edifícios e loteamentos, como do perímetro urbano, é referida na literatura a dificuldade em aplicar as políticas energéticas relacionadas com as fontes renováveis e a promoção de melhoria da eficiência energética nos edifícios. Em 2009, o governo do Reino Unido reconheceu que, o compromisso de incentivar a construção de habitações mais sustentáveis, anunciando como objetivo que todas as novas construções deveriam ser neutras em carbono (em 2006), envolveria medidas de alta eficiência energética, reconhecendo que, tecnicamente, não seria viável nem rentável exigir que todas as necessidades elétricas fossem obtidas a partir de energias renováveis locais (Thorpe, 2009). Esta dificuldade é reconhecida nos resultados desta investigação, em que as simulações da diminuição do consumo energético nas habitações exigem que ocorra, ou uma diminuição do consumo energético que pode levar à perda de qualidade de vida ou, que a quase totalidade da energia consumida tenha origem renovável. Apesar dos avanços tecnológicos reconhecidos ao nível energético, o cenário de consumir 100% de energia com origem em renováveis é um cenário ainda prematuro na grande maioria dos países, mesmo nos países europeus.

Embora existam algumas referências dirigidas ao tema das alterações climáticas em Portugal, descritas no Capítulo VII, estas ainda não enquadram, de forma totalmente explícita e clara,

qualquer tipo de estratégia climática, que permita, através dos instrumentos de planeamento, operar e programar objetivos climáticos de âmbito municipal.

No desenvolvimento deste exercício de investigação dirigido a três escalas municipais foi possível identificar a origem e a dinâmica / fluxo entre os valores de emissões e de sequestro em cada uma das escalas definidas. Com a indicação de que o único balanço de CO<sub>2</sub> negativo, com o sequestro a ultrapassar o valor das emissões, ocorreu no concelho de Vila Real, dificilmente se imaginaria que, ao nível do loteamento, esta cidade é a que possui o valor de balanço de CO<sub>2</sub> mais desequilibrado, a tender para as emissões. Em Braga verifica-se o oposto, isto é, ao nível do concelho, este é dos mais emissores, no entanto, devido ao menor consumo energético exigido para os alojamentos fruto das condições climáticas locais, apresenta resultados de balanço de CO<sub>2</sub> mais equilibrados, mesmo com valores globais de emissão mais elevados.

Verificou-se ainda que as áreas de Perímetro Urbano estabelecidas nos planos municipais podem não enquadrar a maioria das emissões de CO<sub>2</sub>, como é exemplo a cidade de Viana do Castelo, com a presença de uma indústria emissora no exterior do limite do perímetro urbano. Isto reforça a ideia de que os balanços, concretizados para várias escalas, são determinantes na compreensão dos fluxos e dinâmicas de emissão e de sequestro, permitindo redefinir um limite da cidade que melhor sirva os objetivos do combate às alterações climáticas.

Sendo claro que os valores elevados de emissões, registados em todos os municípios, se evidenciaram como o grande obstáculo no combate às alterações climáticas, acrescenta-se ainda a pouca eficácia e capacidade de sequestro da infraestrutura verde, fator que, reconhecidamente, contribui para os poucos resultados de Balanço de CO<sub>2</sub>. Como se observou em Braga e Viana do Castelo, nenhum Balanço revelou possuir valores de sequestro mais elevados do que as emissões e, mesmo o que ocorre em Vila Real na escala do município, não regista uma diferença muito relevante. Verificou-se que o sequestro, para ser considerado um verdadeiro agente mitigador e contribuir para um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, requer um aumento significativo das áreas de infraestrutura verde, o que, como se verificou no concelho de Braga, pode ser impossibilitado pela densidade das áreas urbanas.

Apesar da pouca relevância demonstrada pela infraestrutura verde dos três municípios analisados em sequestrar o CO<sub>2</sub>, convém lembrar que a Infraestrutura Verde possui a capacidade de reunir as estratégias de mitigação com as de adaptação. É importante compreender a visão de que as estratégias de adaptação / mitigação possibilitam melhorias locais, adicionando novos elementos à paisagem pela conceção de espaços naturais e zonas verdes, pela recuperação de linhas de água, e pela recuperação de áreas degradadas.

Tendo em conta os resultados observados na simulação dos parâmetros urbanísticos, comprova-se que os parâmetros obtidos através das necessidades de Infraestrutura Verde não têm

capacidade de funcionar como ferramentas reguladoras, embora revelem a quantidade de área de Infraestrutura Verde necessária a um balanço neutro de CO<sub>2</sub> para cada um dos loteamentos analisados.

## 11.2 Conclusões da Tese

Os resultados desta investigação, que abordou a natureza operacional dos instrumentos de planeamento municipal, permitem concluir que estes instrumentos não possuem ainda, e autonomamente, a capacidade de oferecer um efetivo suporte ao combate das alterações climáticas, tendo sido provado que o seu contributo é razoavelmente limitado na redução das emissões de GEE e na prossecução de Balanços neutros de CO<sub>2</sub>, carecendo de uma clara visão estratégica neste domínio, só possível com a concorrência dos níveis superiores de intervenção de âmbito mais alargado, seja à escala nacional seja à escala regional.

Através da metodologia de análise multi-escala desenvolvida nesta investigação, foi possível concluir que em cidades de média dimensão, à escala municipal, as medidas de mitigação que revelam um maior contributo para a redução dos GEE se referem ao sequestro de carbono através da infraestrutura verde. De sentido oposto, as operações de loteamento denunciam uma fraca capacidade de estabelecer medidas de sequestro de carbono, mas uma ampla robustez na possibilidade de estruturar medidas energéticas através da redução das necessidades e do consumo energético nos alojamentos. O perímetro urbano, configurando-se como intermédio entre as duas escalas anteriores, pode influenciar tanto os padrões de emissão como de sequestro, tendo revelado uma maior capacidade na implementação de medidas energéticas, quer nos edifícios, quer nos transportes, do que implementar estratégias de aumento da capacidade da infraestrutura verde em sequestrar os GEE.

Pela simulação de balanços neutros de carbono em loteamentos, foi possível concluir que as operações de loteamento não têm capacidade de se estabelecer como locais neutros em carbono e dificilmente podem ser programadas, através dos planos municipais, tendo em conta este objetivo. Como referido anteriormente, apenas pela reconversão do sistema energético com a redução substancial do consumo nos alojamentos será possível transformar os loteamentos em locais neutros em carbono, transformação comprovada como extremamente difícil devido ao elevado esforço da reconversão e à falta de acessibilidade às tecnologias.

Neste contexto, conclui-se ainda que os parâmetros urbanísticos definidos nos planos municipais da maioria das cidades de média dimensão não possuem a capacidade de programar loteamentos neutros em carbono, não tendo, no domínio dos instrumentos municipais do planeamento do território, estabelecida qualquer medida que permita limitar e/ou reduzir os consumos e aumentar a eficiência energética na mitigação dos GEE. Adicionalmente, os parâmetros que se referem aos espaços verdes não contemplam áreas que sejam compatíveis

com as necessidades declaradas em contexto de neutralidade de carbono. Isto significa que os planos municipais programam a ocupação do território e os usos do solo na relação com as necessidades e atributos territoriais, sem definir uma estratégia local que potencie o combate às alterações climáticas.

Em relação à importância da infraestrutura verde no sequestro dos GEE, conclui-se que esta, tal como esperado, aumenta na medida do aumento da escala em que é analisada. No entanto, a capacidade de sequestro desta infraestrutura não é suficientemente eficaz para que possa ser considerada como medida de mitigação de forma isolada, tendo um contributo diminuto e claramente insuficiente em cenários neutros de carbono.

Os processos de Planeamento do Território municipal podem influenciar o estabelecimento de estratégias de mitigação através da forma e da função de ocupação do território, essencialmente urbano. As temáticas que, no âmbito operacional do planeamento promovido por planos municipais, revelaram mais capacidade na promoção de uma “cultura” climática referem-se à reconversão do atual paradigma energético, à mobilidade e aos transportes, para a escala urbana, e, à escala municipal, ao aumento da infraestrutura verde. Esta investigação comprova que, como descrito na revisão de literatura, os instrumentos municipais de Planeamento do Território só serão capazes de dar resposta às alterações climáticas sempre que seja possível, em primeiro lugar, identificar a quantidade e a origem das emissões de GEE; em segundo lugar, reconhecer os usos do solo e o tipo de tecido urbano que melhor promove a mitigação dos GEE; e, em terceiro lugar, definir parâmetros e índices de construção que promovam edificações mais eficientes em energia, utilizando as novas tecnologias disponíveis.

Apesar disto, é necessário referir que, dada a elevada necessidade de políticas que regulem a ação climática municipal, estabelecer um combate climático através dos instrumentos de Planeamento do Território incorre na dificuldade de poder agir e regular o domínio privado de forma a obter os resultados necessários. Mesmo que seja possível determinar, através dos usos do solo e desenho urbano, a melhor forma de ocupar o território, promovendo até o aumento da infraestrutura verde, maior complexidade existe na tentativa de exigir, por regulamento, a diminuição dos consumos energéticos à população. É neste domínio que se encontra a verdadeira fragilidade dos governos municipais e conseqüentemente do sistema de planeamento do território em certamente a maioria dos países, observando-se a falta de iniciativas locais que “imponham” aos privados e entidades públicas a execução de ações que promovam a melhoria do clima, responsabilidade de todos e com benefícios globais.

Do mesmo modo, e embora não tenha estado no âmbito de estudo desta investigação, reconhece-se pelos resultados expressos que, antes de se proceder à implementação de qualquer medida de mitigação e/ou adaptação às alterações climáticas a nível municipal, é necessário definir uma estratégia de âmbito superior (nacional e/ou regional), que enquadre a intervenção municipal (ou ofereça um quadro de referência à intervenção municipal).

### 11.3 Recomendações e Considerações finais

Sumariamente, esta investigação evidenciou que o Planeamento Territorial de âmbito municipal não é capaz de, autonomamente e só por si, implementar o necessário combate às alterações climáticas através do estabelecimento de medidas de mitigação. Apesar disto, reunido com outras áreas climáticas como a economia do carbono, e suportado por políticas territoriais e setoriais de nível regional, poderão ser definidas ações que, implementadas pelos municípios, permitam alterar a atual situação energética.

Às políticas de planeamento do território que regulam a edificação / construção pela definição dos parâmetros urbanísticos, deverá ser dada capacidade para regular os consumos energéticos nos edifícios, penalizando os maiores consumidores de energia e consequentemente, os mais emissores. Sugere-se que estas penalizações tenham por base o desfasamento entre os valores de emissão e sequestro, obtidos através do balanço de CO<sub>2</sub>, uma vez que só através do conhecimento desta dinâmica é possível compreender qual o grau de penalização, quais as recomendações rumo à neutralidade de CO<sub>2</sub>, imprimindo ao processo a necessária justiça entre “bom” e “mau” comportamento.

Uma outra forma de penalizar os edifícios mais emissores, poderá ser o estabelecimento de um contributo para o aumento e dinamização da infraestrutura verde municipal e urbana, promovendo o aumento do sequestro de CO<sub>2</sub>. Por outro lado, as políticas de Planeamento Urbano poderiam desenvolver mecanismos de compensação dos edifícios com maior eficiência energética e com os valores de emissões de CO<sub>2</sub> mais próximos de zero, compensação essa que poderia incluir, a redução de taxas cobradas pelo município como o Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI), ou incluir até uma redução das taxas ambientais, de recolha de lixo e saneamento básico.

A metodologia adotada de cálculo de balanços de carbono revelou que possui capacidade de monitorizar o estado das emissões e do sequestro em diferentes escalas municipais, metodologia que poderá prestar auxílio aos técnicos de planeamento e gestão urbanística no estabelecimento de critérios / indicadores climáticos de aprovação dos processos urbanísticos. Adicionalmente, esta metodologia auxilia ainda os técnicos de planeamento a compreender a forma como devem aumentar ou diminuir a infraestrutura verde e consequentemente influenciar os domínios da eficiência energética que poderiam ser regulados, por exemplo, ao nível dos parâmetros urbanísticos. Com uma ferramenta de monitorização do estado do balanço de CO<sub>2</sub>, as cidades de média dimensão dos diferentes países poderiam implementar medidas que acompanhassem a evolução do resultado de balanço de CO<sub>2</sub>, assim como seriam capazes de avaliar os efeitos das estratégias entretanto implementadas. A respetiva monitorização e acompanhamento das medidas de mitigação implementadas deverá ser concretizada por cada município e à escala do perímetro urbano num acompanhamento efetivo dos valores de emissão e, com menor regularidade, a monitorização do sequestro à escala municipal.

Sendo o governo local, o grande responsável pelo estabelecimento de políticas de planeamento no território que gere, é importante que no futuro, os governos locais usufruam da sua total legitimidade em conseguir oferecer aos cidadãos as melhores políticas climáticas, mesmo que sejam controversas perante alguns setores da sociedade. Isto demonstra a necessidade, cada vez mais evidente, na maioria dos países, de estabelecer com as populações uma relação de proximidade, com apoio na formação e informação em variados setores, especialmente na temática das alterações climáticas.

Como trabalhos futuros, e tendo esta investigação contribuído para a análise da capacidade dos sistemas de planeamento do território, de nível municipal, em fazer face às alterações climáticas, via mitigação, devem ser ensaiadas propostas de políticas de planeamento essencialmente urbano, que possam influenciar, de forma pragmática, a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> e o aumento do sequestro. Sugere-se ainda o desenvolvimento de trabalhos em conjunto com as diferentes entidades que regulam os setores da energia e dos transportes, no sentido de compreender quais as novas tecnologias que poderão ajudar os municípios a observar a diminuição das emissões de GEE nos seus territórios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Abdollahi et al. (2000). *Global Climate Change and the Urban Forest*. GCRCC and Franklin Press, Baton Rouge, pp. 31-44.
- Agyeman et al. (1998). *Greenhouse gases special: thinking locally in science, practice and policy*. Local Environment, 3, pp. 245-246
- AEA (2012). *Report on the implementation of Directive 1999/94/EC relating to the availability of consumer information on fuel economy and CO2 emissions in respect of the marketing of new passenger cars*. Report for European Commission, D.C.A.
- Aertsens et al. (2013). *Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture*. Land Use Policy, 31: pp. 584-594.
- Aguiar e Santos (1987). *A three-component model for the assessment of the impact of high CO2 levels and its implication in Portugal*. Portugaliae Physica, 18.
- Albert et al. (2012). *Social learning can benefit decision-making in landscape planning: Gartow case study on climate change adaptation, Elbe valley biosphere reserve*. Landscape and Urban Planning, 105: pp. 347-360.
- Alexander et al. (2016). *Simulating the impact of urban development pathways on the local climate: A scenario-based analysis in the greater Dublin region, Ireland*. Landscape and Urban Planning, 152: pp. 72-89.
- ANR (2014). *Avaliação Nacional de Risco*. PNEPC e ENAAC. Em: [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt).
- Antonson et al. (2016). *Negotiating climate change responses: Regional and local perspectives on transport and coastal zone planning in South Sweden*. Land Use Policy, 52: pp. 297-305.
- ASF (2012). *Dados de Parque Automóvel Seguro*. Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundo de Pensões. Em: [www.asf.com.pt](http://www.asf.com.pt).
- Bäckstrand e Elgström (2013). *The EU's role in climate change negotiations: from leader to "leadliator"*. Journal of European Public Policy, pp. 1-18.
- Baker et al. (2012). *Local government response to the impacts of climate change: An evaluation of local climate adaptation plans*. Landscape and Urban Planning, 107: pp. 127-136.
- Baró et al. (2014). *Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies: the case of urban forests in Barcelona, Spain*. Ambio, 43: pp. 466-479.
- Baró et al. (2015). *Mismatches between ecosystem services supply and demand in urban areas: A quantitative assessment in five European cities*. Ecological Indicators, 55: pp.146-158.
- Bassett e Shandas (2010). *Innovation and climate action planning*. Journal of the American Planning Association, 76: pp. 435-450.
- Baynam e Stevens (2013). *Are we planning effectively for climate change? An evaluation of official community plans in British Columbia*. Journal of Environmental Planning and Management, pp. 1-31.

- Betsill (2007). *Regional Governance of Global Climate Change: The North American Commission for Environmental Cooperation*. *Global Environmental Politics*, 7: pp. 11-27
- Betsill e Bulkeley (2006). *Cities and the multilevel governance of global climate change*. *Global Government*, 12: pp. 141-59.
- Bicknell et al. (2009). *Adapting cities to climate change: understanding and addressing the development challenges*. London (UK): Earthscan.
- Biesbroek et al. (2009). *The mitigation - adaptation dichotomy and the role of spatial planning*. *Habitat International: Climate Change Human Settle*, pp. 230-237.
- Blanco e Alberti (2009). *Building capacity to adapt to climate change through planning*. Em: Blanco e Alberti, Eds. (2009) *Hot, congested, crowded and diverse: Emerging research agendas in planning*. *Progress in Planning*, 71: pp. 158-159
- Boswell et al. (2012). *Local climate action planning*. Washington DC: Island Press.
- Brack (2002). *Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest*. *Environmental Pollution*, 116: pp. 195-200.
- Brown e Kernaghan (2011). *Beyond climate proofing: taking an integrated approach to building climate resilience in Asian Cities*. UGEC Viewpoints.
- Bühler et al. (2007). *Growth of street trees in Copenhagen with emphasis on the effect of different establishment concepts*. *Arboriculture and Urban Forestry*, 35: pp. 330-337.
- Bulkeley (2006). *A changing climate for spatial planning*. *Planning Theory and Practice*, 7: pp. 203-214.
- Bulkeley (2009). *Planning and Governance of Climate Change*. Em: Davoudi, Crawford e Mehmood, Eds. (2009). *Planning for Climate Change: Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners*. London: Earthscan.
- Bulkeley (2010). *Cities and the governing of climate change*. *Annual Review of Environment and Resources*, 35: pp. 229-253.
- Bulkeley e Kern (2006). *Local government and climate change governance in the UK and Germany*. *Urban Studies*, 43: pp. 2237-2259.
- Calheiros et al. (2016). *Fichas Climáticas. ClimAdaPTLocal - CE3C/CCIAM*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL). Em: [www.climadapt-local.pt](http://www.climadapt-local.pt)
- Calthorpe (2010). *Urbanism in the Age of Climate Change*. Washington: Island Press.
- Campbell (2006). *Is the Issue of Climate Change too Big for Spatial Planning?* *Planning Theory and Practice*, 7: pp. 201-230.
- Cao e Woodward (1998). *Dynamic responses of terrestrial ecosystem carbon cycling to global climate change*. *Nature*, 393: pp. 249-251.
- Caplan (2011). *Carbon sequestration and permit trading on the competitive fringe*. *Economic Modelling*, 28: pp. 2803-2810.
- Carter e Culp (2010). *Planning for Climate Change in the West*. Policy Focus Report, Lincoln Institute of Land Policy.
- Carter et al. (2015). *Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation*. *Progress in Planning*.



- Carvalho et al. (2014). *Climate change research and policy in Portugal*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 5: pp. 199-217.
- Castán Broto (2011). *Climate change and sustainable development perspectives in construction and planning*. Urban Studies, 48: pp. 2905-2910.
- Castan Broto e Bulkeley (2013). *A survey of urban climate change experiments in 100 cities*. Global Environmental Change, 23: pp. 92-102.
- CCDR-N e FFCT-UNL (2012). *Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos na Região Norte*.
- CEC (2011). *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions.
- CEMAT (1983). *European Regional Spatial Planning Charter*. European Conference of Ministers Responsible for Regional Planning, 19-20 May, Torremolinos.
- Chaparro e Terradas (2009). *Barcelona Ecosystem Analysis*. Ecological Services of Urban Forest in Barcelona.
- Christoff (2010). *Cold climate in Copenhagen: China and the United States at COP 15*. Environmental Politics, 19: pp. 637-56.
- Churkina (2008). *Modeling the carbon cycle of urban systems*. Ecological Modelling, 216: pp. 107-113.
- Churkina et al. (2010). *Carbon stored in human settlements: the conterminous United States*. Global Change Biology, 16: pp. 135-143.
- Comissão Europeia (1997). *The EU Compendium of Spatial Planning Systems and Policies*. Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- Comissão Europeia (2010). *Commission decision of 15 December 2010 amending decision 2006/944/EC determining the respective emission levels allocated to the community and each of its member states under the Kyoto Protocol pursuant to council decision 2002/358/EC. L 332/41*. European Commission. Official Journal of the European Union, Brussels, Belgium.
- Comissão Europeia (2011). *Energy Efficiency Plan 2011*. Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. European Commission, Brussels, Belgium.
- Cook et al. (2013). *Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature*. Environmental Research Letters, 8.
- Correia et al. (2008). *O Sequestro de Carbono em Ecossistemas de Pinhal Manso no Sul de Portugal*. Congresso Nacional sobre Alterações Climáticas. CLIMA, Lisboa, pp. 1-4.
- Cox et al. (2000). *Will carbon-cycle feedbacks accelerate global warming in the 21st century?* Nature, 408: pp. 184-187.
- Cramer et al. (2001). *Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO<sub>2</sub> and climate change: Results from six dynamic global vegetation models*. Global Change Biology, 7: 357-373.
- Davies et al. (2011). *Mapping an urban ecosystem service: quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale*. Journal of Applied Ecology, 48: pp. 1125-1134.

- Davoudi et al. Eds. (2009). *Planning for Climate Change: Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners*. London: Earthscan.
- DCLG (2007). *Planning Policy Statement: Planning and Climate Change* (Department of Communities and Local Government), Supplement to Planning Policy Statement 1. London, TSO.
- De Vries (2006). *Climate change and spatial planning below sea level: water, water and more water*, *Planning Theory and Practice*, 7: pp. 223-227
- Demuzere et al. (2014). *Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure*. *Journal of Environmental Management*, 146: pp. 107-115.
- DGOTDU (2011). *Glossário do Desenvolvimento Territorial - Conferência Europeia dos Ministros responsáveis pelo Ordenamento do Território Conselho da Europa (CEMAT)*. Tradução da versão original: *Spatial development glossary European Conference of Ministers responsible for Spatial/Regional Planning (CEMAT)*. Publicação online DGOTDU. Publicações Conselho da Europa.
- EEA (2008) European Environment Agency. *Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment*. EEA, Brussels.
- Egenhofer e Georgiev (2010). *Why the Transatlantic Alliance Climate Change Partnership Matters More Than Ever*, Brussels: CEPS.
- Escobedo et al. (2011). *Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices*. *Environmental Pollution*, 159: pp. 2078-2087.
- Farrelly et al. (2013). *Carbon sequestration and the role of biological carbon mitigation: A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21: pp. 712-727.
- Field et al. (2012). *Intergovernmental Panel on Climate Change: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Filho (2008). *Communicating climate change: challenges ahead and action needed*. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 1: pp. 6-18.
- Finnveden et al. (2009). *Recent developments in life cycle assessment*. *Journal of Environmental Management*, 91: pp. 1-21.
- Folland; et al. (2001), "Chapter 2: Observed Climate Variability and Change", *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- Friedmann (1967). *A conceptual model for the analysis of planning behavior*. *Administrative Science Quarterly*, 12: 225-252.
- Fünfgeld e Mcevoy (2012). *Resilience as a useful concept for climate change adaptation?* *Planning Theory and Practice*, 13: pp. 324-328.
- Füssel (2007). *Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons*. *Sustainability science*, 2: pp. 265-275.
- Gerard e Wilson (2009). *Environmental bonds and the challenge of long-term carbon sequestration*. *Journal of Environmental Management*, 90: pp. 1097-1105
- Giddens (2009). *The Politics of Climate Change*. Cambridge: Polity.

- Gilbert (1991). *The Ecology of Urban Habitats*. Routledge, Chapman and Hall, Incorporated.
- Gill et al. (2007). *Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure*. Built Environment, 33: pp. 115 - 133.
- Glaas e Juhola (2013). *New levels of climate adaptation policy: analyzing the institutional interplay in the Baltic Sea region*. Sustainability, 5, pp. 256 - 275.
- Gossop (2011). *Low carbon cities: an introduction to the special issue*. Cities 28: 495-497.
- Gregorio Hurtado et al. (2014). *Implications of Governance Structures in Urban Climate Action: Evidence from Italy and Spain*. BC3 Working Paper Series. Basque Centre for Climate Change (BC3). Bilbao, Spain.
- Greiving e Fleischhauer (2012). *National climate change adaptation strategies of European states from a spatial planning and development perspective*. European Planning Studies, 20: pp. 27-48.
- GTF / CMVR (2006). *Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios*.
- Gunder (2010). *Planning as the ideology of (neoliberal) space*. Planning Theory, 9: 298-314.
- Gurrán et al. (2008). *Planning for Climate Change: Leading Practice Principles and Models for Sea Change Communities in Coastal Australia*. Sydney: University of Sydney, Prepared for the National Sea Change Taskforce.
- Halsnaes (2006) Halsnaes, K. (2006). *Climate change and planning*. Planning Theory and Practice, 7: 227-230.
- Hamin (2011). *Integrating adaptation and mitigation in local climate change planning*. Em: Ingram e Hong, Eds. (2011) *Climate change and land policies*. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, pp. 122-143.
- Hamin e Gurrán (2009). *Urban form and climate change: balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia*. Habitat International, 33: pp. 238-245.
- Hansen (2010). *Modeling the future coastal zone urban development as implied by the IPCC SRES and assessing the impact from sea level rise*. Landscape and Urban Planning, 98: pp. 141-149.
- Healey et al. (1988). *Land use Planning and the Mediation of Urban Change: The British Planning System in Practice*. Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Heidrich (2016). *National climate policies across Europe and their impacts on cities strategies*. Journal of Environmental Management 168: pp. 36-45.
- Heimann e Kaminski (1999). *Inverse modelling approaches to infer surface trace gas fluxes from observed atmospheric mixing ratios, in Approaches to Scaling Trace Gas Fluxes to Ecosystems*. Elsevier Science, New York, pp. 277-295.
- Herzog et al. (2005). *Costs and economic potential*. Em: IPCC (eds.), *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*. IPCC, Geneva, Chapter 8: pp. 8-37.
- Hopkins (2001). *Urban Development: The Logic of Making Plans*. Washington: Island Press.
- Howard (2009). *Climate change mitigation and adaptation in developed nations: a critical perspective on the adaptation turn in urban climate planning*. Em: Davoudi, Crawford e Mehmood, Eds. (2009). *Planning for Climate Change: Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners*. London: Earthscan.
- Hrelja et al. (2015). *Creating transformative force? The role of spatial planning in climate change transitions towards sustainable transportation*. Journal Environmental Policy Planning, 17: pp. 617-635.

- Hughes e Benemann (1997). *Biological fossil CO2 mitigation*. Energy Conversion and Management; 38: pp. 467-73.
- Hurlimann e March (2012). *The role of spatial planning in adapting to climate change*. Wires Climate Change, 3: pp. 477-488.
- Hutrya et al. (2011). *Terrestrial carbon stocks across a gradient of urbanization: A study of the Seattle, WA region*. Global Change Biology, 17: pp. 783-797.
- Hyvonen (2007). The likely impact of elevated [CO<sub>2</sub>], nitrogen deposition, increased temperature and management on carbon sequestration in temperate and boreal forest ecosystems: a literature review. New Phytol, 173: pp. 463-480
- IEA (2002). *World energy outlook, international energy agency*.
- IGBP (1998). *Terrestrial carbon working group, the terrestrial carbon cycle: implications for the Kyoto protocol*. Science, 280: pp. 1393-1394.
- IPCC (2001). *Third assessment report - climate change 2001. The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom e New York.
- IPCC (2005). *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*. IPCC, Geneva.
- IPCC (2007). *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth*. Em: Parry, Canziani, Palutikof, van der Linden e Hanson, Eds. (2007). *Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (2012). *Glossary of terms*. Em: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge University Press, Cambridge, UK e New York, pp. 555-564.
- IPCC (2014). *Assessment Report 5, Working Group II: Mitigation of Climate Change*. Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning. Intergovernmental Panel on Climate Change Secretariat, Geneva.
- Jabareen (2013). *Planning for Countering Climate Change: Lessons from the Recent Plan of New York City - PlaNYC 2030*. International Planning Studies, 18: pp. 221-242.
- Jaffe et al. (1999). *Energy-efficient technologies and climate change policies: issues and evidence*. Climate issue brief, 19: Washington DC.
- Javellana (2012). *Buying down our carbon footprint: An econometric analysis of the impact of green pricing programs on electricity consumption in the US residential sector*. Urban Climate, 1: pp. 20-39.
- Jensen et al. (2013). *Framing climate change: new directions in Dutch and Danish planning strategies*. Planning Theory and Practice 14: pp. 233-247.
- Jim (2004). Green-space preservation and allocation for sustainable greening of compact cities. Cities, 21: pp. 311-320.
- Jo (2002). *Impacts of urban green space on offsetting carbon emissions for middle Korea*. Journal of Environmental Management, 64: pp. 115-126.
- Joos et al. (1999). *Global warming and marine carbon cycle feedbacks on future atmospheric CO<sub>2</sub>*. Science, 284: pp. 464-467.

- Joos et al. (2001). *Global warming feedbacks on terrestrial carbon uptake under the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Emission Scenarios*. *Global Biogeochemical Cycles* 15: pp. 891-907.
- Kändler et al. (2011). *How much carbon is stored by urban Trees – A case study from the city of Karlsruhe*. *FVA-Einblick*, 2: 7-10.
- Karlsson et al. (2012). *The legitimacy of leadership in international climate change negotiations*. *Ambio* 41: pp. 46-55.
- Keeling et al. (1996). *Global and hemispheric CO2 sinks deduced from changes in atmospheric O2 concentration*. *Nature*, 381: pp. 218-221.
- Kelemen (2010) *Globalizing European Union environmental policy*. *Journal of European Public Policy* 17: pp. 335-349.
- Kellett et al. (2013). *A systems approach to carbon cycling and emissions modeling at an urban neighborhood scale*. *Landscape and Urban Planning* 110: pp. 48-58.
- Kern e Alber (2008). *Governing Climate Change in Cities. Modes of Urban Climate*. *Governance in Multi-level Systems*. Em: OECD, 2008. *Competitive Cities and Climate Change*. OECD Conference 737 Proceedings, Milan, Italy, 9-10 October, 2008.
- Kim et al (2008). *Permanence discounting for land-based carbon sequestration*. *Ecological Economics*, 64: pp. 763-769.
- Kithiia (2010). *An integrated city level planning process to address the impacts of climate change in Kenya – The case of Mombasa*. *Cities*.
- Klein et al. (2007). *Inter-relationships between adaptation and mitigation*. Em: IPCC, Eds. *Climate change 2007: climate change impacts, adaptation, and vulnerability*. Chapter 18. Cambridge University Press, Cambridge
- Konijnendijk et al. (2006). *Defining urban forestry - A comparative perspective of North America and Europe*. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4: pp. 93-103.
- Lacasta e Barata (1999). *O Protocolo de Quioto sobre as alterações climáticas: Análise e perspectivas*. Working Paper, 1/98: pp. 23.
- Lal e Augustine (2012). *Carbon Sequestration in Urban Ecosystems*. Springer, New York, pp. 385.
- Laukkonen et al. (2009). *Combining climate change adaptation and mitigation measures at the local level*. *Habitat International* 33: 287-292.
- Launius (2011). *Climate Change and Spaceflight: An Historiographical Review*. *Climate Change*, 2: pp. 412-427.
- Le Galés (2002). *European cities: Social Conflicts and Governance*. Oxford University Press, Oxford.
- Leck e Simon (2013). *Fostering Multiscalar collaboration and co-operation for effective Governance of climate change adaptation*. *Urban Studies*, 50: pp. 1221-1238.
- Low et al. (2005). *The Green City: Sustainable Homes Sustainable Suburbs*. Sydney: University of New South Wales Press.
- Mahlman (1997). *Uncertainties in Projections of Human-Caused Climate Warming*. *Science*, 278: pp. 1416-1417.
- Maione et al. (2015). *Air quality and climate change Designing new win-win policies for Europe*. *Environmental Science Policy*.

- Malhi et al. (1999). *The Carbon Balance of Tropical, Temperate and Boreal Forests*. Plant, Cell and Environment, 22: pp. 715-740
- Mann et al. (1999). *Northern Hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties, and limitations*. Geophysical Research Letters, 26: 759-762.
- Mann et al. (1998). *Global-Scale Temperature Patterns and Climate Forcing Over the Past Six Centuries*. Nature, 392: pp. 779-787.
- McGuire et al. (2001). *Carbon balance of the terrestrial biosphere in the Twentieth Century: Analyses of CO<sub>2</sub>, climate and land use effects with four process-based ecosystem models*. Global Biogeochemical Cycles, 15: pp. 183-206.
- McIntyre e McKittrick (2003). *Corrections to the Mann et al. (1998) Proxy Data Base and Northern Hemispheric Average Temperature Series*. Energy and Environment, 14.
- McIntyre e McKittrick (2005). *Hockey sticks, principal components, and spurious significance*. Geophysical Research Letters, 32.
- Measham et al. (2011). *Adapting to climate change through local municipal planning: barriers and challenges*. Mitigation and Adaptation Strategies of Global Change, 16: pp. 889 - 909.
- Meijer et al. (2011). *A next step for sustainable urban design in the Netherlands*. Cities: 28, pp. 536-544.
- Meyer et al. (1999). *The substitution of high-resolution terrestrial biosphere models and carbon sequestration in response to changing CO<sub>2</sub> and climate*. Global Biogeochemical Cycles, 13: pp. 785-802.
- Michaelowa (2015). *Opportunities for and Alternatives to Global Climate Regimes Post-Kyoto*. Annual Review of Environment and Resources 40: pp. 395-417.
- Millard-Ball (2012). *Do city climate plans reduce emissions?* Journal of urban economics, 71: pp. 289-311.
- Minoia et al. (2009). *An assessment of the principle of subsidiarity in urban planning to face climate change: The case of Martellago, Venice Province*. International Journal of Climate Change Strategies and Management, 1: pp. 63-74.
- Moser (2010). *Now more than ever: The need for more societally relevant research on vulnerability and adaptation to climate change*. Applied Geography, 30: pp. 464-474.
- Mota et al. (2005). *Estratégia Nacional Para o Desenvolvimento Sustentável - ENDS 2005/2015*. Em: [www.infoeuropa.euroid.pt](http://www.infoeuropa.euroid.pt)
- Niemela et al. (2010). *Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: A Finland case study*. Biodiversity and Conservation, 19: pp. 3225-3243.
- (1993). *Atmospheric carbon-reduction by urban trees*. Journal of Environmental Management, 37: pp. 207-217.
- Nowak e Crane (2002). *Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA*. Environmental Pollution, 116: pp. 381-389.
- Nowak e Greenfield (2012). *Tree and impervious cover change in U.S. cities*. Urban Forestry and Urban Greening, 11: pp. 21-30.
- Nowak et al. (2002). *Effects of urban tree management and species selection on atmospheric carbon dioxide*. Journal of Arboriculture, 28: pp. 113-122.

- Nowak et al. (2013). *Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States*. Environmental Pollution 178: pp. 229-236.
- Oberthür (2011). *Global climate governance after Cancun: options for EU leadership*. The International Spectator, 46: pp. 5-13.
- OCDE (2014). *Policy Perspective: Cities and climate change - National governments enabling local action*. OECD Publishing, Paris.
- Olazabal et al. (2014). *How are Italian and Spanish cities tackling climate change? A local comparative study*. Basque Centre for Climate Change.
- O'Neill e Scott (2011). *Policy and Planning Brief*. Planning Theory and Practice 12: pp. 312-317.
- Otto-Zimmermann (2002). *Local Action 21: Motto-mandate-movement in the post-Johannesburg decade*. Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability, 7: pp. 465-469.
- Paloheimo e Salmi (2013). *Evaluating the carbon emissions of the low carbon city: A novel approach for consumer based allocation*. Cities, 30: pp. 233-239.
- Parker et al. (2012). *Fragmented climate change leadership. Making sense of the ambiguous COP-15 outcome*. Environmental Politics, 21: pp. 268-86.
- Parry et al. (2007). *Climate change 2007: Impacts adaptation and vulnerability*. Em: *Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pataki et al. (2011). *Coupling biogeochemical cycles in urban environments: Ecosystem services, green solutions, and misconceptions*. Frontiers in Ecology and the Environment, 9: pp. 27 - 36.
- Pauleit e Duhme (2000). *Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning*. Landscape and Urban Planning, 52: pp. 1-20.
- Pereira (2011). *Eficiência energética no sector dos transportes rodoviários: metodologia para quantificação do excesso de energia consumida devido ao factor comportamental na condução de veículos automóveis ligeiros*. Dissertação de Mestrado em Energia e Bioenergia, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Picketts et al. (2013). *Incorporating climate change adaptation into local plans*. Journal of Environmental Planning and Management, pp. 1-19.
- Pielke (1998). *Rethinking the Role of Adaptation in Climate Policy*. Global Environmental Change 8: pp. 159-170.
- Pincetl (2005). *The reinvention of public green space*. Urban Geography, 26: pp. 365-384.
- Pizarro (2009). *Urban form and climate change: towards appropriate development patterns to mitigate and adapt to global warming*. Em: Davoudi, Crawford e Mehmood, Eds. *Planning for Climate Change: Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners*. London: Earthscan, pp. 33 - 45.
- Prentice et al. (2000). *The carbon balance of the terrestrial biosphere: Ecosystem models and atmospheric observations*. Ecology Applied, 10: pp. 1553 - 1573.
- Priemus e Davoudi (2012). *Introduction to the special issue*. European Planning Studies, 20: 1-6.

- Qi (2011). *The rise of BASIC in UN climate change negotiations*. South African Journal of International Affairs, 18: pp. 295-318.
- Rajagopal et al. (2007). *Review of environmental, economic and policy aspects of biofuels*. Berkeley: University of California.
- Rannow et al. (2010). *Potential impacts of climate change in Germany - Identifying regional priorities for adaptation activities in spatial planning*. Landscape and Urban Planning, 98: pp. 160-171.
- Rayner e Jordan (2013). *The European Union: the polycentric climate policy leader?* Wiley Interdisciplinary reviews: Climate Change, 4: 75-90.
- Rayner et al. (1999). *Reconstructing the recent carbon cycle from atmospheric CO<sub>2</sub> from 13C and O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> observations*. Tellus, Serie B, 51: 213-232.
- Reckien et al. (2014). *Climate change response in Europe: what's the reality? Analysis of adaptation and mitigation plans from 200 urban areas in 11 Countries*. Climatic Change, 122: pp. 331-340.
- Ringleb e Wiggins (1990). *Liability and large scale, long-term hazards*. Journal of Political Economy, 98: pp. 574-595.
- Robinson (1965). *Beyond the Middle-Range Planning Bridge*. Journal of the American Institute of Planners, 31: pp. 304-12.
- Robinson et al. (2006). *Climate change and sustainable development: realizing the opportunity*. Ambio, 35: pp. 2-8.
- Rodriguez-Entreña et al. (2012). *Evaluating the demand for carbon sequestration in olive grove soils as a strategy toward mitigating climate change*. Journal of Environmental Management, 112: pp. 368-376.
- Roggema (2013). *Dutch and Australian Planning Regimes: Are They Ready to Face Extreme Climate Impacts?* European Planning Studies, pp. 1 - 27.
- Roggema et al (2012). *Towards a spatial planning framework for climate adaptation*. Smart and Sustainable Built Environment, 1: pp. 29-58.
- Romero-Lankao (2012). *Governing Carbon and Climate in the Cities: An Overview of Policy and Planning Challenges and Options*. European Planning Studies, 20: pp. 7-26.
- Rosenzweig et al (2011). *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. New York: Cambridge University Press.
- Rowntree e Nowak (1991). *Quantifying the role of urban forests in removing atmospheric carbon dioxide*. Journal of Arboriculture, 17: pp. 269-275.
- Rueda (2002). *Barcelona, ciudad mediterránea, compacta y compleja: una visión de futuro más sostenible*. Barcelona: Ayuntamiento de Barcelona e Agència d'Ecologia Urbana.
- Ruprecht Consult (2006). *Evaluation of Integrated Coastal Zone Management in Europe - Final Report*. Cologne: Ruprecht Consult.
- Ruth e Rong (2006). *Research themes and challenges*. Em: Ruth (Ed.) *Smart Growth and Climate Change*. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 9-61.



- Saavedra e Budd (2009). *Climate change and environmental planning: working to build community resilience and adaptive capacity in Washington State, USA*. Habitat International, 33: pp. 246-252.
- Sarmiento e Le Quéré (1996). *Oceanic carbon dioxide uptake in a model of century-scale global warming*. Science, 274: 1346-1350.
- Satterthwaite et al. (2007). *Adapting to climate change in urban areas: the possibilities and constraints in low and middle-income nations*. London, UK: IIED, Human Settlements Discussion Paper Series - Climate Change and Cities.
- Schimel et al. (2001). *Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems*. Nature, 414: pp. 169-172.
- Schively, (2007). *Siting geologic sequestration: problem and prospects*. Em: Wilson e Gerard (Eds.). *Carbon Capture and Sequestration Integrating Technology, Monitoring, Regulation*. Blackwell Academic, Ames, IA, pp. 223-241.
- Schmidt (2007). País (In)sustentável: Ambiente e Qualidade de Vida em Portugal. Lisboa: Esfera do Caos, 2007.
- Schmidt e Prista (2010). *Changement climatique, eau et société*. Grande Europe. Dossier: Face aux désordres climatiques, 19: pp. 49-57.
- Schmidt et al. (2012). *Alterações Climáticas, Sociais e Políticas em Portugal: Processos de Governança num Litoral em Risco*. Ambiente e Sociedade, pp. 23-40.
- Seelig (2011). *A master plan for low carbon and resilient housing: The 35ha area in Hashtgerd New Town, Iran*. Cities, 28: 545-556.
- Shogren et al. (1993). *Limits to environmental bonds*. Ecological Economics, 8: pp. 109-133.
- Silva (2010). *Balanço de Dióxido de Carbono em Áreas Urbanas: Emissão e Sequestro*. Dissertação de Mestrado da Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento.
- Silva et al. (2012). *A systems approach to meeting the challenges of urban climate change*. International Journal of Urban & Sustainable Development, 4: pp. 125-145.
- Sjur Kasa et al. (2012). *Central government ambitions and local commitment: climate mitigation initiatives in four municipalities in Norway and Sweden*. Journal of Environmental Planning and Management 55: pp. 211-228.
- Smith e Shugart (1993). *The transient response of terrestrial carbon storage to a perturbed climate*. Nature, 361: pp. 523-526.
- Solà et al. (2007). *Service sector metabolism: Accounting for energy impacts of the Montjuïc urban park in Barcelona*. Journal of Industrial Ecology, 11: pp. 83-98.
- Ståhls et al. (2011). *Impacts of international trade on carbon flows of forest industry in Finland*. Journal of Cleaner Production, 19: pp. 1842-1848.
- Stern (2006). *What is the Economics of Climate Change?* World Economics, 7.
- Stern (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.
- Stern e Taylor (2007). *Climate Change: Risk, Ethics, and the Stern Review*. Policy Forum, Economics, 317.
- Stone et al. (2012). *Managing climate change in cities: Will climate action plans work?* Landscape and Urban Planning, 107: pp. 263-271.

- Storch e Downes (2011). *A scenario-based approach to assess Ho Chi Minh City's urban development strategies against the impact of climate change*. *Cities*, 28: pp. 517-526.
- Strohbach e Haase (2012). *Above-ground carbon storage by urban trees in Leipzig, Germany: Analysis of patterns in a European city*. *Landscape and Urban Planning*, 104: pp. 95-104.
- Strohbach et al. (2012). *The carbon footprint of urban green space - A life cycle approach*. *Landscape and Urban Planning*, 104: pp. 220-229.
- Sugar et al. (2013). *Synergies between climate change adaptation and mitigation in development: Case studies of Amman, Jakarta, and Dar es Salaam*. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 5: pp. 95-111.
- Swart et al. (2009). *Europe adapts to climate change. Comparing national adaptation strategies*. PEER Report N.º 1. Partnership for European Environmental Research, Helsinki.
- Tang et al. (2010). *Moving from agenda to action: evaluating local climate change action plans*. *Journal of Environmental Planning and Management*, 53: pp. 41-62.
- Tans et al. (1990). *Observational constraints on the global atmospheric carbon dioxide budget*. *Science*, 247: pp. 1431-1438.
- Taylor N., 1998. *Urban Planning Theory Since 1945*. London: Sage.
- Thorpe (2009). *United Kingdom: Cities and Climate Change*. Em: *Green Cities, New Approaches to Confronting Climate Change - OCDE Workshop Proceedings*, Las Palmas de Gran Canaria, Spain.
- Torres e Pinho (2011). *Encouraging low carbon policies through a Local Emissions Trading Scheme (LETS)*. *Cities*, 28: pp. 576-582.
- Tratalos et al. (2007). *Urban form, biodiversity potential and ecosystem services*. *Landscape and Urban Planning*, 83: pp. 308-317.
- Tukker (2000). *Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment*. *Environmental Impact Assessment Review*, 20: pp. 435-456.
- Tzoulas et al. (2007). *Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review*. *Landscape and Urban Planning*, 81: pp. 167-178.
- UNEP (2007a). *GEO-4: Global Environmental Outlook Report 4*. Earthscan Publications Ltd., London.
- UNEP (2007b). *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change*. UNEP. Em: [www.unep.org](http://www.unep.org).
- UNFCCC (1998). *Report of the conference of the parties on its third session, held in Kyoto from December 1 to 11, 1997*. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany.
- United Nations (1992). *The United Nations Framework Convention on Climate Change*. United Nations, New York, USA.
- Van Assche et al. (2013). *Co-evolutions of planning and design: Risks and benefits of design perspectives in planning systems*. *Planning Theory*, 12: pp. 177-198.
- van Roon (2012). *Wetlands in The Netherlands and New Zealand: optimising biodiversity and carbon sequestration during urbanisation*. *Journal of Environmental Management*, 101: pp. 143-150.

- Van Schaik e Schunz (2012). *Explaining EU activism and impact in global climate politics: is the EU a norm or interest-driven actor?* Journal of Common Market Studies, 50: pp. 169-186.
- Velasco et al. (2016). *Does urban vegetation enhance carbon sequestration?* Landscape and Urban Planning, 148: pp. 99-107.
- Verhoef e Nijkamp (2002). *Externalities in urban sustainability environmental versus localization-type agglomeration externalities in a general spatial equilibrium model of a single-sector monocentric industrial city.* Ecological Economics, 40: pp. 157-179.
- Viguie e Hallegate (2012). *Trade-offs and synergies in urban climate policies.* Nature Climate Change, Nature Publishing Group 2: pp. 334-337.
- Villarroel Walker et al. (2014). *The energy-water-food nexus: strategic analysis of technologies for transforming the urban metabolism.* Journal of Environmental Management, 141: pp. 104-115.
- von Storch et al. (2004). *Reconstructing past climate from noisy data.* Science, 306: pp. 679-682.
- Wheeler (2004). *Planning for Sustainability: Creating Livable, Equitable and Ecological Communities.* Milton Park, Oxon: Routledge.
- Wheeler (2008). *State and municipal climate change plans: The first generation.* Journal of the American Planning Association, 74: pp. 481-496.
- Wheeler (2012). *Spatial Planning and Climate Change.* Housing Studies, 27: pp. 157-158.
- Wilson (2006). *Adapting to climate change at the local level: the spatial planning response.* Local Environment, 11: pp. 609-625.
- Wilson e Piper (2010). *Spatial Planning and Climate Change.* London, Routledge.
- Wu (2012). *Sino-Indian climate cooperation: implications for the international climate change regime.* Journal of Contemporary China, 21: pp. 827-843.
- Zanon e Verones (2013). *Climate change, urban energy and planning practices: Italian experiences of innovation in land management tools.* Land Use Policy, 32: pp. 343-355.
- Zhao et al. (2010). *Impacts of urban forests on offsetting carbon emissions from industrial energy use in Hangzhou, China.* Journal of Environmental Management, 91: pp. 807-813.
- Zheng et al. (2013). *Assessing net carbon sequestration on urban and community forests of northern New England, USA.* Urban Forestry and Urban Greening, 12: pp. 61-68.

### **Páginas web consultadas**

[www.apa.pt](http://www.apa.pt)

[www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt)

[www.asf.com.pt](http://www.asf.com.pt)

[www.berkeleyearth.org](http://www.berkeleyearth.org)

[www.climadapt-local.pt](http://www.climadapt-local.pt)

[www.cm-vilarea.pt](http://www.cm-vilarea.pt)

[www.coe.int](http://www.coe.int)

[www.dgterritorio.pt](http://www.dgterritorio.pt)

[www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)

[www.edp.pt](http://www.edp.pt)

[www.ibiochange.mncn.csic.es](http://www.ibiochange.mncn.csic.es)

[www.iclei-europe.org](http://www.iclei-europe.org)

[www.ine.pt](http://www.ine.pt)

[www.infoeuropa.euroid.pt](http://www.infoeuropa.euroid.pt)

[www.itreetools.org](http://www.itreetools.org)

[www.unep.org](http://www.unep.org)

## **ANEXOS**



**ANEXO I** – Quadro com as principais medidas definidas pelo acordo de Paris, em 2015, de acordo com a decisão 1/CP.21.

O Acordo de Paris foi adotado através de decisão 1/CP.21, tendo definido como principais aspetos:

- Objetivo de temperatura a longo prazo (artigo 2.º);
- Mitigação (artigo 4.º), estabelecendo compromissos vinculativos a todas as Partes, para preparar, comunicar e manter uma contribuição determinada a nível nacional (NDC, sigla em inglês) e de prosseguir medidas internas para os alcançar;
- Encorajar o armazenamento e reserva de Carbono (artigo 5.º), pela conservação e aumento dos reservatórios de GEE, como as florestas;
- Cooperação voluntária / Abordagem de mercado e não-mercado (artigo 6.º). Reconhece a possibilidade de uma cooperação voluntária entre as Partes para uma maior ambição, e estabelece princípios (integridade ambiental, transparência e cooperação internacional), que envolve transferências internacionais de resultados de mitigação;
- (Artigo 7.º) Objetivo global em matéria de adaptação. Reforço da capacidade de adaptação, reforço da resiliência e redução da vulnerabilidade das alterações climáticas. Todas as Partes devem participar no planeamento de adaptação e devem apresentar e atualizar periodicamente uma comunicação de adaptação sobre as suas prioridades, implementação e necessidades de apoio, planos e ações;
- Perdas e Danos (artigo 8.º) O acordo reforça o mecanismo internacional de perda e danos de Varsóvia, que desenvolverá abordagens para ajudar os países vulneráveis a lidar com os efeitos adversos das alterações climáticas;
- Financiamento, tecnologia, e apoio à criação de capacidades (artigos 9.º, 10.º e 11.º). Reafirma as obrigações dos países desenvolvidos de apoiarem os esforços dos países em desenvolvimento para construir futuros limpos e resilientes ao clima. Prevê que o Mecanismo Financeiro da Convenção, incluindo o Fundo Verde para o Clima (GCF, sigla em inglês), servirá o acordo. A cooperação internacional em matéria de desenvolvimento tecnológico e de transferência de tecnologias que não prejudicam o clima e o reforço das capacidades nos países em desenvolvimento são igualmente reforçadas;
- Educação, formação, e sensibilização pública das alterações climáticas, assim como a participação do público e o acesso à informação (artigo 12.º) serão reforçados;
- Transparência (artigo 13.º) baseia-se num sólido sistema de transparência e de contabilidade para clarificar a ação e o apoio das Partes, com flexibilidade para as suas diferentes capacidades das Partes. Além de relatar informações sobre mitigação, adaptação e apoio, o acordo exige que as informações apresentadas por cada Parte sejam submetidas a uma revisão internacional;
- Conteúdo global (artigo 14.º) refere-se a uma avaliação global a realizar em 2023 e de 5 em 5 anos, avaliará o progresso coletivo no sentido de cumprir o objetivo do Acordo de forma abrangente e facilitadora.





**ANEXO II – a)** Layout da aplicação i-Tree Canopy, Fonte: [www.itreetools.org](http://www.itreetools.org). O passo 1 refere-se à definição do limite da área a analisar, no passo 2 definem-se as classes e início do levantamento de informação. **b)** Quadro de resultados obtidos com a aplicação i-Tree Canopy. Canopy revela ainda valores para outros GEE. Além do valor sequestrado e armazenado, evidenciam o valor monetário associado aos benefícios ambientais.

**i-Tree Canopy v6.1** Home i-Tree Feedback

Estimate tree cover and tree benefits for a given area with a random sampling process that lets you easily classify ground cover types.

**Start using i-Tree Canopy:**

**Step 1** [Load ESRI Shapefile](#) or [Define Project Area](#)

**Step 2** [Configure and Begin Your Survey](#)

**Been here before?**

Already started an i-Tree Canopy survey?  
Load it here and resume your work.

[Load Previous i-Tree Canopy Survey](#)

Want to compare a completed i-Tree Canopy project to Google Earth historical imagery?  
[Load Previous i-Tree Canopy Project for Change Survey](#)

**Would you like to learn more?**

[Video Learning Resources](#) [Try Our Sample Project](#)

- With i-Tree Canopy, you review Google Maps aerial photography at random points to conduct a cover assessment within a defined project area.
- You draw your project area boundaries right onto Google Maps or you load an ESRI polygon shapefile in latitude/longitude coordinates.
- i-Tree Canopy randomly generates sample points and zooms to each one so you can choose from your pre-defined list of cover types for that spot.
- 500-1000 survey points are suggested; the more points you complete, the better your cover estimate for your study area.
- If estimating tree cover, tree benefits can also be estimated.
- Recommended web browsers: Mozilla Firefox or Google Chrome
- [Learn how i-Tree Canopy works.](#)

Logos: UAS, DAVEY, Arbor Day Foundation, SMA ARBORISTS, ISA, Casey Trees

#### Tree Benefit Estimates

Abbr.	Benefit Description	Value	±SE	Amount	±SE
CO	Carbon Monoxide removed annually	\$1,563.20	±39.84	16.67 t	±0.42
NO2	Nitrogen Dioxide removed annually	\$2,691.24	±68.58	90.89 t	±2.32
O3	Ozone removed annually	\$140,154.38	±3,571.67	905.18 t	±23.07
PM2.5	Particulate Matter less than 2.5 microns removed annually	\$289,724.78	±7,383.30	43.98 t	±1.12
SO2	Sulfur Dioxide removed annually	\$470.37	±11.99	57.27 t	±1.46
PM10*	Particulate Matter greater than 2.5 microns and less than 10 microns removed annually	\$101,748.47	±2,592.94	303.20 t	±7.73
CO2seq	Carbon Dioxide sequestered annually in trees	\$3,947,907.23	±100,607.77	184.31 kt	±4.70
CO2stor	Carbon Dioxide stored in trees (Note: this benefit is not an annual rate)	\$99,539,039.69	±2,536,635.37	4.65 Mt	±0.00

*i-Tree Canopy Annual Tree Benefit Estimates based on these values in g/m<sup>2</sup>/yr and \$/t/yr: CO 0.101 @ \$93.79 | NO2 0.551 @ \$29.61 | O3 5.489 @ \$154.84 | PM2.5 0.267 @ \$6,587.05 | SO2 0.347 @ \$8.21 | PM10\* 1.838 @ \$335.58 | CO2seq 1,117.578 @ \$21.42 | CO2stor is a total biomass amount of 28,177.630 @ \$21.42*

*Note: Standard errors of removal amounts and benefits were calculated based on standard errors of sampled and classified points.*

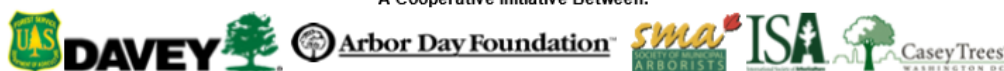
#### About i-Tree Canopy

The concept and prototype of this program were developed by David J. Nowak, Jeffery T. Walton and Eric J. Greenfield (USDA Forest Service). The current version of this program was developed and adapted to i-Tree by David Ellingsworth, Mike Binkley, and Scott Maco (The Davey Tree Expert Company).

#### Limitations of i-Tree Canopy

The accuracy of the analysis depends upon the ability of the user to correctly classify each point into its correct class. As the number of points increase, the precision of the estimate will increase as the standard error of the estimate will decrease. If too few points are classified, the standard error will be too high to have any real certainty of the estimate.

A Cooperative Initiative Between:



[www.itreetools.org](http://www.itreetools.org)



**ANEXO III – a)** Planta dos alojamentos, T2 e T3, com indicação da área útil de cada tipologia, presentes nos loteamentos. Sem escala definida. **b)** Planta das áreas de comércio e serviços, com indicação da área útil de cada um dos edifícios, presentes nos loteamentos. Sem escala definida.

