DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS TERRITORIAIS DE BAIXO CONSUMO ENERGÉTICO E BAIXO CARBONO. UMA PERSPECTIVA DE INVESTIGAÇÃO APLICADA ÀS METODOLOGIAS DE ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS PLANOS DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Vítor Campos [1] e Joana Mourão [2]

[1] LNEC, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, vcampos@lnec.pt

[2] LNEC, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, jmourao@lnec.pt

Palavras-chave: Gestão territorial; Planos de ordenamento do território; Avaliação; Avaliação ambiental; Avaliação de impacte territorial; Eficiência energética; Baixo carbono; Alterações climáticas.

1. INTRODUÇÃO

O território português enfrenta significativos desafios de eficiência e sustentabilidade. As profundas alterações do modelo de organização do território nacional ocorridas ao longo do último século, predominantemente suportadas na mobilidade rodoviária e, na sua maior parte, não planeadas, produziram um sistema territorial de baixa eficiência energética e baixa resiliência aos efeitos das dinâmicas climáticas.

O funcionamento das nossas cidades depende, em grau elevado, de fontes de energia baseadas em combustíveis fósseis e gera quantidades elevadas de gases com efeito de estufa (GEE). O nosso parque edificado tem uma baixa eficiência energética global, em especial no que respeita aos consumos relacionados com a climatização: "*as construções urbanas e suburbanas dos últimos cinquenta anos … comportam-se pior que o clima, mais frias no Inverno e mais quentes no Verão*" (FERNANDES, 2008). O padrão de distribuição espacial das actividades é gerador de grande número de deslocações com elevada incidência no transporte individual e o desenvolvimento desregrado das áreas urbanizadas penaliza a eficiência dos sistemas de transportes públicos e de infraestruturas e equipamentos urbanos, agravando a factura energética e as emissões de GEE, em particular de CO_2 (PNPOT, 2007). A ruptura de vários equilíbrios dos sistemas naturais fundamentais tornou as nossas cidades pouco resilientes aos fenómenos climáticos extremos, situação que se perfila como crítica face aos impactes potenciais das dinâmicas climáticas globais no território europeu (ESPON, 2012). Esta situação de grande vulnerabilidade é aliás periodicamente demonstrada na prática sempre que a pluviosidade ou a temperatura atingem valores fora do normal.

O objectivo de maior eficiência energética e menor intensidade carbónica de toda a sociedade portuguesa não é apenas um compromisso a que Portugal está vinculado no quadro dos acordos internacionais de que é signatário, é um imperativo do qual depende, em última análise, a prosperidade e a qualidade de vida das nossas gerações actuais e futuras. Esse objectivo não será todavia atingido se continuarmos apenas a intervir do lado da oferta energética, mantendo os actuais padrões de distribuição e consumo. Ele só será realidade se, simultaneamente com o reforço dos vectores renovável e endógeno da produção, formos capazes de tornar o nosso território globalmente mais ordenado, prestando uma atenção particular à sua eficiência energética e à sua resiliência e capacidade de mitigação dos efeitos das dinâmicas climáticas globais (DGOTDU, 2011).

A integração das metodologias e dos critérios de avaliação das emissões de $CO_{2\text{-e}}$ na elaboração e avaliação ambiental dos planos de ordenamento do território constitui uma plataforma muito adequada para sustentar estratégias de desenvolvimento territorial e urbano orientadas para a regulação dos consumos e, por essa via, concretizar os objectivos políticos de sustentabilidade ambiental e energética e de resiliência aos efeitos climáticos, contribuindo simultaneamente para melhorar as práticas de gestão territorial e a qualidade geral dos planos de ordenamento do território. A presente comunicação parte do reconhecimento das actuais

insuficiências do nosso sistema territorial para fazer face aos desafios energéticos e às dinâmicas climáticas e aponta linhas de investigação a desenvolver no próximo futuro, capitalizando os conhecimentos resultantes da actividade de investigação prosseguida anteriormente no LNEC sobre sustentabilidade energético-climática urbana e cruzando esta vertente com as metodologias de avaliação ambiental aplicadas à gestão dos sistemas urbanos e territoriais.

2. A GESTÃO TERRITORIAL FACE AOS DESAFIOS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DA DINÂMICA CLIMÁTICA

2.1. Enquadramento estratégico e programático

As alterações climáticas têm vindo a ser identificadas como uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas que o planeta e a humanidade enfrentam na actualidade (PCM, 2010). Os resultados dos estudos cientíifícos realizados ao longo de várias décadas e a percepção dos efeitos das alterações climáticas sobre a organização e o funcionamento das sociedades humanas trouxeram o tema para um lugar de crescente destaque no debate público e na agenda política internacional e europeia e, subsequentemente, também na nacional.

Neste processo tem sido progressivamente reconhecida a contribuição importante que a gestão territorial, enquanto instrumento de coordenação e integração espacial das diferentes políticas sectoriais, pode dar na redução das vulnerabilidades dos territórios aos efeitos das dinâmicas climáticas, quer através de medidas de mitigação, focadas no aumento da eficiência energética global e na redução das emissões de GEE, quer através de medidas de adaptação, dirigidas à redução da exposição ao risco e ao reforço da resiliência dos sistemas territoriais perante a ocorrência de acidentes mais ou menos graves.

Na Agenda Territorial da União Europeia, aprovada em 2007, em Leipzig, pelos ministros responsáveis pelo ordenamento do território dos Estados Membros, as alterações climáticas foram apontadas como um dos seis grandes desafios que se colocam ao desenvolvimento territorial sustentado da União (INFORMAL MINISTERIAL MEETING ON URBAN DEVELOPMENT AND TERRITORIAL COHESION, 2007). Na versão revista deste documento de orientação política intergovernamental, renomeada Agenda Territorial 2020, aprovada em 2011 em Gödöllö, as alterações climáticas e os riscos ambientais continuam a ser apontados entre os grandes desafios territoriais mas passaram a ser também encarados como oportunidades de desenvolvimento territorial (INFORMAL MINISTERIAL MEETING OF MINISTERS RESPONSIBLE FOR SPATIAL PLANNING AND TERRITORIAL DEVELOPMENT, 2011). Se, por um lado, se continua a reconhecer que os potenciais impactes das alterações climáticas serão diversificados no território europeu, criando situações de diferente vulnerabilidade entre países e regiões, por outro lado considera-se que eles constituem uma oportunidade para, mediante a adopção de adequadas medidas de adaptação e mitigação, fazer evoluir as sociedades europeias no sentido da redução das emissões de $CO_{2\text{-e}}$, criando dessa forma novas condições de desenvolvimento territorial, nomeadamente em domínios como a agricultura, a produção energética com base em fontes renováveis e a economia verde.

Em 2009, o Livro Branco da Comissão Europeia com o título "*Adapting to climate change: Towards a European framework for action*" (CE, 2009), também relacionou explicitamente as alterações climáticas e o desenvolvimento territorial da União, advogando uma resposta concertada e planeada para essa ameaça e reconhecendo a necessidade de mais informação e melhor conhecimento de base científica e também a natureza regionalmente diferenciada dos efeitos esperados.

A Estratégia Europa 2020 (CE, 2010), que estabelece uma visão para o desenvolvimento da economia da União Europeia para a próxima década organizada em 3 vectores (economia inteligente, sustentável e inclusiva), fixa cinco grandes objectivos de desenvolvimento, com metas quantificadas a atingir no final da década. Um desses objectivos diz respeito à energia e às alterações climáticas, preconizando-se a chamada meta 20/20/20: que em 2020, relativamente aos níveis de 1990, as emissões de GEE sejam reduzidas em 20% (e, se as condições o permitirem, em 30%), que 20% da energia seja obtida através de fontes renováveis e que a eficiência energética aumente 20%.

No âmbito nacional, ao longo da primeira década do século foram também elaborados e adoptados vários documentos estratégicos e programáticos que visam objectivos de eficiência energética e de redução da vulnerabilidade do território nacional aos efeitos das alterações climáticas. Passamos seguidamente em revista aqueles que se relacionam mais directamente com a gestão territorial, omitindo deliberadamente os que respeitam a políticas sectoriais (por exemplo, a certificação energética de edifícios). Essa omissão não deve ser, todavia, interpretada como desvalorização do contributo que as medidas sectoriais dão para a resolução do problema global que estamos a tratar.

Em 2006, o Governo aprovou um Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) (PCM, 2006), o qual remete expressamente para os compromissos assumidos por Portugal no âmbito do Protocolo de Quioto e do Acordo de Partilha de Responsabilidades da União Europeia em matéria de emissão de GEE, através dos quais o país se compromete, no período 2008-2012, a limitar o aumento das suas emissões de GEE em 27% sobre o valor verificado em 1990. O PNAC contém um conjunto de políticas e medidas sectoriais para aproximar a situação nacional dos compromissos internacionais. Entre esses sectores estão dois que são muito relevantes para a gestão territorial: os transportes e o sector residencial.

Em 2007, a Assembleia da República aprovou o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT, 2007), peça-chave do nosso sistema de gestão territorial. Com base no diagnóstico do estado do ordenamento do território nacional e das dinâmicas que deverão determinar o seu desenvolvimento até 2025, o PNPOT estabelece uma visão e o modelo territorial, a concretizar através da execução de um Programa de Acção, constituído por um conjunto articulado de 6 objectivos estratégicos, 36 objectivos específicos e 192 medidas prioritárias.

Dentro do Objectivo Estratégico 1, dirigido à utilização sustentável dos recursos energéticos e geológicos e à monitorização, prevenção e minimização dos riscos, o Objectivo Específico 1.9 determina a execução da Estratégia Nacional de Energia (ENE) e a prossecução de uma política sustentada para as alterações climáticas. No domínio das utilizações da energia é dada prioridade expressa "às tecnologias de edificação e aos modos de transporte que permitam poupar energia e reduzir as emissões de GEE, contribuindo para combater … o problema global das alterações climáticas".

Em 2008, na sequência da entrada em vigor de uma directiva comunitária relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos (Directiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril), que estabeleceu para os Estados Membros a obrigação de publicarem um plano de acção para a eficiência energética, estabelecendo metas iguais ou superiores a 1 % de poupança de energia por ano até 2016, o Governo aprovou o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética — Portugal Eficiência 2015 (PNAEE). O PNAEE concretiza a ENE (aprovada em 2005) e contém um conjunto alargado de programas e medidas considerados fundamentais para que Portugal possa alcançar os objectivos fixados no âmbito da referida directiva.

Em 2010, o Governo aprovou uma nova Estratégia Nacional para a Energia, a ENE 2020 (PCM, 2010a). A ENE 2020 acolhe e integra a política de promoção das energias renováveis desenvolvida nos anos anteriores e visa criar o enquadramento para a aprovação de um Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis e para a revisão do PNAEE. As opções de política energética assumidas na ENE 2020 visam, nomeadamente, diminuir a dependência energética do exterior e reduzir as emissões de GEE, promover a utilização de tecnologias mais eficientes na produção, transmissão e consumo de energia, a gestão mais eficaz da procura e a redução da intensidade energética da economia, potenciando projectos inovadores, como as redes inteligentes, os veículos eléctricos e a produção descentralizada de energia renovável ou novos sistemas de iluminação pública e optimização energética dos edifícios públicos e do parque residencial.

Também em 2010, o Governo aprovou a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC) (PCM, 2010b), com os objectivos de aumentar a consciencialização da sociedade sobre as alterações climáticas, manter actualizado e disponível o conhecimento científico sobre as alterações climáticas e os seus impactes e reforçar as medidas que Portugal terá de adoptar com vista ao controlo dos efeitos das alterações climáticas. Em simultâneo com a aprovação da ENAAC, o Governo criou um painel científico, grupos de coordenação e grupos de trabalho sectoriais responsáveis pela implementação da Estratégia. A ENAAC

reconhece que a adaptação às alterações climáticas requer o envolvimento do Estado e das entidades públicas, aos seus vários níveis organizativos (incluindo as autarquias) e também o envolvimento dos vários sectores da sociedade civil: empresas, associações e organizações não-governamentais e cidadãos em geral. No capítulo «Os sectores estratégicos para adaptação às alterações climáticas» são identificados os sectores onde a acção e a tomada de medidas de adaptação precoces foi considerada prioritária. O primeiro desses sectores é justamente o "ordenamento do território e cidades".

Deve também referir-se o Pacto dos Autarcas para o Clima, uma iniciativa da Comissão Europeia, na sequência da adopção do Pacote Energia e Clima da União Europeia, em 2008, que se destina a apoiar as autoridades locais na implementação de políticas de sustentabilidade energética. Traduz o reconhecimento do papel crucial desempenhado pelas autoridades locais na mitigação dos efeitos das alterações climáticas, tendo em consideração que 80% dos consumos energéticos e das emissões de CO2 na Europa comunitária estão associados a actividades urbanas (COVENANT OF MAYORS, 2012). Os municípios subscritores comprometem-se a realizar diversas acções, de que se destacam a superação dos objectivos de redução de emissões definidos na Estratégia 2020, a elaboração e aplicação de um plano de acção de energia sustentável nas suas áreas de actividade e competência, a elaboração de um inventário de referência das emissões e a adaptação das estruturas municipais para levar a cabo as acções necessárias. Os municípios portugueses participam no Pacto, com 72 adesões à data de elaboração desta comunicação (ANMP, 2012).

2.2. Consequências do enquadramento estratégico e programático na actual gestão territorial em Portugal

O destaque que o tema das alterações climáticas tem tido no debate público e na agenda política nacional e a adopção dos documentos estratégicos e programáticos atrás referidos têm contribuído para uma maior sensibilidade e atenção das entidades administrativas e dos agentes privados das transformações territoriais para estas questões. A adesão dos municípios portugueses ao Pacto dos Autarcas para o Clima e o desenvolvimento dos inerentes inventários e planos de acção, vários dos quais já publicados, reflectem isso mesmo. Há todavia que reconhecer que a consideração activa desta temática e a consequente adopção de medidas de prevenção dos riscos potenciais que lhe estão associados ainda não têm expressão significativa e suficientemente generalizada nas nossas práticas técnicas e nas nossas decisões de gestão territorial.

Para isso contribui certamente a relativa juventude do enquadramento estratégico e programático atrás descrito, que ainda não dispôs de tempo para se implantar plenamente no terreno e produzir resultados consistentes, nomeadamente na capacitação das estruturas técnico-administrativas. O facto do ordenamento do território e urbanismo constituirem políticas cuja decisão e condução é formalmente uma competência de cada Estado Membro da União limita, em alguma medida, a rápida disseminação e implementação das orientações comunitárias nas políticas nacionais, que ficam muito frequentemente dependentes dos financiamentos dirigidos a esse fim. O contexto fraco em que, em vários países, nomeadamente Portugal, as políticas de ordenamento do território e urbanismo se inserem no quadro geral das políticas públicas (FERRÃO, 2011), bem como dificuldades de posicionamento do ordenamento do território na articulação e compatibilização das várias estratégias sectoriais (CATITA, 2012) explicam certamente também esta situação de divergência entre os objectivos enunciados e as práticas quotidianas dominantes.

A análise de experiências concretas de implementação de estratégias locais de redução das emissões de GEE e de adaptação às alterações climáticas revela entretanto uma outra dificuldade: a falta de dados de base territorial suficientemente desagregados (CATITA, 2012). Faltam também metodologias e instrumentos técnicos que suportem a criação das bases de conhecimento necessárias ao desenvolvimento de processos de decisão no âmbito da gestão territorial das regiões e dos municípios (nomeadamente nos respectivos PROT e PDM), no sentido da evolução para sistemas urbanos e territoriais de baixo consumo energético e baixo carbono.

2.3 A investigação anteriormente desenvolvida no LNEC sobre o "metabolismo urbano do carbono"

Desde 2003 que tem sido desenvolvida, no Núcleo de Arquitectura e Urbanismo do LNEC, investigação sobre a implementação dos objectivos de "sustentabilidade ambiental" nas práticas do sector da habitação (cf. MOURÃO e PEDRO, 2007; 2010). Mais recentemente, no âmbito da preparação de um doutoramento, tendo o

LNEC como instituição de acolhimento e a Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto como conferente do grau, foi desenvolvida investigação sobre o tema específico da regulação de emissões de GEE de origem urbana, estudando um indicador reconhecido internacionalmente, o Dióxido de Carbono Equivalente ($CO_{2\text{-}e}$). Nesse contexto foi testada uma metodologia experimental para a utilização desse indicador como critério de apoio à decisão na elaboração de um Plano Director Municipal (PDM), visando contribuir para a redução progressiva da dependência energética dos sistemas urbanos e para a mitigação das alterações climáticas (MOURÃO, 2012).

2.3.1 Objectivos gerais da investigação realizada

Para clarificar em que medida o planeamento do metabolismo urbano do carbono pode constituir uma via eficaz para promover a redução de gases com efeito de estufa de origem urbana e em que medida essa abordagem pode ser utilizada na elaboração dos instrumentos de gestão territorial, foram estabelecidos os seguintes objectivos de investigação, dois dos quais a abordar pela via teórica de revisão de literatura interdisciplinar, e o terceiro a tratar pela via experimental (vd. 2.2.2):

- transferir conhecimento das ciências ambientais e dos fundamentos de ecologia e da economia ecológica, sobre as formas de análise e regulação do metabolismo urbano do carbono, para o domínio do planeamento urbano na realidade nacional;
- rever as teorias urbanísticas mais marcantes no que se refere à ecologia urbana, para conhecer a evolução que os objectivos de sustentabilidade ecológica e energética têm conhecido na urbanística associada a diferentes fases do capitalismo industrial e à sua progressiva globalização;
- discutir como pode o planeamento urbano actuar sobre o metabolismo urbano do carbono, através dos instrumentos de gestão territorial de âmbito municipal, dando resposta às exigências de sustentabilidade energética e climática e, em particular, às restrições de emissões assumidas políticamente pela União Europeia no âmbito do Pacote Energia-Clima e da Estratégia Europa 2020.

2.3.2 Objectivos específicos da parte experimental da investigação

Uma das qualidades do indicador $CO_{2\text{-}e}$ é a de representar, simultaneamente, o consumo de recursos fósseis não renováveis e o potencial de aquecimento global (GWP), associado aos três principais GEE: Dióxido de Carbono, Metano e Óxido de Azoto.

Trata-se de um indicador de sustentabilidade global, cuja utilização em diferentes escalas institucionais, desde as Nações Unidas (UNFCCC) aos Municípios (COVENANT OF MAYORS), expressa uma alargada vontade política de reconhecer e mitigar as alterações climáticas (STERN, 2007).

Dada a relevância e universalidade do indicador, a caracterização, estimativa e regulação das emissões de GEE, na forma de $CO_{2\text{-}e}$, tem sido tratada por metodologias do domínio da "ecologia industrial", em parte desenvolvidas no contexto do Protocolo de Quioto (UNFCC,1997). Porém, essas metodologias de análise e regulação do metabolismo industrial não são directamente aplicáveis ao metabolismo urbano, uma vez que os sistemas urbanos são espacialmente mais complexos e mais difíceis de delimitar (e.g. abastecimento energético, rede de mobilidade e transportes) (CUCHÍ; MOURÃO; PAGÉS, 2009).

Deste modo, a concepção e o teste de metodologias específicas para a análise do metabolismo urbano do carbono[1] constituiu o objectivo específico da parte experimental da investigação realizada, visando a caracterização e estimativa de emissões urbanas no âmbito de diferentes cenários de desenvolvimento urbano associados à revisão de um PDM. Foi escolhido este instrumento de gestão territorial por constituir um "instrumento adequado para integrar, no território municipal, as várias políticas públicas que concorrem para a eficiência energética, estabelecendo regras para a selecção de solos para urbanização e edificação, para a

[1] Foi excluído o metabolismo industrial do carbono, uma vez que ele está regulamentado por instâncias próprias que não se relacionam com a gestão territorial mas sim com a regulação da actividade industrial (Directiva 2003/87/CE, alterada pela Directiva 2009/29/CE), incluindo a produção de energia eléctrica, única componente quantificada na presente análise do metabolismo urbano.

distribuição das actividades e para a estruturação dos sistemas de infra-estruturas e equipamentos colectivos" onde "*a incorporação de critérios, metas e indicadores de eficiência energética (…) estabelece um quadro de referência objectivo para o licenciamento das operações urbanísticas, orientando as entidades públicas, promotores e projectistas que intervêm no território para a adopção de soluções urbanísticas energética e ambientalmente mais favoráveis*" (DGOTDU, 2011).

A avaliação quantitativa dos cenários de desenvolvimento urbano foi desenvolvida e experimentada, tendo em vista contribuir para a futura concretização de uma dimensão fundamental do planeamento territorial e urbano de carácter estratégico: a avaliação de opções de ordenamento com base em critérios ambientais explícitos, de forma a apoiar a decisão (DGOTDU, 2008).

2.3.3 Metodologias utilizadas

As emissões de $CO_{2\text{-}e}$ de um determinado território são contabilizadas a partir de dados sobre consumo de energia de origem fóssil e sobre emissões directas cuja recolha e selecção adequada implica a definição de limites espaciais e conceptuais.

Na parte experimental da investigação seleccionaram-se as emissões resultantes do funcionamento de três sectores fundamentais dos sistemas urbanos: edifícios, mobilidade e serviços urbanos (de abastecimento de água, de saneamento, de deposição de resíduos sólidos urbanos e de iluminação pública de vias). Estes três sectores foram caracterizados quanto às emissões urbanas a partir de inventários de emissões à escala nacional (APA, 2010), evidenciando que os sectores dos edifícios e da mobilidade repartem a maior parte das emissões (40% e 48% respectivamente), ficando o sector dos serviços urbanos considerados no estudo com uma fatia menor (12% das emissões urbanas totais).

As emissões urbanas consideradas, directas e indirectas, sendo medidas com base nos consumos de energia eléctrica (cuja intensidade carbónica é definida pelo mix energético nacional) e com base em consumos de combustíveis (cuja delimitação municipal foi à data disponibilizada pela DGEG e APA), não foram avaliadas na totalidade do "ciclo de vida" (LCA) mas apenas no período da sua utilização, excluindo as emissões dos materiais e da construção de edifícios e infra-estruturas[2].

Para a fase de utilização dos sistemas urbanos, documentada pela investigação internacional como a fase mais relevante do ciclo de vida dos edifícios e das infra-estruturas urbanas ao nível da energia utilizada[3], desenvolveram-se metodologias simplificadas de análise das emissões de $CO_{2\text{-}e}$ adequadas à avaliação de opções de planeamento urbano, sendo estas descritas em seguida.

Metodologia de caracterização de perfis municipais de emissões urbanas de $CO_{2\text{-}e}$

A metodologia de caracterização das emissões urbanas num cenário de referência (2007), a partir de consumos de energia e emissões seleccionadas para os três sectores referidos, foi concretizada numa matriz cujos campos foram definidos de acordo com a informação disponibilizada por entidades nacionais (APA, DGEG, INE). Porém, uma vez que a informação sobre emissões dada pelas instituições referidas não se encontra desagregada pelos sectores urbanos considerados no estudo, para preencher a matriz definida foi necessário cruzar e ponderar dados, garantindo a correcta inclusão das emissões indirectas e adequada exclusão das emissões não urbanas[4].

[2] As emissões do fabrico de materiais de construção são na sua maioria tidas em conta pela Directiva 2003/87/CE, de 13 de Outubro, que institui o comércio europeu de licenças de emissão, alterada pela Directiva 2009/29/CE, de 23 de Abril (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2003 e 2009).

[3] Em Espanha, as emissões de utilização representaram em 2007 61% das emissões totais e as emissões do fabrico de materiais de construção apenas correspondem às restantes 39% (dados do IDAE, citados em MOURÃO, 2012).

[4] No sector da "pequena combustão" foi excluída a combustão agrícola e as emissões indirectas em edifícios que decorrem do consumo de electrodomésticos. Os dados disponibilizados em kWh foram convertidos de acordo com o factor de emissão da electricidade annual.

Um aspecto determinante desta metodologia foi a selecção dos factores quantificáveis em consumo de energia e emissões num cenário de referência (sub-indicadores[5]) a partir de informação disponibilizada nos inventários nacionais e municipais de emissões de GEE (APA, 2010; 2009). Estes sub-indicadores, embora distintos dos indicadores urbanísticos convencionais, são relacionáveis com os factores de desenvolvimento urbano, tendo sidos utilizados na metodologia de cenarização da procura de energia e de emissões futura (2020), que se descreve em seguida.

Metodologia de cenarização de perfis municipais de emissões urbanas de $CO_{2\text{-}e}$

Em complemento da metodologia de caracterização descrita, foram desenvolvidas matrizes para estimar emissões urbanas relacionadas com as opções de desenvolvimento urbano que foram consideradas em dois cenários distintos de revisão do PDM e de acordo com as diferentes tendências de evolução da economia portuguesa (RIBEIRO, 2008).

Nas estimativas de emissões urbanas para 2020 foram considerados os mesmos sectores do perfil emissão de base de 2007 (edifícios, mobilidade, serviços urbanos), sendo avaliado o impacte de determinadas transformações espaciais no perfil de emissões, em cada sector. Foram quantificadas as transformações espaciais e económicas relevantes e congruentes com os sub-indicadores usados na caracterização, para dois cenários contrastantes: um cenário normativo e um cenário ecológico[6], recorrendo complementarmente a factores de referência das emissões nacionais por sector, previstos para 2020 (DPP, 2009).

De notar que, enquanto a metodologia de caracterização de emissões urbanas recorre a dados sobre emissões efectivas associadas a consumos de energia verificados, a metodologia de cenarização quantifica apenas uma "procura de emissões" futura. Deste modo, as estimativas para os cenários em 2020 foram apresentadas sem ambicionar alcançar o rigor dos perfis de emissões de base de 2007, mas sem que isso prejudique a comparação dos cenários.

2.3.4 Principais conclusões da investigação experimental

A comparação em termos de emissões de $CO_{2\text{-}e}$ da revisão do PDM num cenário normativo, gerado pela Câmara Municipal, e num cenário ecológico, proposto pela investigação desenvolvida, evidenciou que a redução de emissões pode não implicar uma ruptura com os modelos territoriais adoptados na revisão corrente destes planos, sendo um objectivo que se encontra ao alcance do planeamento municipal de "segunda geração".

O cenário ecológico, substancialmente menos emissor (0,6% de redução de emissões) do que o cenário normativo (15,3% de acréscimo de emissões) consiste num cenário de ajuste do anterior, e não propõe a sua reformulação total[7].

Conclui-se, portanto, que os sistemas urbanos de baixo carbono e elevada eficiência energética podem ser progressivamente alcançados no terreno, desde que sejam tidos em conta os resultados da avaliação de emissões aquando da tomada de decisões de gestão territorial e no pressuposto de que se verifica a atempada implementação dos planos e o cumprimento das suas disposições consideradas na avaliação quantitativa.

---

[5] Utilizaram-se sub-indicadores dos inventários disponibilizados pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2010): "Pequena combustão"; "Consumo doméstico de electricidade"; "Consumo não -doméstico de electricidade"; "Consumo de electricidade na iluminação de edifícios públicos"; "Transportes rodo e ferroviários"; "Transportes eléctricos"; "Abastecimento de água"; "Deposição de resíduos"; "Águas residuais"; "Iluminação de vias".

[6] O cenário normativo considerado representou a hipotética implementação plena da proposta de revisão do plano director municipal validada pelo executivo (CMTN, 2010) até 2020, num enquadramento económico tendencial (DPP), enquanto o cenário ecológico representou uma alternativa a essa proposta elaborada para fins académicos, visando o objectivo da restrição voluntária das emissões urbanas de carbono, adoptado num hipotético enquadramento económico de mudança (DPP).

[7] Adicionando o balanço de emissões estimado para cada um dos três sectores urbanos, no cenário normativo, verificou-se um aumento mínimo potencial de emissões em 15,3% de 2007 a 2020 enquanto no cenário ecológico se prevê um total de emissões potenciais correspondentes a uma redução em 0,6% de 2007 a 2020.

Cabe também referir, como exemplo das consequências concretas da aplicação da estimação prospectiva de emissões urbanas que na avaliação do cenário ecológico se destacaram as seguintes medidas de planeamento com potencial de reduzir emissões urbanas:

- a redução das áreas urbanizáveis, privilegiando a reabilitação urbana com melhoria da eficiência energética do parque já edificado e a densificação das áreas já infra-estruturadas;
- a estruturação de redes de mobilidade de baixa emissão com modos suaves, públicos e privados, e garantia da intermodalidade, activando as redes de proximidade;
- a estruturação e salvaguarda de uma rede de espaços abertos como suporte ecológico dos serviços urbanos de água, saneamento e resíduos.

De notar que algumas destas medidas já estavam previstas no cenário normativo, embora não com a mesma profundidade e alcance com que foram propostas no cenário ecológico. A investigação demonstrou, assim, que a cenarização das emissões de $CO_{2\text{-e}}$ de origem urbana é útil para a sua regulação através dos planos de ordenamento, em particular por via da organização espacial das actividades, da regulação dos usos do solo e da organização dos sistemas de infra-estruturas e dos serviços urbanos. Porém, a avaliação de instrumentos de gestão territorial municipal assente na cenarização de emissões urbanas requer informação específica e adequada, nem sempre disponível, para diferenciar de forma rigorosa os impactes das opções alternativas que podem ser consideradas.

As estimativas desenvolvidas para os dois cenários em 2020 demonstraram ainda que a utilização dos sistemas urbanos comporta emissões inter-sectoriais, cuja estimativa assume elevada complexidade. Constatou-se, em ambos os cenários, que as medidas relativas ao sector da edificação têm efeitos transversais na alteração do perfil de emissões urbanas, tanto na mobilidade como nos serviços urbanos, uma vez que as medidas que implicam o aumento da área de solo urbanizável originam também o aumento de mobilidade e a extensão da rede de iluminação pública. Deste modo, o tratamento sectorial das emissões urbanas, embora necessário para a desagregação e tratamento de informação na fase de caracterização, não deve permanecer rígido na avaliação de opções e no apoio à decisão.

Não obstante se concluir pela necessidade de mais investigação sobre a produção de informação quantitativa de origem ambiental e urbanística (vd. 3.2), a investigação demonstrou que a análise do metabolismo urbano do carbono é um instrumento útil e viável para regular impactes ambientais da urbanização quantificáveis e apoiar uma gestão territorial inovadora que pretenda integrar a avaliação destes impactes nos seus processos de decisão, com vista à produção de sistemas urbanos energeticamente mais eficientes e com menores emissões de $CO_{2\text{-e}}$.

3. PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO DO TEMA DE INVESTIGAÇÃO

3.1 A avaliação como instrumento de qualificação das práticas de gestão territorial

A avaliação da política de ordenamento do território e de urbanismo e dos instrumentos de gestão territorial está consagrada no nosso quadro legal e regulamentar desde 1998. Nele se estabelece que a avaliação deve ser feita de modo regular em cada um dos 3 âmbitos em que se estrutura o sistema de gestão territorial (municipal, regional e nacional), nomeadamente através da elaboração e divulgação pública de um relatório do estado do ordenamento do território (REOT), com periodicidade bienal, culminando com a apresentação pelo Governo do REOT nacional à aprovação da Assembleia da República.

Para além desta avaliação geral da política e dos instrumentos de gestão territorial, existem deveres específicos e complementares de avaliação, decorrentes de regimes particulares. Entre esses destacamos, por ser de especial interesse para o tema que estamos a tratar, o regime da "avaliação ambiental de programas e planos" (frequentemente também designada "avaliação ambiental estratégica", em razão da terminologia utilizada nas directivas comunitárias originárias).

Introduzida pelas Directivas 2001/42/CE, de 27 e Junho, e 2003/35/CE, de 26 de Maio, ambas do Parlamento Europeu e do Conselho, com o objectivo de melhorar a previsão dos efeitos dos planos e programas sobre o ambiente e garantir uma participação reforçada do público nos processos de decisão, a "avaliação ambiental de programas e planos" foi transposta para o direito português pelo Decreto-Lei nº 232/2007, de 15 de Junho, tendo a sua aplicação (obrigatória) aos instrumentos de gestão territorial sido regulada na revisão do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial operada pelo Decreto-Lei nº 316/2007, de 19 de Setembro.

O dever de avaliação regular da política e dos instrumentos tarda todavia em se estabelecer como prática corrente na nossa administração territorial: não foi elaborado qualquer REOT regional ou nacional e o número de REOT municipais produzidos nestes quase 15 anos é de cerca de duas dezenas apenas. A avaliação ambiental dos planos de ordenamento do território também foi recebida com reservas pela comunidade técnica ligada à gestão territorial, que a entendeu como mais um procedimento técnico-burocrático que vem onerar o procedimento de elaboração e revisão dos planos, em particular, no âmbito municipal.

Vários factores podem explicar esta situação de carência: uma prática de gestão territorial "planocêntrica" (focada na elaboração de planos e menos preocupada com as condições e as consequências da respectiva execução), uma Administração pública e um Estado culturalmente avessos à avaliação, uma fraca cultura de gestão territorial (cf. Objectivo estratégico 6, PNPOT, 2007). Mas para ela concorrerá também a ausência das bases técnicas necessárias para que a avaliação possa ser feita em moldes regulares, consistentes e úteis para as finalidades pretendidas. Nomeadamente a inexistência de um sistema nacional de indicadores de ordenamento do território e desenvolvimento urbano padronizado e suportado em dados-base actualizados e coerentes (CAMPOS, 2010).

O dever de avaliação dos efeitos das políticas e dos instrumentos é hoje incontornável, seja pela via da eventual exigência do cumprimento da nossa legislação (que um dia chegará, por decisão política ou pressão social), seja pela via (eventualmente mais imediata e poderosa) das exigências que nos são colocadas no quadro dos programas com financiamentos comunitários, onde esse instrumento de aprendizagem e de aperfeiçoamento das políticas públicas e dos instrumentos que a concretizam não cessa de se generalizar e aprofundar (FERRÃO e MOURATO, 2010).

O que não quer dizer que a aplicação dos procedimentos e instrumentos de avaliação territorial seja isenta de dificuldades práticas. Considerando as resistências e as dificuldades, nomeadamente metodológicas, que estão associadas à implementação corrente dos procedimentos e dos instrumentos de avaliação na nossa gestão territorial, podemos concluir que esta é uma frente de I&DT em aberto. Mais do que focar os aspectos coercivos (conformidade legal), importa valorizar os processos e as práticas de inovação institucional e de escrutínio público, pelo que elas encerram de mudança cultural e de potencial de qualificação da gestão territorial (FERRÃO e MOURATO, 2010).

Nesta perspectiva, a introdução da avaliação ambiental como procedimento obrigatório na formação dos planos territoriais pode ser vista como uma oportunidade e constituir um auxiliar precioso à qualificação das nossas práticas de gestão territorial. Por diversas razões, essas práticas evoluiram para formas burocráticas e tecnicamente pouco fundamentadas, pouco propícias à boa ponderação de diferentes opções de ordenamento, à boa gestão das oportunidades de valorização do potencial territorial e à governança dos processos territoriais.

A metodologia de avaliação ambiental dos planos de ordenamento do território segue os princípios das boas práticas de gestão territorial, ao impor a clarificação dos objectivos de política, o estabelecimento de cenários alternativos de desenvolvimento territorial, a sua ponderação e selecção, com explicitação dos fundamentos da escolha, a divulgação e discussão pública desses elementos e, finalmente, o estabelecimento de um sistema de monitorização que permita avaliar os efeitos ambientais do plano durante a sua execução. Se o procedimento de avaliação ambiental for bem integrado no procedimento geral de formação do plano de ordenamento ele pode constituir um poderoso factor de qualificação do processo de planeamento (DGOTDU, 2008).

3.2 A integração do planeamento do metabolismo urbano do carbono na elaboração e avaliação ambiental dos planos de ordenamento territorial

As emissões de GEE ($CO_{2\text{-}e}$), sendo um dos principais produtos do fluxo energético do metabolismo urbano, constituem um indicador cuja estimativa e contabilização é particularmente útil para uma gestão territorial consciente e reguladora dos impactes ambientais de diferentes modelos territoriais e de diferentes opções de organização e desenvolvimento do território. A utilização deste indicador exige, porém, uma estabilização metodológica e o desenvolvimento de técnicas de análise e apoio à decisão que permitam relacionar com rigor diferentes cenários de desenvolvimento territorial e urbano com os respectivos cenários em termos de emissões futuras de $CO_{2\text{-}e}$.

A investigação anteriormente realizada no LNEC sobre a avaliação de opções de transformação urbana em diferentes cenários de desenvolvimento urbano, segundo critérios baseados nas emissões de $CO_{2\text{-}e}$, permite reconhecer o interesse da integração de ferramentas quantitativas de avaliação ambiental na gestão territorial, mas também a sua complexidade.

O facto de os dados de origem ambiental sobre emissões de GEE locais não terem aplicação directa na avaliação quantitativa de planos de ordenamento territorial e urbano constitui uma barreira à nexcessária padronização. Reciprocamente, os domínios de informação do planeamento territorial e urbano convencionais não são congruentes com os domínios de informação sobre emissões de $CO_{2\text{-}e}$ que estão a ser disponibilizados pelas entidades nacionais competentes (com destaque para a APA).

Deste modo, a caracterização de emissões urbanas encontra-se limitada aos indicadores disponíveis de consumo de energia e emissões directas, limitando a cenarização de emissões futuras aos parâmetros relacionáveis com esses mesmos indicadores. Existe, assim, um problema de operacionalização da intervenção com base em informação quantitativa inter-disciplinar, cuja resolução implica uma aproximação das entidades competentes nos domínios complementares da gestão ambiental e da gestão territorial.

A escala espacial e temporal a que a avaliação ambiental é aplicada também é determinante, pois a avaliação de cenários de urbanização, em termos de emissões de $CO_{2\text{-}e}$, requer a consideração dos efeitos ambientais deslocalizados e decorrentes de diferentes tempos de implementação dos planos avaliados, sobre os quais existe grande incerteza.

Deste modo, estabelecer uma relação entre parâmetros de desenvolvimento urbano ou territorial e emissões urbanas com base nos dados actualmente disponíveis (dados estatísticos sobre consumos de energia e factores de emissão de $CO_{2\text{-}e}$) é ainda um exercício experimental, que deve ser aprofundado no sentido de colocar o ponto de vista do *metabolismo urbano do carbono* ao serviço da elaboração e avaliação dos instrumentos de gestão territorial.

A avaliação ambiental dos planos de ordenamento do território constitui uma plataforma muito adequada para concretizar estratégias de desenvolvimento territorial e urbano orientadas para a regulação dos consumos energéticos e das emissões de $CO_{2\text{-}e}$ e, por essa via, uma excelente oportunidade para concretizar os objectivos políticos de sustentabilidade ambiental e energética e de resiliência aos efeitos climáticos, contribuindo simultaneamente para melhorar as práticas de gestão territorial e a qualidade geral dos planos de ordenamento do território.

A combinação das duas abordagens – a avaliação de políticas e planos de ordenamento e o planeamento de sistemas territoriais e urbanos de baixo consumo energético e baixo carbono – é uma perspectiva inovadora que, para ser operacionalizada, carece de uma intervenção de I&DT. É também uma frente de trabalho onde a articulação transdisciplinar é necessária e também susceptível de ser muito frutuosa. Embora o foco esteja no domínio científico do ordenamento do território e do urbanismo, a boa resolução dos problemas em análise carece de contributos de outras áreas científicas, nomeadamente, das ciências do ambiente, das ciências da construção e das ciências sociais (economia e sociologia).

4. NOTA FINAL

O tema de investigação proposto (utilização de metodologias e técnicas baseadas no metabolismo urbano do carbono no quadro da elaboração e da avaliação ambiental dos planos de ordenamento, visando a prossecução de sistemas territoriais e urbanos de baixo consumo energético e baixo carbono) tem grande actualidade e elevada prioridade no quadro dos instrumentos de programação que estão a ser desenvolvidos no âmbito da União Europeia para o próximo ciclo de investimento.

Uma consulta aos documentos preparatórios da Política de Coesão 2014-2020 já colocados à disposição do público pela Comissão Europeia, permite concluir que dois dos seis "objectivos temáticos" que integram o designado Quadro Estratégico Comum (objectivos transversais definidos pela Comissão Europeia para servirem de base à construção dos próximos Quadros de Referência Estratégicos Nacionais) dizem directamente respeito ao tema que estamos a tratar:

- *Supporting the shift towards a low-carbon economy in all sectors;*
- *Promoting climate change adaptation, risk prevention and management.*

Estes dois objectivos temáticos serão financiados no quadro da Política Regional (FEDER e Fundo de Coesão).

Por outro lado, a informação já disponível sobre a preparação do próximo Programa-Quadro de Investigação e Inovação - Horizonte 2020 mostra que o tema de investigação proposto tem também enquadramento em três linhas de acção prioritárias que estão a ser consideradas no âmbito do pilar "Desafios Societais":

- *Secure, clean and efficient energy;*
- *Smart, green and integrated transport;*
- *Climate action, resource efficiency and raw materials.*

Estas três linhas de acção prioritárias serão financiadas através do Programa de Execução do Horizonte 2020.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APA, 2010, National Inventary Report, Versão de 25. 05. 2010, URL: http://www.apambiente.pt/politicasambiente/Ar/InventarioNacional

APA, 2009, Emissões totais por Concelho em 2007, Disponibilizadas ao LNEC por e-mail em Outubro de 2009

ANMP, 2012, Pacto de Autarcas. Compromisso para as Energias Sustentáveis Locais, in: http://www.anmp.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=441&Itemid=194,consultado em 2012/06/12

CAMPOS, V., 2010, A avaliação da gestão territorial em Portugal. Um ponto de situação, in: Actas do Encontro Anual da Ad Urbem 2010, Ad Urbem, Lisboa (no prelo)

CATITA, A., 2012, Ordenamento do território e a ENAAC, Palestra no âmbito do Programa Doutoral em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável, Alterações climáticas e ordenamento do território, 17 de Março de 2012, Disponível em suporte PowerPoint, IST, Lisboa

COVENANT OF MAYORS, 2012, The Covenant of Mayors, in: http://www.eumayors.eu/about/covenant-of-mayors_en.html, consultado em 2012/06/12, 23.10h

CUCHÍ, A.; MOURÃO, J.; PAGÉS, A., 2009, A framework to take account of CO_2 restrictions on municipal urban planning, 45th Isocarp Congress «Low Carbon Cities»

DGOTDU, 2008, Guia da Avaliação Ambiental dos Planos Municipais de Ordenamento do Território, Documentos de Orientação DGOTDU 01/2008

DGOTDU, 2011, Eficiência Energética e Ordenamento do Território, Contributo DGOTDU para o Barómetro da Eficiência Energética Portugal 2010, Documento Técnico DGOTDU 1/2011, Lisboa, Janeiro de 2011

DPP, 2009, Modelo de simulação de procura de energia e emissões na Economia Pós-Quioto (Sector residencial, Sector transportes, Sector serviços), Departamento de Prospectiva e Planeamento, Lisboa

ESPON, 2012a, Aggregate Potential Impact to Climate Change, in: Climate change and Europe's regions, http://www.espon.eu/main/Menu_Publications/Menu_MapsOfTheMonth/map1201.html, consultado em 31 Maio de 2012, 16:26h

ESPON, 2012b, "ESPON CLIMATE - Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies in Europe", in http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/climate.html, consultado em 25 de Abril de 2012

FERNANDES, E.O., et al, 2008, A Energia nas Cidades do Futuro, Série Política de Cidades – 1, DGOTDU, Lisboa

Ferrão, J., 2011, O ordenamento do território como política pública, FCG, Lisboa, 2011

Ferrão, J. e MOURATO, J., 2010, A avaliação de políticas públicas como factor de aprendizagem, inovação institucional e cidadania. O caso da política de ordenamento do território em Portugal, in: Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, V.12-N.1, Maio de 2010, S. Paulo

INFORMAL MINISTERIAL MEETING OF MINISTERS RESPONSIBLE FOR SPATIAL PLANNING AND TERRITORIAL DEVELOPMENT, 2011, Territorial Agenda of the European Union 2020 - Towards an Inclusive, Smart and Sustainable Europe of Diverse Regions, Gödöllö

INFORMAL MINISTERIAL MEETING ON URBAN DEVELOPMENT AND TERRITORIAL COHESION, 2007, Territorial Agenda of the European Union – Towards a more competitive and sustainable Europe of diverse regions, Leipzig

MOURÃO, J. Planeamento do Metabolismo Urbano: Uma via para a restrição das emissões de gases com efeito de estufa de origem urbana?. Dissertação de doutoramento FAUP e LNEC, 2012

MOURÃO, J., PEDRO, J. B., 2007, Sustainable housing: from consensual guidelines to broader challenges. Artigo e comunicação in «Sustainable Construction – Materials and Practices », Portugal SB07

MOURÃO, J., PEDRO, J. B., 2010, Sustentabilidade Ambiental da Habitação, Relatório Técnico 239/NAU, LNEC

PCM, 2006, Programa Nacional para as Alterações Climáticas, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 104/2006, Diário da República, 1.ª série — N.º 162 — 23 de Agosto de 2006, Lisboa

PCM, 2008, Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) (2008 -2015), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 80/2008, Diário da República, 1.ª série — N.º 97 — 20 de Maio de 2008, Lisboa

PCM, 2010a, Estratégia Nacional para a Energia 2020, aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros nº 29/2010, Diário da República, 1.ª série — N.º 73 — 15 de Abril de 2010, Lisboa

PCM, 2010b, Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, Preâmbulo da Resolução do Conselho de Ministros nº 24/2010, Diário da República, 1.ª série — N.º 64 — 1 de Abril de 2010, Lisboa

PNPOT, 2007, Portugal: os grandes problemas para o ordenamento do território, in: Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território, Lei nº 58/2007, de 4 de Setembro, Diário da República, 1ª Série, nº 170, rectificada pela Declaração de rectificação n.º 80-A/2007, Diário da República, 1ª Série, N.º 173 — 7 de Setembro de 2007 e pela Declaração de Rectificação n.º 103-A/2007, Diário da República, 1ª Série, nº 211 - 2 de Novembro de 2007, Lisboa

RIBEIRO, J. F., 2008, Cenários para a Economia Pós-Quioto, Departamento de Prospectiva e Planeamento, Lisboa

STERN, N., 2007, The Economics of Climate Change. The Stern Review, Cambridge University Press, Cambridge, 2007

UNFCC, 1997, Protocolo de Quioto da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Quioto, 1997