



Fundação  
Mestre  
Casais

# O Desafio Crítico da Sustentabilidade

do conceito de  
sustentabilidade às  
práticas de política

Ensaio para a  
Sustentabilidade



UMinho Editora

J. Cadima Ribeiro  
(Editor)



UMinho Editora



Fundação  
**Mestre  
Casais**

#### AUTORES

J. Cadima Ribeiro (Editor)

Ana R. Araújo

Arian Behradfar

Edgar Bernardo

Eduardo Medeiros

Emanuel M. Fernandes

Fernando Manuel Rocha da Cruz

Hélder Silva Lopes

Inácio Pinto Ribeiro

Ivo Oliveira

José F. G. Mendes

José Vieira

Ricardo A. Pires

Rita Sousa

Rui Alexandre Castanho

Rui L. Reis

Sebastien Bourdin

Xerardo Pereiro

#### COORDENAÇÃO EDITORIAL

Manuela Martins

#### COORDENAÇÃO DA COLEÇÃO DE ENSAIOS PARA A SUSTENTABILIDADE

José Gomes Mendes

#### FOTO CAPA

Simon em Pixabay

#### DESIGN e PAGINAÇÃO

Tiago Rodrigues

#### IMPRESSÃO e ACABAMENTOS

Papelmunde

#### EDIÇÃO UMinho Editora

LOCAL DE EDIÇÃO Braga 2025

DEPÓSITO LEGAL 550946/25

ISBN 978-989-9074-69-9

ISBN DIGITAL 978-989-9074-70-5

DOI <https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206>

Os conteúdos apresentados (textos e imagens) são da exclusiva responsabilidade dos respetivos autores.

© Autores / Universidade do Minho – Esta obra encontra-se sob a Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0.

# **O Desafio Crítico da Sustentabilidade**

do conceito de  
sustentabilidade às  
práticas de política

J. Cadima Ribeiro  
(*Editor*)



1.	Sustentabilidade: algumas notas enquadradoras <i>J. Cadima Ribeiro</i>	<u>7</u>
2.	Descarbonizar as Cidades: dos sistemas às pessoas <i>José F. G. Mendes</i>	<u>17</u>
3.	Soluções Baseadas na Natureza na Transição para a Sustentabilidade das Áreas Urbanas: perspetivas geográficas, inovação e planeamento <i>Hélder Silva Lopes, Inácio Pinto Ribeiro</i>	<u>33</u>
4.	Arquitetura e Sustentabilidade: princípios para uma revisão crítica da forma de construir e ensinar <i>Ivo Oliveira</i>	<u>55</u>
5.	Turismo, Sustentabilidade e Responsabilidade <i>Xerardo Pereiro, Edgar Bernardo, Fernando Manuel Rocha da Cruz</i>	<u>67</u>
6.	Água e Sustentabilidade em Tempos de Mudança: desafios e soluções face às alterações climáticas <i>José Vieira</i>	<u>87</u>
7.	Valorização da Cortiça Orientada para a Inovação e Sustentabilidade <i>Emanuel M. Fernandes, Ana R. Araújo, Ricardo A. Pires, Rui L. Reis</i>	<u>111</u>
8.	Alterações no Uso do Solo e Cooperação Transfronteiriça nas Zonas Fronteiriças Europeias: fatores essenciais para o desenvolvimento económico regional sustentável <i>Rui Alexandre Castanho, Arian Behradfar</i>	<u>131</u>
9.	Integridade no Mercado Voluntário de Carbono: compara- ção entre o Quadro Europeu de Certificação e os Princípios Fundamentais do Carbono <i>Rita Sousa</i>	<u>143</u>
10.	A Avaliação do Princípio DNSH da UE Aplicado às Zonas Urbanas e Rurais <i>Eduardo Medeiros, Sebastien Bourdin</i>	<u>165</u>
	Notas biográficas do editor e dos autores dos capítulos	<u>189</u>



# 1. Sustentabilidade: algumas notas enquadradoras

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.1>

*J. Cadima Ribeiro*

NIPE e Lab2.PT, Escola de Economia, Gestão e Ciência Política, Universidade do Minho, Portugal

<https://orcid.org/0000-0002-4434-0766>

## Resumo

As estratégias de desenvolvimento adotadas nas últimas décadas têm tido cada vez mais presentes preocupações de sustentabilidade nas suas diferentes aceções, social, económica, ambiental. Para se chegar aqui, um longo caminho foi percorrido, onde aparecem como marcos maiores a publicação do livro “Os Limites do Crescimento” e o *Relatório Brundtland*, este, na continuidade da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano de 1972. Tendo isso presente, neste capítulo introdutório faz-se um sucinto apanhado de alguns dos principais documentos que foram publicados sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável e as controvérsias que suscitaram, até se alcançar o estágio atual de aparente consenso em torno da necessidade de se conciliarem “sustentabilidade” e “desenvolvimento”, o que resulta num exercício exigente e que não é operacionalizável sem que os atores de cada território compartilhem objetivos, trabalhem em parceria e disponham de liderança.

Em março de 1972 foi publicado um livro abreviadamente intitulado *The limits on Growth* (Meadows et al., 1972), “Os Limites do Crescimento”, na tradução para português (Meadows et al., 1973[1972]), do qual, como principal conclusão, se podia extrair que o Homem estava à beira de uma catástrofe ecológica, a menos que, a curto-prazo, se conseguisse reduzir para uma taxa zero a evolução da população mundial e da produção industrial (Meadows et al., 1972; Van Bellen e Petrassi, 2016). Em expressão do dramatismo destas conclusões e da credibilidade dos seus autores, um grupo de trabalho liderado por Dennis Meadows, do *Massachusetts Institute of Technology*, dos Estados Unidos da América, o livro captou enorme atenção (Oliveira, 2012; Mariani, 2017) e desencadeou grande controvérsia sobre os resultados a que se chegou (Rattner, 1979; Turner, 2008; Oliveira, 2012; Mariani, 2017) e as hipóteses de partida que foram assumidas.

Uma premissa base era a de que o crescimento infinito era impossível num planeta finito, o que se oferece razoavelmente óbvio para o indivíduo comum. Como a propósito escreveram Passell, Roberts e Ross (1972), num artigo publicado no jornal *New York Times* pouco tempo depois da publicação do livro, o conteúdo deste significava uma redescoberta das leis da natureza por recurso ao computador, isto é, à simulação matemática (Passell, Roberts e Ross, 1972).

O modelo usado permitiu que fossem examinadas as interações de cinco subsistemas do sistema económico global, a saber: a população; a produção de alimentos; a produção industrial; a poluição; e o consumo de recursos naturais não renováveis (Meadows et al., 1972; Turner, 2008). Ao afirmar-se que os limites do crescimento já estavam sendo atingidos, isso criava uma atmosfera de enorme urgência no enfrentamento da situação. Como o progresso tecnológico não seria capaz de expandir indefinidamente todos os recursos físicos, defendia-se que seria preferível estabelecer limites sensatos para o crescimento futuro ao invés de permitir que a natureza os estabelecesse em proporções catastróficas.

Os autores do estudo reconheciam que se poderiam considerar alternativas mais otimistas (Turner, 2008). Porém, estas seriam apenas capazes de adiar o problema por algumas décadas, pelo que se entendia que seria preferível atuar a curto-prazo. Entretanto, de acordo com outros autores (por ex.: Passell, Roberts e Ross, 1972), não terão sido levados na devida conta muitos dos fatores atenuantes que eles próprios, isto é, os autores do livro/relatório, invocaram e que contribuíram para o dramatismo do prognóstico que formularam. Críticos houve, até, que classificaram de arbitrárias as



hipóteses formuladas, derivando-se daí a arbitrariedade das conclusões a que se chegou, apresentadas, no seu dizer, com o rótulo de científicas (Passell, Roberts e Ross, 1972; Rattner, 1979).

Em leitura distinta, referindo-se à ausência de acolhimento das recomendações sobre as mudanças fundamentais de política e comportamento para a sustentabilidade produzidas por Meadows et al. (1972), Turner (2008) vê nisso o resultado de uma campanha de declarações ou interpretações falsas, conduzida com recurso a variados instrumentos de difusão. No dizer de Turner (2008), o propósito mantido foi o de desacreditar o trabalho. Para tanto, muitas críticas alegavam, falsamente, segundo Turner (2008), que aquele previu que os recursos estariam esgotados e o sistema mundial entraria em colapso até ao final do século XX. Na crítica que fez a quem procurou denegrir o trabalho de Meadows et al. (1972) menciona, explicitamente, Passell, Roberts e Ross (1972), de quem diz terem construído a sua tomada de posição com base numa série de leituras incorretas.

Segundo Graham Turner (2008), o que o modelo de Meadows et al. (1972) enunciava era que o crescimento contínuo da economia global levaria à superação dos limites planetários em algum momento do século XXI, resultando provavelmente no colapso da população e do sistema económico, mas também admitia que o colapso poderia ser evitado com uma combinação de mudanças precoces de comportamento, de política e de tecnologia. Reforçando a sua leitura dos resultados apresentados, Turner (2008) reclama que o modelo não terá sido concebido para ser preditivo ou para fazer previsões detalhadas, mas, antes, para ser um meio para compreender melhor o comportamento do sistema económico mundial. A publicação de um resumo não-técnico, em particular, terá pretendido alertar ou, até, chocar as pessoas de modo a fazê-las abandonar a complacência com que usualmente olhavam para a questão ambiental (Oliveira, 2012).

O estudo que deu origem ao livro (Meadows et al., 1972) resultou de uma encomenda de um grupo de personalidades que assumiu a designação de Clube de Roma, constituído por sete dezenas e meia de indivíduos (Passell, Roberts e Ross, 1972; Van Bellen e Petrassi, 2016; Mariani, 2017) de 25 países, que, entre outros, integrava cientistas, empresários, economistas e sociólogos. O dinamizador do “Clube” foi Aurelio Peccei, um industrial e consultor administrativo italiano (Oliveira, 2012). O objetivo do grupo era estimular o mundo a tomar medidas que permitissem enfrentar os principais problemas existentes (Oliveira, 2012; Mariani, 2017).

O risco de catástrofe para a humanidade que o trabalho de Meadows et al. (1972) enunciava tinha muito de paralelo (cf. Oliveira, 2012) com o proclamado cerca de cento e setenta anos antes por Thomas R. Malthus, que, no seu “Ensaio sobre o Princípio da População”, com primeira edição datada de 1798 e última edição revista pelo autor em 1826 (Malthus, 1826), dizia que as pessoas tenderiam multiplicar-se exponencialmente enquanto a provisão de alimentos, na melhor das hipóteses, tenderia a aumentar a uma taxa constante (cf. Denis, 1974; Oliveira, 2012; Mariani, 2017). Daí retirava a “profecia” de que tenderiam a ser a fome e a guerra a corrigir os desequilíbrios de ajustamento entre crescimento demográfico e disponibilidade de recursos naturais que viessem a gerar-se, periodicamente (Denis, 1974). E fê-lo, conforme sublinharam Passell, Roberts e Ross (1972), sem necessitar de recorrer a técnicas de cálculo sofisticadas.

Embora com fundamento diferente do de Thomas Malthus, e sem o dramatismo enunciado por aquele, em David Ricardo (1975[1817]), um dos fundadores da Economia Política, podem encontrar-se também preocupações com a dinâmica de crescimento das economias, a longo-prazo. Na perspectiva deste, Ricardo (1975[1817]), mais cedo ou mais tarde, o rendimento nacional deixaria de crescer ou atingiria um estado estacionário. Para tal tenderiam a contribuir a queda tendencial da taxa de lucro e a estagnação do progresso técnico (Denis, 1974; Ricardo, 1975[1817]).

O combate à estagnação do progresso técnico poderia, entretanto, e por algum tempo, ser feito através da mecanização e das descobertas que pudessem ser conseguidas na agricultura que se traduzissem em aumento do rendimento das terras, assim como através do recurso à importação de bens agrícolas (Ricardo, 1975[1817]). As soluções apontadas seriam a resposta a procurar para o aumento dos custos do trabalho decorrentes do aumento do preço dos bens associados à subsistência dos trabalhadores (Denis, 1974).

Retornando ao texto de Meadows et al. (1972), “Os Limites do Crescimento”, aparte as limitações que lhe foram apontadas na data da publicação da obra, o facto de nas décadas seguintes terem ocorrido grandes avanços tecnológicos e de terem sido descobertas novas reservas de energia fóssil acabou por afastar a problemática da sustentabilidade do debate público corrente (Mattei, 2016; Mariani, 2017), aparecendo as iniciativas da ONU (Organização das Nações Unidas) sobre o ambiente como o grande contraponto a esse “esquecimento”. Esse debate alargado só voltou a emergir mais tarde, quando graves problemas sociais e ambientais, com consequências económicas incontornáveis, com expressão, nomeadamente, na exclusão do acesso de

milhões de indivíduos aos mercados de trabalho e a bens e serviços básicos, se tornaram fenómenos recorrentes (Mattei, 2016).

Pese o marco que a publicação “Os Limites do Crescimento” constituiu em matéria de alerta para as consequências sociais e ambientais que a manutenção do modelo de crescimento até então adotado representavam, a preocupação com a preservação da qualidade ambiental vinha crescendo desde o início da década precedente em razão da percepção sobre como as atividades industriais e os estabelecimentos humanos vinham contribuindo para a contaminação das águas e do ar nos países industrializados (Van Bellen e Petrassi, 2016). Alguns incidentes mais graves ocorridos desde os anos 50 contribuíram fortemente para essa consciencialização (Van Bellen e Petrassi, 2016). Posto de outro modo, o relatório/livro “Os Limites do Crescimento” não foi a primeira publicação a questionar veementemente o padrão de crescimento até então vigente, mas foi a mais efetiva em criar sensibilidade pública geral para os constrangimentos dele derivados, estabelecendo novas premissas para o debate das políticas económicas, sociais e ambientais (Mariani, 2017).

Nesse contexto, o Clube de Roma nasce em 1968, e define como seu propósito promover o entendimento da interdependência entre os sistemas económico, social, político e ambiental e, partindo daí, chamar a atenção das autoridades públicas e da comunidade humana em geral para a necessidade de serem tomadas medidas que fossem ao encontro da adoção de um modelo de crescimento mais sustentável (Van Bellen e Petrassi, 2016; Mariani, 2017).

Também em 1972 realizou-se uma Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, que reuniu 113 países, além de 250 organizações não governamentais e vários organismos da ONU (Van Bellen e Petrassi, 2016). Aí emergiu a diferença entre os países desenvolvidos e os não desenvolvidos na abordagem da questão da sustentabilidade, os primeiros preocupados com a poluição industrial, a escassez de recursos energéticos e outros problemas decorrentes dos processos de desenvolvimento adotados, e os segundos com a pobreza e a possibilidade de se desenvolverem nos moldes que conheciam, que replicavam os dos países desenvolvidos (Oliveira, 2012; Van Bellen e Petrassi, 2016). Daqui decorre a questão sobre como promover o desenvolvimento dos países menos desenvolvidos sem continuar a infringir os limites naturais, quer dizer, a capacidade de regeneração do ecossistema.

A *Declaração de Estocolmo*, que estabeleceu princípios sobre questões ambientais internacionais, gestão de recursos naturais, prevenção da poluição

e relação entre ambiente e desenvolvimento, sintetizou os resultados da referida Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Van Bellen e Petrassi, 2016). A importância efetiva dessa declaração decorreu da aceitação generalizada dos seus princípios, que não cessou de evoluir em direção a novos acordos, protocolos e convenções internacionais tomando a proteção do meio ambiente como o elemento central (Mariani, 2017).

No rescaldo do debate lançado no início da década de setenta, na década seguinte, a ideia de desenvolvimento “sustentável”, em leitura que integra as dimensões ecológica, social e económica, foi progressivamente fazendo percurso. O lançamento do *Relatório Brundtland* (1987), ou “Nosso Futuro Comum” (Brundtland, 1988[1987]), da iniciativa da Comissão sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (ONU), é a expressão mais conhecida desse trajeto. É daí (Brundtland, 1988[1987]) que resultou o conceito de desenvolvimento sustentável apresentado como a forma pela qual as atuais gerações satisfazem as suas necessidades sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as delas, embora esse conceito só tenha sido formalmente enunciado no Relatório da Conferência da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente de 1992 (Mariani, 2017).

Questionando o modelo económico adotado pelos países desenvolvidos no pós-guerra, em razão da sua insustentabilidade e impossibilidade de ser reproduzido pelos países em desenvolvimento, o *Relatório Brundtland* (1988[1987]) estabelecia uma relação entre desenvolvimento sustentável e necessidade de valorização do progresso humano pela via da cooperação entre os povos, cooperação multilateral, satisfação das necessidades básicas da população, e alteração da matriz energética, o que implicava a busca de fontes alternativas de energia e a inovação tecnológica (Mariani, 2017). Como a propósito escreveu Oliveira (2012), no *Relatório Brundtland* assume-se o claro propósito de compatibilizar economia e ecologia. Ao contrário de “Os Limites do Crescimento”, o “Nosso Futuro Comum” apresentava uma visão relativamente otimista do futuro (Oliveira, 2012), suportada no conceito de desenvolvimento sustentável, que pressupunha que a humanidade seria capaz de melhorar o seu desempenho económico e social geral dentro dos limites do suportável pela natureza.

Na interpretação de Acsehrad (2000), conforme citado por Oliveira (2012, p. 85), o desenvolvimento sustentável é o conceito que foi encontrado para responder aos impactes negativos da conceção neoliberal, industrialista, de progresso, “incorporando o capital ambiental e abandonando a visão de que a natureza é um bem livre”.

Entretanto, conforme enunciado por Van Bellen e Petrassi (2016), tenha-se presente que isso não significa que não tenham continuado a coexistir diferentes concepções de sustentabilidade, posto que a ideia de desenvolvimento sustentável sofre a influência de valores e crenças, que vão variar de comunidade para comunidade. Tendem a diferenciá-las as ênfases que são postas no meio-ambiente, nas relações entre ser humano e natureza, no desenvolvimento e na tecnologia, entre outros aspetos (Van Bellen e Petrassi, 2016). A isso se refere, também, com algum detalhe, Oliveira (2012), para, secundando outros autores, concluir que à revelia da sua aparência vaga, imprecisa, ambígua e paradoxal, o conceito enunciado era uma forma pragmática de responder ao contexto político e económico então vigente.

30 anos depois da sua publicação, o relatório livro “Os Limites de Crescimento” foi revisitado por Turner (2008), tendo dado corpo ao texto já citado (*A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality*), o que o conduziu a produzir as posições de repúdio de muitas críticas que o documento de Meadows et al. (1972) recebeu, de que demos notícia sucinta em parágrafos precedentes. Em 2012, também Leandro Oliveira se propôs fazer a revisitação dos 40 anos da publicação. No resumo desse texto, escreveu aquele (Oliveira, 2012, p. 72):

“quarenta anos após a sua publicação [...] permanece como uma obra fundamental no debate ecológico-econômico contemporâneo, e que em tempos de ‘Rio+20’, ‘desenvolvimento sustentável’ e ‘economia verde’ merece uma criteriosa análise sobre os impactos, limites e legado de suas proposições”.

Tendo merecido essas revisitações, entre outras, porventura continuará a merecê-las 53 anos depois.

Desse texto de Leandro Oliveira (2012), retemos, em particular, o reconhecimento da importância que daí terá resultado para a problemática ambiental, em razão da imensa divulgação internacional que conseguiu, contribuindo decisivamente para colocar a questão ambiental na agenda política mundial, mas igualmente por ter trazido para primeiro plano de discussão problemas cruciais que os economistas do desenvolvimento “sempre” deixaram na sombra, como reclamou também Celso Furtado, em trabalho datado de 1998, citado por Oliveira (2012).

Aprofundando a referência a Furtado, Oliveira (2012) lembrou não haver no estudo “Os Limites do Crescimento” qualquer preocupação com a crescente dependência dos países industrializados dos recursos naturais dos demais países, e nem sequer com as consequências para estes países do uso

(predatório) que era feita pelos primeiros desses recursos (cf. Oliveira, 2012). Percebe-se daqui a diferença de “sensibilidades” entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento para a modo de encarar o seu futuro económico e a preservação do ambiente posta a nu na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano de 1972 e, logo, também a emergência de diferentes visões de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável que, mais tarde, o *Relatório Brundtland* (1988[1987]) procurou conciliar.

Retomando esta discussão e procurando situar a respetiva atualidade, em 2024, Cadima Ribeiro et al. (2024) sublinharam que os termos “sustentabilidade” e “desenvolvimento”, tomados juntamente, sugerem-se uma espécie de associação milagrosa que muitos acreditam ter descoberto, mesmo que não tenham a certeza do que essa associação inclui e implica, visto que as duas “palavras” mencionadas são muito difíceis de operacionalizar e vincular. Além de outras coisas, porque isso implica que as partes interessadas (atores sociais), principalmente nos níveis local e regional, trabalhem em parceria, compartilhem objetivos e disponham de uma liderança que lhes permita operacionalizar os respetivos projetos de desenvolvimento, algo que hoje em dia é muito difícil de conseguir.

Mais acrescentam (Cadima Ribeiro et al., 2024), secundando Durand (2015), Smith e Diekmann (2017), Tov (2018) e Dwyer (2022), que o desenvolvimento sustentável, em sentido amplo, implica o bem-estar da população, numa abordagem inclusiva, e inclui fatores que tornam a vida agradável, incorporando uma dimensão material, a liberdade individual e as oportunidades disponíveis para os indivíduos, incluindo o emprego. Isto porque a disponibilidade de empregos, os níveis salariais e a qualidade dos próprios empregos são fatores essenciais para o acesso a bens e serviços e para a autoestima das pessoas.

No que à sustentabilidade ambiental se reporta, importa que sejam mitigadas as externalidades negativas - redução dos níveis de poluição, das emissões de gases de efeito estufa e do consumo de energia. Tal envolve encontrar um equilíbrio entre essas preocupações e manter níveis sustentáveis de produção e consumo (Mannina et al., 2021), o que reclama uma mudança comportamental conducente à atenuação do antropocentrismo e ao favorecimento de uma relação mais equilibrada entre atividade humana e natureza (Cadima Ribeiro et al., 2024). Nessa leitura, o conceito de sustentabilidade mantém uma conexão estreita com o de economia circular.

## Referências

- Acsehrad, H. (2000). Sustentabilidade, Espaço e Tempo. In Herculano, S. (Ed.), *Meio Ambiente: Questões Conceituais*. PGCA – Riocor.
- Brundtland, G. (1988[1987]). Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Nosso Futuro Comum (Relatório Brundtland)*. Fundação Getúlio Vargas.
- Cadima Ribeiro, J., Remoaldo, P., Nunes, F., Lopes, H., e Vareiro, L. (2024). Introduction. In Cadima Ribeiro, J., Remoaldo, P., Nunes, F., Lopes, H., e Vareiro, L. (Eds.), *Sustainable Development of Territories in Contexts of Uncertainty: External Shocks and Risks* (pp. 1-16). Cambridge Scholars Publishing.
- Denis, H. (1974). *História do Pensamento Económico*. Livros Horizonte, Lda.
- Durand, M. (2015). The OECD better life initiative: How's life? and the measurement of well-being. *Review of Income and Wealth*, 61(1), 4-17.
- Dwyer, L. (2022). Destination competitiveness and resident well-being. *Tourism Management Perspectives*, 43, 100996.
- Malthus, T. R. (1826). *An essay on the principle of population: a view of its past and present effects on human happiness* (6ª ed). John Murray.
- Mannina, G., Badalucco, L., Barbara, L., Cosenza, A., Di Trapani, D., Gallo, G., e Helness, H. (2021). "Enhancing a transition to a circular economy in the water sector: the EU project WIDER UP-TAKE". *Water*, Vol. 13, N. 7., pp. 946.
- Mariani, A. (2017). "O Relatório Limites do Crescimento Revisitado". *Revista JurisFIB*, Vol. VIII, Ano VIII, pp. 721-774.
- Mattei, L. (2016). "Editorial – A Questão da Sustentabilidade Novamente no Centro dos Debates sobre o Desenvolvimento". *Revista NECAT – Revista do Núcleo de Estudos da Economia Catarinense*, Ano 5, N. 10, Jul-Dez, pp. 1-7.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., e Behrens-III, W. W. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., e Behrens-III, W. W. (1973[1972]). *Limites do Crescimento: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade*. Editora Perspectiva.
- Passell, P., Roberts, M., e Ross, L. (1972). The Limits to Growth. *New York Times*, April 2 (Section BR), 1 (acedido em 2025/02/16).
- Oliveira, L. (2012). Os 'Limites do Crescimento' 40 anos depois: Das 'Profecias do Apocalipse Ambiental' ao 'Futuro Comum Ecologicamente Sustentável'. *Revista Continentes (UFRRJ)*, 1(1), 72-96.

Rattner, H. (1979). *Planejamento e Bem-Estar Social*. Editora Perspectiva.

Ricardo, D. (1975[1817]). *Princípios de Economia e de Tributação*. Fundação Calouste Gulbenkian [Tradução da obra do autor originalmente publicada em 1817 com o título "On The Principles of Political Economy, and Taxation", realizada a partir da edição de Everyman's Library – J. M. Dent & Sons, Lda, Londres, de 1965].

Smith, M., e Diekmann, A. (2017). Tourism and wellbeing. *Annals of Tourism Research*, 66, 1-13.

Tov, W. (2018). Well-being concepts and components. In E. Diener, E., Oishi, S., e Tayand, L. (Eds.), *Handbook of well-being* (pp. 30-44). UT: DEF Publishers.

Turner, G. M. (2008). A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality. *Global Environmental Change*, 18, 397– 411.

Van Bellen, H., e Petrassi, A. (2016). Dos Limites do Crescimento à Gestão da Sustentabilidade no Processo de Desenvolvimento. *Revista NECAT – Revista do Núcleo de Estudos da Economia Catarinense*, 5(10), 8-30.



## 2. Descarbonizar as Cidades: dos sistemas às pessoas

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.2>

*José F. G. Mendes*

Universidade do Minho

<https://orcid.org/0000-0003-4629-0675>

### Resumo

As cidades representam hoje o principal palco da transição climática. Concentrando mais de metade da população mundial e aproximadamente 70% das emissões globais de gases com efeito de estufa (GEE), os espaços urbanos combinam um elevado potencial de inovação com desafios estruturais significativos. Este capítulo explora a descarbonização urbana numa perspetiva sistémica e integrada, partindo de uma leitura histórica da evolução das cidades até à sua configuração atual, marcada por externalidades ambientais intensas. Num primeiro momento, caracteriza-se a contribuição dos sistemas urbanos — edificado, mobilidade, espaço público e consumo — para as emissões de GEE, com base em dados internacionais e indicadores técnicos. Seguidamente, analisam-se estratégias concretas para a mitigação das emissões, incluindo soluções tecnológicas, abordagens de planeamento urbano e princípios de economia circular. Por fim, o capítulo sublinha o papel essencial dos cidadãos na transição energética, identificando comportamentos de elevado impacto e estimando o seu potencial de redução de emissões. Ao articular infraestruturas e comportamentos, este trabalho defende que a descarbonização das cidades requer não apenas inovação tecnológica mas também transformação cultural, justiça social e vontade política persistente. As cidades não são apenas fontes do problema climático; são também o terreno mais fértil para a sua resolução.

## 2.1. Introdução

As cidades são, simultaneamente, centros de oportunidade e palco de grandes desafios ambientais. Representando atualmente mais de 55% da população mundial, as áreas urbanas concentram o consumo de recursos, a atividade económica e a inovação tecnológica, mas são também responsáveis por cerca de 70% das emissões globais de gases com efeito de estufa (GEE) (UN-Habitat, 2022). Esta concentração populacional e funcional transformou as cidades em elementos-chave da transição climática, tanto pela sua pegada ambiental como pela sua capacidade de liderar soluções.

Nas últimas décadas, o conceito de sustentabilidade urbana tem vindo a consolidar-se como campo de investigação e intervenção, especialmente no contexto da mitigação das alterações climáticas. A descarbonização das cidades — isto é, a redução progressiva das suas emissões líquidas de carbono — surge como objetivo estratégico de políticas públicas, planos urbanos e instrumentos de financiamento europeu e internacional (European Commission, 2021). Esta prioridade está plasmada, por exemplo, na missão da União Europeia de alcançar 100 cidades com impacto neutro em carbono até 2030, reconhecendo o papel transformador do meio urbano no cumprimento das metas do Acordo de Paris.

Contudo, a trajetória de descarbonização urbana exige uma abordagem sistémica e multiescalar, capaz de articular a transformação de infraestruturas, o desenho de políticas públicas e a adesão ativa dos cidadãos. As emissões urbanas não são apenas o resultado direto de sistemas físicos (como os edifícios ou os transportes), mas refletem também padrões culturais, estruturas económicas e decisões individuais. Neste sentido, a descarbonização não se esgota na tecnologia. Depende igualmente da governação, da participação social e da transformação de hábitos quotidianos (Bulkeley & Betsill, 2013).

Este capítulo parte do princípio de que uma cidade descarbonizada deve ser pensada a partir dos seus sistemas estruturantes — o edificado, a mobilidade, o espaço público, entre outros — mas também a partir dos comportamentos dos seus habitantes. A análise inicia-se com uma breve história das cidades, sublinhando os momentos que moldaram a sua configuração atual e a emergência das externalidades ambientais. Segue-se uma caracterização quantitativa das emissões urbanas por sistema, com destaque para os fatores críticos e tendências internacionais. A terceira secção explora as principais estratégias técnicas e políticas para a redução de emissões nos diferentes sistemas urbanos. Finalmente, é discutido o papel das pessoas na transição

climática, com base em dados que permitem estimar o potencial de mitigação associado à alteração de comportamentos individuais e coletivos.

## 2.2. Breve história da cidade: de motor civilizacional a desafio climático

A história da cidade confunde-se com a própria história da civilização. Desde os primeiros aglomerados urbanos na antiga Mesopotâmia até às metrópoles contemporâneas, as cidades evoluíram como centros de produção, intercâmbio e cultura, moldando profundamente a organização espacial, económica e social das sociedades humanas (Mumford, 1961). A cidade nasce como resposta coletiva à necessidade de segurança, partilha de recursos e administração de excedentes agrícolas, mas depressa se transforma num espaço de inovação institucional e tecnológica.

As primeiras cidades, como Uruk e Eridu, surgiram por volta de 3500 a.C., estruturadas em torno de funções religiosas, comerciais e administrativas. Estas proto-urbanizações deram origem a um modelo urbano que se expandiu para outras regiões do mundo, com variantes significativas no Egito, Vale do Indo, China e Mesoamérica (Benevolo, 1993). A cidade greco-romana aperfeiçoou esta matriz, estabelecendo redes viárias, fóruns públicos, sistemas de esgotos e normas urbanísticas que moldaram o urbanismo europeu durante séculos.

Com a Revolução Industrial, entre os séculos XVIII e XIX, ocorre uma profunda rutura no paradigma urbano. A mecanização da produção e a concentração fabril atraem grandes massas humanas para os centros urbanos, desencadeando um crescimento populacional explosivo e, simultaneamente, um colapso das condições sanitárias e ambientais (Hall, 2002). O espaço urbano transforma-se em cenário de poluição atmosférica intensa, segregação social e degradação da qualidade de vida.

No século XX, os efeitos combinados da reconstrução pós-guerras, do *boom* económico e da democratização do automóvel acentuaram o fenómeno do *urban sprawl* – a expansão difusa das áreas urbanas em torno de núcleos centrais. Cidades como Los Angeles, São Paulo ou Paris estenderam-se para além dos seus limites históricos, acompanhadas por infraestruturas rodoviárias, zonas residenciais unifamiliares e centros comerciais de baixa densidade (Duany, Plater-Zyberk & Speck, 2001). Esta morfologia urbana promoveu a dependência do automóvel e aumentou a distância funcional entre habitação, trabalho e lazer, gerando elevados custos ambientais e sociais.

Na contemporaneidade, as cidades emergem como atores estratégicos na mitigação das alterações climáticas, mas enfrentam as contradições da sua própria estrutura. Por um lado, são espaços de densidade e eficiência potencial: concentram serviços, promovem economias de escala e facilitam inovação em transporte e energia. Por outro, são também epicentros de consumo, congestionamento, poluição e vulnerabilidade climática (Seto et al., 2014). O aumento da frequência de fenómenos extremos – como ondas de calor, inundações urbanas ou escassez hídrica – reforça a urgência de repensar o modelo urbano, não apenas enquanto forma física, mas enquanto sistema socioambiental integrado.

A cidade de hoje é, simultaneamente, o campo de batalha e o laboratório da transição climática. Reconhecer o seu percurso histórico permite compreender as lógicas que a moldaram – e as que é necessário transformar para garantir a sua resiliência futura.

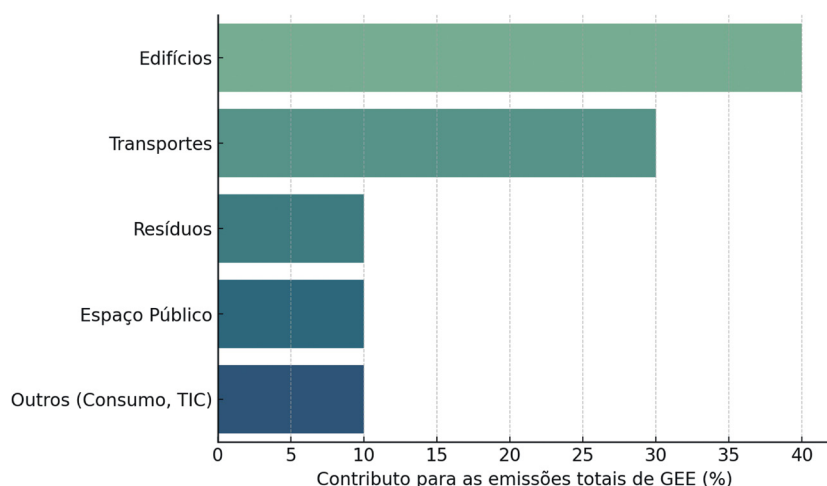
### **2.3. As cidades e as suas emissões: quantificar para transformar**

A descarbonização das cidades exige um diagnóstico rigoroso das suas fontes de emissão. As áreas urbanas, apesar de ocuparem apenas cerca de 3% da superfície terrestre, são responsáveis por aproximadamente 70% das emissões globais de gases com efeito de estufa (GEE) (IEA, 2021). Esta desproporção resulta da concentração de atividades económicas, sistemas de mobilidade, produção e consumo de energia, e estilos de vida intensivos em carbono. Para orientar estratégias eficazes de mitigação, é essencial decompor as emissões urbanas por sistemas estruturantes, identificando os principais vetores emissores e as oportunidades de intervenção.

Para facilitar a compreensão da repartição relativa das emissões por sistema urbano, apresenta-se na Figura 2.1 uma síntese estimada com base em fontes internacionais recentes.

#### **2.3.1. Edificado urbano**

O setor dos edifícios representa uma das maiores fontes de emissões em contexto urbano. Estima-se que, globalmente, os edifícios sejam responsáveis por cerca de 30% das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas com a energia, considerando tanto o consumo operacional (aquecimento, arrefecimento, iluminação, eletrodomésticos) como as emissões incorporadas nos materiais



**Figura 2.1** Distribuição estimada do contributo dos principais sistemas urbanos para as emissões totais de gases com efeito de estufa (GEE), com base em médias internacionais (IEA, 2021; GABC, 2021).

de construção (GABC, 2021). Em áreas urbanas densas, como as cidades europeias, o peso do parque edificado no total das emissões locais pode ultrapassar os 40%, especialmente quando o aquecimento se baseia em combustíveis fósseis.

As emissões operacionais variam em função da tipologia do edifício, do clima local, do nível de eficiência energética e da matriz energética da eletricidade utilizada. Já as emissões incorporadas – associadas à produção de cimento, aço, vidro e outros materiais – tornam-se particularmente relevantes em contextos de nova construção ou renovação profunda.

### 2.3.2. Mobilidade urbana

O setor dos transportes é outro contribuinte maioritário para as emissões urbanas, responsável por cerca de 24% das emissões globais de CO<sub>2</sub> relacionadas com a energia (IEA, 2023). No contexto urbano, esta percentagem pode ser superior, especialmente em cidades com elevada dependência do automóvel particular. Em Lisboa, por exemplo, o transporte representa mais de 50% das emissões diretas de GEE (CML, 2021).

Os fatores críticos incluem:

- A elevada motorização *per capita*;
- A predominância de veículos térmicos (gasolina/diesel);
- A fraca integração de transportes públicos e ativos (a pé e bicicleta);
- A logística urbana e o crescimento do comércio eletrônico.

A intensidade carbônica da mobilidade urbana resulta, portanto, não só da tecnologia dos veículos mas também do desenho urbano e dos comportamentos individuais de deslocação.

### 2.3.3. Espaço público e infraestrutura urbana

Embora menos mediáticas, as infraestruturas urbanas – como iluminação pública, sistemas de abastecimento e tratamento de água, gestão de resíduos, tecnologias de informação e comunicação (TIC) – contribuem significativamente para o balanço energético e emissivo das cidades. A iluminação pública pode representar entre 15% a 20% do consumo energético municipal (EEA, 2022). A gestão de resíduos, dependendo da fração orgânica, pode gerar emissões de metano, um GEE com potencial de aquecimento global 28 vezes superior ao CO<sub>2</sub> (IPCC, 2021).

Por outro lado, as infraestruturas de água e saneamento – incluindo captação, bombagem, tratamento e distribuição – requerem volumes significativos de energia, sobretudo em zonas com topografias complexas ou redes degradadas. O investimento em infraestruturas inteligentes (*smart grids*, sensores de consumo, sistemas de monitorização) oferece oportunidades de ganhos de eficiência e redução de emissões indiretas.

### 2.3.4. Outras fontes relevantes: consumo e alimentação

Ainda que menos controláveis à escala municipal, os padrões de consumo urbano – especialmente relacionados com alimentação, vestuário e bens eletrónicos – contribuem para emissões globais substanciais, muitas vezes invisíveis nos inventários locais. Estimativas recentes indicam que até 60% da pegada de carbono de uma cidade pode advir de bens e serviços consumidos, mas produzidos externamente (C40 Cities, 2022). A alimentação, em particular, tem um peso relevante: dietas com elevado consumo de carne vermelha geram significativamente mais emissões do que dietas baseadas em vegetais (Poore & Nemecek, 2018).

## 2.4. Estratégias para a descarbonização dos sistemas urbanos

A transição para cidades neutras em carbono exige uma abordagem sistêmica, integrada e progressiva, que combine soluções tecnológicas, instrumentos de planeamento, regulação eficaz e envolvimento cidadão. Nesta secção, são apresentadas as principais estratégias para a redução de emissões nos sistemas urbanos centrais — edificado, mobilidade, infraestruturas e espaço público —, destacando-se abordagens que têm vindo a ser implementadas com sucesso em diferentes contextos.

### 2.4.1. Edificado: da eficiência à circularidade

A descarbonização do parque edificado passa por duas frentes essenciais: a melhoria da eficiência energética dos edifícios existentes; e a adoção de princípios de construção sustentável em novas edificações.

- Reabilitação energética: medidas como o reforço do isolamento térmico, substituição de janelas, instalação de sistemas de aquecimento/arrefecimento eficientes (bombas de calor) e modernização de equipamentos podem reduzir em até 50–70% o consumo energético em edifícios antigos (IEA, 2021).
- Energia renovável: a instalação de painéis fotovoltaicos, sistemas solares térmicos ou microturbinas pode tornar os edifícios produtores de energia (*net zero buildings*).
- Materiais sustentáveis: o recurso a materiais de baixo carbono (madeira tratada, betões verdes, materiais reciclados) e o desenho para reutilização (*design for disassembly*) são princípios-chave da economia circular no setor da construção (Ellen MacArthur Foundation, 2020).
- Certificação e digitalização: os sistemas de certificação ambiental (ex.: LEED, BREEAM, HQE) e o uso de ferramentas BIM (*Building Information Modelling*) melhoram o desempenho e a monitorização de edifícios.

### 2.4.2. Mobilidade: menos carbono, mais mobilidade ativa e partilhada

A transição na mobilidade urbana implica reduzir a dependência do transporte individual motorizado e promover modos sustentáveis e acessíveis a todos:

- Transporte público de elevada qualidade, com oferta frequente, fiável e integrada (ex.: redes BRT, metro ligeiro, comboios urbanos).
- Infraestruturas para mobilidade ativa: ciclovias seguras, zonas pedonais contínuas, parques de bicicletas. Cidades como Copenhaga ou Amesterdão demonstram o potencial transformador destas políticas (Pucher & Buehler, 2012).
- Eletrificação da mobilidade: frotas elétricas públicas (autocarros, táxis), incentivos à aquisição de veículos elétricos, expansão da rede de carregamento.
- Logística urbana sustentável: centros de distribuição de última milha, veículos de carga ligeiros elétricos ou a pedal.
- Gestão da procura: políticas de estacionamento, zonas de emissões reduzidas, tarifação rodoviária.

### 2.4.3. Espaço público e infraestrutura: eficiência e soluções baseadas na natureza

As infraestruturas urbanas e o espaço público devem ser reconfigurados para apoiar a neutralidade carbónica e a adaptação climática:

- Eficiência energética na iluminação pública (LED, sensores), bombagem e tratamento de água (otimização energética, gestão inteligente).
- Natureza na cidade: telhados verdes, parques urbanos multifuncionais, bacias de retenção naturais. Estas soluções mitigam emissões indiretas, aumentam a resiliência hídrica e promovem o conforto térmico (Kabisch et al., 2016).
- Gestão circular de resíduos: separação na origem, compostagem local, valorização de resíduos e prevenção sistémica.
- Infraestruturas digitais (*smart grids*, sensores ambientais, IoT) para monitorizar consumos e apoiar decisões baseadas em dados.

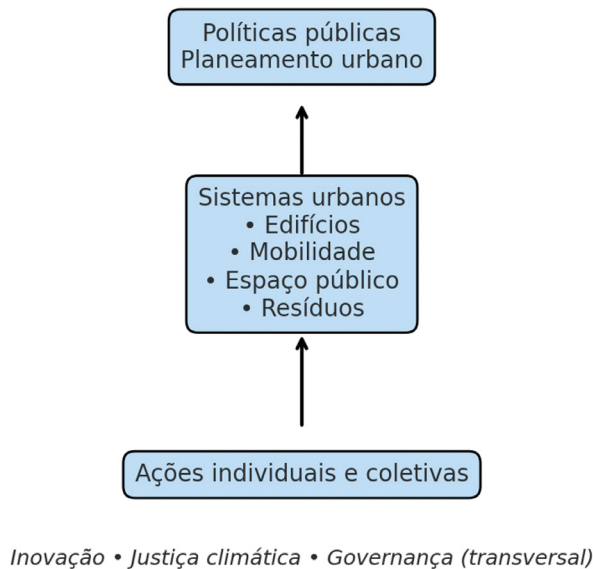
### 2.4.4. Planeamento urbano: articulação entre escala, densidade e funções

O desenho urbano e o ordenamento do território são determinantes para os padrões energéticos e emissivos das cidades:



- Cidade compacta e de usos mistos: promove proximidade funcional (viver, trabalhar, consumir num raio reduzido), reduzindo a necessidade de deslocamentos motorizados.
- Zonamento flexível e regeneração urbana: reutilização de áreas industriais ou abandonadas (*brownfields*), revitalização de bairros com infraestrutura existente.
- Planeamento multiescalar: articulação entre políticas urbanas locais e estratégias metropolitanas ou regionais (ex.: transportes, habitação, energia).
- Governança integrada: coordenação entre serviços municipais, empresas urbanas, cidadãos e organizações da sociedade civil.

A diversidade de estratégias analisadas nesta secção evidencia a necessidade de uma abordagem integrada e multiescalar à descarbonização urbana, que combine ações estruturais com envolvimento social. A Figura 2.2 sintetiza essa abordagem, relacionando políticas públicas, sistemas urbanos e comportamentos individuais, articulados sob um eixo transversal de inovação, justiça climática e boa governança.



**Figura 2.2** Abordagem integrada à descarbonização urbana.

## 2.5. Das infraestruturas aos comportamentos: o papel das pessoas

A descarbonização das cidades não depende apenas de infraestruturas e soluções tecnológicas; exige, também, a transformação dos comportamentos individuais e coletivos. Os cidadãos são simultaneamente utilizadores, eleitores, consumidores e agentes de mudança — e as suas escolhas quotidianas, embora muitas vezes invisíveis, têm um impacto direto e mensurável na pegada carbónica urbana.

### 2.5.1. A relevância do comportamento individual nas emissões urbanas

Estudos recentes indicam que os comportamentos individuais e domésticos podem explicar entre 20% e 37% das emissões totais de GEE nos países desenvolvidos, dependendo da sua intensidade energética e do grau de urbanização (Ivanova et al., 2020). Na prática, esta margem representa um enorme potencial de mitigação quando combinado com políticas públicas, incentivos e estruturas que viabilizem escolhas sustentáveis.

### 2.5.2. Comportamentos de maior impacto na redução de emissões

As escolhas com maior potencial de redução de emissões variam consoante o contexto, mas destacam-se:

- Mobilidade ativa ou partilhada: substituir o carro por bicicleta ou caminhada pode reduzir entre 0,5 a 1,0 tCO<sub>2</sub>/pessoa/ano, dependendo da distância e frequência (Gössling & Choi, 2015). Partilhar o carro (*carpooling*) ou utilizar transportes públicos também pode representar reduções significativas.
- Alimentação sustentável: adotar uma dieta vegetariana pode reduzir até 0,8 tCO<sub>2</sub>/pessoa/ano. Reduções parciais, como cortar para metade o consumo de carne vermelha, têm também efeitos relevantes (Poore & Nemecek, 2018).
- Eficiência energética doméstica: baixar o termostato em 1–2°C no inverno, melhorar o isolamento ou instalar eletrodomésticos eficientes pode representar reduções de 10–30% no consumo de energia residencial, ou cerca de 0,5 tCO<sub>2</sub>/ano (IEA, 2021).

- Redução e reutilização de bens: prolongar o ciclo de vida de produtos (roupa, eletrônica, mobiliário), optar por segunda mão ou reparar, em vez de substituir, reduz emissões indiretas, frequentemente omitidas nos inventários locais (C40 Cities, 2022).
- Gestão de resíduos: compostagem, separação rigorosa de resíduos e redução do desperdício alimentar podem evitar emissões de metano e reduzir a pressão sobre sistemas de gestão urbana.

O Quadro 2.1 apresenta uma síntese comparativa das estimativas de emissões evitadas em expressão dos comportamentos mantidos, com base em estudos internacionais de referência. Esta quantificação ajuda a hierarquizar prioridades de ação e a identificar sinergias entre decisões individuais e políticas públicas.

**Quadro 2.1** Estimativas de emissões evitadas associadas a diferentes comportamentos sustentáveis em contexto urbano.

<b>Comportamento sustentável</b>	<b>Emissões evitadas (tCO<sub>2</sub>/pessoa/ano)</b>	<b>Fonte</b>
<b>Substituir carro por bicicleta</b>	0,5 – 1,0	Gössling & Choi (2015)
<b>Dieta vegetariana</b>	Até 0,8	Poore & Nemecek (2018)
<b>Melhoria de isolamento térmico</b>	0,3 – 0,7	IEA (2021)
<b>Redução de desperdício alimentar</b>	0,2 – 0,5	C40 Cities (2022)

### 2.5.3. Estratégias para fomentar a mudança comportamental

Mudar comportamentos não é apenas uma questão de informação, mas de acessibilidade, contexto social e normativo, e confiança nos sistemas públicos. As políticas públicas mais eficazes combinam:

- Educação e literacia climática;
- Incentivos económicos (tarifas, subsídios, fiscalidade verde);
- “Pequenos incentivos comportamentais (*nudges*) – alterações subtis no ambiente físico ou institucional que tornam mais simples e naturais as escolhas sustentáveis.

- Participação cidadã: cocriação de políticas, orçamentos participativos, apoio a movimentos locais.

A confiança dos cidadãos nas instituições, a percepção de justiça e a articulação entre medidas infraestruturais e incentivos são fatores críticos para assegurar a adoção em larga escala (Schäfer et al., 2022).

#### 2.5.4. Equidade e justiça na transição comportamental

Importa reconhecer que nem todos os cidadãos têm igual capacidade de alterar os seus comportamentos. Fatores como rendimentos, acessibilidade a transportes públicos, condições de habitação ou carga de cuidados familiares afetam a viabilidade de adotar opções verdes. Políticas de transição justa devem, por isso, considerar:

- Apoio financeiro a famílias vulneráveis para renovação energética ou aquisição/uso de transportes alternativos;
- Garantia de acesso universal a opções sustentáveis (alimentação, mobilidade, energia);
- Programas comunitários de capacitação e apoio local.

### 2.6. Considerações finais

Descarbonizar as cidades é, antes de mais, um imperativo ético e ecológico. Num mundo crescentemente urbanizado, onde mais de metade da população vive em áreas urbanas, a transformação das cidades em territórios neutros em carbono representa uma das frentes mais relevantes da ação climática global. A sua pegada ambiental – particularmente em termos de emissões de gases com efeito de estufa – resulta não apenas da densidade funcional que concentram, mas também da forma como são planeadas, geridas e vividas.

Este capítulo procurou demonstrar que a descarbonização urbana não pode ser entendida como um processo meramente técnico, centrado em tecnologias ou infraestruturas. Pelo contrário, trata-se de uma transformação sistémica, intersectorial e profundamente humana. A redução das emissões exige uma atuação simultânea sobre os grandes sistemas urbanos – edifícios, mobilidade, espaço público, consumo – mas também sobre os comportamentos e aspirações das pessoas que habitam, usam e transformam a cidade.

Importa, por isso, reforçar três dimensões centrais:

- A integração sistêmica: só políticas que articulem os vários domínios da ação urbana — energia, transportes, habitação, planeamento, tecnologias, resíduos — permitirão alcançar reduções significativas e duradouras das emissões.
- A centralidade do cidadão: nenhuma estratégia será eficaz sem a participação ativa dos cidadãos, enquanto agentes de mudança, decisores quotidianos e parceiros da transição. O reconhecimento da diversidade de contextos socioeconómicos é essencial para garantir justiça e equidade.
- A urgência combinada com ambição realista: embora atingir a meta de neutralidade carbónica até meados do século seja ambiciosa, os dados mostram que é tecnicamente exequível e socialmente desejável. Mas requer investimento, inovação e, sobretudo, vontade política persistente.

As cidades têm, simultaneamente, a responsabilidade e a oportunidade de liderar esta transformação. Ao repensarem os seus sistemas físicos e sociais, podem não apenas mitigar a crise climática mas, também, reinventar-se como espaços de saúde, inclusão, criatividade e bem-estar. A descarbonização não é o fim em si mesmo, mas o caminho para cidades mais habitáveis, resilientes e justas.

## Referências

Benevolo, L. (1993). *The European City*. Oxford: Blackwell.

Bulkeley, H., & Betsill, M. (2013). Revisiting the urban politics of climate change. *Environmental Politics*, 22(1), 136–154. <https://doi.org/10.1080/09644016.2013.755797>

C40 Cities. (2022). *Consumption-based GHG emissions of C40 cities*. <https://www.c40.org/consumption>

C40 Cities. (2022). *The Power of Urban Consumption*. <https://www.c40.org>

Câmara Municipal de Lisboa (CML). (2021). *Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 – Lisboa*. Lisboa: CML.

Duany, A., Plater-Zyberk, E., & Speck, J. (2001). *Suburban Nation: The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream*. New York: North Point Press.

Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*. <https://ellenmacarthurfoundation.org>

European Commission. (2021). *100 climate-neutral cities by 2030 – by and for the citizens*. [https://ec.europa.eu/info/files/mission-climate-neutral-and-smart-cities\\_en](https://ec.europa.eu/info/files/mission-climate-neutral-and-smart-cities_en)

European Environment Agency (EEA). (2022). *Urban sustainability in Europe – What cities can do*. Copenhagen: EEA.

Global Alliance for Buildings and Construction (GABC). (2021). *Global Status Report for Buildings and Construction 2021*. Paris: United Nations Environment Programme.

Gössling, S., & Choi, A. (2015). Transport transitions in Copenhagen: Comparing the cost of cars and bicycles. *Ecological Economics*, 113, 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.02.006>

Hall, P. (2002). *Cities of Tomorrow: An Intellectual History of Urban Planning and Design in the Twentieth Century* (3rd ed.). Oxford: Blackwell.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.

International Energy Agency (IEA). (2021). *Cities and Climate Change*. <https://www.iea.org/reports/cities-and-climate-change>

International Energy Agency (IEA). (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. Paris: IEA. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

International Energy Agency (IEA). (2023). *Tracking Transport 2023*. <https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2023>

- Ivanova, D., Barrett, J., Wiedenhofer, D., Macura, B., Callaghan, M., & Creutzig, F. (2020). Quantifying the potential for climate change mitigation of consumption options. *Environmental Research Letters*, 15(9), 093001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab8589>
- Kabisch, N., Qureshi, S., & Haase, D. (2016). Human–environment interactions in urban green spaces – A systematic review of contemporary issues and prospects for future research. *Environmental Impact Assessment Review*, 50, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.08.007>
- Mumford, L. (1961). *The City in History: Its Origins, Its Transformations, and Its Prospects*. New York: Harcourt Brace & Company.
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992. <https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>
- Pucher, J., & Buehler, R. (2012). *City Cycling*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Schäfer, M., Jaeger-Erben, M., & Bamberg, S. (2022). Life events and behavioral change: A critical review of theory and evidence for sustainable transport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 104, 103208. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103208>
- Seto, K. C., Dhakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G. C., Dewar, D., ... & Ürge-Vorsatz, D. (2014). Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning. In *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness*. New Haven, CT: Yale University Press.
- UN-Habitat. (2022). *World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/wcr/>





### **3. Soluções Baseadas na Natureza na Transição para a Sustentabilidade das Áreas Urbanas: perspectivas geográficas, inovação e planeamento**

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.3>

*Hélder Silva Lopes*

Lab2PT/IN2PAST, Instituto de Ciências Sociais, Universidade do Minho e Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti

<https://orcid.org/0000-0002-2931-5175>

*Inácio Pinto Ribeiro*

Instituto de Ciências Sociais, Universidade do Minho

<https://orcid.org/0009-0002-8461-9208>

#### **Resumo**

Este capítulo analisa o papel das cidades nas Transições para a Sustentabilidade, com enfoque nas Soluções baseadas na Natureza (SbN) como estratégias-chave para enfrentar os desafios urbanos do Antropoceno. Parte da interseção da ciência geográfica com os estudos de sustentabilidade, destacando a importância de abordagens espaciais na transformação dos sistemas urbanos. As SbN são apresentadas como alternativas multifuncionais às infraestruturas cinzentas, capazes de responder simultaneamente a problemas ambientais, sociais e económicos. Através de uma abordagem qualitativa e do recurso a fontes secundárias, apontam-se algumas experiências europeias e portuguesas registadas até ao ano de 2025, incluindo

iniciativas implementadas em cidades como Guimarães, Cascais ou Braga, que ilustram boas práticas de sustentabilidade urbana. Do mesmo modo, evidencia-se a relevância das SbN para a promoção de cidades mais resilientes, justas e saudáveis. A multifuncionalidade, conectividade e integração sistémica das SbN são destacadas como condições essenciais à sua eficácia. Por fim, propõe-se a integração das SbN no planeamento urbano como caminho estratégico para cidades biofílicas e ecossistémicas, que reconectem os cidadãos com a natureza e assegurem a regeneração dos territórios urbanos.

### 3.1. Introdução

A urbanização global é uma característica dominante do Antropoceno, período em que a atividade humana se tem tornado a principal força de transformação planetária. O crescimento exponencial das cidades alterou profundamente a relação entre sociedade e natureza, provocando uma descontinuidade na escala e intensidade das transformações ecológicas induzidas por humanos (Steffen et al., 2015; Steffen et al., 2018). Este fenómeno desafia-nos a repensar o papel das cidades como agentes centrais na reorganização dos sistemas socioecológicos e na manutenção dos limites planetários, num contexto de mudanças climáticas aceleradas e perda de resiliência dos ecossistemas.

De facto, o crescimento rápido e a consolidação dos núcleos urbanos à escala mundial, europeia e nacional tem-se traduzido numa necessidade crescente do contributo das inovações para a sustentabilidade (Bulkeley & Betsill, 2005; Sachs et al., 2019; Satterthwaite, 2021; Ribeiro et al., 2025) e embora haja ainda controvérsias sobre o contributo exato das cidades para as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) (Dodman, 2009), e sobre quem e o que é mais vulnerável aos efeitos das alterações climáticas (De Sherbinin et al., 2012), os ambientes urbanos são agora reconhecidos como uma parte vital desta resposta (Banco Mundial, 2010; UN-Habitat, 2011).

O seu papel é particularmente apontado para a definição de Soluções baseadas na Natureza (SbN), entendidas como abordagens que se baseiam em processos naturais para gerar benefícios sociais, ambientais e económicos (Fraga & Sayago, 2020). O conceito surgiu no final dos anos 2000, tendo a sua primeira referência numa publicação do Banco Mundial, e foi impulsionado principalmente pelas iniciativas globais focadas na necessidade de encontrar alternativas sustentáveis para os desafios ambientais enfrentados pela sociedade. Desde aí, as SbN ganharam destaque entre os

organismos internacionais e na União Europeia (UE) como uma estratégia na transição para a sustentabilidade (Blesh & Barrett, 2006; Kabisch et al., 2016; Davies et al., 2021).

De acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), as SbN podem ser categorizadas como iniciativas para preservar, gerir de forma sustentável e restaurar ecossistemas, de forma a ir ao encontro dos principais desafios sociais, ao mesmo tempo que proporcionam benefícios para o bem-estar do indivíduo e para a biodiversidade (Cohen-Shacham, 2016).

Um dos objetivos centrais desta investigação foi aprofundar o conhecimento sobre o conceito de SbN no quadro da adoção de boas “boas práticas” em matéria de sustentabilidade ambiental inseridas nas Geografias da Transição para a Sustentabilidade (GTS) em espaço urbano.

Após a secção introdutória, segue-se a metodologia, onde se procura identificar os métodos inerentes à investigação realizada. De seguida, estruturaram-se duas secções resultantes do levantamento realizado, intituladas de *Transições Urbanas para a Sustentabilidade e Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para as Transições para a Sustentabilidade em Áreas Urbanas*. Na secção 4 são apontadas as principais conclusões.

### 3.2. Metodologia

A proposta deste estudo assenta numa metodologia de natureza eminentemente qualitativa, sustentada no recurso a fontes secundárias. A estratégia metodológica foi delineada com o objetivo de assegurar a concretização dos propósitos definidos, privilegiando, para tal, as seguintes fontes:

- Análise de documentos estratégicos, fundamental para a definição dos pressupostos teóricos e para a realização da análise estrutural da temática. Destacam-se, neste âmbito, os relatórios de organizações internacionais como a Organização das Nações Unidas (ONU), a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), os quais constituem pilares para a formulação de políticas, regulamentos e estratégias de adaptação em matéria de ambiente, saúde, bem-estar urbano e planeamento, e de *websites* com iniciativas internacionais e nacionais.
- A contextualização, com recurso a estudos relevantes identificados nas bases de dados SCOPUS e *Web of Science* sobre a interação entre

o paradigma do pensamento geográfico e as Geografias da Transição para a Sustentabilidade (GTS), com especial enfoque nas SbN aplicadas ao contexto urbano.

### 3.3. Transições Urbanas para a Sustentabilidade

As transições urbanas destacam-se como uma área de enfoque central, refletindo a crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável dos espaços urbanos. As cidades têm emergido como pontos estratégicos para a implementação de transições rumo à sustentabilidade, funcionando como laboratórios vivos onde as inovações nos sistemas urbanos têm assumido particular relevância (Bulkeley et al., 2011; Loorbach et al., 2016; Frantzeskaki et al., 2017; Hodson et al., 2017; Moore et al., 2018).

A revisão de literatura conduzida por Wolfram & Frantzeskaki (2016) sobre o papel das cidades nas transições para a sustentabilidade evidencia o crescente interesse acadêmico pelos ambientes urbanos, tanto como objetos de estudo como espaços de experimentação transformadora.

Estas transições têm sido especialmente significativas no setor dos transportes, dada a sua importância na redução do consumo energético, das emissões de CO<sub>2</sub> e na resposta aos desafios decorrentes do crescimento populacional nas cidades (Khatib, 2012).

Iniciativas como os *Urban Living Labs* (ULL), apresentados na obra *Urban Living Labs: Experimenting with City Futures*, de Marvin et al. (2018), surgem como espaços experimentais para projetar, testar e aprender em tempo real como inovações sociais e tecnológicas que podem contribuir para uma abordagem urbana mais sustentável (Evans et al., 2016; Voytenko et al., 2016; Marvin et al., 2018). De forma complementar, os *Urban Transition Labs* (UTLs) constituem-se também em abordagens promissoras, integrando processos de investigação e inovação em colaboração com as comunidades, com o intuito de gerar soluções sustentáveis adaptadas ao contexto local (Chesbrough, 2003; Bilgram et al., 2008; Voytenko et al., 2016; Marvin et al., 2018; Florez Ayala et al., 2022; Innella et al., 2024).

Apesar da sua relevância, a relação entre a experimentação urbana e a mudança institucional tem sido pouco explorada. Reconhece-se que tais experiências podem induzir transformações estruturais nos sistemas existentes, fomentando redes colaborativas, aprendizagem coletiva e novas formas de governança (Berkhout et al., 2010; Nevens et al., 2013). Neste contexto, as

transições para a sustentabilidade são entendidas como processos de re-configuração institucional que procuram desinstitucionalizar arranjos insustentáveis e institucionalizar práticas mais desejáveis e resilientes (Fuenfschilling & Binz, 2018). As cidades têm-se destacado como locais-chave para essas mudanças transformadoras, dada a sua complexidade, as interações entre múltiplos atores e setores, a elevada concentração de recursos e a diversidade de agentes socioeconômicos (Frantzeskaki et al., 2017).

Exemplo paradigmático dessa abordagem é a *Declaração Basca*, de 2016 (ICLEI, 2016), que delineou um novo caminho para cidades e vilas europeias no sentido de se tornarem mais produtivas, sustentáveis e resilientes. Esta declaração, subscrita por representantes políticos de 541 cidades/regiões e 221 organizações, visou acelerar a transformação sociocultural, socioeconômica e tecnológica da Europa urbana.

Em outubro de 2024, Aalborg (Dinamarca) foi palco da 10.<sup>a</sup> Conferência Europeia sobre Cidades e Vilas Sustentáveis, promovida pela plataforma *European Sustainable Cities*, cuja agenda se focou em três domínios fundamentais:

#### i) Sociocultural

- Garantir igualdade de acesso aos serviços municipais.
- Envolver os cidadãos através de práticas participativas (como ciência cidadã).
- Incentivar o envolvimento cívico e privado local.
- Promover a inovação social e a inclusão.
- Estimular a economia partilhada.

#### ii) Socioeconómico

- Potenciar a produção e a economia local.
- Fechar e reforçar cadeias de valor locais.
- Implementar modelos de financiamento inovadores.
- Promover compras públicas sustentáveis.
- Acelerar a transição para uma economia circular.

## iii) Tecnológico

- Aplicar tecnologias inteligentes de forma responsável.
- Promover inovação e sustentabilidade por via da contratação pública.
- Garantir equidade no acesso a serviços digitais.
- Apoiar padrões abertos de dados.
- Preparar políticas para mudanças socioculturais impulsionadas pela inovação.

Em Portugal, várias cidades já implementaram ações transformadoras no âmbito da transição urbana para a sustentabilidade, conforme apresentado no Quadro 3.1. Estas iniciativas, destacadas na plataforma *European Sustainable Cities*, refletem a aplicação prática dos princípios das transições sustentáveis nos mais diversos domínios.

**Quadro 3.1** Ações transformativas na plataforma European Sustainable Cities, para as Transições Urbanas para a Sustentabilidade em Portugal.

<b>Cidade</b>	<b>Projeto</b>	<b>Descrição</b>	<b>Áreas Políticas do Pacto Ecológico da UE</b>
Águeda	Laboratório vivo para a descarbonização – Águeda Smart City Lab	Cria espaços para o desenvolvimento/teste de tecnologias inovadoras e de baixo impacto ambiental, solidificando os princípios da utilização eficiente de recursos materiais e energéticos.	Ação climática; Mobilidade sustentável; Energia limpa; Espaço público.
Arcos de Valdevez	Ecovaldevez: Educar para a ecocidadania	Engloba um conjunto de equipamentos, projetos e iniciativas que visam “educar para a ecocidadania”. Trabalham com diferentes grupos e entidades sociais para incentivar a cidadania ativa dos cidadãos como agentes de mudança.	Ação climática; Mobilidade sustentável; Biodiversidade; Agricultura sustentável; Energia limpa; Espaço público; Indústria sustentável.
Barreiro	Cada gota conta! Menos plástico brilha!	Incentivar as pessoas a beber água da torneira através de garrafas reutilizáveis e a reabastecê-las em postos de abastecimento instalados em locais estratégicos ao ar livre.	Ação climática; Combate à poluição; Energia limpa; Espaço público; Do campo ao prato; Indústria sustentável.

<b>Cidade</b>	<b>Projeto</b>	<b>Descrição</b>	<b>Áreas Políticas do Pacto Ecológico da UE</b>
Braga	Cuidar Braga	Incentivar a valorização da agricultura e da silvicultura (biomassa) em substituição da sua queima.	Ação climática; Biodiversidade; Energia limpa.
Braga	Lagoas com vida no concelho de Braga	Os charcos são essenciais para a manutenção da biodiversidade e para a mitigação dos fenómenos extremos de calor e uma melhor gestão da água.	Ação climática; Biodiversidade.
Cascais	IREC – Reciclagem inovadora	15 <i>Reverse Vending Machines</i> que permitem aos consumidores ganhar prémios pela devolução de embalagens de vidro e metal (latas).	Indústria sustentável.
Cascais	Mobi Cascais	Promove o acesso transparente e fácil ao transporte público para todos os cidadãos e promove a utilização do transporte público facilitando a intermodalidade entre automóveis e modos de transporte público.	Ação climática; Mobilidade sustentável.
Guimarães	Lente no bolso para ajudar a espécie	A aplicação cataloga espécies de fauna e flora e georeferencia-as. Os dados são utilizados para produzir informação, o que ajuda nos processos de tomada de decisão política para proteger a biodiversidade.	Ação climática; Biodiversidade; Agricultura sustentável; Energia limpa.
Guimarães	Guimarães, Uma cidade inteligente para todos	Aposta na transformação de Guimarães numa cidade sustentável, atrativa, viva e rica, através da implementação integrada de 12 projetos transformadores, que apostam em soluções digitais, participação pública, ciência, inovação e conhecimento.	Ação climática; Mobilidade sustentável; Energia limpa; Espaço público.
Lousada	Lousada: Educação Integrada para a Sustentabilidade	Inspirar e apoiar formas alternativas de criar áreas de conservação e oportunidades de emprego envolvendo a comunidade, ao mesmo tempo que cuidam dos recursos naturais.	Ação climática; Biodiversidade; Agricultura sustentável; Energia limpa; Espaço público; Indústria sustentável.

Cidade	Projeto	Descrição	Áreas Políticas do Pacto Ecológico da UE
Loures	H2O – Uma nova visão sobre o uso da água	Agregar valor ao recurso durante todo o ciclo urbano. Aposta numa monitorização ativa, e na partilha de conhecimento entre os cidadãos, provendo o envolvimento dos <i>stakeholders</i> .	Ação climática; Biodiversidade; Agricultura sustentável; Energia limpa; Espaço público; Indústria sustentável.
Loures	Loures inova	Centro empresarial e de formação para os setores agroalimentar e logístico, que visa fomentar a criação de novas empresas e a renovação do negócio do <i>cluster</i> .	Indústria sustentável.
Matosinhos	Biocapacidade da cidade de Matosinhos	Desafio de aliviar as pessoas com recurso à natureza de forma simbiótica, melhorando assim a saúde ambiental e a biocapacidade urbana. Hortas escolares como um laboratório vivo	Ação climática; Biodiversidade.
Setúbal	Jardim energético multissensorial	Espaço acessível a todos, que proporciona uma viagem interativa pelas diferentes energias renováveis disponíveis no planeta, sensibilizando o público para as questões da eficiência energética.	Mobilidade sustentável; Agricultura sustentável; Energia limpa; Espaço público.
Torres Vedras	Programa escola de alimentação sustentável	Fornecimento de alimentação escolar saudável de forma social, ecológica e sustentável através da agricultura biológica.	Biodiversidade; Energia limpa; Do campo ao prato; Indústria sustentável.

Fonte: Elaboração própria baseada na plataforma *European Sustainable Cities* (<https://sustainablecities.eu/sustainable-cities-platform/>) (consultado em 20 de fevereiro de 2025).

Não obstante a reconhecida importância das cidades na promoção da sustentabilidade, persistem obstáculos significativos, como a complexidade dos sistemas urbanos, a inércia institucional e as barreiras percetivas e normativas (Bulkeley & Betsill, 2005; Bai, 2007; Ernstson et al., 2010).

Na próxima secção (secção 3.4.), aprofunda-se a temática das Transições Urbanas para a Sustentabilidade, com enfoque nas cidades enquanto espaços que exigem uma abordagem integrada de múltiplas transições – nos sistemas de transporte, energia, economia e gestão da água. É dada especial



ênfase aos desafios contemporâneos e às medidas necessárias para a transição para uma cidade verdadeiramente sustentável. Neste contexto, releva-se o papel das SbN, conceito que tem ganho crescente atenção pelos múltiplos benefícios que oferece, sobretudo quando integrado de forma sistêmica no planejamento urbano.

### 3.4. Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para as Transições para a Sustentabilidade em Áreas Urbanas

Atualmente, vivemos um momento crucial, marcado por desafios globais interligados que configuram uma verdadeira *policrise* (Lawrence et al., 2022). Esta macrocrise resulta da complexa e descontrolada interdependência entre os sistemas naturais e sociais vitais do planeta, colocando em risco a própria viabilidade da civilização humana. Perante esta incerteza sistêmica e risco existencial (UNDP, 2021), torna-se evidente a necessidade de adotar abordagens inovadoras e holísticas, baseadas em transições e transformações estruturais (Scoones et al., 2020).

As Transições Urbanas para a Sustentabilidade e, em particular, as GTS, emergem, neste cenário, como um imperativo estratégico (Ribeiro et al., 2025). A urbanização, enquanto processo multidimensional e global, está fortemente associada à intensificação das mudanças climáticas, à migração em massa (Xing et al., 2022; Ali et al., 2025) e à crescente pressão sobre os serviços ecossistêmicos (Cao et al., 2021; Ouyang et al., 2021). Dados recentes indicam que as cidades consomem aproximadamente 2/3 da energia mundial e são responsáveis por 70% das emissões globais de CO<sub>2</sub>. Além disso, estima-se ainda que, até 2050, 70% da população mundial resida em áreas urbanas (Fuenfschilling et al., 2019), o que acarretará inevitavelmente desafios adicionais à capacidade de carga.

A urbanização acelerada das últimas décadas tem gerado impactos ambientais profundos e comprometido a qualidade de vida nas cidades (Lopes et al., 2024). A elevada concentração populacional e a expansão de infraestruturas resultaram na impermeabilização de vastas áreas, intensificando fenômenos como as cheias urbanas, o efeito de Ilha de Calor Urbano (ICU) e a degradação da biodiversidade (Depietri et al., 2012). A abordagem dominante nas ciências sociais e ambientais tem sido marcadamente antropocêntrica, privilegiando o ser humano em detrimento da compreensão sistêmica das interações entre os ambientes urbanos e os ecossistemas que os sustentam (Lencastre et al., 2023).

Neste contexto, torna-se urgente avançar com transições urbanas que promovam cidades mais justas, resilientes e ecologicamente sustentáveis (Romero-Lankao et al., 2018; Ribeiro et al., 2024). A coexistência de ocupações antrópicas em contextos urbanos de diferentes épocas exige intervenções diversificadas e coordenadas. A gestão destas transições pode – e deve – incluir a criação de espaços que favoreçam a aprendizagem social e a experimentação, como os Laboratórios de Transição Urbana, inspirados em ecossistemas de inovação aberta e centrados nos cidadãos (Chesbrough, 2003; Loorbach et al., 2016).

A expropriação de terrenos para fins públicos, tradicionalmente associada à construção de infraestruturas como estradas e vias rápidas, pode ganhar uma nova dimensão ao ser direcionada para projetos que beneficiem a comunidade e promovam a sustentabilidade ambiental. Esta prática, quando guiada por critérios de equidade e conservação, permite equilibrar as necessidades sociais com a proteção dos recursos naturais e da biodiversidade.

No âmbito académico de abordagem à problemática das Transições Urbanas para a Sustentabilidade, e inerente a um processo de interveniência assente na identificação do Território de estudo, respetiva Intervenção e Proposta objeto de avaliação (tipificadas no modelo TIP, proposto por Lopes et al., 2022, e Lopes, 2024), podem discutir-se medidas a ser implementadas tanto em cidades em desenvolvimento como em áreas urbanas já consolidadas. Entre essas propostas, destacam-se:

(i) a reorganização do trânsito e dos espaços públicos

- Redução da infraestrutura viária em favor de áreas pedonais e espaços verdes.
- Implementação de jardins de chuva e biovaletas para promover a infiltração da água e aliviar a pressão sobre os sistemas de drenagem.

(ii) a estruturação e consolidação de redes de transportes públicos eficientes e interligados

- Reorganização da malha urbana para reforçar o acesso ao transporte coletivo.
- Priorização de modos suaves (bicicletas, comboios, metro) com ligações regionais integradas.

(iii) A utilização eficiente dos espaços urbanos

- Instalação de telhados verdes e painéis solares em edifícios e mobiliário urbano, promovendo energia limpa e biodiversidade urbana.

(iv) O aproveitamento e eficiência energética residencial

- Arborização das ruas para sombreamento e redução das temperaturas do ar e de superfície urbanas.
- Promoção das energias renováveis e uso de tecnologias inteligentes de monitorização energética.

(v) A gestão de resíduos e economia circular

- Criação de programas eficazes de reciclagem, compostagem e combate ao desperdício alimentar.

(vi) A recuperação dos espaços verdes e ecossistemas urbanos

- Reflorestação de áreas degradadas e renaturalização de cursos de água.
- Criação de parques urbanos através da expropriação estratégica de terrenos.

Neste quadro, existem vários modelos, aos quais as iniciativas europeias dão substância, onde se consubstancia o valor de uma malha urbana compacta e densa, em oposição à expansão horizontal desordenada. A densidade urbana promove, assim, a proximidade entre funções urbanas (residência, trabalho, serviços), reduzindo a dependência do transporte individual e libertando espaço para áreas verdes, sem comprometer o crescimento urbano sustentável.

A complexidade dos sistemas urbanos obriga a repensar as cidades enquanto espaços de convergência de múltiplas transições – ambientais, energéticas, sociais e económicas – que interagem e coevoluem (Loorbach et al., 2017). As SbN representam uma abordagem eficaz para enfrentar esses desafios, tal como já se advogou anteriormente, e, embora surgidas no final dos anos 2000 como resposta à crise climática (Blesh & Barrett, 2006; Kabisch et al., 2016), as SbN incorporam atualmente uma ampla gama de estratégias inspiradas nos processos naturais, visando gerar benefícios simultaneamente ambientais, sociais e económicos.

Embora algumas medidas já fossem conhecidas, o enquadramento recente das SbN permitiu uma nova valorização e sistematização destas soluções (Quadro 3.2). Ao imitarem os processos da natureza, as SbN aumentam a resiliência dos sistemas urbanos e promovem um novo equilíbrio entre a cidade e o ecossistema (Nesshöver et al., 2017).

**Quadro 3.2** Categorias e série de medidas consideradas SbN e suas principais utilidades.

<b>Categorias</b>	<b>Medidas</b>	<b>Principais utilidades</b>
<b>Restauração</b>	Hortas urbanas	Reaproveitamento de áreas que muitas vezes são excedentárias de algumas obras.
	Prados biodiversos	Constituídos por espécies autóctones, necessitam de menos água do que a relva tradicional e estimulam o surgimento dos polinizadores.
	Renaturalização dos rios	Restauração dos ecossistemas aquáticos, melhoria da qualidade da água e controlo das cheias.
<b>Proteção</b>	Árvores de rua	Melhoria da qualidade do ar, redução da temperatura, conexão das várias áreas verdes e redução do ruído.
	Florestas urbanas	Melhoria da qualidade do ar, redução da temperatura, manutenção da biodiversidade e combate à degradação urbana.
<b>Criação</b> (Maior parte destas medidas são híbridas, isto é, combinam elementos naturais com tecnologia de ponta da Engenharia civil – Infraestrutura Verde e Azul + Infraestrutura Cinzenta)	Paredes verdes	Promotoras da biodiversidade e úteis para o isolamento térmico dos edifícios.
	Telhados verdes	
	Pisos permeáveis	Maior infiltração e qualidade da água, filtram poluentes e sedimentos e controlam a temperatura.
	Vias permeáveis	
	Biovaletas	Redução do escoamento superficial, infiltração da água, controlo de cheias ao retardar o fluxo da água. Fornecem <i>habitat</i> para plantas e pequenos animais.
	Jardins de chuva	
	Bacias de retenção	Retenção e tratamento de poluentes na água da chuva. Contribuem para a recarga dos aquíferos e aumento da biodiversidade.
	Corredores ecológicos	Facilitam a movimentação da fauna e promovem a diversidade biológica.

Fonte: Elaboração própria.

As SbN englobam também uma ampla variedade de estratégias e intervenções que utilizam elementos e processos naturais para enfrentar os principais desafios urbanos, como as inundações, a escassez de água, a poluição do ar e a carência de espaços verdes. Em contraste com as infraestruturas cinzentas, que se baseiam em soluções exclusivamente técnicas e artificiais, as SbN procuram inspirar-se nos processos ecológicos, imitando o modo como os sistemas naturais operam e regulam fenómenos ambientais.

A integração de elementos como áreas verdes urbanas, jardins de chuva, biovaletas ou corredores ecológicos permite às cidades aumentar a sua resiliência e sustentabilidade, ao potenciar os serviços ecossistémicos essenciais ao bem-estar humano e ao equilíbrio ambiental (Calliari et al., 2022).

Apesar de os benefícios ambientais, sociais e económicos das SbN serem amplamente reconhecidos (Quadro 3.3), estas soluções continuam frequentemente subvalorizadas nos processos de planeamento urbano e desenvolvimento territorial (Ribeiro et al., 2024). É, por isso, essencial reforçar o conhecimento sobre o contributo das SbN para a melhoria do ambiente urbano, destacando-se, em particular, os seus efeitos positivos ao nível da saúde mental e física da população (Han et al., 2020; Besser & Lovasi, 2023; Štrbac et al., 2023), que vêm sendo comumente subalternizados e são exacerbadores dos problemas das comunidades.

**Quadro 3.3** Benefícios proporcionados pelas SbN.

<b>Benefício</b>	<b>Descrição</b>
Ecológico	Impacte no clima do ambiente através do controlo da temperatura, vento e humidade. Redução da poluição do ar, ruído e da reflexão da luz, prevenção de cheias e controlo da erosão. Maior biodiversidade.
Social	Oportunidades de recreio, melhoria nas redondezas das habitações e do local de trabalho, impacte na saúde física e mental, além dos valores culturais e históricos das áreas verdes. Contacto da população com a natureza.
Estético	Paisagem diversificada através das cores, texturas, formas e densidade das diferentes espécies. Crescimento das árvores, mais espaços abertos e enquadramento das vistas dos edifícios.
Económico	Aumento do valor da propriedade, valorização da atividade turística e da mais-valia dos diversos produtos florestais. Redução no consumo energético dos edifícios. Redução nos gastos com o sistema de saúde pela melhoria da saúde mental e física no geral.

Fonte: Elaboração própria.

As infraestruturas verdes e azuis não devem, pois, ser entendidas como intervenções isoladas em pontos específicos da cidade. Para serem eficazes e caracterizadas como tal, é necessário que apresentem um nível de conectividade que abranja um território urbano mais vasto (Keesstra et al., 2018). A implementação pontual de uma medida, como um jardim ou uma rua arborizada, não constitui, por si só, uma infraestrutura verde. Da mesma forma, uma bacia de retenção naturalizada apenas pode ser considerada parte de uma infraestrutura azul ou verde se estiver integrada numa estratégia mais ampla de gestão da água. Isto implica pensar a infraestrutura como um sistema interligado e multifuncional à escala da cidade (Korkou et al., 2023; Vilanova et al., 2024).

As soluções aplicadas a uma determinada área urbana são frequentemente concebidas para responder a problemas específicos — como a infiltração de águas pluviais. Contudo, um princípio central das SbN é precisamente a sua multifuncionalidade. Por exemplo, uma intervenção cujo objetivo principal é promover a infiltração da água no solo pode simultaneamente oferecer sombra, promover a biodiversidade e amenizar o microclima urbano.

Quando baseadas em superfícies permeáveis, áreas arborizadas ou com vegetação, estas soluções devem também integrar objetivos estéticos e ecológicos. É crucial que os espaços verdes planeados para fins ambientais também proporcionem uma paisagem visualmente atrativa, incentivem a interação social e funcionem como espaços de lazer. Estas áreas não apenas mitigam os efeitos das ICU e facilitam a gestão da água como, também, promovem o bem-estar físico e mental da população. Uma rua arborizada, por exemplo, tem um efeito sensorial e psicológico marcadamente mais positivo do que uma rua sem vegetação.

As SbN contribuem ainda para o fortalecimento do conceito de cidades biofílicas, que procuram restabelecer a ligação entre os cidadãos e a natureza, criando ambientes urbanos mais saudáveis e equilibrados (Beatley, 2010). As cidades biofílicas promovem e preservam espaços públicos verdes como elementos centrais da vida comunitária, fomentando a coesão social, o bem-estar e a consciência ambiental. Para além da contemplação paisagística, estas soluções visam criar *habitats* e nichos ecológicos que integrem fauna e flora no tecido urbano (Martins & Neves, 2020).

O emprego destas abordagens melhoram não só a qualidade de vida dos habitantes urbanos como, também, fortalecem a resiliência e a sustentabilidade das cidades. Ao reconectar o ambiente construído com os sistemas naturais, contribuem para o desenvolvimento de cidades mais inclusivas, adaptáveis e saudáveis para todos os residentes (UN-Habitat, 2022).

### 3.5. Principais Conclusões

A interseção entre a ciência geográfica e os Estudos de Sustentabilidade tem sido crucial para compreender os desafios contemporâneos de adaptação e de transformação urbana. As cidades, devido à sua complexidade, densidade populacional e vulnerabilidade às mudanças climáticas, emergem como epicentros estratégicos para a transição rumo à sustentabilidade. No entanto, esta transição requer abordagens integradas e interdisciplinares, capazes de promover uma visão sistêmica das dinâmicas territoriais e sociais, valorizando os contextos locais e os ecossistemas urbanos.

Apesar das barreiras institucionais e da inércia estrutural que ainda limitam muitas intervenções urbanas, experiências como os *Urban Living Labs* e os *Urban Transition Labs* demonstram o potencial transformador das inovações sociais e tecnológicas. Estas iniciativas promovem processos de co-criação e aprendizagem social, essenciais para testar, adaptar e escalar soluções inovadoras em contextos reais. A construção de cidades mais resilientes e sustentáveis exige, por isso, novas formas de governação colaborativa e o envolvimento ativo da comunidade nos processos de planeamento.

As SbN destacam-se como ferramentas particularmente promissoras nesta transição. A sua capacidade de integrar funções ambientais, sociais e económicas — como a regulação térmica, a gestão das águas pluviais, a promoção da biodiversidade e o bem-estar psicossocial — reforça a necessidade de as considerar como infraestruturas essenciais no planeamento urbano. Contudo, para que estas soluções atinjam todo o seu potencial, é necessário superar a abordagem fragmentada e implementar redes verdes e azuis contínuas e interligadas, com escala territorial adequada e alinhadas com os princípios das cidades biofílicas.

Adicionalmente, é fundamental reconhecer o papel estratégico das SbN na criação de ambientes urbanos mais saudáveis, inclusivos e regenerativos. A reconexão entre os habitantes e a natureza, promovida por estas soluções, contribui para reforçar o sentimento de pertença, melhorar a saúde mental e física e aumentar a coesão social. Em contextos de *policrise* global, onde se sobrepõem crises ambientais, económicas e sociais, estas soluções oferecem caminhos integradores e resilientes para o futuro das cidades.

A consolidação das SbN como componente estrutural das estratégias de Transição para a Sustentabilidade exige uma mudança de paradigma no planeamento urbano: de uma visão centrada exclusivamente na funcionalidade técnica para uma abordagem ecossistémica, inclusiva e participativa. Esta transição tem implicações ao nível da inovação técnica, mas também da transformação institucional e cultural. A integração plena das SbN poderá, assim, transformar-se num marco na reconfiguração das cidades do século XXI, tornando-as não apenas mais eficientes, mas também mais humanas, resilientes e vivas.

### 3.6. Futuros Estudos

A crescente integração das Soluções baseadas na Natureza (SbN) no planeamento urbano revela novas possibilidades de investigação que devem ser aprofundadas em futuros estudos. Propõem-se, na sequência deste capítulo, três eixos prioritários para orientar futuros estudos sobre as SbN e as Transições Urbanas para a Sustentabilidade.

#### 1. Avaliação integrada dos impactes das SbN

Desenvolvimento de metodologias que permitam medir, de forma holística, os impactes das SbN ao nível ambiental, social, económico e da saúde pública. Está em causa o estabelecimento de uma bateria de indicadores específicos para avaliar a eficácia das SbN em diferentes contextos urbanos e analisar os benefícios acumulados, a médio e longo prazos, nomeadamente em áreas vulneráveis ou densamente urbanizadas.

#### 2. Governança, participação e políticas públicas

Análise dos modelos de governação colaborativa e participação cidadã e o modo como influenciam a implementação, aceitação e sustentabilidade das SbN. Fundamenta-se no papel dos instrumentos de planeamento (como Planos Diretores Municipais) e das políticas públicas urbanas na institucionalização destas soluções, assim como nas práticas de cocriação e ciência cidadã como formas de reforçar a legitimidade e apropriação social dos projetos.



### 3. *Design* biofílico e regeneração urbana

Instrumentalização do conceito de cidades biofílicas, operacionalizando-o em diferentes contextos territoriais, com a promoção de ambientes urbanos mais saudáveis, resilientes e inclusivos. Este eixo inclui o estudo da integração das SbN no desenho urbano, na regeneração de espaços públicos e na criação de infraestruturas verdes e azuis contínuas, que aumentem a biodiversidade e promovam o bem-estar.

## Referências

- Ali, S., Niaz, H., Ahmad, S., & Khan, S. (2025). Investigating how Rapid Urbanization Contributes to Climate Change and the Social Challenges Cities Face in Mitigating its Effects. *Review of Applied Management and Social Sciences*, 8(1), 1-16.
- Bai, X. (2007). Integrating global environmental concerns into urban management: the scale and readiness arguments. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 15-29.
- Berkhout, F., Verbong, G., Wieczorek, A. J., Raven, R., Lebel, L., & Bai, X. (2010). Sustainability experiments in Asia: innovations shaping alternative development pathways?. *Environmental Science & Policy*, 13(4), 261-271.
- Besser, L. M., & Lovasi, G. S. (2023). Human physical health outcomes influenced by contact with nature. In *Nature-based solutions for cities* (pp. 167-191). Edward Elgar Publishing.
- Bierbaum, Rosina M., Fay, Marianne, & Ross-Larson, Bruce [editor]. *World development report 2010 : development and climate change (Vol. 1 of 2) (English)*. World development report|World development indicators Washington, DC : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/201001468159913657>
- Bilgram, V., Brem, A., & Voigt, K. I. (2008). User-centric innovations in new product development—Systematic identification of lead users harnessing interactive and collaborative online-tools. *International Journal of Innovation Management*, 12(3), 419-458.
- Blesh, J. M., & Barrett, G. W. (2006). Farmers' attitudes regarding agrolandscape ecology: A regional comparison. *Journal of Sustainable Agriculture*, 28(3), 121-143.
- Bulkeley, H., & Betsill, M. (2005). Rethinking sustainable cities: Multilevel governance and the urban politics of climate change. *Environmental Politics*, 14(1), 42-63.
- Bulkeley, H., Castán-Broto, V., Hodson, M. & Marvin, S. (2011). *Cities and Low Carbon Transitions*. Routledge, New York.
- Calliari, E., Castellari, S., Davis, M., Linnerooth-Bayer, J., Martin, J., Mysiak, J., ... & Zandersen, M. (2022). Building climate resilience through nature-based solutions in Europe: A review of enabling knowledge, finance and governance frameworks. *Climate Risk Management*, 37, 100450.
- Cao, Y., Kong, L., Zhang, L., & Ouyang, Z. (2021). The balance between economic development and ecosystem service value in the process of land urbanization: A case study of China's land urbanization from 2000 to 2015. *Land Use Policy*, 108, 105536.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Soluções baseadas na natureza para enfrentar os desafios sociais globais. IUCN: Gland, Suíça.

- Davies, C., Chen, W. Y., Sanesi, G., & Laforteza, R. (2021). The European Union roadmap for implementing nature-based solutions: A review. *Environmental Science & Policy*, 121, 49-67.
- Depietri, Y., Renaud, F. G., & Kallis, G. (2012). Heat waves and floods in urban areas: a policy-oriented review of ecosystem services. *Sustainability Science*, 7, 95-107.
- Dodman, D. (2009). Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environment and Urbanization*, 21(1), 185-201.
- Ernstson, H., van Der Leeuw, S. E., Redman, C. L., Meffert, D. J., Davis, G., Alfsen, C. & Elmqvist, T. (2010). Urban transitions: on urban resilience and human-dominated ecosystems. *Ambio*, 39(8), 531-545.
- Evans, J., Karvonen, A., & Raven, R. (2016). The experimental city: New modes and prospects of urban transformation. In *The experimental city* (pp. 1-12). Routledge.
- Florez Ayala, D. H., Alberton, A., & Ersoy, A. (2022). Urban living labs: Pathways of sustainability transitions towards innovative city systems from a circular economy perspective. *Sustainability*, 14(16), 9831.
- Fraga, R. G., & Sayago, D. A. V. (2020). Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito. *Parcerias Estratégicas*, 25(50), 67-82.
- Frantzeskaki, N., Broto, V. C., Coenen, L., & Loorbach, D. (Eds.). (2017). *Urban sustainability transitions* (Vol. 5). New York: Routledge.
- Fuenfschilling, L., & Binz, C. (2018). Global socio-technical regimes. *Research Policy*, 47(4), 735-749.
- Fuenfschilling, L., Frantzeskaki, N., & Coenen, L. (2019). Urban experimentation & sustainability transitions. *European Planning Studies*, 27(2), 219-228.
- Han, H., Yu, J., & Hyun, S. S. (2020). Effects of nature-based solutions (NBS) on eco-friendly hotel guests' mental health perceptions, satisfaction, switching barriers, and revisit intentions. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 29(5), 592-611.
- Hodson, M., Geels, F. W., & McMeekin, A. (2017). Reconfiguring urban sustainability transitions, analysing multiplicity. *Sustainability*, 9(2), 299.
- ICLEI – Local Governments for Sustainability. (2016). *Basque declaration: New pathways for European cities and towns to create productive, sustainable and resilient cities*. <https://www.basque-declaration.eu>
- Innella, C., Ansaneli, G., Barberio, G., Brunori, C., Cappellaro, F., Civita, R., ... & Zucaro, A. (2024). A methodological framework for the implementation of urban living lab on circular economy co-design activities. *Frontiers in Sustainable Cities*, 6, 1400914.

Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., Stadler, J., Zaunberger, K., & Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2), 39.

Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., & Cerdà, A. (2018). The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 610, 997-1009.

Khatib, H. (2012). IEA world energy outlook 2011—A comment. *Energy policy*, 48, 737-743.

Korkou, M., Tarigan, A. K., & Hanslin, H. M. (2023). The multifunctionality concept in urban green infrastructure planning: A systematic literature review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 85, 127975.

Lawrence, M., Janzwood, S., & Homer-Dixon, T. (2022). What is a global polycrisis. *Cascade Institute, Technical Paper*, 4.

Lencastre, M. P. A., Vidal, D. G., Silva Lopes, H., & Curado, M. J. (2023). Biophilia in pieces: critical approach of a general concept. *Environment and Social Psychology*, 8(3), 1869.

Loorbach, D., Frantzeskaki, N., & Avelino, F. (2017). Sustainability transitions research: transforming science and practice for societal change. *Annual Review of Environment and Resources*, 42, 599-626.

Loorbach, D., Wittmayer, J. M., Shiroyama, H., Fujino, J., & Mizuguchi, S. (2016). *Governance of urban sustainability transitions*. Springer Berlin Heidelberg.

Lopes, H. S. (2024). Educational sustainability initiatives in higher education: An integrative approach to urban areas in northwestern Portugal. *Societal Impacts*, 4, 100093.

Lopes, H. S., Remoaldo, P. C., Ribeiro, I., Ribeiro, V., & Alves, J. A. (2024). Global Warming and its Influence on Leisure Activities, Events, and Sports Management. *Reference Module in Social Sciences*.

Lopes, H. S., Remoaldo, P., Ribeiro, V., & Martín-Vide, J. (2022). The use of collaborative practices for climate change adaptation in the tourism sector until 2040—A case study in the Porto Metropolitan Area (Portugal). *Applied Sciences*, 12(12), 5835.

Martins, C., & Neves, I. (2020). Aprender a brincar ao ar livre num jardim de infância em Portugal: um Estudo de Caso. *Revista Liberato: Educação, Ciência e Tecnologia*, 121-130.

Marvin, S., Bulkeley, H., Mai, L., McCormick, K., & Palgan, Y. V. (Eds.). (2018). *Urban living labs: Experimenting with city futures*. Routledge.

Moore, T., Horne, R., Gleeson, B. J., & de Haan, F. (2018). Urban sustainability transitions. *Nature*, 10, 978-981.

Nesshöver, C., Assmuth, T., Irvine, K. N., Rusch, G. M., Waylen, K. A., Delbaere, B., ... & Wittmer, H. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of the total environment*, 579, 1215-1227.

Nevens, F., Frantzeskaki, N., Gorissen, L., & Loorbach, D. (2013). Urban Transition Labs: co-creating transformative action for sustainable cities. *Journal of Cleaner Production*, 50, 111-122.

Ouyang, X., Tang, L., Wei, X., & Li, Y. (2021). Spatial interaction between urbanization and ecosystem services in Chinese urban agglomerations. *Land Use Policy*, 109, 105587.

Ribeiro, I. P., Lopes, H. S., Dinis, M. A. P., & Remoaldo, P. C. (2025). Geography of Sustainability Transitions: Mapping Spatial Dynamics and Research Trends Between 1995 and 2024. *Environments*, 12(5), 148.

Ribeiro, I., Lopes, H. S., Silva, L. T., Ribeiro, V., Alves, J. A., & Remoaldo, P. C. A. (2024). *Soluções baseadas na natureza em espaços urbanos num contexto de alterações climáticas: uma análise de projetos europeus entre 2014 e 2023*. In PLURIS 2024 – Cidades e Territórios em Transição. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/94228>

Romero-Lankao, P., Bulkeley, H., Pelling, M., Burch, S., Gordon, D. J., Gupta, J., ... & Munshi, D. (2018). Urban transformative potential in a changing climate. *Nature Climate Change*, 8(9), 754-756.

Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six transformations to achieve the sustainable development goals. *Nature sustainability*, 2(9), 805-814.

Satterthwaite, D. (2021). Sustainable cities or cities that contribute to sustainable development? In *The Earthscan reader in sustainable cities* (pp. 80-106). Routledge.

Scoones, I., Stirling, A., Abrol, D., Atela, J., Charli-Joseph, L., Eakin, H., ... & Yang, L. (2020). Transformations to sustainability: combining structural, systemic and enabling approaches. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 42, 65-75.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855.

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., ... & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252-8259.

Štrbac, S., Kašanin-Grubin, M., Pezo, L., Stojić, N., Lončar, B., Ćurčić, L., & Pucarević, M. (2023). Green infrastructure designed through nature-based solutions for sustainable urban development. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1102.

Sustainable Cities Platform. Available online: <https://sustainablecities.eu/sustainable-cities-platform/> (acedido a 5 de fevereiro de 2025).

UNDP. (2021). *Human development report 2020: The next frontier – Human development and the Anthropocene*. United Nations Development Programme. <https://hdr.undp.org>

UN-Habitat. (2011). *Cities and climate change: Global report on human settlements 2011*. United Nations Human Settlements Programme.

UN-Habitat. (2022). *World cities report 2022: Envisaging the future of cities*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/wcr/>

Vilanova, C., Ferran, J. S., & Concepción, E. D. (2024). Integrating landscape ecology in urban green infrastructure planning: A multi-scale approach for sustainable development. *Urban Forestry & Urban Greening*, 94, 128248.

Voytenko, Y., McCormick, K., Evans, J., & Schliwa, G. (2016). Urban living labs for sustainability and low carbon cities in Europe: Towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 123, 45-54.

Wolfram, M., & Frantzeskaki, N. (2016). Cities and systemic change for sustainability: Prevailing epistemologies and an emerging research agenda. *Sustainability*, 8(2), 144.

Xing, Q., Sun, Z., Tao, Y., Shang, J., Miao, S., Xiao, C., & Zheng, C. (2022). Projections of future temperature-related cardiovascular mortality under climate change, urbanization and population aging in Beijing, China. *Environment International*, 163, 107231.

## **4. Arquitetura e Sustentabilidade: princípios para uma revisão crítica da forma de construir e ensinar**

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.4>

*Ivo Oliveira*

Escola de Arquitetura, Arte e Design, e Laboratório da Paisagem, Património e Território

<https://orcid.org/0000-0002-9217-5662>

### **Resumo**

A evolução do conceito de Desenvolvimento Sustentável evidencia a articulação de três dimensões essenciais – ambiental, económica e social – que, em conjunto, devem sustentar abordagens integradas na gestão dos recursos naturais, das comunidades e das infraestruturas. Destaca-se o papel decisivo da arquitetura e do urbanismo, na edificação e no sistema de espaços públicos, para a promoção da qualidade de vida, dos sistemas de proximidade e de uma relação equilibrada entre as espécies. São apontadas características fundamentais de práticas de arquitetura e urbanismo comprometidas com a sustentabilidade, que convocam outras disciplinas e processos, e que questionam pessoas, programas e lugares. Mostra-se de que forma o projeto e o ensino têm vindo a ser ajustados para responder às exigências globais, com ênfase na proteção ecológica, na regulação ambiental e na mitigação de riscos. Defende-se, assim, uma arquitetura que transcende as dimensões formal e funcional, integrando modos de construir orientados para a redução do consumo de solo, de energia, da utilização de recursos e da produção de resíduos. São detalhados requisitos fundamentais a práticas de arquitetura e urbanismo holísticas que, simultaneamente, ao contribuírem para a melhoria da saúde pública, o combate à pobreza e a redução de desigualdades, tornam duradoura a nossa relação com o planeta.

### 4.1. Visões holísticas num contexto de desagregação e especialização

O conceito de Desenvolvimento Sustentável, utilizado pela primeira vez na União Internacional de Conservação da Natureza, realizada no Rio de Janeiro em 1980, foi associado, na Cimeira da Terra – também ela realizada no Rio de Janeiro, em 1992 – a três dimensões fundamentais: ambiental, económica e social. Em 2015, os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável aprofundaram essas dimensões, especificando campos de atuação fundamentais ao desenvolvimento das cidades e comunidades (ONU, 2015). Ao sistema de espaços públicos e ao seu património edificado foi atribuído um papel fundamental no incremento da qualidade de vida. Os temas da habitabilidade, da produtividade e da forma de construir tornaram-se indissociáveis das questões relativas à proteção ecológica, à regulação ambiental, à gestão de recursos e riscos (ONU-Habitat, 2015). Com a publicação dos 17 ODS passou a ser possível destacar das práticas arquitetónicas contributos relevantes para a redução do consumo de energia (ODS7), de recursos (ODS5 e ODS 6) e de resíduos (ODS12), e inovou-se ao incluir contributos relativos à saúde (ODS3), à luta contra a pobreza (ODS1) e desigualdades (ODS10) (Mossin et al., 2021).

Um percurso pela história de uma arquitetura comprometida com as questões da sustentabilidade revela respostas holísticas e duráveis, construções e espaços urbanos nos quais as questões ambientais convocavam as mais diversas componentes e interações, questionavam pessoas, programas, lugares, metodologias e formas de construir. Dessas soluções fazem parte estruturas urbanas e máquinas de habitar autossuficientes e nómadas, que, recorrendo a sistemas naturais e preservando o solo, pareciam viabilizar um mundo com uma demografia em crescimento e em permanente reconfiguração geográfica.

As aprendizagens irradiadas por essas respostas têm hoje uma existência frágil, num contexto de progressiva especialização, no qual o espaço e o tempo de investigação e projeto se dissiparam, deram lugar a formas de proceder e organizar o trabalho que dificultam a constituição de respostas holísticas. Perante os processos de especialização dominantes, na arquitetura, a resposta ambiental retirou das soluções passivas e bioclimáticas o tema da eficiência energética, levando-o para o campo das tecnologias ativas e para a sua capacidade para legitimar uma crescente dissociação entre o ambiente externo e o ambiente interno. Com forte incorporação tecnológica, aprofundaram-se sistemas de controlo ambiental com surpreendente



desempenho energético, disponibilizando à comunidade ambientes controlados e resistentes à relação, cada vez mais crítica, que os edifícios estabelecem com os lugares onde se implantam.

O protagonismo das engenharias do ambiente e de práticas com crescente especialização remeteu para segundo plano soluções que associavam o espaço e os estilos de vida, nas quais a forma de construir sugeria um diálogo complexo com as qualidades dos lugares. Hoje, a resposta ambiental provém de soluções implementadas em momento posterior à definição dos grandes princípios arquitetónicos, decorrem de uma distribuição de tarefas e de um encadeamento herdeiro de uma organização moderna do trabalho que isolou soluções e âmbitos de atuação.

A desagregação tornou-se quotidiano, justificou e banalizou práticas de promoção de uma arquitetura sustentável orientadas para o comportamento de determinados componentes e não para o funcionamento do conjunto. Programas públicos propõem financiamento e incentivos fiscais à incorporação de componentes ou tecnologias específicas, aplicação de caixilharias certificadas, intervenções isoladas em fachadas e coberturas, introdução de sistemas de produção de calor e energia. O apoio ao desenvolvimento de um projeto integrado comprometido com os ODS (Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável), na construção nova ou na reabilitação, é inexistente. O projeto de arquitetura é tributado à taxa normal enquanto a aplicação isolada de uma tecnologia pode usufruir de diversos benefícios e apoios.

#### **4.2. Proximidade aos lugares, aos recursos e às comunidades**

Ao longo das últimas décadas assistimos a uma profunda alteração das relações espaço-tempo e descobrimos um espaço digital que se dilui por entre o espaço real. Os sistemas relacionais complexificaram-se, alteraram fluxos de pessoas, mercadorias e informação, ocuparam o espaço real e digital. Integrámos esses sistemas sem especial noção do seu impacto energético, de fonte carbónica ou renovável. O consumo de energia mantém-se em crescimento. Tal como na energia, vivemos um tempo no qual o acesso a pessoas, mercadorias ou informação depende pouco da proximidade. Os contactos digitais são tão ao mais fáceis do que o contacto físico.

Perante os novos espaços de sociabilização, torna-se difícil encontrar renovada pertinência para os espaços de uma proximidade física. Perante a facilidade em responder a uma necessidade local recorrendo a energia ou

matéria-prima distante e quase infinita, torna-se difícil voltar a olhar para o que estando mais próximo poderá não estar tão acessível.

Importa, portanto, repensar a forma como vemos e usamos os mais diversos recursos. O biólogo e urbanista Patrick Geddes, que para muitos arquitetos é visto como precursor das questões do desenvolvimento sustentável, destacou a forma como a sociedade industrial desperdiçou recursos. Em 1915, em *Cities in Evolutions* (Geddes, 1915), antecipavam-se desafios que as questões do desenvolvimento sustentável colocariam à cidade. Conhecendo os processos naturais, da vida e da vida das cidades, Geddes (1915) lembrava que pensar a cidade implica pensar as relações de proximidade, complementaridade e reciprocidade com a paisagem. O livro salienta a importância de colocar a investigação antes dos lugares e da sua transformação.

Na evolução desta linha de pensamento, 110 anos mais tarde, na Bienal de Arquitetura de Veneza, a Espanha apresenta a exposição *Internalities: Architectures for Territorial Equilibrium* (Barcala & Barrio, 2025). Partindo de um conjunto de projetos de arquitetura, são revelados sistemas de proximidade que aproximam a ecologia e economia da construção. Barcala e Barrio (2025) apresentam uma seleção de obras que recuperam materiais locais regenerativos — como a madeira, a cerâmica, a terra, a argila e fibras vegetais —, articulando-os com os territórios de onde provêm e com as comunidades que os trabalham. A exposição destaca materiais, energia, trabalho e resíduos, para revelar robustos ecossistemas territoriais de produção.

### 4.3. Manipular o que já foi manipulado

Em 1864, Georges Perkins Marsh, em *L'Homme et la Nature* (Marsh, 1864), questiona o mito do caráter inesgotável dos recursos na terra, evidenciando inquietações relativas à forma como transformamos o planeta e interferimos nos seus processos naturais. Em 1972, o relatório *The Limits to growth*, conhecido por relatório Meadows (Meadows et al., 1972), redigido por uma equipa de investigadores do MIT a pedido do Clube de Roma, antecipa uma situação crítica. Independentemente da centralidade destas duas obras face às que as precederam ou sucederam, constata-se que ao longo de 150 anos e, em especial, nos últimos 50 anos, de acordo com dados anualmente divulgados pela Global Footprint Network, continuamos a testar os limites do planeta. Apesar da crescente pressão e dos alertas sobre a forma como exploramos os recursos, e apesar das medidas provenientes dos mais diversos contextos políticos e económicos, mantemo-nos numa situação crítica.

Em reação, aprofundam-se políticas em prol de um desenvolvimento sustentável, atua-se sobre a componente ambiental, penalizam-se as arquiteturas de maior impacto. Lentamente, ganham visibilidade práticas que contêm princípios de circularidade, de reaproveitamento e reinvenção da matéria disponível para a intervenção. A este propósito destaca-se o projeto expositivo *Build of Site*, patente no pavilhão da Dinamarca na Bienal de Arquitetura de Veneza, com curadoria de Søren Pihlmann. No contexto da reabilitação de uma obra datada de 1950, expõe-se uma fase intermédia dos trabalhos, correspondendo a trabalhos de catalogação e caracterização dos materiais manipulados no processo de desmontagem. Apresentam-se desenhos técnicos desenvolvidos no contexto de um projeto que se mantém aberto, capaz de incorporar novos materiais e respetivas manipulações e reinvenções.

A exposição surpreende pela quantidade e diversidade de materiais disponíveis, evidenciando a questão metodológica do tempo necessário para cada tarefa e para a descoberta — em cada material e espaço a renovar — de um novo potencial. A exposição narra uma prática única de renovação, comprometida com os ODS (Pihlmann & Dickinson, 2005). O seu sucesso traduz a necessidade de se conhecerem práticas nas quais, pela origem dos recursos a manipular, são convocadas outras ferramentas e metodologias. A exposição identifica características de um projeto de arquitetura para o qual se desconhecem os materiais, as operações necessárias e as respetivas certificações.

Trata-se de uma experiência que obriga a refletir sobre as características do projeto, seguramente mais relacionadas com o processo, com uma sucessão de tarefas, do que com procedimentos técnicos perfeitamente normalizados e quantificáveis. O projeto precede a obra e com ela se transforma. Constrói-se e atualiza-se a cada instante, em sucessivas interações. Trata-se de uma arquitetura que, pelo valor atribuído a cada recurso encontrado no local e pelo tempo necessário para nele descobrir uma renovada pertinência, exige a identificação de novos critérios técnicos e contratuais a considerar na execução orçamental.

#### 4.4. Tecnologias que tornam a sociedade durável

O alinhamento da arquitetura com os 17 ODS é cada vez mais aferido a partir do cumprimento de um conjunto de indicadores que convocam componentes tecnológicos de crescente sofisticação. Sistemas de produção de energia e calor e sistemas de domótica suportados numa crescente sensorização

contribuem para que o dispositivo arquitetónico sustentável esteja cada vez mais associado a um importante aparato tecnológico, cujo fabrico, montagem e manutenção, associados aos riscos de obsolescência, deveriam obrigar a melhor ponderação.

Os limites da incorporação de tecnologia na resposta aos desafios do desenvolvimento sustentável são incertos. Em oposição ao entusiasmo pelo *high-tech*, relembre-se Bruno Latour, para quem a tecnologia é a sociedade tornada durável (Latour, 1991), retirando centralidade àquelas tecnologias que permanecem associadas a grandes desequilíbrios, para as quais não se vislumbra equilíbrio entre a forma como são produzidas, instaladas, usadas e desmanteladas, e cuja aplicação considera fatores relativos a especificidades locais e aos circuitos globais que as produzem e as colocam em circulação.

Simultaneamente, as tecnologias que tornam a sociedade durável são também aquelas que, há muito inscritas em práticas locais, mantêm atualidade, mas são também aquelas que, embora recentes, se revelam macias, renováveis e biodegradáveis (Tripaldi, 2022). Questionando a forma como as tecnologias duráveis podem ser incorporadas no ato de construir, ainda hoje conotado com solidez, rigidez e imutabilidade. Importa abrir o espaço aos mais diversos sistemas e à possibilidade de avaliar de forma plena o seu impacto. Convoque-se a crescente capacidade para desenvolver modelos de avaliação que ponderam a pegada das soluções aplicadas num determinado contexto, que coloquem lado a lado custos de projeto, construção e manutenção.

#### 4.5. Espaços da nossa e das outras espécies

Enquanto espécie dominante, temos uma incapacidade coletiva de compreender a noção de ecossistema (Latour, 2017), por esse motivo a riqueza que produzimos tem sido acompanhada por uma crescente pobreza biológica. O desaparecimento dos microrganismos que nos tornavam resilientes a tudo e a todos é, talvez, a maior crise ambiental. Além da perda generalizada no que se refere à biodiversidade, construímos cada vez mais ambientes arquitetónicos estanques à diversidade. Controlamos a qualidade do ar, a humidade e a temperatura. Tudo é filtrado com crescente intensidade. Desenvolvemo-nos protegidos por um aparato tecnológico, criamos rotinas nas quais o contacto com espaços de maior diversidade é pontual e previamente programado. Nós, tal como as nossas cidades, tornamo-nos menos resilientes.

Num contexto de uma forte urbanização do planeta, desenvolvem-se comunidades que vivem em espaços de crescente desnaturalização, desparecendo da experiência quotidiana a possibilidade de conexão entre o mundo natural e a vida das pessoas. É neste contexto que ganham reforçada pertinência experiências que desde os anos 70, ao promoverem a educação ambiental, relembram a importância de uma aproximação às outras espécies. Relembre-se a conferência intergovernamental sobre a educação ambiental, organizada pela UNESCO, em 1977, em Tbilissi, e a obra *L'Economique et le vivant* (Passer, 1979) na qual são apresentadas relações entre o desenvolvimento económico e a evolução da biodiversidade, salientando conflitos entre os processos produtivos e os processos naturais.

#### 4.6. Integrar conhecimento

Importa consolidar um pensamento sistémico sobre as questões ambientais, fundamental para a recuperação de uma prática holística que interfira positivamente com os 17 ODS, que ao questionar as razões pelas quais construímos e a forma como construímos, reinventa a vida em comunidade. Uma prática que, na produção de conhecimento, sugere novas possibilidades de partilha, que abala o conhecimento especializado, marcado por um reduzido diálogo interdisciplinar, que alimentou a prática e a formação em arquitetura das últimas décadas.

A compartimentação e especialização do conhecimento, o isolamento das especialidades e das suas atividades foi em grande medida potenciado por uma especialização profissional e modelo de ensino que em muitas áreas perdeu espaços laboratoriais que, pela sua natureza, são espaços de integração de conhecimento.

Urge repensar a arquitetura à luz de uma nova ecologia das inteligências, como proposto por Carlo Ratti na Bienal de Arquitetura de Veneza 2025, articulando inteligência natural, artificial e coletiva. Uma tríade que na bienal carecia de equilíbrio (Ratti, 2025) mas que disponibilizou uma lente integradora na abordagem dos desafios crescentes da arquitetura contemporânea. Na exposição é apresentado um panorama de práticas que se destacam entre as três inteligências, que respondem ao desafio da integração de conhecimentos técnicos, ambientais e sociais no processo de conceção do edifício e da cidade.

Importa retomar o princípio de que na arquitetura e no urbanismo o projeto integrado reúne saberes provenientes das ciências humanas (geografia,

sociologia, antropologia), da engenharia (materiais e energia) e das ciências naturais (Debizet & Godier, 2015), sendo fundamental dar visibilidade a uma geração de arquitetos, mas também engenheiros, sociólogos e biólogos que participam na refundação de práticas ecológicas, transformando a conceção num processo positivo, de procura de equilíbrios entre as necessidades da sociedade e as considerações ambientais. Assim, fazendo com que ao ato de projetar corresponda um exercício de crescente complexidade, no qual as questões da ética e das políticas surgem associadas à construção, às suas tecnologias e à resposta ambiental (Heath, 2009).

#### **4.7. Exercício, formação e investigação para a sustentabilidade**

No exercício da arquitetura, na prática, na formação e na investigação, a incorporação da questão ambiental ganhou centralidade, traduzindo evidentes preocupações com a forma como estamos a transformar o planeta, como nele nos instalamos e o que dele extraímos. No ensino e na investigação essa incorporação está em curso. Na alteração de planos de estudos integra-se a questão ambiental, renovando e dando novos contornos à função social da arquitetura. Aprofundam-se programas pedagógicos que conferem centralidade a arquiteturas que respondem a uma sociedade tornada durável, colocando em segundo plano projetos e propostas baseadas num modelo social e económico suportado em princípios de crescimento e consumo que, no que se refere à arquitetura e à urbanização, se apresentam numa situação crítica. Hoje, nos projetos de ensino e investigação em arquitetura exige-se alinhamento com os objetivos para a sustentabilidade.

No contexto europeu, destacam-se projetos formativos que incluem formação teórica de largo espectro disciplinar sobre temas da sustentabilidade fundamentais ao cumprimento dos ODS, por exemplo, os relativos aos recursos, à circularidade e à descarbonização. Um processo que ocorre em detrimento de unidades curriculares de maior especialização disciplinar. Por exemplo, no contexto da formação em oferecida pela Universidade do Minho, a reformulação do plano de estudos do mestrado integrado em arquitetura possibilitou a introdução em anos avançados de temas que podem ser trabalhados num contexto de amplo espectro disciplinar, nomeadamente: práticas e políticas, ambiente e tecnologias digitais. Surgem novas unidades curriculares, novas temáticas e novos saberes, realçam-se metodologias e ferramentas úteis a um exercício da arquitetura comprometido com a resposta ambiental. As práticas de projeto e as práticas de investigação aproximam-se, reforçando-se as condições necessárias ao desenvolvimento de um projeto de arquitetura integrado e holístico.

Questionando os processos de especialização formativa, e contrariando aqueles que defendem uma formação inicial genérica e uma formação avançada especializada, encontra-se justificada a opção pela continuação de um modelo de ensino assente numa formação integrada de 5 anos, erradamente designada de genérica. É este posicionamento que explica o sucesso de modelos formativos nos quais a atribuição do grau de mestre decorre da elaboração de um projeto e investigação final desenvolvido em contexto laboratorial, no qual a natureza dos enunciados e das respostas diluem as fronteiras entre dissertação e projeto, entre teoria e prática, entre prática e investigação. Após a implementação do processo de Bolonha, de redução das horas de contacto e de maior especialização, os projetos formativos procuram recuperar tempo laboratorial e de contacto, considerado fundamental ao desenvolvimento de respostas integradas, que se desenvolvem com tempo, que convocam as mais diversas áreas de conhecimento para a construção de sínteses arquitetónicas.

Num processo bidirecional, as interações entre projeto, ensino e investigação convocam as mais diversas disciplinas em redor de práticas com elevado potencial transformador. São elas que nos permitem acreditar no sucesso de uma arquitetura comprometida com respostas para um planeta em crise.

**Práticas de circularidade** colocam de lado experiências baseadas numa sociedade onde a matéria-prima destinada à edificação era, maioritariamente, de fonte primária, e conferem centralidade a práticas nas quais a incorporação de novos materiais é altamente ponderada. Práticas com crescente incorporação de materiais considerados obsoletos, aos quais não se atribui especial valor, que encontram uma segunda vida na matéria anteriormente manipulada, e que se dedicam à sua análise e catalogação. Práticas que encontram no que já existe, no que foi anteriormente processado e que está perto, uma renovada pertinência.

**Práticas de reabilitação**, atuando sobre os edifícios e sobre o território, que consideram lugares que estiveram sujeitos a fortes processos de extração e transformação de matéria-prima. Práticas que incidem sobre territórios da pobreza social e económica, mas também construtiva, infraestrutural ou biológica. Práticas que atuam sobre o espaço construído e o espaço livre, vendo no primeiro e na sua evolução território privilegiado para responder às necessidades de abrigo, e vendo no segundo território privilegiado para o entendimento do solo enquanto peça-chave para o restauro da natureza.

**Práticas de proximidade** na produção e no acesso ao conhecimento, contrariando modelos de ensino dominantes e suas desterritorializações. Práticas que no exercício da cidadania regressam ao lugar. Práticas que em cada projeto manifestam uma posição clara sobre a forma como temos vindo a transformar o espaço, sobre a proximidade estabelecida com quem estamos a trabalhar, para quem estamos a trabalhar e com o que estamos a trabalhar. Práticas que num contexto de profunda diluição de fronteiras entre o espaço físico e digital, para lá do projeto que decorre da inteligência natural e do que decorre da inteligência artificial, encontram nas ferramentas e plataformas digitais oportunidades de aproximação e partilha de conhecimento, possibilidades para uma construção coletiva.

**Práticas abertas** nas quais o projeto não é um produto acabado anterior à edificação. Distinguem-se por aprofundarem programas no âmbito de processos coletivos e por incorporam oportunidades materiais e científicas que a cada instante surgem. Práticas que, perante a transformação de um projeto que reage aos recursos de cada lugar e às suas oportunidades, exigem novas engrenagens de desenho, de diálogo disciplinar, de quantificação e contratação, seja ela pública ou privada.

**Práticas laboratoriais** que incidem sobre os problemas e não tanto sobre as soluções. Práticas que, perante modelos e processos de produção naturais e artificiais com crescentes limitações autorais, conceptuais, disciplinares e temporais, constituem espaços de investigação comprometidos com as urgências da atualidade, com a reflexão coletiva, a interação disciplinar, com o diálogo e a permanente experimentação, com a resposta e sua permanente subversão.

A adoção dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável pelas Nações Unidas permitiu a constituição de um referencial que, nos mais diversos contextos geográficos, permitiu orientar, avaliar, comparar ações de transformação do espaço construído. Em França, a tradução adotada pelas Nações Unidas - *Objectifs de Développement Durable* - substituiu o termo sustentável por durável, conferindo maior ênfase a uma relação mais substancial e duradora entre as nossas necessidades e os recursos da terra. É essa arquitetura substancial que importa ensinar e praticar. Só ela tornará a nossa sociedade durável.



## Referências

- Barcala, M., & Barrio, R. (2025). *Internalities: Architectures for Territorial Equilibrium*. Arquia/periódicos.
- Debizet, G., & Godier, P. (2015). Architecture et urbanisme durables. Modèles et savoirs. Introduction. *Cahiers RAMAU, Architecture et urbanisme durables. Modèles et savoirs*, 7, 8-18. <https://hal.science/hal-01248084>
- Geddes, P. (1915). *Cities in evolution: an introduction to the town planning movement and to the study of civics*. Williams.
- Heath, K. (2009). *Vernacular Architecture and Regional Design: Cultural Process and Environmental Response*. Routledge.
- Latour, B. (1991). Technology is Society made Durable. In Law, J. (Ed.). *A sociology of monsters: essays on power, technology, and domination* (pp. 103-130). Routledge.
- Latour, B. (2017). *Où atterrir? Comment s'orienter en politique*. La Découverte.
- March, G. (1864). *Man and Nature*. University of Washington Press.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., & Beherens, W. (1972). *The Limits to growth*. Potomac Associates.
- Mossin, N., Stilling, S., Chevalier Bøjstrup, T., & Hau, I. (Eds.) (2021). *Um Guia de Arquitetura para os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU: volume 2*. Real Academia Dinamarquesa.
- ONU-Organização das Nações Unidas (2015). *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. <https://www.ipea.gov.br/ods/agenda2030.html>
- Passer, R. (1979). *L'Economie et le vivant*. Payot.
- Pihlmann, S., & Dickinson, A. (2025). *Making Matter What Too Often Does Not Matter*. Walther König.
- Ratti, C. (2025). *Biennale Architettura 2025: Intelligens. Natural. Artificial. Collective*. Silvana Editoriale.
- Tripaldi, L. (2022). *Parallel Minds. Discover the Intelligence of Materials*. Urbanomic.
- United Nations (Eds.) (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. UNDESA Capacity Development Programme Management Office.



## 5. Turismo, Sustentabilidade e Responsabilidade

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.5>

*Xerardo Pereira*

UTAD e CRIA-UMinho

<https://orcid.org/0000-0002-6298-5701>

*Edgar Bernardo*

ISCE-Douro e CRIA-UMinho

<https://www.cienciavita.pt/portal/E315-779E-E45E>

*Fernando Manuel Rocha da Cruz*

Universidade Federal do Pará, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-1254-5601>

### Resumo

O objetivo deste capítulo é partilhar uma reflexão sobre os caminhos da sustentabilidade e da responsabilidade no turismo. E falamos em caminhos porque consideramos que conceitos como o de turismo sustentável não são termos absolutos e precisos. Têm sido manipulados e manuseados até ao ponto de servirem, hoje em dia, como discurso maquilhador para justificar projetos, práticas, produtos e políticas que no fundo não são sustentáveis, nem responsáveis. É a partir desta perspetiva e olhar crítico que construímos um texto que apresenta o desenvolvimento de um turismo etiquetado como “responsável” e preocupado com a mitigação dos efeitos negativos do turismo. O texto enquadra, inicialmente, a responsabilidade enquanto questão filosófica e antropológica, para em seguida abordar a relação entre turismo e desenvolvimento no quadro do surgimento do turismo sustentável e, logo, responsável. As epistemologias, teorias e metodologias de construção de um turismo mais responsável serão apresentadas e debatidas no texto que se segue. Apesar da existente visão *lobista* e romântica do turismo, o nosso contributo poderá ser útil para refletir sobre o turismo como instrumento de construção de um mundo melhor para todos.

### 5.1. Introdução: o turismo como ideologia

O turismo, tal como afirmam autores como o filósofo Yves Michaud (2005), não é per se bom ou mau, mas uma realidade com a qual convivemos e que precisamos de aprender a gerir desde as diversidades social, cultural, ambiental e económica do mundo. O turismo é um fator de mudança e um dos setores económicos legais mais importantes no mundo. É também uma forma de comunicação, um espaço de debate e confronto entre modos de pensar e construir a vida e o mundo, para além de servir de contexto no qual damos sentido ao mundo (Yanes Torrado e Travé Molero, 2020).

Nesta linha de pensamento, Reinaldo Dias fala em “Ideologia do turismo”, para definir o discurso iniciado nos anos 1960, que definia o turismo como gerador de riqueza, via de comunicação cultural, conservador de património cultural e gerador de mudanças sociais positivas, deixando de lado os problemas e efeitos económicos, ambientais e socioculturais negativos (Dias, 2004, p. 85). Desde esta perspetiva, que interpreta o turismo como um sistema de ideias, encontramos diferentes modos ontológicos e epistemológicos de pensar o turismo:

- a) A ontologia neoliberal pensa o turismo de forma mercadotécnica, ou seja, tudo é passível de se converter em produto turístico, bastando para isso fazer uma boa apresentação e relacioná-lo com os gostos da época e da sociedade para, dessa forma, aumentar o número de clientes e recuperar o investimento. Ela rege a numerologia e os construtos estatísticos de medição da atividade.
- b) A ontologia antropológico-social, muito bem definida por Antonio Miguel Nogués Pedregal (citado por Yanes Torrado e Travé Molero, 2020), que interpreta o turismo da seguinte forma:
  - O turismo como campo de relações de poder (estratégias de poder, distribuição desigual de capitais financeiros, simbólicos, sociais...);
  - O turismo como contexto (espaço-tempo) de mediação internacional das relações de trabalho;
  - O turismo como construtor de sentidos e significados de vida;
  - O turismo como construtor de imaginários globais que ordenam e organizam o mundo;

- O turismo como desejo de viajar a outros lugares, a partir dos instrumentos para satisfazer esse desejo - transporte, alojamento, alimentação e ócio;
- O turismo como modo de moldar paisagens e converter lugares em lugares turísticos;
- O turismo como sistema moral e simbólico;
- O turismo como um modelo de desenvolvimento, desde a década de 1960;
- O turismo atual como um modo de produção insustentável;
- O turismo como expressão de práticas sociais comuns, mas com modalidades e efeitos diversos;
- O turismo como tendo como principal inimigo a insegurança;
- O turismo como fenómeno com uma natureza poliédrica e uma grande capacidade de camuflagem;
- O turismo como criação perfeita do sistema de valores capitalista;
- A indústria turística como atividade utilizadora de técnicas de sedução para atrair os visitantes de acordo com o seu sistema de valores e, dessa forma, saírem das suas rotinas quotidianas;
- O turismo como retiro utópico de liberdade e abundância;
- O turismo como fenómeno social que deve ser abordado desde as condições de existência social, o qual apresenta diferentes modalidades, diversidade e não se limita a uma única realidade;
- O turismo como criador de marcos de referência identitários.

Dito de uma forma sumária, o turismo é um diaforotropismo (movimento estimulado pela atração do distinto, do diferente) (Nogués Pedregal, 2020), e para melhor estudar e investigar este, precisamos de abordagens qualitativas, ou noutras palavras:

“Lo que quiero decir, y quiero que se me entienda bien, es que realizar estudios y escribir artículos con metodologías científicas de naturaleza cuantitativa es fácil y rápido. Fácil, porque la reducción

a números de lo que ocurre en la realidad es siempre una posición epistemológica y metodológica más cómoda que andar con cuestiones sobre percepciones, significados, entendimientos y subjetividades varias. Y rápido, porque existen paquetes informáticos que procesan inabordables cantidades de datos en un tiempo relativamente corto; desde luego, en un tiempo inmensamente más corto que el que le llevaría a cualquier equipo humano, si es que acaso pudiese hacerlo” (Antonio Miguel Nogues Pedregal, citado por Yanes Torrado e Trave Molero, 2020, p. 195).

Na era das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação e, em particular, da Inteligência Artificial, não necessitamos apenas de mais informação, mas de compreender qualitativamente toda essa informação para sabermos o que acontece no mundo, assim como a natureza da sua realidade. Para além disso, carecemos de compreender quais são os instrumentos simbólicos que constroem imaginários sociais que invisibilizam a insustentabilidade de determinados modelos de desenvolvimento turístico claramente depredadores e exploradores. Um exemplo retirado de um trabalho de Alicia Fuentes Vega, que tem em atenção as problemáticas representações sociais e, afinal, identitárias, evidencia esta reflexão:

“En su conocido estudio sobre ‘The people of tourist brochures’ (‘La gente en los folletos turísticos’) el sociólogo Graham Dann (1996) observó que rara vez anfitriones e invitados eran representados compartiendo el mismo espacio. En su análisis autóctonos y turistas se encontraban físicamente cerca sólo en las ubicaciones de consumo del turista como el restaurante, el hotel o el *night-club*. Esto implica que en los casos donde turistas y autóctonos compartían el espacio visual, se representaba siempre al turista como consumidor mientras que el autóctono desempeñaba dos posibles papeles, ambos en posición subalterna: el de sirviente o el de objeto de observación folclórica” (Fuentes Vega, 2017).

## 5.2. Epistemologias pró-turismo

*Tourism cannot be explained unless we understand man, the human being* (Przeclawski, 1996).

A globalização trouxe com ela uma promessa de progresso, bem-estar e responsabilidade (Buades, 2009). É uma promessa universal milenarista,

messiânica e neoliberal, que serviu para canalizar incertezas e angústias e que se assentou nos acordos de Bretton Woods (1970) sobre comércio internacional, e que estabeleceram uma nova ordem económica mundial sob o regime do dólar estado-unidense e a hegemonia do capitalismo financeiro transnacional. Nesse quadro geopolítico mundial, o papel que foi dado ao turismo foi o de instrumento globalizador, convertendo assim o mundo numa mercadoria (Buades, 2009). O resultado foi que o turismo internacional triunfou logo após a segunda guerra mundial e o planeta turistificou-se. O turismo foi e é o cavalo de Troia do capitalismo (Buades, 2009), e nem sempre teve efeitos positivos sobre o planeta.

O turismo é um fenómeno, um ato e um processo social complexo em que são essenciais a mobilidade espacial e a mudança de rotinas. Hoje em dia, a turistificação do mundo é uma realidade bem palpável e assinalável. Assim, o turismo é uma forma de vida humana que materializa diversos valores, não apenas como forma de ocupar o tempo de lazer mas, também, como forma de aprendizagem e de experiência do mundo (Przeclawski, 1996).

O turismo tem funções sociais e consequências diversas que dependem da relação entre visitantes, mediadores e visitados. Porém, a sua epistemologia dominante é neofuncionalista e neoestruturalista, que apoia um discurso oficial, *lobista*, economicista e produtivista. Esta epistemologia tem como fim impulsionar e conservar o desenvolvimento do turismo na sua atual situação de insustentabilidade, manter o estatuto dos decisores e detentores do poder económico, político e ideológico, e também inibir a reflexão crítica. Face a essa epistemologia produtivista, também existe uma epistemologia crítica do turismo (cf. Castillo Nechar, 2011) que mostra as injustiças, as contradições e as desigualdades.

Segundo o investigador mexicano Marcelino Castillo Nechar (2011), a academia do turismo (ex., a Aiest - Academia Internacional de Especialistas Científicos em Turismo -, desde 1941) e a ciência ao serviço do turismo deram legitimidade e cientificidade às políticas do turismo. Isto serviu para que a OMT (Organização Mundial do Turismo) justificasse o turismo como instrumento de paz, segurança, prosperidade económica, educação e cultura. Mas a Aiest seguiu duas linhas diferentes:

1. A económico-empresarial e administrativa do turismo;
2. A sociológica (aspetos humanistas, de alienação e conflito no turismo).

Nos anos 1970, nasce uma visão mercadológica do turismo, procedente do Marketing, enquanto nos anos 1990 a consciência ambiental e a mudança climática provocaram a aparição de uma visão sustentável do turismo. Contudo, mais do que uma visão simplesmente descritiva e quantificadora do turismo, necessitamos de uma análise filosófica e reflexiva crítica que foque os significados do turismo enquanto fenómeno social complexo que nem sempre tem efeitos positivos. Nesta linha, a teoria crítica do turismo possui as suas bases filosóficas em Horkheimer e Adorno, que afirmam que é imprescindível conhecer o contexto sociopolítico e económico da investigação científica, as suas regras e normas (Horkheimer e Adorno, 2009). Criticar é denunciar, mas não só. É, também, uma atitude para discernir, julgar e valorar as qualidades das coisas, e é, igualmente, uma argumentação ponderada que dá sentido e significado a algo.

A epistemologia é um ramo da Filosofia que estuda o conhecimento e o modo como produzimos conhecimento. Ela analisa a validade e fiabilidade desse conhecimento em função de um ideal ou um modelo, o uso de conceitos e os seus limites como campo do saber. Trata-se de um discurso sobre a ciência que usa a lógica, a razão e a inteligência para analisar como se constrói a verdade. A epistemologia positivista pró-turismo domina o campo do turismo, e deixa de fora a dimensão histórica, social e humanista do fenómeno complexo chamado turismo.

As epistemologias pró-turismo defendem um sistema de ideias que moralizem o turismo enquanto atividade considerada sempre como positiva ou de efeitos positivos, tanto para visitantes como para visitados. Estas apresentam, em nosso entender, um problema de miopia intelectual, não sendo capazes ou não querendo ver e analisar ponderadamente a relatividade e o relativismo dos efeitos do turismo e da sua avaliação subjetiva e discursiva (sempre cheia de interesses e valores em inter-relação).

### 5.3. Epistemologias anti-turismo

Em meados do século XX, o antropólogo Lévi-Strauss manifestou que odiava viajar:

“Odeio as viagens e os exploradores. E aqui estou eu disposto a relatar as minhas expedições. Mas quanto tempo para me decidir! Quinze anos passaram desde a data em que deixei o Brasil pela última vez e, durante todos esses anos, muitas vezes acalentei o projeto de começar este livro; a cada vez, era detido por uma espécie de vergonha



e de repulsa, pois será mesmo necessário contar minuciosamente tantos pormenores insípidos, tantos acontecimentos insignificantes? Não há lugar para a aventura na profissão de etnógrafo; só serve para escravizá-lo, exercendo, na eficácia do trabalho, a pressão das semanas e dos meses perdidos no percurso, das horas ociosas gastas com o informante esquivo; o peso da fome, do cansaço, por vezes da doença; e, permanentemente, a opressão desses mil pequenos serviços que consomem os dias em pura perda, reduzindo a vida perigosa no coração da floresta virgem a uma imitação do serviço militar ... O fato de serem necessários tantos esforços e despesas inúteis para se atingir o objeto dos nossos estudos não confere qualquer valor àquilo que pode ser considerado como o aspecto negativo da nossa profissão. As verdades que vamos procurar tão longe só têm valor quando te libertas dessa ganga” (Levi Strauss, 1993, pp. 11-12).

É esta uma das primeiras expressões eruditas antiturísticas da segunda metade do século XX. E entre as primeiras epistemologias críticas do turismo, na década de 1990, se destacam as de Caren Kaplan (1996). Ela foi uma das intelectuais que, já nos anos 1990, criticou as metáforas místicas da viagem turística. Segundo ela, símbolos e metáforas das viagens obscurecem as diferenças de poder entre nacionalidades, classes, gêneros e etnias. Igualmente criticou a teoria da localização como forma de política identitária essencialista que encerra os seres humanos em territórios bem delimitados.

No século XXI, o sociólogo francês Rodolphe Christin publicou o que ele chamou de “manual do antiturismo” (Christin, 2018), na linha crítica do turismo, que outros autores, como Jean Didier-Urbain, defenderam no século XX e XXI<sup>1</sup>. No prólogo da edição espanhola do livro, Anna Argemi diz-nos que este é um pensamento contracorrente, o que é bem certo. De fato, o antiturismo leva associada a redução do consumo num planeta finito. O turismo, diz Anna, é um consumo que abusa da natureza e da sociedade humana, até ao ponto de falar em “mundofagia turística”, desastre turístico e escapismo. A alternativa, afirma esta autora, é recuperar o contacto com o

---

<sup>1</sup> Ver, entre outros:

Becker, E. (2013). *Overbooked: The Exploding Business of Travel and Tourism*. Simon and Schuster Paperbacks.

Fernandez Miranda, R. & Ruiz Rubio, R. (2010). *Políticas públicas, beneficios privados*. Foro Turismo Responsable.

Gatti, D. (Ed.) (2011). *América Latina: La depredación social y ambiental de las multinacionales hoteleras*. UTA-Alba Sud.

vizinho e a bicicleta, recuperando assim a proximidade em vez das viagens de longa distância.

No prefácio do mesmo livro, Rodolphe Christin (2018), assinala que o crescimento exponencial do turismo em zonas urbanas, como Barcelona, Veneza ou Dubronik, levou os seus habitantes a sair da cidade na procura de um ritmo calmo e um custo de vida razoável. Também aponta que o turismo converte em circo a vida quotidiana para um turista que não quer problemas. E no capítulo primeiro explica o que entende por “mundofagia turística”, resultado da conquista das férias pagas e a criação da era do ócio e do tempo livre, na qual o mantra principal é que o turismo é educação, economia e descoberta do mundo. A consequência disto foi a democratização da viagem turística e o abuso turístico da natureza e da sociedade humana, a opressão do espírito, a hospitalidade mercantilizada e a conversão das paisagens em cenários. O turista é visto por este autor, de forma generalizada e abstrata, como um devorador, um vampiro da diversidade, um poluidor.

E havendo como há “apóstolos do turismo” por todo o lado, criticar o turismo é um grande atrevimento e é preciso ter coragem para o questionar. O certo é que a moralização do turismo é muito evidenciada nos seus discursos e práticas e, por isso, ligada a um certo paternalismo. Um exemplo é o turismo ético e responsável, que segundo Christin (2018) só serve para acalmar a má consciência e marcar uma diferenciação de estatuto no turista, convertendo o turismo num esnobismo superficial e absurdo. O turismo só banaliza a peregrinação e o turista não é um viajante, recuperando assim a velha dicotomia segundo a qual o turismo segue um caminho fechado, gera economia e exploração, e a viagem é uma senda aberta, aprendizagem, filosofia e indagação.

O turismo mostra o triunfo do capitalismo, diz-nos Christin (2018), e o turista é um consumidor que experimenta a comercialização de um problema e a estereotipização do outro. Mas, diferentemente do turista, o viajante vive a autonomia, olha à volta, desenvolve uma cultura de viagem e vai ao encontro de outras pessoas viajantes e lugares, voluntariamente. Porém, sendo difícil manter essa dicotomia com uma oposição absoluta, o autor também admite que por vezes há viagens no turismo e turismo nas viagens, numa interseção mais habitual do que possa parecer.

Na continuação, vejamos alguns exemplos críticos que mostram e evidenciam alguns problemas de insustentabilidade do desenvolvimento do turismo:

- a) O primeiro exemplo é o que acontece cada verão europeu na freguesia galega de Hio (município de Cangas do Morraço, Galiza). Numa reportagem da TVG (televisão pública da Galiza), de 19 de agosto de 2024, informava-se do protesto dos vizinhos pelo excesso de visitantes nas suas praias. As praias nesta zona das Rias Baixas são públicas e os lugares de estacionamento (designados localmente como “leirapark”) são insuficientes para satisfazer a procura. A consequência é que os carros são estacionados em lugares que trancam as portas das casas dos habitantes locais, e, além do mais, não respeitam os peões. Os vizinhos queixam-se do que consideram “turismo incívico”, mas não contra o turismo.
- b) O segundo exemplo é a invasão de visitantes que sofre a aldeia de Sistelo (Arcos de Valdevez, Portugal). Considerada pelos media como o “Tibete” de Portugal, tem 270 habitantes e passam por ela os famosos passadiços do rio Vez. Foi declarada como monumento nacional em 2017, na categoria de paisagem cultural evolutiva viva, uma paisagem de socos nas proximidades do Parque Nacional da Peneda-Gerês. Além do mais, foi considerada uma das “7 Maravilhas de Portugal” e faz parte de uma “Reserva da Biosfera UNESCO”. Os habitantes locais mais velhos - cerca de dois terços da população tem mais de 60 anos - começam a estar fartos do que consideram ser o excesso de visitantes (ver: <https://zap.aeiou.pt/invasao-turistas-al-deia-sistelo-201117>). Visitantes estes que acabaram com o sossego e a pacatez da aldeia e que deixam lixo, carros mal-estacionados, excesso de barulho, algum dinheiro na tasquinha e no novo restaurante sito na casa paroquial. O considerado localmente por alguns como “um pesadelo”, converte a aldeia e os seus habitantes em objetos *instagramáveis* para a foto... Mas os mais jovens consideram esta uma oportunidade para viver do turismo e, por isso, ampliaram a ecovia do rio Vez, abriram um restaurante e construíram um centro de receção de visitantes na Casa do Castelo, de forma a melhor interpretar a paisagem (ex., eira com 31 espigueiros; ver: <https://www.publico.pt/2018/05/01/fugas/noticia/sistelo-a-aldeia-monumento-vive-dias-agitados-com-a-invasao-de-turistas-1815952>).

#### 5.4. Para uma análise crítica do turismo: do conceito de turismo sustentável ao de turismo responsável

O objetivo desta seção do texto é apresentar a transição entre turismo sustentável e responsável, mostrar as críticas ao conceito e práticas “greenwashing” de algum turismo sustentável, e entender o que é o turismo responsável e a responsabilidade no turismo. Vivemos hoje numa nova era de responsabilidade (Cheer et al., 2021), de interconetividade humana e maior consciência das nossas responsabilidades. Mas, nesta nova era, que alguns denominam como “Antropoceno” (Haraway, 2016), utiliza-se o discurso da sustentabilidade e do sustentável como estratégia de “greenwashing” em projetos que são pouco sustentáveis. Algumas reações sociais enquadram-se numa crítica radical do consumismo, na rejeição do capitalismo como modo de produção e nas urgências ecológicas e sociais dos nossos tempos de mudança climática.

O conceito de turismo sustentável é o resultado de um longo processo de debate iniciado nos anos 1980 e com marcos assinaláveis como a Agenda 21 para o turismo da OMT (Organização Mundial do Turismo)<sup>2</sup>. Os eixos da sustentabilidade turística são bem conhecidos: o económico, o ecológico, o social e o cultural. O antigo chefe de desenvolvimento sustentável da OMT, Eugenio Yunís Ahués, referiu seis pontos-chave no conceito e sua aplicação (cf. Dias, 2004):

1. Uma política para o crescimento do turismo regulamentado e coordenado;
2. Participação local;
3. Que o turismo seja parte de um desenvolvimento global;
4. Técnicas de avaliação do impacto ambiental e evitar custos negativos do turismo;
5. Preocupação com o ambiente, a cultura local e os residentes;
6. Limites de crescimento do turismo - capacidade de carga (física, psicológica, social, económica, institucional), planeamento territorial,

---

<sup>2</sup> Agenda 21 para as viagens e o turismo (1992). Ver: <https://www.gee.gov.pt/pt/documentos/estudos-e-seminarios/historico/documentos-de-trabalho/5224-agenda-21-para-a-industria-de-viagens-e-turismo-anexo-ao-dt-45/file>

medidas face à saturação (ex., aumento da capacidade de carga do local, limitação do número de visitantes, dispersão da pressão turística).

A maioria das definições académicas e técnicas do conceito de turismo sustentável, referem-se à sustentabilidade ecológica (que o turismo não cause danos irreversíveis no ambiente e nos ecossistemas), sustentabilidade social (capacidade de uma comunidade de aceitar o turismo), sustentabilidade cultural (respeito pela diversidade e diferença cultural), sustentabilidade económica (viabilidade económico-financeira dos projetos). Desse modo, o turismo sustentável nasce como alternativa ao turismo predador e extrativista<sup>3</sup>.

Já nos finais dos anos 1980, Jost Krippendorf questionou que se reduzisse o turismo à cultura do viajante e à metodologia dos destinos prediletos. Ele criticou a desumanização do quotidiano e o anti-quotidiano (ex., turismo) por serem uma armadilha, e apresentou 23 teses para a humanização do turismo. O seu livro não é um panfleto anti-indústria turística e reconhece a necessidade do lazer e do turismo para a reconstituição do ser humano, mas de uma forma sustentável e responsável. O problema deste conceito de turismo sustentável é o seu uso institucional impreciso, retórico e falsamente terapêutico. Isto é, há uma espécie de convencimento sobre a função terapêutica do turismo sustentável. Além do mais, o próprio conceito encerra uma potencial contradição, que é a ideia de que um crescimento ilimitado do turismo é possível se lhe colocarmos o adjetivo de sustentável. Esta palavra “mágica” ou novo mantra serviu e serve ainda hoje para legitimar e dar brilho a determinadas políticas e práticas do turismo, ainda que não precisamente ecológicas e sustentáveis (Krippendorf, 1984 e 2003).

Na mesma linha de pensamento, Richard Butler criticou o conceito de turismo sustentável (Butler, 1999), por ser impreciso, por juntar duas definições em conflito, e por confundir o turismo sustentável com produto e não entender este como o desenvolvimento do turismo, segundo os princípios do desenvolvimento sustentável. De acordo com este autor, há uma confusão na prática com capacidade de carga, com o controlo do desenvolvimento turístico e com o facto de ser diferente face ao turismo de massas. Ele representa um conceito convertido numa forma de ideologia, um conceito

---

3 Ver: 1995: Carta mundial de turismo sustentável. Ver: <https://www.entornoturistico.com/wp-content/uploads/2017/11/Carta-del-Turismo-Sostenible-Lanzarote-Espana-CC83a-1995.pdf>  
2015: Revisão da carta mundial de turismo sustentável. Ver: <https://www.biospheretourism.com/es/carta-mundialde-turismo-sostenible-20/25>

político e filosófico de um processo e um produto cujo adjetivo se propõe manter, prolongar e durar, ainda que seja negativo ou mau. Não há turismo sem efeitos e conceitos como o de turismo de natureza, turismo verde, turismo de pequena escala ou turismo alternativo não são automaticamente sustentáveis. Mas podem ser de localização sensível ou acumular efeitos negativos, diz-nos este autor (Butler, 1999) detentor de grande prestígio nos estudos turísticos. Além do mais, questiona-se como a componente humana é igualmente importante em comparação com o foco ambiental. Em jeito de sumário, o turismo sustentável é uma versão nova do conceito de conservação, com um novo rosto que apresenta uma diversidade de interpretações entre os diferentes agentes sociais, sintetizadas no quadro abaixo.

<b>Indústria Turística</b>	Que o desenvolvimento é adequado (marketing e competência de destinos)
<b>Conservacionistas</b>	Princípios de conservação aplicados ao turismo
<b>Ambientalistas</b>	Justificação para a preservação de meios ambientes significativos
<b>Políticos</b>	Oportunidade para utilizar palavras bonitas mais do que desenvolver ações
<b>Turistas</b>	Oportunidade para sentir-se bem com desfrute e com a consciência tranquila de que a sua prática turística é sustentável.

Fonte: Butler, 1999, p. 11.

Outra crítica do turismo sustentável realizada mais recentemente e de modo certo é feita por Hollenhorst et al. (2014, p. 306):

“Tourism hides its unsustainability behind a mask that is all the more beguiling because it appears so sustainable. We too easily imagine that tourism as the embodiment of sustainability, when in reality it may represent unrealized hopes and desires for the world we want to live in, the environments we want to inhabit, and economy we want to participate in. We therefore presume that tourism can be a solution, without facing the fact that tourism itself is a substantial part of the problem”.

No transfundo destas e de outras críticas, o número de turistas cria mudanças em infraestruturas e paisagens e afirma a necessidade de definir certos limites face ao que alguns autores chamam de irresponsabilidade

do consumismo (Cheer et al., 2021). Também é certo que os números não são uma medida sempre satisfatória dos efeitos do turismo, mas ultrapassar estes pode ter consequências indesejáveis e insustentáveis. É por isso que a literatura científica recomenda que em todo projeto turístico sejam tidos em atenção os riscos de redução do capital natural dos destinos turísticos e os potenciais efeitos negativos destes.

E se questionamos a viragem do conceito de turismo sustentável para o de turismo responsável, temos que viajar até finais dos anos 1980. Numa conferência da *International Academy for the Study of Tourism* (AIEST), celebrada em Zaczopane (Polónia), em 1989, e noutro seminário da OMT que teve lugar na Argélia, também em 1989, os académicos começaram a preferir o termo turismo responsável em vez de turismo alternativo (cf. Smith e Eadington, 1992).

Talvez o momento decisivo para esta viragem tenha sido a conferência realizada na cidade do Cabo em 2002, *Responsible Tourism in Destinations Conference*, que procurou pela primeira vez definir o conceito cruzando ideias de sustentabilidade com o de envolvimento das comunidades locais dos destinos. O turismo responsável brota então da necessidade de dispersar o peso da responsabilidade da atividade além das instituições públicas e do setor privado, abarcando outros intervenientes.

Trata-se de um termo que acabaria por substituir o de turismo sustentável com o passar do tempo. Vejamos um indicador revelador<sup>4</sup>:

	<b>Turismo sustentável</b>	<b>Turismo responsável</b>
Inglês	863 476	738 999
Espanhol	63 704	54 094
Português	19 409	18 405

Fonte: Biblioteca *online* de Portugal, 02-04-2025; ver: <https://www.b-on.pt/>

4 Cf. Revista "Progress in Responsible Tourism" (editado por Harold Goodwin e Xavier Font) (2011-2016). Ver: <https://haroldgoodwin.info/publications/progress-in-responsible-tourism/> Revista "Journal of Responsible Tourism Management" (2021- ...). Ver: <https://jrtm.org/> Published by Sarawak Research Society, supported by Ministry of Tourism, Creative Industry and Performing Arts (MTCIP) Sarawak, Responsible Borneo (REBORN), UCSI University (Faculty of Hospitality and Tourism Management), and Regional Centre of Expertise (RCE) Kuching. Ver também: entrevista com Joan Bua-des "La responsabilidad social corporativa en el sector turístico" (12'): <https://www.youtube.com/watch?v=Rt8U2KS0uIA>

Nos primeiros anos do seu uso alargado, o conceito de turismo responsável foi sobretudo usado em quatro sentidos (Bramwell et al., 2008):

- a) Investigações focadas no consumo ou na produção do turismo responsável e dos seus valores éticos, atitudes e comportamentos. Exemplo: estudos de consumidores ecológicos como agentes de mudança, responsabilidade social corporativa;
- b) Tipos de relações entre agentes sociais - consumidor-produtor, turismo-comunidade local, trabalhadores-empregadores. Exemplo: códigos de conduta para guiar mais responsabilmente os encontros turísticos;
- c) Responsabilidade moral individual ou coletiva e as suas respostas. Exemplo: valores, atitudes, movimentos sociais...
- d) Princípios políticos do turismo responsável, melhoras do turismo em escalas pequenas e dentro de uma sociedade capitalista; críticas radicais e desafios societais; críticas do ecoturismo como parte da expansão do neoliberalismo e da mercantilização da natureza; posições reformistas/radicais; desigualdades e justiça social no turismo.

Mas o turismo responsável também pode ser entendido de uma forma mais processual (Gascón, 2011), como: a) a tomada e consciência dos agentes turísticos de acordo com os critérios de conservação ambiental e justiça social; b) a crítica da maquilhagem e propaganda do modelo turístico dominante para ocultar a depredação ambiental, a exploração laboral e as comunidades recetoras; c) movimento social de procura de modelos mais sustentáveis adaptados a cada destino, e denunciando os efeitos negativos do turismo, ao mesmo tempo que se solidarizam com os afetados e dão visibilidade aos conflitos.

Harold Goodwin (cf. <http://haroldgoodwin.info/rt.html>), um dos grandes defensores e pensadores sobre turismo responsável, afirma que o turismo responsável é:

1. Reivindicar a responsabilidade de todos na criação de modelos turísticos sustentáveis;
2. O turismo responsável representa uma consciencialização dos agentes turísticos e dos turistas sobre a necessidade de articular critérios de conservação ambiental com justiça social, viabilidade económica e direitos culturais;



3. O turismo responsável é entendido como uma resposta ao desafio económico, social e ambiental de desenvolvimento sustentável, produzindo e praticando um turismo melhor e diferente. Para isso é necessário indicar os efeitos negativos do turismo, sublinhar os positivos e reduzir os negativos.

Todavia, um fenómeno mundial acabaria por forçar um alargamento do conceito e a sua aplicação nos discursos oficiais dos órgãos e instituições públicas. Referimo-nos naturalmente à pandemia COVID-19. Tremblay-huet e Lapointe (2021) mencionam a reapropriação do turismo responsável no discurso institucional dominante pela UNWTO (Nações Unidas - Organização Mundial do Turismo), de forma a incluir considerações sanitárias após o surgimento da COVID-19, especificamente a partir de 31 de janeiro de 2020. Esta reapropriação foi reforçada pelo Comité Mundial da Ética em Turismo (WCTE), em 2020, quando este determinou a importância do “princípio ético” na aplicação de medidas de saúde públicas no turismo. Um novo “mantra” (Mondal e Samaddar, 2021) que desde logo foi reconhecido como uma resposta concertada em tempos de crise (Ting et al., 2020).

Esta importância é entendida pelos autores como uma estratégia para a rápida recuperação da atividade turística após a pandemia: “This involves responsible tourism that is discursively transformed towards a sanitary core, immunizing the bodies and the destinations to support economy” (Tremblay-huet e Lapointe, 2021, p. 257).

No seguimento do padrão concetual do turismo responsável, uma nova revisão do conceito foi feita em 2021; define que:

“Responsible tourism is related to but distinct from sustainable tourism in that it focuses on what individuals, organisations and governments do to maximise the positive economic, social and environmental impacts of tourism. It is about determining and prioritising the important issues locally and addressing those purposefully and collectively. It is also about stakeholders working together to create value and develop a better future.” (Journal Aims of Journal of Responsible Tourism Management - ver: <https://jrtm.org/>).

Definição esta que vai ao encontro das tendências de pesquisa do conceito e da sua relação embrionária com o de turismo responsável. A revisão bibliométrica de Mihalic et al. (2021) encontrou dez *clusters* na análise às citações em torno do turismo responsável e sustentável que corroboram estas tendências. Os *clusters* definidos foram: abordagem política, perspectiva

regional, indicadora chave, gestão de turismo responsável, responsabilidade social corporativa, convergência de turismo sustentável massificado, pesquisa sobre turismo responsável, percepção dos residentes, mobilidade em turismo sustentável, objetivos do desenvolvimento sustentável.

Dhama e Anil (2024), numa análise semelhante, estabeleceram a existência de 5 grandes temas de análise: a relação entre sustentabilidade e turismo responsável, práticas de turismo responsável pelo mundo, a relação entre turismo responsável e práticas e comportamentos, determinação e medida de sustentabilidade, e análises críticas e filosóficas (teóricas). Estas análises de revisão bibliométrica estabelecem a existência de grandes temas dominantes, mas também que a investigação se tem focado em estudos de caso ou em diferentes aspetos do turismo responsável sem uma articulação ou análise holística às diferentes variáveis em jogo.

Se é claro que o surgimento do turismo responsável é um resultado direto do desenvolvimento da investigação em torno do turismo sustentável (Mihalic et al., 2021), e que se diferencia pelo foco nos comportamentos individuais, atitudes e ações do turista (Saarinen, 2021; Ting et al., 2020), em particular na sua relação entre atitudes e ética de consumo e produção, um “marketing-driven ethos” centrado no consumidor (Saarinen, 2021: 8), não devemos ignorar que existe uma mudança gradual de estudos centrados na política turística para uma política turística para a sustentabilidade (Rafi et al., 2024), o que demonstra a contínua apropriação dos conceitos pelas instituições.

É também mais um exemplo de como a sua indefinição ou aplicação fluída permite uma aplicação manipulável, ideal para uma instrumentalização política e para o discurso neoliberal de crescimento ilimitado. Se é verdade que sem mercado não existe turismo responsável, também sem regulação não existe turismo sustentável (Saarinen, 2021).

E mais além da discussão concetual e académica, e também dentro dela, consideramos que o turismo responsável está a seguir o mesmo caminho de deturpação e descaracterização por parte de alguns projetos, organizações e instituições. Estes encontram nele uma nova máscara para continuar a vender e diferenciar produtos e experiências turísticas. E igualmente para acalmar as preocupações, cada vez maiores, dos turistas em relação às suas experiências de consumo turístico. Este temor e constatação, nalguns casos, leva a que muitos abandonem também o conceito, substituindo-o pelos de turismo inclusivo, turismo ético e turismo regenerativo.

## 5.5. (In)conclusões

Bernardo e Pereiro (2020) já haviam sugerido que o turismo responsável é uma proposta que se deve centrar na articulação destes dois vértices com o pilar da sustentabilidade. Mondal e Samaddar (2021), inclusivamente, sugerem um modelo estrutural que indica que o turismo responsável é um intermediário fundamental para o sucesso do turismo sustentável, e o turismo responsável assenta em práticas sustentáveis de todos os intervenientes (Sunkar et al., 2023). Quer dizer, o turismo responsável deve ser entendido como um processo fluído que dialoga com os princípios do turismo sustentável, a responsabilização do mercado e o comportamento do consumidor (*sustainability-accountability-behavior*). Esta dinâmica assume que uma mudança gradual no turismo é viável e possível se todos os intervenientes participarem (Mondal and Samaddar, 2020): “In a very simplistic way, responsible tourism is a vehicle for sustainability driven in a shared way by all its stakeholders” (Bernardo e Pereiro, 2020, p. 36).

O turismo responsável pode até ter emergido de uma tentativa de redistribuir responsabilidades da atividade turística por todos os intervenientes (comunidades, consumidores, empresas e instituições públicas), mas esta proposta dificilmente resultará em prática enquanto continuar a perdurar a apropriação dos conceitos por parte das instituições públicas em função de objetivos exclusivamente políticos e económicos.

Hoje em dia, o sistema de produção industrial capitalista e a modernidade ideológica associada afastaram-nos da natureza e degradaram o ambiente, e as reações sociais críticas com os abusos e as desigualdades constituem uma revolução a caminho da criação de novos mundos e novas possibilidades de relação com a natureza, parte do nosso modo de viver e da nossa diversidade cultural. E, no campo do turismo, a transformação face a viagens turísticas mais sustentáveis e responsáveis, é um trilho que está a ser percorrido por cada vez mais gente. Para isso, tem contribuído a investigação social e antropológica do turismo (ex., os “Critical Tourism Studies”), produzindo indiretamente viagens mais conscientes e responsáveis e introduzindo nos debates das agendas científicas, técnicas e políticas o turismo regenerativo (Ateljevic, 2020). Este tipo de turismo responsável, o turismo regenerativo, procura oferecer produtos e experiências turísticas com base na justiça social, ambiental e territorial, deixando melhor o destino do que estava antes da nossa chegada e demonstrando um efeito positivo nas comunidades recetoras. E ele, já não é lento, pequeno e local. É já um movimento social global que obriga todos na construção de um mundo melhor e um melhor mundo.

## Referências

- Ateljevic, I. (2020). Transforming the (tourism) world for good and (re)generating the potential new normal. *Tourism Geographies*, 22 (3), 467-475.
- Bernardo, E., & Pereiro, X. (2020). Responsible tourism: Cosmetics, utopia or reality? An analysis of the scientific literature. *International Journal of Tourism Anthropology*, 8(1), 8–39.
- Bramwell, B., Lane, B., McCabe, S., Mosedale, J., & Scarles, C. (2008). Research perspectives on responsible tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 16(3), 253–257.
- Buades, J. (2009). *Do not disturb Barceló. Viaje a las entrañas de un imperio turístico*. Barcelona: Icaria.
- Butler, R. W. (1999). Sustainable tourism: A state-of-the-art review. *Tourism Geographies*, 1(1), 7–25.
- Cheer, J. M., Ting, H., & Leong, C-M. (2021). Responsible tourism: A new era of responsibility? *Journal of Responsible Tourism Management*, 1(1). <https://doi.org/10.47263/JRTM.01-01-01>
- Christin, R. (2018). *Manual del anti-turismo* (Obra original publicada em 2017). Beniterrer (Valencia): Fuera de Ruta.
- Dias, R. (2004). *Introdução ao turismo*. São Paulo: Atlas.
- Echaniz Barrondo, A. (2007). ¿Se puede ser un turista responsable? In Universidade de Deusto (Ed.), *Desafíos y compromisos del turismo: Hacia una visión más humana* (pp. 249–265). Bilbao: Universidad de Deusto.
- Dhama, N., & Anil, K. (2024). *Responsible and sustainable tourism (respo-sustainable tourism): A systemic literature review and future agenda*. <https://doi.org/10.1108/IJIS-02-2024-0046>
- Fuentes Vega, A. (2017). El latin lover español: ¿Un mito ibérico? Una investigación iconográfica sobre el papel del erotismo en los imaginarios del turismo en España (1950–1970). *Via Tourism Review*, 11–12. <https://doi.org/10.4000/viatourism.1678>
- Gascón, J. (2011). *O turismo responsável*. Conferência no campus da UTAD em Chaves, 25-05-2011.
- Haraway, D. (2016). *Staying with the trouble: Making kin in the Chthulucene*. Durham: Duke University Press.
- Hollenhorst, S. J., Houge-Mackenzie, S., & Ostergren, D. M. (2014). The trouble with tourism. *Tourism Recreation Research*, 39(3), 305–319. <https://doi.org/10.1080/02508281.2014.11087003>
- Krippendorff, J. (1984). *The holiday makers: Understanding the impact of leisure and travel*. London: Butterworth-Heinemann.

Krippendorff, J. (2003). *Sociologia do turismo: Para uma nova compreensão do lazer e das viagens* (Obra original publicada em 1984). São Paulo: Aleph.

Lévi-Strauss, C. (1993). *Tristes trópicos* (Obra original publicada em 1955). Lisboa: Edições 70.

Mihalic, Y., Mohamadi, S., Abbasi, A., & Dávid, L. (2021). Mapping a sustainable and responsible tourism paradigm: A bibliometric and citation network analysis. *Sustainability*, 13, 853.

Michaud, Y. (2005, 26 de maio). Los turistas son unos invasores que pagan. *El País*. [https://elpais.com/diario/2005/05/26/cultura/1117058406\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2005/05/26/cultura/1117058406_850215.html)

Mohamadi, S., Abbasi, A., Kordshouli, H., & Askarifar, K. (2022). Conceptualizing sustainable-responsible tourism indicators: An interpretive structural modeling approach. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 399–425.

Mondal, S., & Samaddar, K. (2020). Issues and challenges in implementing sharing economy in tourism: A triangulation story. *Business, Economics Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(1), 64–81.

Mondal, S., & Samaddar, K. (2021). Responsible tourism towards sustainable development: Literature review and research agenda. *Asia Pacific Business Review*, 27(2), 229–266.

Nogués-Pedregal, A. M. (2015). *Etnografía bajo un espacio turístico: Sus procesos de configuración*. Tenerife: PASOS Edita. <https://www.pasosonline.org/es/colecciones/pasos-edita/48-numero-13-etnografia-bajo-un-espacio-turistico-sus-procesos-de-configuracion>

Nogués-Pedregal, A. M. (Ed.). (2012). *Culture and society in tourism contexts*. Bingley: Emerald.

Nogués-Pedregal, A. M. (Coord.). (2003). *Cultura y turismo*. Sevilla: Signatura Ediciones.

Nogués-Pedregal, A. M. (2020). El turismo como contexto. *Disparidades*, 75(1), 1–7. <https://doi.org/10.3989/dra.2020.001c>

Rafi, A., Rehman, A., Musu, A., Rather, R., & Kautish, P. (2024). Revisiting sustainable tourism research: Bibliometric insights and future research agenda. *An International Journal of Tourism and Hospitality Research*. <https://doi.org/10.1080/13032917.2024.2411988>

Saarinén, J. (2021). Is being responsible sustainable in tourism? Connections and critical differences. *Sustainability*, 13, 6599.

Smith, V. L., & Eadington, W. R. (1992). *Tourism alternative: Potentials and problems in the development of tourism*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Sunkar, A., Yusrini, L., Ting, H., & Tham, A. (2024). *The Third International Conference on Responsible Tourism and Hospitality*, 35(1), 198–201.

Ting, H., Lim, J., Leong, M., Cheah, J.-H., & Cheer, J. (2020). Editorial - Responsible tourism: A call to action for turbulent times. *Asian Journal of Business Research*, 10(2), I–XIII.

Tremblay-Huet, S., & Lapointe, D. (2021). The new responsible tourism paradigm: The UNWTO's discourse following the spread of COVID-19. *Tourism and Hospitality*, 2, 248–260.

## 6. Água e Sustentabilidade em Tempos de Mudança: desafios e soluções face às alterações climáticas

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.6>

*José Vieira*

Universidade do Minho

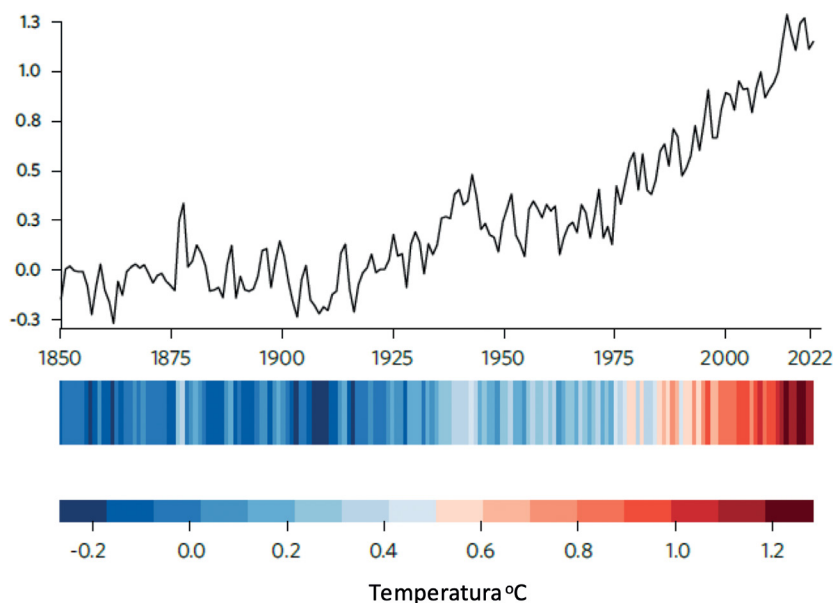
<https://orcid.org/0000-0001-8982-7597>

### Resumo

A água é um recurso essencial à vida no planeta e ao funcionamento dos ecossistemas, das economias e das sociedades. No entanto, perante as alterações climáticas aceleradas e o crescimento urbano exponencial, colocam-se desafios sem precedentes à sua gestão sustentável, exigindo abordagens inovadoras, eficazes e integradas. A variabilidade dos padrões de precipitação e o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos tornam os sistemas hídricos mais vulneráveis, intensificando desigualdades sociais e tensões geopolíticas. Em muitas regiões, as águas subterrâneas estão a ser exploradas a um ritmo superior ao da sua reposição natural, enquanto as águas superficiais enfrentam níveis crescentes de poluição por substâncias orgânicas, químicas e radiológicas. Estes fatores comprometem a segurança hídrica com impactos na saúde pública, na produção alimentar, na integridade dos ecossistemas e na resiliência das comunidades. Face a este cenário, a gestão da água exige instituições transparentes, responsáveis e capacitadas para desenvolver políticas públicas baseadas em evidência científica, articuladas com os setores da energia, do uso do solo e do ambiente. Este capítulo analisa os principais desafios da gestão da água em contexto de alterações climáticas, as causas estruturais da vulnerabilidade dos recursos hídricos e as estratégias possíveis de adaptação e favorecimento da resiliência dos sistemas.

## 6.1. A água no centro da crise climática

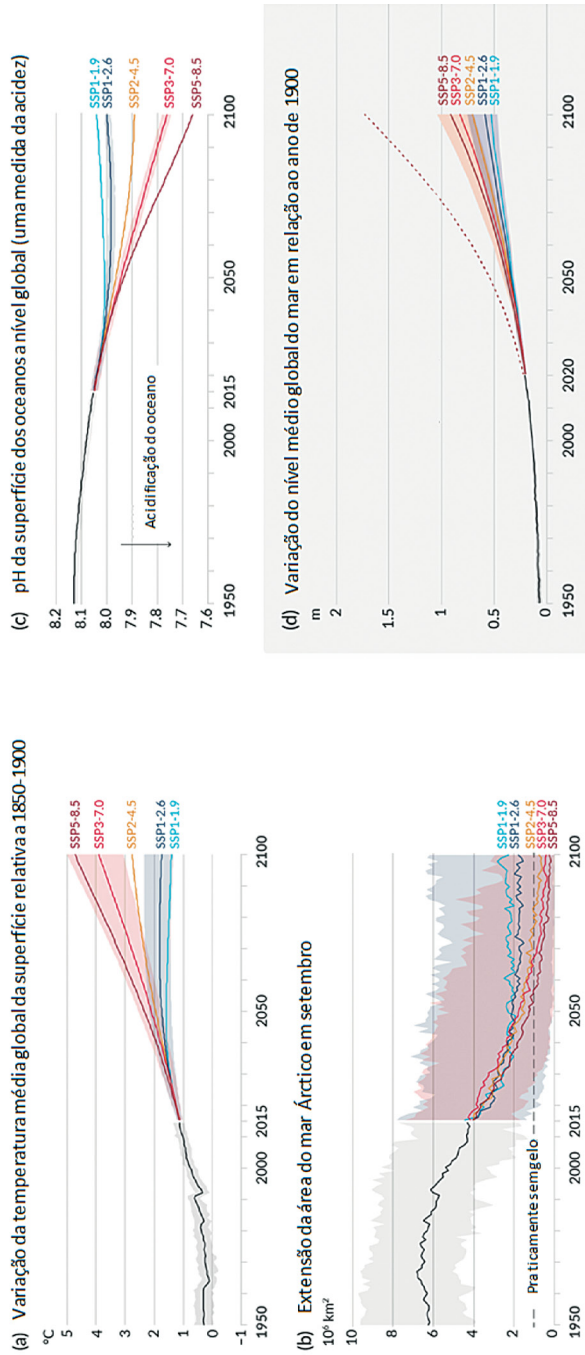
A água é o fio condutor da vida no planeta, a nossa casa comum. Ocupa um lugar central na crise climática, não apenas como um dos recursos mais diretamente afetados pelas mudanças no clima global, mas também como vetor principal dos impactos que estas provocam nos ecossistemas, a saúde humana, a agricultura e a economia. O equilíbrio deste recurso fundamental está a ser progressivamente ameaçado pelas alterações climáticas e pelo impacto das atividades humanas. O equilíbrio deste recurso fundamental está a ser progressivamente ameaçado pelas alterações climáticas e pelo impacto das atividades humanas. O aquecimento global (Figura 6.1), provocado pelo aumento das concentrações atmosféricas de gases com efeito de estufa, sobretudo dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxidos de azoto ( $\text{NO}_x$ ), está a provocar uma alteração mensurável no balanço energético da Terra, desencadeando mudanças profundas nos sistemas meteorológicos e hidrológicos (IPCC, 2021).



**Figura 6.1** Temperatura média anual global em relação aos níveis pré-industriais (média de 1850-1900), 1850-2022 (oC) (Adaptado de UNDESA, 2023).

Estas perturbações intensificam os extremos climáticos e têm efeitos diretos no ciclo hidrológico global, afetando a disponibilidade e a previsibilidade dos recursos hídricos à escala local, regional e planetária (Figura 6.2).





**Figura 6.2** Efeitos das alterações climáticas no ciclo hidrológico global (Adaptado de IPCC, 2021).

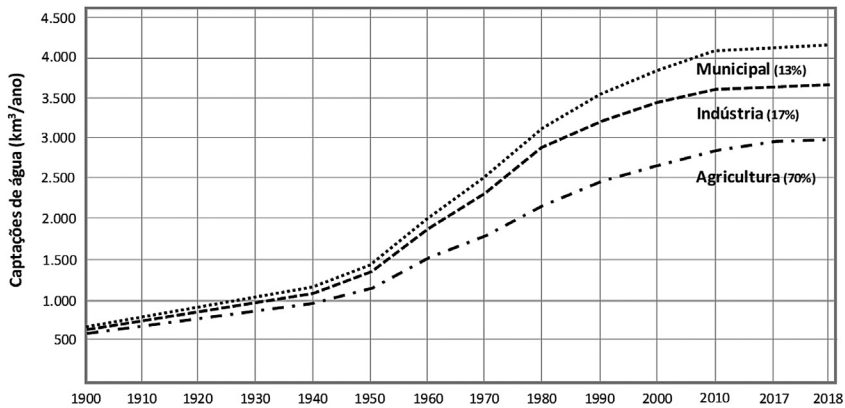
À medida que a temperatura média global aumenta, intensificam-se os processos de evapotranspiração, alteram-se os padrões de precipitação e aumenta a frequência de eventos extremos, como cheias repentinas, ciclones, secas prolongadas e incêndios florestais.

Segundo o Relatório do IPCC (2021), a precipitação global está a tornar-se mais concentrada em eventos intensos e localizados, o que resulta em aumento do risco de inundações, enquanto outras regiões experienciam secas prolongadas. Em zonas de clima mediterrânico, como em algumas regiões de Portugal, projeta-se uma redução da precipitação anual e uma maior variabilidade interanual, o que compromete a recarga de aquíferos e a disponibilidade de água superficial. Além disso, o recuo dos glaciares e a diminuição da cobertura de neve alteram os regimes fluviais em bacias montanhosas, com impactos significativos para países dependentes de fontes nival-glaciais. Esta alteração do ciclo hidrológico coloca em causa a previsibilidade dos recursos hídricos, complicando o planeamento agrícola, energético e urbano.

Estes fenómenos afetam de forma desproporcional as comunidades mais vulneráveis, tanto nos países em desenvolvimento como em contextos urbanos periféricos das economias desenvolvidas, e põem em causa a segurança hídrica – definida como a capacidade de assegurar água em quantidade e qualidade suficientes para sustentar a vida, os meios de subsistência e os ecossistemas (UNESCO, 2020). A segurança hídrica, por sua vez, está intrinsecamente ligada à saúde pública, à estabilidade social e ao desenvolvimento sustentável, constituindo, portanto, uma componente vital da adaptação às alterações climáticas.

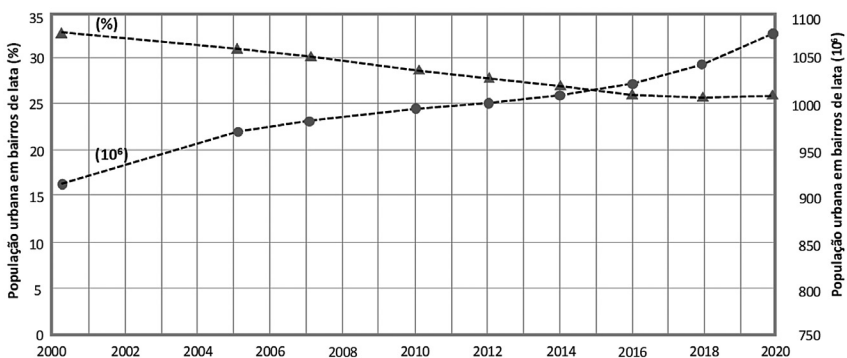
Um fator central que intensifica esses desafios é o crescimento exponencial da população mundial. Desde 1950, a população global mais do que triplicou, ultrapassando os 8 mil milhões de pessoas em 2022 (UNDESA, 2022). Esta pressão demográfica implica uma procura crescente de água para consumo doméstico, produção de alimentos, geração de energia e processos industriais (Figura 6.3). Estima-se que, até 2050, a procura global de água aumente cerca de 55%, sobretudo impulsionada pela agricultura irrigada, que já consome cerca de 70% da água doce disponível (FAO, 2017).

Este aumento acentuado da procura, impulsionado por dinâmicas demográficas, urbanização desordenada e alterações nos padrões de consumo, implica riscos significativos de escassez, sobretudo em regiões onde a infraestrutura de abastecimento e tratamento de água é deficiente ou inexistente.



**Figura 6.3** Evolução mundial da captação de água (1900–2018) (Adaptado de UNDESA, 2023).

Esta situação revela-se particularmente crítica em pequenas cidades, que frequentemente não conseguem acompanhar o ritmo da expansão populacional nem dispõem de planeamento urbano adequado, o que agrava a pressão sobre os recursos hídricos e compromete a qualidade e a continuidade dos serviços de água. A Figura 6.4 ilustra a evolução, nas últimas décadas, da população a viver em assentamentos informais, evidenciando que o crescimento destes núcleos é mais acelerado em pequenas cidades do que em grandes áreas urbanas (UNDESA, 2022).



**Figura 6.4** População urbana em assentamentos informais (Adaptado de UNDESA, 2022).

Sob o ponto de vista económico, os setores agrícola e energético são especialmente sensíveis às alterações climáticas. A agricultura de regadio, altamente

dependente da disponibilidade de água, enfrenta perdas crescentes de produtividade. A energia hidroelétrica, por sua vez, sofre com a variabilidade dos caudais fluviais, o que reduz a previsibilidade da produção e compromete a estabilidade dos sistemas energéticos.

Neste contexto, a água emerge não apenas como recurso, mas como fator geopolítico, social e sanitário. A escassez de água potável e a má gestão dos recursos hídricos estão diretamente associadas a surtos de doenças transmitidas pela água, como cólera, hepatite A e diarreias infecciosas, que continuam a ser causas principais de mortalidade infantil em países em desenvolvimento (UNICEF/WHO, 2023). Segundo a Organização Mundial da Saúde, mais de 2 mil milhões de pessoas ainda carecem de acesso a serviços de água potável geridos de forma segura, e quase metade da população mundial não tem acesso a saneamento adequado (WHO, 2021). Assim, a questão da água não é apenas ambiental, mas profundamente ética e política, uma vez que o seu acesso é desigual e frequentemente mediado por relações de poder, exclusão e injustiça.

As alterações climáticas tendem a exacerbar estas desigualdades. As soluções de engenharia hidráulica, muitas vezes concebidas num paradigma tecnocrático e centrado na oferta, têm mostrado limitações quando confrontadas com a complexidade dos desafios atuais. Muitas infraestruturas construídas no século XX não foram dimensionadas para enfrentar os eventos extremos cada vez mais frequentes e intensos. A sua fragilidade torna-se evidente em contextos onde a pressão climática se combina com debilidade institucional, ausência de planeamento ou falta de manutenção. Nestes casos, a rotura é inevitável: escassez hídrica, contaminação de fontes, colapso de sistemas urbanos de drenagem ou abastecimento.

Quando os conflitos em torno da água irrompem na esfera social, tornam visíveis as fissuras profundas nas instituições e nas infraestruturas que deveriam sustentar a sua resiliência. Em territórios onde a governação é débil ou as infraestruturas são insuficientes, essas fragilidades traduzem-se em crises humanitárias e ecológicas. A destruição de comunidades, a migração forçada provocada pela seca, ou a deslocação de populações urbanas e rurais após a ocorrência de cheias e inundações, são sintomas evidentes de um modelo de desenvolvimento que, demasiadas vezes, falhou na incorporação dos princípios da justiça ambiental. Esta clivagem entre decisões técnicas e realidades sociais denuncia o esgotamento de uma visão reducionista da água como simples “recurso” e sublinha a urgência de repensar profundamente a relação entre sociedade e sistemas hídricos.

É neste enquadramento que ganha particular relevância a Resolução 64/292 da Assembleia Geral das Nações Unidas, aprovada em 2010, que consagra “o direito à água potável segura e limpa e ao saneamento como um direito humano essencial ao pleno gozo da vida e de todos os direitos humanos”. Este reconhecimento impõe aos Estados-membros o dever de assegurar o acesso universal à água e ao saneamento, sem qualquer forma de discriminação e com prioridade para os grupos mais vulneráveis. Reafirma-se que a privação de água compromete a própria vida, e que os direitos à água e ao saneamento são interdependentes, indissociáveis e fundamentais para uma vida digna. Acresce que não pode haver acesso sustentável e universal à água potável sem sistemas de saneamento eficazes, sendo ainda de reconhecer que a água – e os cursos de água – transporta consigo uma dimensão cultural, espiritual e religiosa profundamente enraizada na vida coletiva das comunidades.

Desta forma, o desafio colocado pelas alterações climáticas ao setor da água é, antes de tudo, um teste à nossa capacidade coletiva de adaptação – técnica, institucional e cultural. A sustentabilidade dos recursos hídricos num mundo em mudança exige mais do que soluções tecnológicas. Implica redesenhar políticas públicas, integrar conhecimento local e científico, reforçar a governança multiescalar e adotar uma abordagem ecossistémica e inclusiva. Neste novo paradigma, a água não é apenas um bem a ser gerido, mas um elo vital entre o clima, os ecossistemas e os direitos humanos.

## 6.2. Cooperação internacional e compromissos globais

A água é um recurso vital, desigualmente distribuído e interdependente, que transcende fronteiras políticas e exige respostas coordenadas à escala global. Estima-se que cerca de 60% dos recursos hídricos do planeta estejam localizados em bacias hidrográficas transfronteiriças, o que torna a cooperação internacional não apenas desejável mas absolutamente essencial para uma gestão eficaz e sustentável (UN-Water, 2023). Num cenário marcado pelas alterações climáticas, pelo aumento das pressões sobre os ecossistemas aquáticos e por tensões geopolíticas crescentes, a diplomacia da água assume um papel estratégico na promoção da paz, da segurança e do desenvolvimento sustentável.

A água deve ser reconhecida como um bem público global, cuja governança deve assentar no princípio da responsabilidade comum, mas diferenciada, refletindo as assimetrias de capacidade e vulnerabilidade entre países (UNESCO, 2021). A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, em

particular o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), estabelece metas ambiciosas, como garantir o acesso universal à água potável e ao saneamento, melhorar a qualidade da água, promover o uso eficiente dos recursos hídricos e assegurar a gestão integrada das bacias hidrográficas, com especial destaque para as bacias transfronteiriças (UN-Water, 2023).

A cooperação entre países que partilham aquíferos e rios é fundamental para prevenir conflitos, garantir alocação equitativa da água e promover soluções baseadas na partilha de benefícios (Sadoff & Grey, 2002). Instrumentos jurídicos internacionais como a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito dos Usos dos Cursos de Água Internacionais (1997) e a Convenção da UNECE sobre a Proteção e Utilização dos Cursos de Água Transfronteiriços e dos Lagos Internacionais (1992) oferecem um quadro legal robusto para fomentar a cooperação pacífica e sustentável (UNECE, 1992).

Organizações multilaterais como a UN-Water, a Parceria Global pela Água, o Conselho Mundial da Água e a UNESCO-IHP desempenham um papel vital ao promover o intercâmbio técnico, mobilizar financiamento e facilitar a partilha de boas práticas.

Nos últimos anos, tem-se verificado um crescimento significativo da cooperação Sul-Sul e da cooperação triangular, que permitem a transferência de tecnologias de baixo custo, o reforço da capacitação institucional e a adaptação de soluções a contextos locais vulneráveis. Exemplos notáveis incluem o “Acordo sobre os Aquíferos do Sistema Guarani”, na América do Sul, e a Iniciativa da Bacia do Nilo, em África, que ilustram a possibilidade de se alcançar consensos duradouros em torno da água como bem comum e fator de estabilidade regional (UNESCO, 2021).

Outros modelos positivos incluem a Iniciativa para a Bacia do Mekong, que congrega esforços de vários países do Sudeste Asiático, e o Acordo do Senegal, que criou uma entidade conjunta para a gestão equitativa daquele curso de água (World Bank, 2022). Estes casos demonstram a crescente valorização de instrumentos como a partilha de dados, o reforço das capacidades técnicas e a harmonização de critérios regulatórios na cooperação internacional em matéria de água.

Os compromissos assumidos em fóruns multilaterais, como as Conferências das Partes (COPs) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC), reforçam a necessidade de integrar a gestão da água nos planos nacionais de adaptação e mitigação climática. O acesso facilitado ao financiamento climático é, neste contexto, uma condição indispensável

para reforçar a resiliência hídrica e promover a justiça climática (UNFCCC, 2023).

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, aprovada na Cimeira das Nações Unidas de 2015, constitui uma visão estratégica de longo prazo, orientando políticas nacionais e iniciativas de cooperação internacional. Dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, vários estão diretamente ligados à água, além do ODS 6, nomeadamente: o ODS 1 (acabar com a pobreza em todas as suas formas); o ODS 2 (acabar com a fome e alcançar a segurança alimentar); o ODS 3 (garantir uma vida saudável e bem-estar para todos); o ODS 7 (garantir energia acessível, confiável, sustentável e moderna); o ODS 11 (tornar cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis); o ODS 13 (combater a mudança climática); e o ODS 15 (proteger e restaurar a biodiversidade, florestas, e deter o desmatamento).

Apesar dos avanços alcançados na última década, os desafios permanecem significativos, sobretudo nos países em desenvolvimento. Dados recentes sobre a cobertura dos sistemas de abastecimento de água, saneamento e higiene da população mundial (WHO, 2019; UNICEF/WHO, 2023) revelam progressos relativamente lentos, que colocam em causa o alcance dos objetivos propostos até 2030:

- Água potável: 5,3 mil milhões de pessoas têm acesso a serviços geridos com segurança, mas 1,8 mil milhões continuam a utilizar fontes inseguras ou não melhoradas.
- Saneamento: 3,4 mil milhões de pessoas têm acesso a serviços seguros, enquanto cerca de 673 milhões ainda praticam a defecação a céu aberto.
- Higiene: cerca de 3 mil milhões de pessoas ainda não dispõem de instalações básicas de lavagem das mãos com sabão e água em casa.

Estes números revelam a dura realidade higiénico-sanitária vivida por milhares de milhões de pessoas em todo o mundo, evidenciando as profundas desigualdades entre países desenvolvidos e menos desenvolvidos, com graves repercussões em termos de saúde pública, coesão social e desenvolvimento económico.

Para acelerar a concretização do ODS 6, atualmente fora de curso de uma forma alarmante, as Nações Unidas lançaram o *SDG 6 Global Acceleration*

*Framework*, um plano para ajudar os países a intensificarem os seus compromissos e a avançarem com maior rapidez para as metas nacionais. Esta aceleração contribuirá para o progresso em áreas transversais da Agenda 2030, como a erradicação da pobreza, a segurança alimentar, a equidade de género e a resiliência climática.

Em suma, a cooperação internacional na gestão da água é não apenas um imperativo técnico e ambiental mas, também, uma expressão de solidariedade global e de compromisso ético com um futuro mais justo e sustentável. Num tempo de incertezas e transições, a diplomacia da água pode fazer a diferença entre escassez e segurança, entre exclusão e dignidade.

### 6.3. Governança, equidade e participação pública

A boa governança da água é um dos pilares fundamentais para alcançar a sustentabilidade hídrica, a equidade no acesso e a resiliência face às mudanças climáticas. No entanto, persistem desafios estruturais que comprometem tanto a eficácia como a justiça na gestão dos recursos hídricos. A fragmentação institucional, a insuficiência regulatória, a obsolescência das infraestruturas e a fraca articulação intersectorial constituem barreiras significativas à implementação de políticas integradas e inclusivas (OECD, 2015).

Um dos entraves mais persistentes à governança da água é a fragmentação institucional. Em muitos países, a responsabilidade pela gestão dos recursos hídricos está distribuída entre múltiplas entidades, com mandatos sobre o abastecimento urbano, a agricultura, a energia, o ambiente, o ordenamento do território e o planeamento hidrológico, frequentemente sem mecanismos eficazes de coordenação (UNESCO, 2021). Esta dispersão de competências gera sobreposições e lacunas, e contribui para conflitos de uso e ineficiência na tomada de decisão.

A gestão integrada dos recursos hídricos, consagrada na Conferência de Dublin (1992) e na Agenda 21, preconiza a articulação entre setores e níveis de governo, a participação pública e a equidade no acesso à água. No entanto, a aplicação prática destes princípios continua limitada. No caso português, apesar da existência dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH) e de entidades como a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), subsistem dificuldades de articulação com municípios, operadores privados e organismos intermunicipais (ERSAR, 2023).



Adicionalmente, a regulação económica e de qualidade dos serviços de água, essencial para garantir eficiência, acessibilidade e sustentabilidade financeira, enfrenta desafios técnicos e políticos. A falta de autonomia dos reguladores, a escassez de dados fiáveis e a resistência a reformas por parte de alguns operadores limitam a capacidade de impor boas práticas e fomentar a inovação (World Bank, 2022).

Outro desafio estrutural prende-se com a degradação e desatualização das infraestruturas hidráulicas. Em muitos sistemas urbanos e rurais, as redes de abastecimento e saneamento são antigas, mal dimensionadas e insuficientemente mantidas, resultando em perdas significativas de água e baixa qualidade dos serviços (OECD, 2016). Em Portugal, a ERSAR reportou que, em 2022, 26% da água potável produzida foi perdida nas redes de distribuição, e em cerca de um terço dos sistemas as perdas ultrapassaram os 40% (ERSAR, 2023).

Este problema é especialmente grave em pequenos municípios, que enfrentam constrangimentos financeiros e técnicos para investir em modernização. A recuperação da eficiência operacional requer não só a substituição de condutas mas, também, a reabilitação de reservatórios, estações elevatórias, sistemas de monitorização e plataformas digitais para a gestão da procura. Por outro lado, a incorporação de soluções baseadas na natureza, como zonas húmidas artificiais, valas de infiltração e sistemas de drenagem urbana sustentável, pode contribuir para uma gestão mais resiliente e ecológica da água.

A participação dos cidadãos e das comunidades na tomada de decisão é outro pilar da governança democrática da água. O envolvimento ativo dos utilizadores, nomeadamente através de processos de consulta pública, conselhos de bacia hidrográfica e mecanismos de prestação de contas, reforça a legitimidade das decisões, melhora a transparência e permite que as políticas reflitam melhor as realidades locais (UN-Water, 2023).

A justiça hídrica implica também garantir o acesso equitativo a serviços de água e saneamento, sobretudo para as populações mais vulneráveis, nomeadamente rurais, periféricas, indígenas ou em situação de pobreza. A ausência de uma perspetiva de equidade na formulação e implementação das políticas hídricas tende a perpetuar desigualdades estruturais, comprometendo o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em particular o ODS 6.

Uma abordagem transformadora da governança da água exige, por isso, a convergência entre inovação institucional, financiamento adequado, reforço das capacidades técnicas e compromisso público. Só assim será possível construir sistemas hídricos mais inclusivos, resilientes e preparados para os desafios de um mundo em rápida transformação.

#### 6.4. Água segura, saúde pública e tecnologia

Ao longo da história da humanidade, é possível afirmar com alguma segurança que os grandes problemas de saúde pública estiveram, muitas vezes, associados à transmissão de doenças infecciosas causadas por microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, protozoários e helmintos), sobretudo em contextos de ausência de água potável e de condições adequadas de saneamento. Estas doenças de origem hídrica têm sido responsáveis por crises sanitárias graves e disseminadas, propagando-se através de múltiplas vias: ingestão de água ou alimentos contaminados, inalação de aerossóis, contacto com águas poluídas ou transmissão por vetores como artrópodes e moluscos (Vieira, 2018).

A água potável segura, o saneamento básico e a higiene (conhecidos coletivamente como *WASH*, na sigla em inglês) são elementos essenciais para a saúde e o bem-estar humano. No entanto, milhões de pessoas em todo o mundo continuam a viver sem acesso adequado a estes serviços, o que as expõe diariamente a doenças evitáveis. A carência de *WASH* seguro compromete a qualidade de vida, infringe direitos humanos fundamentais e perpetua desigualdades sociais e sanitárias. Além disso, sistemas de *WASH* precários enfraquecem os serviços de saúde, colocam em risco a segurança sanitária e representam um peso significativo para as economias nacionais.

As doenças e os riscos associados ao *WASH* são vastos e diversos. Incluem infeções transmitidas pela via fecal-oral, efeitos tóxicos decorrentes da exposição a contaminantes químicos na água potável, e impactos significativos no bem-estar físico e mental. Estes riscos podem ser agravados por fatores como as alterações climáticas, o crescimento populacional acelerado, a urbanização desordenada ou, no caso da resistência antimicrobiana, o uso excessivo de antibióticos.

Em 2016, estimava-se que, a nível global, cerca de 1,9 milhões de mortes e 123 milhões de anos de vida ajustados por incapacidade (*DALYs*, disability-adjusted life-years), poderiam ter sido evitados com serviços adequados de *WASH* (ver Quadro 6.1). A carga de doenças atribuível à ausência de

WASH corresponde a 4,6% dos *DALYs* e a 3,3% das mortes globais. No caso de crianças com menos de cinco anos, esta percentagem atinge 13% das mortes.

**Quadro 6.1** Carga de doença causada por WASH inadequado, 2016 (Adaptado de WHO, 2019).

<b>Doença</b>	<b>Mortes</b>	<b>DALYs (10<sup>3</sup>)</b>
Doenças diarreicas	828 651	49 774
Helmintoses transmitidas pelo contacto com o solo	6 248	3 431
Infeções respiratórias agudas	370 370	17 308
Desnutrição	28 194	2 995
Tracoma	<10	244
Esquistossomose	10 405	1 096
Filariose linfática	<10	782
<i>SUBTOTAL: água potável, saneamento e higiene</i>	<i>1 243 869</i>	<i>75 630</i>
Malária	354 924	29 708
Dengue	38 315	2 936
Oncocercose	<10	96
<i>SUBTOTAL: gestão dos recursos hídricos</i>	<i>393 239</i>	<i>32 740</i>
Afogamentos	233 890	14 723
<i>SUBTOTOTAL: segurança dos ambientes aquáticos</i>	<i>233 890</i>	<i>14 723</i>
<i>TOTAL: água, saneamento e higiene inadequados</i>	<i>1 870 998</i>	<i>123 093</i>

A história mostra que grandes avanços na saúde pública estiveram frequentemente associados ao progresso tecnológico e à capacidade de resposta institucional. A partir de meados do século XIX, após sucessivas epidemias de cólera e outras doenças gastrointestinais na Europa, emergiu uma nova consciência sobre a importância de políticas públicas de saúde, higiene e urbanismo. A criação da *Poor Law Commission* na Grã-Bretanha, em 1834, e os estudos liderados por Edwin Chadwick (1842), marcaram um ponto de viragem fundamental para a medicina e a engenharia sanitária. Esse

esforço, de inspiração intervencionista, procurava soluções técnicas para garantir o abastecimento de água limpa e o saneamento urbano, com o objetivo de prevenir e conter epidemias.

Com a Revolução Industrial, o uso do vapor de água como nova fonte de energia tornou possível o desenvolvimento de redes de abastecimento e drenagem mais eficientes, assim como a implementação de sistemas de esgotos sanitários em edifícios e bairros. Esses avanços técnicos não só transformaram as cidades como também passaram a desempenhar um papel central na promoção da saúde pública.

Contudo, o sucesso destas infraestruturas dependia também de avanços científicos. Foi necessário o progresso da medicina e da microbiologia para identificar e isolar os microrganismos patogênicos responsáveis por muitas das doenças até aí mal compreendidas. Só então se consolidou a importância de tratar a água de forma sistemática. A desinfecção da água potável, introduzida no final do século XIX, foi um marco fundamental, contribuindo para a redução significativa de doenças como a cólera e a febre tifóide (Rose & Masago, 2007).

Atualmente, a poluição hídrica continua a representar uma ameaça séria à saúde pública, agravada pela industrialização acelerada, pela urbanização desregulada e pelo uso intensivo de produtos químicos na agricultura. Face a este cenário, e aprendendo com o passado, é imperativo recorrer à engenharia como aliada estratégica para garantir o acesso universal à água limpa e segura – condição essencial para combater doenças emergentes e reemergentes, bem como para promover a equidade e a qualidade de vida nas sociedades contemporâneas.

As soluções de engenharia desempenham, hoje, um papel crucial na concretização do direito humano à água, especialmente num contexto marcado pelas pressões das alterações climáticas, pelo crescimento demográfico e pelas crescentes desigualdades no acesso aos recursos. Estas soluções abrangem desde tecnologias convencionais de tratamento e distribuição até sistemas descentralizados, modulares e resilientes, adaptáveis a diferentes realidades territoriais.

O tratamento avançado da água potável, incluindo filtração por membranas, ozonização, uso de carvão ativado e desinfecção por radiação ultravioleta, permite a remoção de contaminantes emergentes, incluindo resíduos farmacêuticos, pesticidas e microplásticos que os métodos tradicionais não conseguem eliminar eficazmente. Estas tecnologias revelam-se

especialmente relevantes em regiões onde os meios hídricos estão fortemente impactados por descargas industriais e agrícolas (WHO, 2022).

Em contextos rurais, comunidades remotas ou situações de emergência humanitária, as tecnologias de baixo custo e manutenção simples – como filtros cerâmicos, sistemas de captação de água da chuva e unidades móveis de tratamento – têm demonstrado grande eficácia. Paralelamente, a modelação hidráulica e os sistemas de monitorização em tempo real oferecem ferramentas poderosas para otimizar a gestão das redes de abastecimento, detetar contaminações e aumentar a eficiência energética.

No entanto, a engenharia, por si só, não é suficiente para resolver os desafios do acesso à água. As soluções técnicas devem estar integradas em políticas públicas inclusivas, acompanhadas de participação ativa das comunidades, regulação eficaz e financiamento adequado e sustentável. Somente com uma abordagem sistémica e integrada será possível garantir que os avanços tecnológicos se traduzam em benefícios reais e duradouros para a saúde pública global.

## 6.5. Inovação e soluções para a sustentabilidade da água

As soluções para os crescentes desafios relacionados com a água potável têm sido desenvolvidas através de uma abordagem multidisciplinar, liderada por engenheiros de diversas especialidades que aplicam o conhecimento científico na procura de respostas inovadoras para os problemas globais da água. Tradicionalmente, os engenheiros civis desempenham um papel central na construção de grandes infraestruturas hídricas, como barragens, canais, reservatórios, condutas, estações elevatórias e estações de tratamento. No entanto, outras áreas da engenharia, nomeadamente a ambiental, química, biológica, agrícola, eletrónica, informática e mecânica, têm também oferecido contributos significativos, promovendo avanços tecnológicos e apoiando políticas de gestão mais sustentáveis.

Para além do desenvolvimento físico de infraestruturas, a engenharia tem desempenhado um papel fundamental na modernização dos sistemas hídricos, dotando-os de “inteligência” através da investigação, do desenvolvimento tecnológico e da transferência de conhecimento. Entre as soluções mais relevantes destacam-se: (i) a promoção de uma governação integrada dos recursos hídricos; (ii) o aumento da eficiência no uso da água e a redução de perdas nas redes de distribuição urbana e nos processos industriais e energéticos; (iii) a implementação de soluções baseadas na natureza para

a gestão de rios, aquíferos e drenagem urbana; (iv) a proteção e restauração de ecossistemas aquáticos; (v) a introdução de fontes alternativas de água, como a reutilização segura de águas residuais, a captação de águas pluviais e a dessalinização; e (vi) a gestão de riscos associados a eventos extremos, como secas e inundações.

Nas últimas décadas, os avanços na engenharia hidráulica e ambiental possibilitaram o desenvolvimento de tecnologias mais eficazes para o tratamento da água, incluindo processos de oxidação avançada, adsorção, osmose inversa e filtração com nano- e ultramembranas. Estas técnicas são empregues para remover contaminantes emergentes, assegurando a qualidade da água tratada.

Paralelamente, a digitalização está a revolucionar a gestão, o planeamento e a monitorização dos serviços de água. Tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), a inteligência artificial (IA), os sensores em tempo real e os *big data* estão a transformar os sistemas hídricos em unidades adaptáveis, resilientes e mais sustentáveis. Os sistemas de telegestão e telemetria permitem a monitorização contínua de parâmetros relativos a qualidade da água, pressão nas redes e perdas, otimizando o desempenho e permitindo respostas rápidas a falhas ou eventos extremos. A análise preditiva de dados, por sua vez, apoia a tomada de decisões estratégicas e a eficiência dos investimentos (WEF, 2021).

Estas inovações digitais também promovem uma maior transparência e envolvimento dos cidadãos, através de aplicações móveis, painéis interativos e plataformas de reporte que incentivam comportamentos de consumo mais sustentáveis. Além disso, a integração com modelos climáticos e hidrológicos avançados reforça a capacidade de antecipação e resposta dos sistemas urbanos e agrícolas face às alterações climáticas.

A inovação tecnológica está igualmente presente na observação e monitorização remota do ciclo hidrológico. Tecnologias de sensoriamento remoto, satélites e engenharia aeroespacial têm alargado significativamente a capacidade de identificar padrões hidrológicos e prever impactos quantitativos e qualitativos associados às mudanças climáticas.

A transição para modelos circulares, a digitalização dos sistemas e a integração de soluções baseadas na natureza constituem pilares fundamentais desta transformação. A reutilização da água, em particular, assume um papel estratégico na redução da pressão sobre os recursos hídricos convencionais, especialmente em regiões áridas e semiáridas. A água residual

tratada pode ser reaproveitada em contextos agrícolas, industriais, urbanos (como rega de jardins e lavagem de vias) e, em alguns casos, até para recarga de aquíferos ou potabilização indireta. Apesar do seu potencial, a taxa de reutilização ainda é reduzida: segundo a Comissão Europeia, em 2020 apenas 2,4% da água residual era reutilizada na União Europeia. A nova Regulamentação Europeia (EU, 2020) estabelece critérios mínimos para a reutilização da água regenerada para fins agrícolas, promovendo a segurança e a confiança pública.

A economia circular no setor da água inclui igualmente a recuperação de nutrientes (como o fósforo e o azoto) e o aproveitamento da matéria orgânica para a produção de biogás ou de compostos com valor industrial, promovendo a melhoria da eficiência energética dos processos nas estações de tratamento de águas residuais (ETAR). Estas práticas contribuem para tornar os serviços de água mais sustentáveis, resilientes e integrados nas cadeias de valor.

A inovação tecnológica, articulada com a gestão do conhecimento e o desenvolvimento de capacidades, continuará a gerar novas ferramentas e abordagens, ao mesmo tempo que acelera a adoção e disseminação de soluções já existentes. Este impulso é essencial para enfrentar os desafios atuais e futuros no domínio da água, assegurando um futuro mais seguro, equitativo e sustentável para todas as regiões do planeta (UNESCO/UN-Water, 2020).

## 6.6. Desafios da gestão da água em Portugal

A gestão da água em Portugal enfrenta hoje um conjunto complexo de desafios que resultam da conjugação entre vulnerabilidades estruturais históricas e os impactos crescentes das alterações climáticas. Trata-se de um domínio estratégico para o desenvolvimento sustentável, cuja complexidade exige abordagens integradas, adaptativas e fundamentadas em conhecimento científico, inovação tecnológica e participação social.

Historicamente, a política da água em Portugal evoluiu a partir de uma forte centralização estatal, enraizada numa tradição técnico-institucional que remonta ao século XIX. Ao longo do século XX, o Estado Novo assumiu um papel dominante na condução de grandes empreendimentos hidráulicos, com destaque para políticas públicas ambiciosas, através de planos como o *Plano de Estudos e Obras de Hidráulica Agrícola* (1938), a *Lei de Electrificação do País* (1944), e o *Plano de Valorização do Alentejo* (1957), que

culminaria, muito mais tarde, já no contexto democrático atual, na concretização do projeto de Alqueva. Estes planos tinham como objetivo modernizar a economia, assegurar a eletrificação, aumentar a produção agrícola e criar infraestruturas estruturantes para o território.

Com a integração de Portugal na União Europeia e, em particular, com a transposição da Diretiva Quadro da Água (2000/60/CE), em 2006, a política da água ganhou uma nova orientação, centrada na proteção dos ecossistemas aquáticos e na gestão baseada em unidades de bacia hidrográfica. Este novo enquadramento exigiu o fortalecimento das instituições públicas e a descentralização da gestão, nomeadamente através da criação das Administrações de Região Hidrográfica (ARH). Contudo, apesar das intenções descentralizadoras, a instabilidade legislativa e a persistência de uma cultura de governação centralizada têm limitado a consolidação de um modelo territorialmente adaptado e verdadeiramente participativo. Neste contexto, deve realçar-se o período de 2007 a 2011, que marcou um significativo impulso descentralizador com a criação de ARH dotadas de autonomia administrativa e financeira e de património próprio. Embora tenha sido de duração limitada, essa experiência revelou-se extremamente enriquecedora, evidenciando um notável sucesso na abordagem às especificidades territoriais do país.

No entanto, persistem desafios estruturais, entre os quais se destaca a fragmentação institucional, a dispersão de competências e a desarticulação entre diferentes níveis de governo (central, regional e local). A coexistência de múltiplos planos (regionais, municipais e setoriais) e entidades públicas e privadas dificulta a coerência na aplicação da política da água. A articulação entre os setores da água, território, energia e agricultura continua limitada, comprometendo a eficácia das medidas de gestão integrada (OECD, 2020).

Portugal é particularmente vulnerável à escassez hídrica e à desertificação, situando-se entre as regiões europeias mais expostas aos riscos associados às alterações climáticas. A orientação noroeste-sudeste dos sistemas montanhosos e a variabilidade pluviométrica geram uma distribuição desigual da precipitação, com maior abundância no Norte e escassez crónica no Sul. Essa disparidade, agravada por secas prolongadas, coloca pressão sobre os sistemas de abastecimento e sobre os ecossistemas aquáticos. A crescente frequência de fenómenos extremos, como secas severas e chuvas torrenciais, compromete os sistemas de armazenamento e distribuição, exigindo estratégias de gestão mais flexíveis e resilientes.



A situação é ainda mais delicada tendo em conta a forte dependência de recursos hídricos transfronteiriços. Cerca de 64% do território nacional está inserido em bacias hidrográficas partilhadas com Espanha, o que representa 67% das disponibilidades hídricas superficiais do país. A Convenção de Albufeira (1998) estabelece um quadro legal para a cooperação entre os dois países, definindo caudais mínimos e princípios de colaboração. No entanto, em contextos de escassez hídrica, têm-se verificado dificuldades no cumprimento dos compromissos acordados, levantando preocupações quanto à segurança hídrica e à proteção dos ecossistemas. A observância do espírito e da letra deste acordo, garantindo maior transparência, mecanismos eficazes de monitorização e critérios mais rigorosos para a partilha justa e sustentável da água são, por isso, imperativos para a segurança hídrica nacional.

Além da escassez, a qualidade da água é igualmente um desafio. A poluição das águas resulta de múltiplas fontes: esgotos domésticos não tratados, resíduos industriais e escoamento agrícola contaminado com pesticidas, fertilizantes e metais pesados. Esta contaminação afeta tanto a saúde pública como a biodiversidade, sendo particularmente preocupante em regiões com elevada intensidade agrícola e industrial. O reforço dos sistemas de tratamento de águas residuais, o controlo das descargas poluentes e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis são medidas urgentes.

A ineficiência das infraestruturas é outro problema recorrente. As perdas nas redes de abastecimento urbano, sobretudo devido à sua obsolescência, ultrapassam os 30% em muitas zonas do país, comprometendo a eficiência do sistema e desperdiçando recursos valiosos. No setor agrícola, que representa cerca de 75% do consumo de água, persiste uma forte dependência de sistemas de rega ineficientes, pouco adaptados à escassez hídrica e às necessidades reais das culturas (INAG, 2021). A melhoria da eficiência hídrica, tanto no meio urbano como no rural, constitui uma prioridade estratégica.

Face a este panorama, a introdução de tecnologias emergentes representa uma oportunidade decisiva. A inteligência artificial (IA) permite desenvolver sistemas de previsão de secas e inundações com base em dados meteorológicos, hidrológicos e climáticos, possibilitando uma resposta mais célere e eficaz. A digitalização dos serviços, a gestão inteligente das redes de distribuição, a deteção de fugas, a otimização dos sistemas de rega e o uso de sensores remotos estão a transformar a forma como se gere a água, contribuindo para reduzir perdas, melhorar a eficiência e aumentar a resiliência.

Portugal possui igualmente potencial para se afirmar como líder em soluções inovadoras. Iniciativas de reutilização de águas residuais tratadas, projetos-piloto de dessalinização em zonas costeiras e investimentos em infraestrutura verde, como zonas húmidas restauradas, bacias de retenção e soluções baseadas na natureza, são exemplos de caminhos promissores.

A escassez de água resulta, muitas vezes, de uma combinação de fatores: sobre-exploração de aquíferos, degradação da qualidade, crescimento populacional, urbanização descontrolada e aumento da procura para fins agrícolas, industriais e energéticos. A resposta a estes desafios exige uma gestão integrada, baseada na conservação e no uso responsável dos recursos, com equilíbrio entre as necessidades humanas, a proteção ambiental e a sustentabilidade económica.

Por fim, é essencial rever a estrutura organizativa da gestão da água em Portugal, dotando-a dos meios humanos, financeiros e tecnológicos necessários para garantir a previsão, monitorização, fiscalização e planeamento a médio e longo prazos. A descentralização inteligente, a coordenação entre escalas e setores e a participação ativa da sociedade são condições fundamentais para assegurar uma gestão da água eficaz, justa e sustentável.

A segurança hídrica, a qualidade da água e a adaptação às alterações climáticas são objetivos interdependentes, que requerem uma visão estratégica nacional assente na inovação, na governança colaborativa e na responsabilização de todos os agentes. Só assim será possível garantir o acesso equitativo à água e preservar este bem essencial para as gerações presentes e futuras.

## 6.7. Conclusões e recomendações estratégicas

A sustentabilidade da água em tempos de mudanças climáticas impõe uma transformação profunda na forma como concebemos, planeamos e gerimos este recurso essencial. A crise hídrica contemporânea transcende a escassez física; trata-se, sobretudo, de uma crise de governança, equidade e capacidade de adaptação a cenários em rápida mutação. Nesse contexto, torna-se imperativo adotar uma abordagem sistémica e integrada que considere simultaneamente as dimensões ecológica, social, económica e tecnológica da gestão da água.

Os desafios globais interligados, como a intensificação dos eventos extremos, o aumento da poluição hídrica, a desigualdade no acesso e a pressão

sobre os ecossistemas, exigem soluções transdisciplinares, que aliem inovação, inclusão e visão de longo-prazo. As respostas devem ancorar-se numa base científica sólida, articulada com políticas públicas eficazes e com uma cidadania ativa e informada.

Desta análise emergem recomendações estratégicas prioritárias para orientar a ação política, institucional e social no domínio da água:

- Reforçar a governança multiescalar, promovendo a articulação entre os diferentes níveis de decisão (local, regional, nacional e internacional) e entre setores (água, agricultura, energia, saúde, ambiente). A gestão integrada dos recursos hídricos deve ser o alicerce desta articulação, permitindo sinergias, redução de conflitos e maior eficácia das intervenções públicas.
- Investir em inovação, ciência aplicada e digitalização, explorando plenamente o potencial de tecnologias emergentes como a monitorização inteligente, a modelação hidroambiental, os sistemas de apoio à decisão, a nanotecnologia, a biotecnologia e a inteligência artificial. Estas soluções tecnológicas podem tornar os sistemas hídricos mais resilientes, eficientes e adaptáveis, sobretudo em contextos urbanos e agrícolas pressionados pelas alterações climáticas.
- Promover uma economia circular da água, incentivando a reutilização segura das águas residuais, a recuperação de nutrientes e energia nas ETAR, e o redesenho dos sistemas hídricos para minimizar perdas e maximizar o valor dos recursos ao longo do seu ciclo de vida. Esta abordagem deve ser apoiada por quadros regulatórios adequados e por mecanismos de financiamento inovadores.
- Assegurar a justiça hídrica, reconhecendo o acesso à água potável e ao saneamento como um direito humano fundamental. É crucial garantir a equidade no acesso através de tarifas sociais, subsídios direcionados e estratégias específicas para comunidades vulneráveis, especialmente em zonas rurais, periurbanas e regiões com escassez crónica.
- Descarbonizar e adaptar as infraestruturas hídricas, alinhando os investimentos com os compromissos de neutralidade climática. A modernização das redes de abastecimento e saneamento deve incorporar critérios de eficiência energética, uso de fontes renováveis e resiliência face a choques climáticos.

- Fortalecer a cooperação internacional, sobretudo em bacias hidrográficas partilhadas, promovendo a diplomacia da água, a partilha de dados e boas práticas, e o acesso equitativo a mecanismos de financiamento climático. A água, enquanto bem comum global, exige soluções cooperativas, solidárias e sustentáveis.
- A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, com a sua natureza holística e interligada, exige uma abordagem integrada à água, que contribua para a concretização dos 17 ODS de forma coerente e eficaz. A complexidade dos desafios atuais exige análise interdisciplinar, capacitação técnica multissetorial e cooperação global efetiva. A concretização do ODS 6 exige medidas urgentes por parte dos governos, com investimentos orientados para erradicar a inacessibilidade à água segura, a qual perpetua ciclos de pobreza, insegurança alimentar, desigualdade e migração forçada, particularmente em países menos desenvolvidos.
- Promover a literacia hídrica e a participação cidadã, fomentando culturas de corresponsabilidade, transparência e valorização da água como bem comum. A educação formal e informal, os processos participativos e o uso de tecnologias digitais devem ser mobilizados para aumentar a consciência pública e o envolvimento ativo das comunidades na gestão da água.
- No caso particular de Portugal, é urgente romper com a lógica de resposta reativa à escassez, adotando uma visão estratégica e de longo-prazo, ancorada na prevenção, na adaptação e na solidariedade intergeracional.

Mais amplamente, a água deve ser reconhecida como elemento central das políticas públicas de desenvolvimento sustentável, não apenas como um recurso natural, mas como elemento estruturante do território, da coesão social e da competitividade económica. Tal transformação requer liderança política esclarecida, ciência aplicada e ação comunitária mobilizadora.

## Referências

- Chadwick, E. (1842). *Report on the Sanitary Condition of the Labouring Population of Great Britain*. (Ed. with introduction by M.W. Flinn). Edinburgh University Press.
- ERSAR (2023). *Relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal – RASARP 2022*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. <https://www.ersar.pt>
- EU (2020). *Water reuse – European Union Regulation 2020/741 on minimum requirements for water reuse*. European Commission.
- FAO (2017). *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- INAG (2021). *Relatório do Estado do Ambiente e da Água em Portugal*. Instituto da Água.
- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report*. Cambridge University Press.
- OECD (2015). *Water governance in OECD countries: A multi-level approach*. Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264231122-en>
- OECD (2016). *Water governance in cities*. Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264251090-en>
- OECD (2020). *Water Governance in Portugal: Fit for the Future?*. Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing.
- Rose, J. B., & Masago, Y. (2007). A toast to our health: Our journey toward safe water. *Water Science and Technology: Water Supply*, 7 (1), 41-48.
- Sadoff, C., & Grey, D. (2002). Beyond the river: The benefits of cooperation on international rivers. *Water Policy*, 4(5), 389–403. <https://doi.org/10.2166/wp.2002.0027>
- UN-Water (2023). *Progress on integrated water resources management: Global status and acceleration needs for SDG 6.5.1*. United Nations.
- UNDESA (2022). *World Population Prospects 2022*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York.
- UNDESA (2023). *The Sustainable Development Goals Report 2023: Special Edition*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York.
- UNECE (1992). *Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes*. United Nations Economic Commission for Europe.
- UNESCO (2020). *United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNESCO (2021). *The United Nations world water development report 2021: Valuing water*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNESCO/UN-Water (2020). *United Nations world water development report 2020: water and climate change*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization and United Nations-Water.

UNFCCC (2023). *Water and climate change: Integrating water into national climate planning and implementation*. United Nations Framework Convention on Climate Change.

UNICEF/WHO (2023). *Global Progress Report on Water, Sanitation and Hygiene in Health Care Facilities*. United Nations Children's Fund; World Health Organization.

Vieira, J. M. P. (2018). *Água e saúde pública*. Edições Sílabo.

WHO (2021). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2020: Five years into the SDGs*. World Health Organization and UNICEF.

WHO (2019). *Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals*. World Health Organization.

WHO (2022). *Global analysis and assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2022 report*. World Health Organization.

WEF (2021). *Water: The invisible crisis– A call for digital water infrastructure*. World Economic Forum.

World Bank (2022). *Water security for all: The next wave of investments in water*. <https://www.worldbank.org>

## 7. Valorização da Cortiça Orientada para a Inovação e Sustentabilidade

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.7>

*Emanuel M. Fernandes*

Instituto de Investigação em Biomateriais, Biodegradáveis e Biomiméticos

<https://orcid.org/0000-0002-4296-2529>

*Ana R. Araújo*

Instituto de Investigação em Biomateriais, Biodegradáveis e Biomiméticos

<https://orcid.org/0000-0003-2033-4262>

*Ricardo A. Pires*

Instituto de Investigação em Biomateriais, Biodegradáveis e Biomiméticos

<https://orcid.org/0000-0001-6300-6379>

*Rui L. Reis*

Instituto de Investigação em Biomateriais, Biodegradáveis e Biomiméticos

<https://orcid.org/0000-0002-4295-6129>

### Resumo

Num mundo em rápida transformação, onde os desafios de mitigação do impacto ambiental e a gestão eficiente dos subprodutos aumentam, observa-se um crescente interesse pelo desenvolvimento de produtos de base natural. É neste contexto que a cortiça ganha destaque pela sua capacidade de ser, simultaneamente, um recurso natural, renovável e essencial para a promoção da economia circular. A sua produção responsável contribui ainda para a conservação da biodiversidade e fortalece as comunidades locais. Este capítulo, procura dar a conhecer as propriedades únicas deste recurso natural e o seu papel estratégico na transição para uma economia de baixo carbono. Aliar tradição, tecnologia e criatividade, revela-se essencial para

a valorização da cortiça e os seus componentes naturais, proporcionando oportunidades estratégicas para a criação de materiais mais sustentáveis, para diferentes aplicações. A cortiça representa um verdadeiro paradigma de sustentabilidade, onde os vetores natureza, economia e sociedade devem interagir de forma equilibrada, representando um modelo inspirador de como a inovação pode nascer da valorização dos recursos naturais.

## 7.1 Introdução

A cortiça é o tecido vegetal extraído da casca de uma árvore da família do carvalho (*Quercus Suber*), chamada sobreiro. Esta espécie é uma quercínea de folha persistente, membro da ordem *Fagales* e da família *Fagaceae*. Este carvalho mediterrânico distingue-se pelo seu espesso revestimento suberoso – a cortiça – cuja exploração sustentável representa uma importante mais-valia económica, ecológica e social (Fortes et al., 2004).

Endémico de regiões com clima mediterrânico e influência atlântica, o sobreiro encontra-se principalmente na Península Ibérica, Sul de França, Itália e Norte de África, sendo Portugal o maior produtor e transformador mundial de cortiça. A Península Ibérica concentra cerca de 56% da área global de montado de sobreiro, confirmando a centralidade da região na preservação e valorização desta matéria-prima natural (APCOR, 2023; Fortes et al., 2004).

O sobreiro adapta-se a uma ampla variedade de solos com preferência por substratos graníticos, porfíricos, feldspáticos e xistosos, conseguindo tirar partido de solos arenosos e descalcificados, muito ingratos, em condições desfavoráveis a quase todas as outras espécies arbóreas do País. No entanto, não se desenvolve adequadamente em solos argilosos, mal drenados ou excessivamente húmidos (Pereira et al., 2004). Em Portugal, as maiores manchas de sobreiros localizam-se nas bacias hidrográficas do Tejo e do Sado, muitas vezes em terrenos de baixa fertilidade, onde esta espécie contribui para a conservação dos solos e para a regulação hídrica (Fortes et al., 2004).

A cortiça é extraída do tronco e ramos do sobreiro, sob a forma de pranchas semicirculares, normalmente no Verão quando o crescimento é maior. A casca do sobreiro é renovável, pela própria natureza durante o período de vida do sobreiro, e demora 25 anos para chegar à primeira fase produtiva da extração para produção de rolhas e as demais ocorrem com a periodicidade mínima de 9 anos. Este processo, realizado manualmente, não causa qualquer dano à árvore nem compromete o equilíbrio do ecossistema. Pelo



contrário, o descortiçamento estimula a regeneração natural da casca, permitindo que a árvore continue a crescer e a capturar carbono ao longo de uma vida que pode atingir entre 150 e 200 anos. Cada sobreiro pode ser descortiado, em média, 16 vezes, com intervalos mínimos de nove anos entre colheitas, tornando a cortiça um recurso exemplar de sustentabilidade.

O primeiro descortiçamento, designado por “desboia”, produz uma qualidade representada por cortiça virgem, com uma superfície exterior bastante irregular. Trata-se de uma cortiça de qualidade inferior e é transformada em granulado para fins de isolamento, *memoboards* e decorativos. Os descortiçamentos sucessivos dão origem à cortiça com uma superfície exterior mais uniforme, designada por cortiça de reprodução ou amadia, utilizada na produção de rolhas. A primeira cortiça de reprodução ainda apresenta algumas irregularidades e tem o nome de secundeira, pelo que o seu destino será semelhante ao da cortiça virgem (Fortes et al., 2004; Silva et al., 2005).

Segundo o relatório de sustentabilidade emitido pela Associação Portuguesa da Cortiça (APCOR), a vegetação do montado desempenha um papel fundamental no sequestro de carbono, ao capturar dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) da atmosfera e armazená-lo na biomassa e no solo. Estima-se que as florestas de sobreiro do Mediterrâneo possam fixar até 14 milhões de toneladas de  $\text{CO}_2$  por ano, e isso pode ser potencializado com a certificação FSC, sendo símbolo de sustentabilidade, acesso a novos mercados e de melhoria na gestão florestal. Após a extração da cortiça, a atividade biológica do sobreiro aumenta e a sua absorção de  $\text{CO}_2$  multiplica-se entre 3 a 5 vezes. Esse processo faz do sobreiro um reservatório de carbono exemplar e um grande aliado na mitigação das alterações climáticas, ao reduzir a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Os sobreiros, em particular, também oferecem sombra e ajudam a moderar a temperatura ambiente, colaborando na regulação climática local (APCOR, 2023).

A cortiça, por sua vez, é um material 100% natural, reutilizável e reciclável, com um impacto positivo tanto ambiental quanto social. A sua produção sustentável promove a conservação da biodiversidade, fortalece as economias das comunidades locais e constitui um claro modelo de economia circular, que alia tradição e inovação em harmonia com a natureza. Nas próximas secções, procura-se dar a conhecer as propriedades únicas deste recurso natural e do seu contributo para a sustentabilidade e para um desenvolvimento sustentável.

## 7.2. Morfologia da cortiça

A cortiça ocupa um lugar especial na história da microscopia e da anatomia da planta. Quando por volta de 1660 Robert Hooke completou o seu microscópio, um dos primeiros materiais a ser examinado foi a cortiça. No ano de 1664, o que Robert Hooke observou conduziu-o a identificar a unidade básica da planta e a estrutura biológica, a qual designou de “célula” (Fortes et al., 2004; Gibson et al., 1997), palavra derivada do latim “cella”, que significa pequeno compartimento. A comunicação entre as células é assegurada por microcanais que atravessam a parede celular e são designados por plasmodesmos, que podem estar uniformemente distribuídos ou em grupos e contêm diâmetros com cerca de 30 – 60 nm. Quando esta comunicação deixa de existir, as células morrem (Fortes et al., 2004).

A estrutura celular da cortiça é descrita através da nomenclatura utilizada para designar as direções e as secções deste material, a qual é adotada na Botânica. Como referência, definem-se três direções e três secções perpendiculares a estas, e encontram-se relacionadas com o tronco da árvore. Assim, as direções segundo o raio e o eixo do tronco da árvore designam-se por radial e axial, por outro lado a direção tangente à circunferência do tronco designa-se por tangencial.

A estrutura celular da cortiça encontra-se devidamente estudada (Gibson et al., 1997; Pereira et al., 1987). O tecido suberoso é constituído por microcélulas mortas de forma aproximadamente prismáticas e estas encontram-se dispostas em camadas sucessivas, sem espaços e segundo a direção radial da árvore, onde existem aproximadamente 20 000 a 40 000 de células por mm<sup>3</sup>. A espessura de 1mm corresponde a cerca de 30 camadas de células (Gil et al., 2002). Dentro destas células fechadas ou alvéolos está contida uma mistura similar ao ar (Silva et al., 2005).

Segundo a secção tangencial, as células apresentam-se como polígonos, num rearranjo do tipo favo de mel. Na secção radial, as células encontram-se organizadas em filas paralelas à direção radial da árvore (Carriço, 1997). A cortiça apresenta uma estrutura anisotrópica (Pereira et al., 1987), sendo que as ondulações das paredes celulares desempenham um papel bastante importante ao nível das propriedades mecânicas, que são atenuadas durante o processo de cozedura e, em geral, com o aquecimento.

A célula típica da cortiça pode ser representada como um poliedro de secção hexagonal, variando o contorno poligonal usualmente entre quatro e nove lados, mas normalmente ocorre apresentando cinco a sete lados e as

suas dimensões médias são entre 30 a 40µm de largura por 35 a 45 µm de altura (Gibson et al., 1997; Pereira et al., 1987).

Morfológicamente, um aspeto de extrema importância é a porosidade deste material, estando esta estritamente relacionada com a sua qualidade. A porosidade advém da cortiça possuir canais lenticulares que atravessam a direção radial e permitem as trocas gasosas entre o tronco da árvore e o exterior (Pereira et al., 2004; Silva et al., 2005). Estes canais lenticulares têm origem nas lentículas, que são pequenas regiões do felogénio onde não há produção de células de cortiça (Carriço, 1997). Na cortiça virgem os canais lenticulares são em maior número por unidade de área comparativamente com a cortiça amadia (Liese et al., 1983). De uma forma geral, quanto menor a porosidade que a cortiça apresente segundo a direção radial mais nobre tenderá a ser a sua aplicação.

As características macroscópicas da cortiça revelam-na como um material de baixa densidade, impermeável a líquidos e gases, um material elástico e compressível, resistente à água e a produtos químicos e inócuo em relação à contaminação com alimentos, além de ser uma matéria-prima 100% reciclável e reutilizável (Silva et al., 2005). Dessa forma, a cortiça contribui para a mitigação das alterações climáticas e para a regeneração dos ecossistemas.

### 7.3. Composição química

A composição química da cortiça tem sido intensamente estudada ao longo das últimas décadas, e reportada em vários trabalhos científicos (Aroso et al., 2017a; Bernards, 2002; Gil et al., 2002; Pereira, 1988; Silva et al., 2005). A sua composição é significativamente dependente de diversos fatores, como, por exemplo, a origem geográfica, o clima, as condições do solo, origem da própria árvore, as suas dimensões, a idade, as suas condições de crescimento e o tipo de exploração florestal (Natividade, 1990; Silva et al., 2005). Um fator que afeta a determinação da composição química da cortiça é a variabilidade provocada pelos diferentes métodos de processamento utilizados durante a sua valorização industrial, assim como a evolução das tecnologias de avaliação ou deteção dos componentes finais presentes neste material (Caldas et al., 1986; Pereira, 1981b, 1984).

Estudos da composição química da cortiça do sobreiro realizados por vários autores indicam uma composição química em termos médios constituída maioritariamente por suberina (30-50%), lenhina (19-22%), polissacarídeos

(12-20%), extratáveis (13-16%) e cinzas (1-3%) (Cordeiro, 1998; Gil et al., 2002; Pereira, 1988).

A constituição química das paredes celulares, analogamente ao que se passa com as células de outros materiais de origem vegetal, pode ser dividida em dois tipos de componentes: estruturais (suberina, lenhina e polissacarídeos), e não estruturais (extratáveis e cinzas). Os componentes estruturais ou principais são macromoléculas, de natureza polimérica, insolúveis, que conferem às células a sua forma bem como grande parte das propriedades físicas e químicas (Fortes et al., 2004).

A remoção dos componentes principais apenas é possível recorrendo a tratamentos químicos ou mecânicos agressivos de forma a promover a sua destruição parcial ou total (Bernards, 2002; Gibson et al., 1981; Rosa et al., 1991). Por exemplo, no caso da suberina, a sua remoção pode ser efetuada através de: i) metanólise alcalina (clivagem das ligações éster da suberina, libertando os componentes ácidos sob a forma de ésteres metílicos, cuja acidificação leva à sua precipitação, sendo depois filtrados); ii) hidrólise alcalina (saponificação), onde a acidificação precipita os ácidos suberínicos livres (Santos et al., 2014); e, iii) hidrólise supercrítica com água, onde se dá a eliminação dos polissacarídeos (até 94,7%) e se enriquece a suberina no resíduo sólido (Mission et al., 2022).

A suberina, assim como outros componentes estruturais, tem potencial para ser utilizada em embalagens de produtos alimentares e farmacêuticos pelas suas propriedades hidrofóbicas e de barreira. Esses componentes podem também ser incorporados em plásticos e compósitos de base biológica, como uma alternativa sustentável aos petroquímicos, ou, ainda, como revestimento para implantes, estruturas de engenharia de tecidos e sistemas de libertação de medicamentos, devido à sua biocompatibilidade (Graça, 2015).

Os componentes não estruturais da cortiça encontram-se classificados como elementos extratáveis e componentes inorgânicos (Fortes et al., 2004), onde os extratáveis são compostos de massa molecular pequena, solúveis em diferentes solventes, e podem ser retirados das células da cortiça recorrendo à sua solubilização em solventes compatíveis com as características químicas de cada componente (Pereira, 1981a; Pereira et al., 1979). Estes componentes extratáveis são usualmente classificados em dois tipos principais: os taninos e as ceras.

Existem várias formas de proceder à extração destes compostos. De uma forma mais convencional, podem ser recolhidos através do tratamento da

cortiça com solventes orgânicos de polaridade crescente, como o dicloro-metano (DCM), o etanol e a água. A cortiça é inicialmente triturada e sujeita a extração por Soxhlet ou a extração acelerada por solventes (ASE), utilizando temperaturas e pressões mais elevadas. Regra geral, a extração de todos os extratáveis começa com um tratamento utilizando DCM para remover os compostos lipofílicos, seguido de etanol e água para remover os componentes mais polares.

De referir que na última década, foram desenvolvidas tecnologias verdes mais sustentáveis (Ramos et al., 2020; Rocha et al., 2023) utilizando solventes eutéticos naturais (NADES) sob alta temperatura e pressão, levando ao maior rendimento de extração, permitindo rendimentos significativamente mais elevados (até 5 vezes) do que as metodologias tradicionais. Por outro lado, os componentes extratáveis também podem ser recolhidos utilizando a tecnologia de fluídos supercríticos, como o CO<sub>2</sub>, supercrítico na presença ou ausência de co-solventes (ex. etanol ou metanol), utilizando diferentes pressões e temperaturas. Esta tecnologia permite ainda a remoção seletiva dos componentes orgânicos, enquanto os principais polímeros da cortiça (suberina, lenhina, celulose) permanecem praticamente intactos.

Os compostos estruturais da cortiça, juntamente com os seus extratáveis, podem desempenhar um papel significativo na promoção dos princípios da economia circular na indústria da cortiça, transformando o que anteriormente era considerado resíduo (pó de cortiça, restos de granulado, etc.) em recursos de valor acrescentado para sectores de elevado valor, especialmente os cosméticos e os produtos farmacêuticos (Araújo et al., 2020a; Carriço et al., 2023).

## 7.4. Propriedades físicas e mecânicas

Globalmente, a cortiça reúne uma série de qualidades ímpares, como sendo um material natural, reciclável, apresenta baixa densidade, é impermeável a líquidos e a gases, elástico e compressível, possui bom isolamento térmico e acústico, incombustível e muito resistente ao atrito (Silva et al., 2005), bem como apresenta propriedades antimicrobianas (Garcia et al., 2014; Gonçalves et al., 2016). Relativamente às propriedades físicas da cortiça e no que concerne à sua densidade, esta apresenta uma baixa densidade, entre os 120 – 170 kg/m<sup>3</sup>, dependendo de fatores como a região, a qualidade da árvore, o tipo de cortiça (amadia ou virgem) e o grau de humidade (Gibson et al., 1997; Gil et al., 2002). Em termos de densidade de parede de célula do material, este valor é próximo de 1150Kg/m<sup>3</sup> (Gibson et al., 1981).

Alguns tratamentos como a cozedura a que a cortiça é sujeita antes de ser processada industrialmente também provocam alterações na densidade deste material (Fortes et al., 2004).

A cortiça apresenta um elevado coeficiente de atrito 0,2 – 0,4 (Gil et al., 2002), propriedade que confere à cortiça aplicações como, por exemplo, na indústria do calçado. A condutividade térmica da cortiça é baixa (0,045 W/mK) (Silva et al., 2005).

A compressão numa direção origina variação das dimensões transversais. Esta característica designa-se por coeficiente de Poisson. Uma das principais aplicações da cortiça é como vedante, onde o seu coeficiente de Poisson é praticamente nulo (0,15-0,22) (Gil et al., 2002; Silva et al., 2005), permitindo que seja comprimida e tracionada sem expansão ou retração nas suas dimensões transversais quando sujeitas à ação mecânica.

A cortiça é um material viscoelástico que permite grandes deformações sob compressão, sem fratura e com recuperação dimensional substancial quando a tensão é aliviada, contribuindo para outra importante característica que é a sua grande elasticidade (Knapic et al., 2016). Quando a cortiça é rapidamente comprimida sob circunstâncias elásticas retoma imediatamente cerca de 85% do seu volume inicial, e em 24 horas cerca de 95% da sua dimensão inicial é atingida (Gil et al., 2002). O calibre da cortiça possui uma influência direta na variação do módulo de elasticidade. No contexto de esforços de compressão, quanto maior o calibre (espessura da prancha) menor será o valor da deformação e do módulo de elasticidade. Ainda, relativamente às situações em que a cortiça possa estar sujeita a condições de compressão, por exemplo, a inserção de uma rolha na garrafa, a situação mais simples acontece quando a compressão se dá segundo uma única direção, designada por compressão uniaxial. Apesar da cortiça apresentar uma elevada resistência mecânica à compressão, existem diversas situações em que está sujeita a torção ou tensões de tração que podem conduzir à sua fratura.

### **7.5. Cortiça em ação: sustentabilidade e inovação para além das rolhas**

A sustentabilidade visa uma integração equilibrada entre as três dimensões seguintes: desempenho económico, inclusão social e resiliência ambiental. Isso será benéfico quer para as gerações presentes quer para as gerações futuras (Geissdoerfer et al., 2017). Atualmente, a projeção é de que a população

global atinja os 9,7 bilhões até 2050. Assim, para suportar os atuais níveis de consumo de recursos, o uso de energia e a produção de resíduos, seriam necessários cerca de 2,3 planetas Terra (Bell, 2016). Perante este cenário, reduzir a pegada ecológica torna-se essencial. Além disso, é crucial investir na produção de conhecimento e na disseminação eficaz dessas informações para toda a sociedade, com especial atenção nos mais jovens, garantindo a sua implementação prática.

Neste contexto, a educação e as instituições do ensino superior, no âmbito da sua missão e atividades, têm uma importante responsabilidade a desempenhar na transformação das sociedades, em particular, em termos de contribuição para o desenvolvimento de uma sociedade mais justa e na salvaguarda de gerações futuras mais sustentáveis (Žalėnienė et al., 2021). As dinâmicas do tecido empresarial devem igualmente integrar modelos de negócio orientados para uma economia circular, em detrimento de uma economia linear, e que contribuam para a sustentabilidade na criação dos seus produtos, os quais requerem uma abordagem estratégica que combine capacidade de inovação, compromisso ambiental e viabilidade económica (Pieroni et al., 2019).

Em linha com a Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, torna-se cada vez mais urgente a adoção de práticas produtivas ambientalmente responsáveis e com menor impacto poluente. O uso de recursos naturais renováveis, como a cortiça, desempenham um papel essencial na construção de um futuro mais sustentável, ao aliar funcionalidade, baixo impacto ambiental e preservação dos ecossistemas. A cortiça é um dos materiais naturais mais atraentes, possuidor de uma estrutura complexa, tornando-a num material versátil e distinto de outros materiais lenhocelulósicos.

Atualmente, as aplicações da cortiça são imensas, como, por exemplo, o produto mais conhecido, as rolhas para garrafas de vinho, que tiveram início do século XVII, por ação do monge beneditino Dom Pérignon, que as usou para vedar as garrafas de seu famoso champanhe, Dom Pérignon. Em 1729, as rolhas de cortiça foram adotadas pela Ruinart e mais tarde, em 1743, pela Moët et Chandon, que as utilizam até aos dias de hoje. A cortiça é ainda usada como isolante térmico, acústico ou antivibrático em diversas indústrias, como a construção civil, em máquinas, no setor do calçado, aeronáutica, automóvel, ou ainda na indústria têxtil, em brinquedos, em pacotes, peças decorativas entre outros (Duarte et al., 2015; Teixeira, 2022), tendo-se verificado vários exemplos de inovação.

A sustentabilidade da cortiça está cada vez mais assente na ciência e na inovação. Por outro lado, o setor industrial corticeiro não só se apoia numa matéria-prima renovável como tem conseguido manter elevados níveis de sustentabilidade associados ao aproveitamento eficiente dos sub-produtos originados na fabricação de rolhas de cortiça.

Neste contexto, e decorrente dos vários processos produtivos, um dos sub-produtos da sua transformação é o pó de cortiça, resultante principalmente dos processos de trituração e corte, que corresponde a 25% em peso do material de cortiça original extraído da árvore. Longe de ser um resíduo descartável, este pó é valorizado como recurso energético e matéria-prima em diversas aplicações industriais. É frequentemente utilizado como biomassa para produção de energia térmica nas próprias unidades fabris, contribuindo para a autossuficiência energética e para a redução de emissões de gases com efeito de estufa. Este aproveitamento integral da cortiça reforça o caráter sustentável da fileira corticeira, onde quase nada se perde e tudo se transforma em benefício do ambiente e de uma economia circular.

Uma questão de particular interesse é a valorização da biomassa como o pó de cortiça e alguns granulados em aplicações de maior valor acrescentado e em substituição de soluções à base de materiais de origem fóssil, nomeadamente na tecnologia ambiental como material adsorvente à base de cortiça. Neste sentido, os carvões ativados são extensivamente explorados numa ampla variedade de processos de adsorção devido à sua resistência química e adaptabilidade de forma. Eles são tipicamente preparados a partir de carvão vegetal e, portanto, às vezes também são designados por carvão ativado. No entanto, o uso de fontes naturais de carbono, como biomassa, representa uma alternativa promissora para a obtenção de carvões de baixo custo (Aroso et al., 2017b; Gil, 2015).

Nas últimas décadas, têm sido investigados novos carvões ativados e bio-carvões, em múltiplas aplicações, tendo sido produzidos utilizando cortiça como matéria-prima, revelando a capacidade de adsorção desses materiais para diferentes compostos, nomeadamente na remoção de metais pesados (íons metálicos), compostos orgânicos e poluentes gasosos (Jesus et al., 2023; Mestre et al., 2014; Silva et al., 2005), contribuindo para a descontaminação da água e do ar, bem como para uma economia mais circular, produzindo adsorventes que auxiliam na redução de múltiplos tipos de poluição.

Atualmente, no mercado identifica-se o produto Corksorb (CORKSORB, 2025), um adsorvente sustentável e 100% natural à base de grânulos de



cortiça com uma forte afinidade com óleos e solventes para contenção de derrames em vários setores da indústria, oficinas, barragens e marinas. Este produto (granulado de cortiça) é descrito como tendo uma capacidade de absorção muito maior (9,43 L/kg), em comparação com os absorventes minerais (Gil, 2015).

A indústria da cortiça ainda é um setor tradicional, sendo os materiais compósitos de cortiça um dos campos mais promissores e modelos de inovação da tecnologia desta indústria. As combinações da cortiça com as propriedades de engenharia das matrizes poliméricas através de tecnologias de fusão trazem valor acrescentado ao material à base de cortiça e potencia novas aplicações, tendo sido inicialmente designada numa parceria com a indústria por “cork-polymer composite (CPC)” (Fernandes et al., 2010), resultando em diferentes soluções de protótipos (Fernandes, 2013; Fernandes et al., 2017).

Ao integrar a cortiça nesses materiais, pode ser melhorada a estabilidade dimensional, o desempenho térmico, o isolamento acústico e as propriedades ao toque, contribuindo para reduzir significativamente sua pegada ecológica.

Estudos em CPCs podem ser encontrados combinando a cortiça e seus subprodutos até 50% em massa combinados com poliolefinas, bem como sobre o efeito da adição de agente compatibilizador na melhoria das propriedades mecânicas e a obtenção de materiais com reduzida absorção de água, a modificação química da superfície da cortiça e a utilização dos seus principais constituintes químicos para melhorarem a compatibilidade da cortiça-polímero. Existem estudos que referem o efeito da adição da cortiça como agente de nucleação nos polímeros, sobre compósitos híbridos com cortiça e reforçados com fibras naturais, sobre propriedades únicas da cortiça combinadas com matrizes poliméricas biodegradáveis, designados por biocompósitos e com o objetivo da produção de materiais mais sustentáveis, utilizando tecnologias baseadas na fusão, como os processos de extrusão, moldação injeção, moldação compressão (Fernandes, 2013; Silva, 2021) e através de processos por manufatura aditiva (Daver et al., 2018; Romero-Ocaña et al., 2022).

Considerando o potencial da área dos materiais compósitos com cortiça, e ao nível da inovação, identificam-se soluções de produto na forma de *pellets*, como o Liforcork, onde a cortiça pode ser combinada com poliuretano, borracha ou incorporar agente expensor (Lifocork®, 2025), ou combinada com matrizes termoplásticas (Prospector®, 2023), podendo posteriormente

serem usados nas indústrias de processamento de matérias-primas plásticas para o desenvolvimento de soluções melhoradas, através da incorporação da cortiça e permitindo reduzir a pegada de carbono da solução de produto final para diferentes aplicações, incluindo o exemplo de consola no interior do veículo da marca japonesa Mazda MX-30 (Negócios, 2020). Outros exemplos de inovação são identificados na área da manufatura aditiva (impressão 3D), como o Fibrolon® (FKUR, 2025) ou o colorFabb's (Molitch-Hou, 2015), apresentando soluções de biopolímero com cortiça na forma de filamento para impressão tridimensional (3D), permitindo revolucionar os paradigmas tradicionais para a criação de materiais com cortiça, aumentando assim a sustentabilidade e o desempenho.

Recentemente, identificam-se ainda estudos referentes à valorização do potencial de biocompósitos com cortiça que apresentam propriedades de interesse para a área da embalagem e para o contato alimentar, evidenciando materiais compósitos com cortiça reforçados com micropartículas de quitosano de origem marinha, mostrando propriedades antimicrobianas e evitando a formação de biofilme na superfície dos materiais (Fernandes et al., 2023), ou ainda biocompósitos com capacidade de termoformabilidade (Moutinho et al., 2025).

Nos diferentes setores e em particular na área da construção e das infraestruturas, a adoção de metodologias como o *eco-design*, a avaliação do ciclo de vida (ACV) e o custo do ciclo de vida do produto (CCV), a adoção de materiais ecológicos, bem como a inclusão de elementos reciclados e recuperados, contribuem para a menor necessidade de novos recursos e para a redução de resíduos, enquanto a adoção de materiais que promovem a redução energética visam melhorar o desempenho térmico dos edifícios e reduzir o consumo de energia. Essa tendência levou à integração de painéis solares, materiais de isolamento de alto desempenho e soluções de fachada mais sustentáveis, e que incorporam plantas vivas nos edifícios.

A cortiça na forma de aglomerado com resina, na forma aglomerada expandida, combinada em estrutura *sandwich*, em granulado, ou combinada com cimento ou polímeros tem sido amplamente utilizada para vários fins, tendo sido material de eleição e de durabilidade para diferentes aplicações, como pavimentos, revestimentos, subpavimentos, juntas de dilatação e revestimentos exteriores, bem como combinado com betão e pavimentos rodoviários. Para além disso, podem ver-se exemplos de arquitetura nas portas e portadas de janela em placas de cortiça virgem no Convento dos Capuchos, situado na Serra de Sintra, em Portugal, ou ainda a porta exterior

da capela do Convento da Arrábida (Serra da Arrábida, Portugal) revestida a pranchas de cortiça de reprodução ou amadia.

Modelos de inovação são o exemplo do Pavilhão de Portugal na Expo 2010, Xangai, China, projetado pelo arquiteto Carlos Couto, e o Pavilhão de Portugal na Expo 2000, em Hannover, Alemanha, projetado pelos arquitetos Álvaro Siza e Eduardo Souto de Moura, ambos com fachadas cobertas por painéis aglomerados de cortiça expandida sem qualquer revestimento, tendo a cortiça como símbolo de sustentabilidade (Knapic et al., 2016; Miranda et al., 2024), ou ainda, mais recente, na mesma linha de solução o Ecork hotel, localizado na cidade de Évora, Portugal (Yadav et al., 2024).

Para além disso estudos científicos e aplicações comerciais de compósitos combinando cimento ou betão com cortiça, avaliando propriedades de redução de densidade, o efeito da granulometria, melhoria do isolamento térmico entre outras, também devem ser referidas, embora esta aplicação não seja nova. Por exemplo, um produto comercialmente disponível é uma argamassa leve com incorporação de cortiça denominado ECOCORK (Gil, 2015). Trata-se de uma argamassa com incorporação de cortiça para a execução de camadas de preenchimento e nivelamento em pisos internos, com desempenho térmico e acústico melhorado. Apesar de não serem exemplos únicos, a cortiça tem-se ainda destacado em projetos internacionais, onde atualmente está considerada a produção de casas na zona rural do Alasca, utilizando mistura de betão com cortiça por impressão 3D (FACFOX, 2024).

Na indústria aeroespacial, o que nos leva até ao programa Apolo da NASA, e que colocou doze homens a andar na Lua entre 1969 e 1972, a cortiça foi selecionada pelas suas propriedades de resistência ao fogo para proteger o módulo de comando das missões Apolo onde seguiam os astronautas. Nestas missões, a estrutura está sujeita a elevada amplitude térmica. Após este sucesso, a cortiça portuguesa, integrou diferentes programas, como o Titan, Delta, Mars Rovers e Atlantis, ou ainda em foguetes e cápsulas espaciais, como o SpaceX Dragon, Orion da NASA, e naves da ESA, onde a cortiça ou os seus compósitos têm sido aplicados como escudos térmicos e em sistemas ablativos (Amorim, 2025).

No setor da moda e do têxtil e resultante da parceria entre academia e a indústria, foi desenvolvido um fio de algodão com incorporação de 20% de cortiça, resultando num produto, denominado CORK-A-TEX, podendo ser combinado com Lyocell (fibra de celulose) ou com poliésteres reciclados, contribuindo para soluções mais sustentáveis. Esta solução com maior conforto térmico abre novas possibilidades à cortiça no sector têxtil, uma vez

que o fio pode ser usado nas máquinas de fição existentes para os tradicionais fios de algodão (Cork-a-Text, 2023).

O desenvolvimento da indústria química e de novas tecnologias possibilitou métodos para o isolamento e purificação dos componentes da cortiça, permitindo conferir-lhes um maior valor acrescentado, dando origem a novas aplicações com potencial para as indústrias farmacêutica e cosmética, na agricultura, na área do papel como aditivo de tintas para impressão, entre outros, onde parte destas aplicações envolvem diretamente macromoléculas ou os oligómeros produzidos pela própria árvore; outras resultam de modificações químicas das substâncias naturais ou dos compostos extraídos da mesma (Aroso et al., 2017b; Carriço et al., 2023; Cordeiro, 1998). Assim, a cortiça e os seus extratos são utilizados como ingredientes bioativos em cosméticos, reivindicando propriedades de antioxidante, esfoliante e antienvelhecimento, resultando em alguns produtos no mercado (Actiscrub™, Suberlift™ e DIAM Oléoactif®), contribuindo para o desenvolvimento sustentável e reduzindo a dependência de químicos sintéticos (Mota et al., 2022). Podem ainda servir como fonte de compostos fenólicos, para aplicações como, por exemplo, conservantes naturais e aditivos para a área biomédica.

Um dos maiores desafios neste processo de requalificação e utilização dos compostos bioativos da cortiça está no fracionamento dos extratos obtidos pelas metodologias previamente descritas de forma a obter compostos refinados e altamente bioativos, como por exemplo a vescalagina e a castalagina (Aroso et al., 2017a). A fração mais eficaz para obter tanto a castalagina como a vescalagina é a fração polifenólica extraída maioritariamente do pó de cortiça utilizando solventes hidroalcoólicos (por exemplo, em água ou etanol), seguida de fracionamento cromatográfico. Estas frações altamente enriquecidas em elagitaninos apresentam uma forte atividade antioxidante, o que as torna importantes para aplicações em cosméticos, produtos farmacêuticos e alimentos funcionais.

Como exemplo, podemos referir a vescalagina, um dos principais elagitaninos entre os compostos fenólicos da cortiça, que apresenta várias características de interesse, nomeadamente o efeito anti-UV: como antioxidante capaz de atuar no meio celular, protegendo as células contra a oxidação, reduzindo o número de espécies reativas de oxigénio (ROS) e limitando o impacto negativo da radiação UV (Araújo et al., 2015). Além disso, apresenta efeito antimicrobiano e bactericida, particularmente contra estirpes resistentes à metilicina, como a MRSA (*staphylococcus aureus*, resistente à

meticilina) e a MRSE (*enterococcus faecalis*, resistente à vancomicina). Destabiliza a parede celular bacteriana, tornando-se relevante para o desenvolvimento de biomateriais e revestimentos antibacterianos. Contribui ainda para a inibição do biofilme. Ao interferir com a organização de peptidoglicanos e outros componentes da parede celular, a vescalagina reduz a capacidade de as bactérias formarem e manterem biofilmes, que são estruturas protetoras que contribuem para a resistência bacteriana e a sua persistência (Araújo et al., 2021). Além disso, demonstrou possuir propriedades antiamiloidogénicas, ou seja, inibe a atividade amiloidogénica, a qual está associada à formação de agregados proteicos tóxicos, como por exemplo da amiloide beta 42, um dos principais marcadores patológicos da doença de Alzheimer (Araújo et al., 2020a; Araújo et al., 2020b).

Em modo de reflexão, podemos afirmar que o profundo conhecimento na transformação da cortiça, aliado à crescente necessidade de valorizar esta matéria-prima e os subprodutos resultantes deste processo, constitui uma oportunidade estratégica para o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis. Antevê-se que a próxima década seja marcada por avanços significativos nas aplicações de materiais com cortiça, onde se antecipa uma abordagem, alinhada com o compromisso de proteger os recursos naturais e de reduzir o impacto ambiental, promovendo a criação de soluções inovadoras e ecologicamente responsáveis, e contribuindo para uma economia mais circular e eficiente.

## Referências

- Amorim. (2025). *Aeroespacial*. <https://www.amorim.com/pt/negocio/aplicacoes-de-cortica/aeroespacial/39/>
- APCOR. (2023). *Estudo de Sustentabilidade Setorial. Valorização dos serviços dos ecossistemas no setor da cortiça*. [https://apcor.pt/uploads/Media/Estudos/Estudo-sustentabilidade-setorial/4\\_Estudo%20Sustentabilidade%20Setorial.pdf](https://apcor.pt/uploads/Media/Estudos/Estudo-sustentabilidade-setorial/4_Estudo%20Sustentabilidade%20Setorial.pdf)
- Araújo, A.R., Araujo, A.C., Reis, R.L., & Pires, R.A. (2021). Vescalagin and Castalagin Present Bactericidal Activity toward Methicillin-Resistant Bacteria. *ACS Biomater Sci Eng*, 7(3), 1022-1030. <https://doi.org/10.1021/acsbomaterials.0c01698>
- Araújo, A.R., Camero, S., Taboada, P., Reis, R.L., & Pires, R.A. (2020a). Vescalagin and castalagin reduce the toxicity of amyloid-beta42 oligomers through the remodelling of its secondary structure. *Chem Commun (Camb)*, 56(21), 3187-3190. <https://doi.org/10.1039/d0cc00192a>
- Araújo, A.R., Pereira, D.M., Aroso, I.M., Santos, T., Batista, M.T., Cerqueira, M.T., . . . Pires, R.A. (2015). Cork extracts reduce UV-mediated DNA fragmentation and cell death. *RSC Advances*, 5(116), 96151-96157. <https://doi.org/10.1039/c5ra15712a>
- Araújo, A.R., Reis, R.L., & Pires, R.A. (2020b). Natural Polyphenols as Modulators of the Fibrillization of Islet Amyloid Polypeptide. *Adv Exp Med Biol*, 1250, 159-176. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-3262-7\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-15-3262-7_11)
- Aroso, I.M., Araújo, A.R., Fernandes, J.P., Santos, T., Batista, M.T., Pires, R.A., . . . Reis, R.L. (2017a). Hydroalcoholic extracts from the bark of *Quercus suber* L. (Cork): optimization of extraction conditions, chemical composition and antioxidant potential. *Wood Science and Technology*, 51(4), 855-872. <https://doi.org/10.1007/s00226-017-0904-y>
- Aroso, I.M., Araújo, A.R., Pires, R.A., & Reis, R.L. (2017b). Cork: Current Technological Developments and Future Perspectives for this Natural, Renewable, and Sustainable Material. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 5(12), 11130-11146. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b00751>
- Bell, D.V.J. (2016). Twenty-first Century Education: Transformative Education for Sustainability and Responsible Citizenship. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 18(1), 48-56. <https://doi.org/10.1515/jtes-2016-0004>
- Bernards, M.A. (2002). Demystifying suberin. *Canadian Journal of Botany*, 80, 227-240. <https://doi.org/10.1139/b02-017>
- Caldas, M.M., Ferreira, J.L., & Borges, M. (1986). Ceroides da cortiça. *Boletim do Instituto dos Produtos Florestais - Cortiça*, Dec(578-86), 339-342.
- Carriço, C.M., Tiritan, M.E., Cidade, H., Afonso, C., Silva, J.R., & Almeida, I.F. (2023). Added-Value Compounds in Cork By-Products: Methods for Extraction, Identification, and Quantification of Compounds with Pharmaceutical and Cosmetic Interest. *Molecules*, 28(8), 3465. <https://doi.org/10.3390/molecules28083465>

Carriço, S.M.R.S. (1997). *Estudo da composição química da estrutura celular e dos componentes voláteis da cortiça de Quercus suber L.* [Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro]. Aveiro.

Cordeiro, N.M.A. (1998). *Fraccionamento da cortiça e caracterização dos seus componentes. Estudo de possibilidades de valorização da suberina.* [Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro]. Aveiro.

Cork-a-Tex. (2023). *Portugal têxtil: Cork-a-Tex em novos mercados.* <https://portugaltexil.com/cork-a-tex-em-novos-mercados/>

CORKSORB. (2025). *Corksorb.* <https://www.corksorb.com>

Daver, F., Lee, K.P.M., Brandt, M., & Shanks, R. (2018). Cork-PLA composite filaments for fused deposition modelling. *Composites Science and Technology*, 168, 230-237. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2018.10.008>

Duarte, A.P., & Bordado, J.C. (2015). Cork – A Renewable Raw Material: Forecast of Industrial Potential and Development Priorities. *Frontiers in Materials*, 2, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fmats.2015.00002>

FACFOX. (2024). *UTA explores 3D printing homes with cork and concrete Construction 3D Printing.* <https://facfox.com/news/uta-explores-3d-printing-homes-with-cork-and-concrete-construction-3d-printing/>

Fernandes, E. M. (2013). *New functionalization - reinforcement strategies for cork plastics composites: opening a wide range of innovative applications for cork based products.* [Tese de Doutoramento, Universidade do Minho]. Braga. <https://hdl.handle.net/1822/28842>

Fernandes, E.M., Correlo, V.M., Chagas, J.A.M., Mano, J.F., & Reis, R.L. (2010). Cork based composites using polyolefin's as matrix: Morphology and mechanical performance. *Composites Science and Technology*, 70(16), 2310-2318. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2010.09.010>

Fernandes, E.M., Lobo, F.C.M., Faria, S.I., Gomes, L.C., Silva, T.H., Mergulhão, F.J.M., & Reis, R.L. (2023). Development of Cork Biocomposites Enriched with Chitosan Targeting Antibacterial and Antifouling Properties. *Molecules*, 28(3), 990. <https://doi.org/10.3390/molecules28030990>

Fernandes, E.M., Pires, R.A., & Reis, R.L. (2017). 17 - Cork biomass biocomposites: Lightweight and sustainable materials. In M. Jawaid, P. Md Tahir, & N. Saba (Eds.), *Lignocellulosic Fibre and Biomass-Based Composite Materials* (pp. 365-385). Woodhead Publishing.

FKUR. (2025). *Fibrolon® 3D Cork.* <https://fkur.com/en/bioplastics/fibrolon/fibrolon-3d-cork/>

Fortes, M.A., Rosa, M.E., & Pereira, H. (2004). *A Cortiça.* Instituto Superior Técnico, 260.

Garcia, H., Ferreira, R., Martins, C., Sousa, A.F., Freire, C.S.R., Silvestre, A.J.D., ... Silva Pereira, C. (2014). Ex Situ Reconstitution of the Plant Biopolyester Suberin as a Film. *Biomacromolecules*, 15(5), 1806-1813. <https://doi.org/10.1021/bm500201s>

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., & Hultink, E.J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Gibson, L.J., & Ashby, M.F. (1997). *Cellular solids: structure and properties* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Gibson, L.J., Easterling, K.E., & Ashby, M.F. (1981). The structure and mechanics of cork. *Proceedings of the Royal Society of London Serie A - Mathematical and Physical Sciences*, A 377, 99-117.

Gil, L. (2015). New Cork-Based Materials and Applications. *Materials*, 8(2), 625-637. <https://doi.org/10.3390/ma8020625>

Gil, L., & Moiteiro, C. (2002). *Cork*: Jonh Willey. [https://doi.org/10.1002/14356007.f07\\_f01](https://doi.org/10.1002/14356007.f07_f01)

Gonçalves, F., Correia, P., Silva, S.P., & Almeida-Aguiar, C. (2016). Evaluation of antimicrobial properties of cork. *FEMS Microbiol Lett*, 363(3). <https://doi.org/10.1093/femsle/fnv231>

Graça, J. (2015). Suberin: the biopolyester at the frontier of plants. *Front Chem*, 3, 62. <https://doi.org/10.3389/fchem.2015.00062>

Jesus, J., da Silva, R.N., & Pintor, A. (2023). Advances in Cork Use in Adsorption Applications: An Overview of the Last Decade of Research. *Separations*, 10(7), 390. <https://doi.org/10.3390/separations10070390>

Knapic, S., Oliveira, V., Machado, J.S., & Pereira, H. (2016). Cork as a building material: a review. *European Journal of Wood and Wood Products*, 74(6), 775-791. <https://doi.org/10.1007/s00107-016-1076-4>

Liese, W., Gunzerodt, H., & Parameswaran, N. (1983). Alterações biológicas da qualidade da cortiça que afectam a sua utilização. In *Boletim do Instituto dos Produtos Florestais - Cortiça* (Vol. 541, pp. 277-299).

Lifocork. (2025). Lifocork. <https://www.hexpol.com/tpe/product-brands/lifocork/>

Mestre, A.S., Pires, R.A., Aroso, I., Fernandes, E.M., Pinto, M.L., Reis, R.L., . . . & Carvalho, A.P. (2014). Activated carbons prepared from industrial pre-treated cork: Sustainable adsorbents for pharmaceutical compounds removal. *Chemical Engineering Journal*, 253, 408-417. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.05.051>

Miranda, I., & Pereira, H. (2024). Cork Façades as an Innovative and Sustainable Approach in Architecture: A Review of Cork Materials, Properties and Case Studies. *Materials*, 17(17), 4414. <https://doi.org/10.3390/ma17174414>

Mission, E.G., & Cocero, M.J. (2022). Accessing suberin from cork via ultrafast supercritical hydrolysis. *Green Chemistry*, 24(21), 8393-8405. <https://doi.org/10.1039/D2GC02498E>

Molitch-Hou, M. (2015). Cork 3D Printing Filament, Now from colorFabb. <https://3dprintingindustry.com/news/cork-3d-printing-filament-now-from-colorfabb-58766/>



- Mota, S., Pinto, C., Cravo, S., Rocha e Silva, J., Afonso, C., Sousa Lobo, J.M., ...& Almeida, I.F. (2022). *Quercus suber*: A Promising Sustainable Raw Material for Cosmetic Application. *Applied Sciences*, 12(9), 4604. <https://doi.org/10.3390/app12094604>
- Moutinho, L.G., Soares, E., & Oliveira, M. (2025). Thermoforming of bio-based polylactic acid (PLA) sheets reinforced with cork powder. *Materials Today Communications*, 46, 112867. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2025.112867>
- Natividade, J.V. (1990). *Subericultura*: Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação.
- Negócios, J.d. (2020). Cortiça portuguesa utilizada no interior do novo carro elétrico da Mazda. <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/transportes/detalhe/cortica-portuguesa-utilizada-no-interior-do-novo-carro-eletrico-da-mazda>
- Pereira, H. (1981a). Química da cortiça. III - Extração da cortiça com solventes orgânicos e água. In *Cortiça* (Vol. 492, pp. 57-59).
- Pereira, H. (1981b). Studies on the chemical composition of virgin and reproduction cork of *Quercus suber* L. *Anais Instituto Superior Agronomia*, 40, 17-25.
- Pereira, H. (1984). Composição química da cortiça virgem e da cortiça de reprodução amadia do *Quercus Suber* L. *Boletim do Instituto dos Produtos Florestais - Cortiça*, 550, 237-240.
- Pereira, H. (1988). Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber* L. *Wood Science and Technology*, 22, 211-218. <https://doi.org/10.1007/BF00386015>
- Pereira, H., Ferreira, M.V., & Faria, M.G.P. (1979). *Química da cortiça. I - Estudos de extração com água* (Vol. 485).
- Pereira, H., Rosa, M.E., & Fortes, M.A. (1987). The cellular structure of cork from *Quercus suber* L. *Iawa Bulletin*, 8(3), 213-217. <https://doi.org/10.1163/22941932-90001048>
- Pereira, H., & Tomé, M. (2004). Cork Oak. In *Non-Wood Product* (pp. 613-620). Elsevier Ltd.
- Pieroni, M.P.P., McAloone, T.C., & Pigosso, D.C.A. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, 215, 198-216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.036>
- Prospector®. (2023). Cork Polymer Compounds Finding a Variety of End-Use Applications. <https://www.ulprospector.com/knowledge/15520/pe-cork-polymer-compounds-finding-a-variety-of-end-use-applications/>
- Ramos, A., Berzosa, J., Clarens, F., Marin, M., & Rouboa, A. (2020). Environmental and socio-economic assessment of cork waste gasification: Life cycle and cost analysis. *Journal of Cleaner Production*, 249, 119316. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119316>
- Rocha, D., Freitas, D.S., Magalhaes, J., Fernandes, M., Silva, S., Noro, J., ... Silva, C. (2023). NADES-Based Cork Extractives as Green Ingredients for Cosmetics and Textiles. *Processes*, 11(2), 309. <https://doi.org/10.3390/pr11020309>

Romero-Ocaña, I., & Molina, S. (2022). Cork photocurable resin composite for stereolithography (SLA): Influence of cork particle size on mechanical and thermal properties. *Additive Manufacturing*, 51, 102586. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102586>

Rosa, M.E., & Fortes, M.A. (1991). Deformation and fracture of cork in tension. *Journal of Materials Science*, 26, 341 - 348. <https://doi.org/10.1007/BF00576525>

Santos, S.C.P.G.R., & Graça, J.A.R. (2014). WO/2014/092591. *Process for the extraction and purification of long-chain bi-functional suberin acids from cork*.

Silva, S.P., Sabino, M.A., Fernandes, E.M., Correlo, V.M., Boesel, L.F., & Reis, R.L. (2005). Cork: Properties, Capabilities and Application. *International Materials Reviews*, 50(6), 345-365. <https://doi.org/10.1179/174328005X41168>

Silva, S.P.M. (2021). *Cork-polymer composites: a sustainable solution in injection moulding and additive manufacturing*. [Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro]. Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/30895>

Teixeira, R.T. (2022). Cork Development: What Lies Within. *Plants-Basel*, 11(20), 2671. <https://doi.org/10.3390/plants11202671>

Yadav, M., & Singhal, I. (2024). Sustainable construction: the use of cork material in the building industry. *Materials for Renewable and Sustainable Energy*, 13(3), 375-383. <https://doi.org/10.1007/s40243-024-00270-x>

Žalėnienė, I., & Pereira, P. (2021). Higher Education for Sustainability: A Global Perspective. *Geography and Sustainability*, 2(2), 99-106. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.05.001>

## **8. Alterações no Uso do Solo e Cooperação Transfronteiriça nas Zonas Fronteiriças Europeias: fatores essenciais para o desenvolvimento económico regional sustentável**

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.8>

*Rui Alexandre Castanho*

WSB University, Dabrowa Górnicza-Polónia e VALORIZA - Centro de Investigação para a Valorização dos Recursos Endógenos, Instituto Politécnico de Portalegre

<https://orcid.org/0000-0003-1882-4801>

*Arian Behradfar*

VALORIZA - Centro de Investigação para a Valorização dos Recursos Endógenos, Instituto Politécnico de Portalegre

<https://orcid.org/0000-0001-8825-9153>

### **Resumo**

As regiões transfronteiriças europeias enfrentam desafios complexos decorrentes da dinâmica do uso do solo e da necessidade de coordenação entre diferentes sistemas administrativos. Este trabalho explora como a gestão integrada do território, aliada à cooperação transfronteiriça, pode ser um motor essencial para o desenvolvimento económico sustentável. Através da análise simplificada de casos práticos, como Venlo-Düsseldorf e a Raia Ibérica, são destacadas as tendências de urbanização, a perda de áreas agrícolas e a importância de políticas conjuntas que promovam a resiliência ambiental. O capítulo enfatiza a necessidade de estratégias que equilibrem crescimento urbano, conservação dos ecossistemas e coesão territorial, apontando caminhos para uma governança mais sustentável nas fronteiras da Europa.

## 8.1. Introdução

As regiões transfronteiriças da União Europeia (UE) assumem um papel estratégico no reforço da coesão territorial, económica e social do espaço comunitário (Veemaa, 2012; Castanho, 2019). Representando cerca de 40% do território da UE e acolhendo milhões de cidadãos, estas zonas são palco de dinâmicas complexas que resultam da interação entre diferentes sistemas legislativos, modelos de governação e realidades socioeconómicas (Naranjo Gómez, Castanho e Vulevic, 2021). Neste contexto, a política de coesão europeia e os instrumentos associados, como os programas INTERREG, os Agrupamentos Europeus de Cooperação Territorial (AECT) e as diretrizes do Pacto Ecológico Europeu surgem como pilares fundamentais para promover um desenvolvimento equilibrado e sustentável nestes territórios (Battista et al., 2013; Castanho, 2020).

Entre os desafios mais prementes das zonas fronteiriças destaca-se a gestão do uso do solo (Boehnke, Rippl e Fuss, 2015). Fenómenos como a urbanização desordenada, o abandono de áreas agrícolas, a pressão sobre os ecossistemas e as desigualdades no acesso a infraestruturas exigem respostas coordenadas além das fronteiras nacionais (Domínguez, De Noronha e Vaz, 2015). É precisamente neste ponto que as políticas comunitárias demonstram o seu valor, incentivando a cooperação transfronteiriça (CTF) como ferramenta para uma gestão territorial integrada, sustentável e resiliente.

A União Europeia, através das suas estratégias e financiamentos, tem vindo a promover a harmonização de práticas de ordenamento do território, incentivando soluções conjuntas para problemas comuns (Castanho, 2020). Iniciativas como o INTERREG Europe, o *Green Deal*, e a Estratégia Territorial Europeia reforçam a importância de alinhar o planeamento urbano e rural com objetivos de sustentabilidade, adaptação climática e preservação da biodiversidade.

Este trabalho pretende explorar a interligação entre as dinâmicas de uso do solo e as políticas de cooperação transfronteiriça, evidenciando como estas dimensões, quando bem articuladas, podem atuar como motores do desenvolvimento económico regional sustentável. Através da análise de casos práticos — com destaque para a região de Venlo-Düsseldorf e a Raia Ibérica —, serão discutidas as implicações das políticas comunitárias na gestão territorial, bem como os desafios e oportunidades que se colocam às fronteiras europeias num cenário de transição ecológica e digital.

Num momento em que a UE reforça a sua aposta na sustentabilidade e na coesão, torna-se essencial refletir sobre o papel das fronteiras não como barreiras mas como espaços de inovação, colaboração e desenvolvimento sustentável, impulsionadas por políticas comunitárias robustas e visionárias.

## 8.2. Uso do Solo em Regiões Transfronteiriças: Dinâmicas e Enquadramento Europeu

As mudanças no uso do solo (Land Use) e na cobertura do solo (Land Cover) são processos naturais e sociais que refletem a evolução das atividades humanas, das pressões económicas e das respostas ambientais (Nicolini e Pinto, 2013; Yilmaz Genç et al., 2021). No contexto das regiões transfronteiriças europeias, estas dinâmicas assumem contornos ainda mais complexos devido à coexistência de diferentes modelos de planeamento, legislações e estratégias de desenvolvimento.

### 8.2.1. Desafios Específicos nas Fronteiras Europeias

Contextualmente, os territórios de fronteira enfrentam fenómenos como:

- Urbanização desordenada, resultante de uma expansão urbana muitas vezes não coordenada entre países vizinhos (De Sousa, 2012);
- Abandono de áreas rurais e agrícolas, especialmente em zonas de baixa densidade populacional, afetando a segurança alimentar e a gestão sustentável do território (Loures, Burley e Panagopoulos, 2011);
- Pressões sobre ecossistemas, com a fragmentação de *habitats* naturais devido à expansão de infraestruturas e áreas industriais (Cao e Wang, 2016); e
- Desigualdades infraestruturais e económicas, agravadas por diferenças legislativas e administrativas (Morales Yago, Jurado Almonte e Cuesta Aguilar, 2025).

Tais dinâmicas comprometem não apenas o equilíbrio ambiental, mas também a coesão social e económica, pilares fundamentais da estratégia da União Europeia.

### 8.2.2. O Papel das Políticas Comunitárias na Gestão do Uso do Solo

Reconhecendo estes desafios, a UE tem vindo a desenvolver um conjunto de políticas e instrumentos que visam promover uma abordagem integrada e sustentável ao uso do solo, destacando-se:

- *Programa INTERREG*: Incentiva a cooperação entre regiões fronteiriças, apoiando projetos que integram ordenamento do território, mobilidade sustentável, proteção ambiental e desenvolvimento económico;
- *Pacto Ecológico Europeu (European Green Deal)*: Estabelece metas ambiciosas para neutralidade carbónica, proteção da biodiversidade e uso eficiente dos recursos naturais, influenciando diretamente as práticas de planeamento territorial;
- *Estratégia Territorial Europeia e ESPON*: Promovem a análise e monitorização das dinâmicas territoriais, incluindo a gestão do solo em regiões transfronteiriças, fornecendo dados para fundamentar decisões políticas;
- *Diretiva Habitats e Natura 2000*: Protegem áreas naturais que frequentemente atravessam fronteiras, exigindo uma gestão coordenada entre Estados-Membros; e
- *Agenda Urbana para a UE*: Defende a integração de políticas urbanas e rurais, incentivando o controlo da expansão urbana e a valorização de áreas agrícolas e naturais.

### 8.2.3. A Importância da Harmonização e da Governança Multi-nível

Apesar da existência destes instrumentos, a aplicação prática enfrenta desafios significativos, nomeadamente:

- Divergências nas políticas nacionais de ordenamento (Jurado Almonte, Pazos-Garcia, e Castanho, 2020);
- Falta de mecanismos eficazes de coordenação transfronteiriça (Bastista et al., 2013); e

- Necessidade de maior integração entre os objetivos ambientais, económicos e sociais (Cao e Wang, 2016).

A harmonização de políticas e a promoção de uma governança multinível — envolvendo autoridades locais, regionais, nacionais e europeias — são essenciais para garantir que as mudanças no uso do solo contribuam para um desenvolvimento verdadeiramente sustentável (Vulevic et al., 2020).

Neste contexto, as tecnologias de apoio à decisão, como os Sistemas de Informação Geográfica (GIS) e a utilização de dados europeus, como o CO-RINE Land Cover, tornam-se ferramentas estratégicas para monitorizar, planear e antecipar cenários de transformação territorial (Niculescu et al., 2016; ESPON, 2022).

### 8.3. Exemplos Práticos de Gestão do Uso do Solo em Contextos Transfronteiriços

#### 8.3.1. Venlo-Düsseldorf: Desafios da Expansão Urbana numa Fronteira Metropolitana

A região transfronteiriça entre Venlo (Países Baixos) e Düsseldorf (Alemanha) exemplifica os desafios e oportunidades associados à gestão do uso do solo em áreas metropolitanas que atravessam fronteiras nacionais. Separadas por cerca de 50 km, estas cidades partilham fortes ligações económicas e infraestruturais; contudo, operam sob sistemas legais e políticas de ordenamento do território distintas.

Nas últimas décadas, esta região assistiu a uma rápida expansão urbana, marcada pela conversão significativa de áreas agrícolas e naturais em superfícies artificiais, como zonas residenciais, industriais e comerciais. De facto, esta transformação, impulsionada pelo crescimento económico e pela pressão demográfica, resultou em fenómenos de *urban sprawl* (dispersão urbana), aumento da impermeabilização dos solos e fragmentação de ecossistemas.

Apesar das iniciativas europeias que incentivam a cooperação — nomeadamente através de programas INTERREG e redes como a EUROCITIES —, a ausência de uma estratégia conjunta formal entre Venlo e Düsseldorf tem dificultado a implementação de políticas integradas de gestão territorial. A falta de harmonização entre as regras de planeamento urbano dos dois

países levou a desequilíbrios no uso do solo, com impactes ambientais e sociais visíveis, tais como:

- Redução da cobertura agrícola;
- Aumento das emissões associadas à mobilidade e ao uso desordenado do território; e
- Maior exposição a riscos ambientais, como inundações e perda de biodiversidade.

Este caso evidencia a necessidade urgente de:

- Políticas coordenadas de planeamento urbano e rural, que transcendam as fronteiras nacionais;
- Implementação de soluções baseadas em ecossistemas, como corredores verdes e zonas de proteção ambiental; e
- Promoção de uma mobilidade sustentável, reduzindo a dependência do transporte individual e controlando a expansão urbana.

O exemplo de Venlo-Düsseldorf destaca, assim, como a cooperação transfronteiriça, quando não plenamente operacionalizada, pode limitar a capacidade de resposta a desafios comuns, mesmo em regiões com elevado dinamismo económico.

### 8.3.2. A Raia Ibérica: Cooperação em Territórios de Baixa Densidade

Em contraste com a realidade metropolitana de Venlo-Düsseldorf, a Raia Ibérica – a fronteira entre Portugal e Espanha – oferece uma perspetiva diferente sobre a gestão do uso do solo em contextos transfronteiriços. Caracterizada por extensas áreas rurais, baixa densidade populacional e fenómenos de despovoamento, esta região enfrenta desafios associados ao abandono agrícola, à degradação de paisagens tradicionais e à perda de serviços de ecossistema (Raposo et al., 2018).

No entanto, a Raia Ibérica tem sido palco de diversas iniciativas de cooperação territorial, apoiadas por programas como o INTERREG POCTEP e estruturas como os Agrupamentos Europeus de Cooperação Territorial (AECT).



Contextualmente, tais ações visam:

- Revitalizar economias locais através do turismo sustentável, da valorização dos recursos endógenos e da bioeconomia;
- Promover a gestão conjunta de espaços naturais protegidos que atravessam a fronteira; e
- Incentivar projetos de mobilidade e logística sustentável, como o exemplo do LOGIS-RAIA, focado na melhoria das cadeias de transporte e logística em territórios rurais.

Em contraste com o cenário de expansão urbana descontrolada, o desafio na Raia reside em evitar o abandono territorial, preservando o património natural e cultural enquanto se criam oportunidades de desenvolvimento económico sustentável.

Este caso demonstra como a cooperação transfronteiriça pode ser um instrumento vital para:

- Combater a desertificação humana e económica;
- Implementar práticas de ordenamento do território resiliente, que conciliem conservação ambiental com inovação e competitividade; e
- Reforçar a coesão territorial em regiões periféricas da UE.

Portanto, estes dois exemplos, embora distintos, ilustram a diversidade de contextos e a importância das políticas comunitárias na gestão integrada do uso do solo, seja para conter a pressão urbana ou para revitalizar territórios em declínio.

#### **8.4. Desafios e Oportunidades Futuras na Gestão do Uso do Solo Transfronteiriço**

A análise das dinâmicas de uso do solo em regiões transfronteiriças europeias revela um conjunto de desafios estruturais, mas também aponta para oportunidades significativas no âmbito das políticas de coesão e sustentabilidade da União Europeia (Castanho e Behradfar, 2024).

### 8.4.1. Desafios Persistentes

- Fragmentação das Políticas de Ordenamento: a coexistência de diferentes sistemas legais e práticas administrativas entre Estados-Membros dificulta a implementação de estratégias territoriais integradas. A ausência de instrumentos vinculativos a nível europeu para o ordenamento transfronteiriço agrava esta fragmentação (Vulevic et al., 2020).
- Pressões Contraditórias sobre o Território: enquanto algumas regiões enfrentam fenómenos de expansão urbana descontrolada (como Venlo-Düsseldorf), outras, como a Raia Ibérica, sofrem com o abandono e a subutilização do solo. Ambos os cenários comprometem a sustentabilidade, seja pela degradação ambiental, seja pela perda de vitalidade económica (Castanho e Behradfar, 2024);
- Desafios Ambientais e Climáticos: a perda de áreas agrícolas e naturais, a impermeabilização do solo e a fragmentação ecológica aumentam a vulnerabilidade destas regiões aos efeitos das alterações climáticas, como inundações, secas e perda de biodiversidade (Raposo et al., 2018); e
- Limitações na Cooperação Efetiva: apesar dos avanços proporcionados por programas como o INTERREG e os AECT, persistem dificuldades na coordenação de políticas de longo prazo, sobretudo pela falta de mecanismos de governança estáveis e contínuos (Castanho, 2020).

### 8.4.2. Oportunidades para uma Governança Territorial Sustentável

A União Europeia oferece um quadro estratégico robusto que pode ser melhorado em benefício das regiões transfronteiriças:

- Integração das Estratégias do Pacto Ecológico Europeu: a transição verde da UE incentiva soluções que conciliem desenvolvimento económico com conservação ambiental. As fronteiras podem ser laboratórios para implementar práticas como a infraestrutura verde, a agricultura sustentável e o urbanismo ecológico (Comissão Europeia, 2019);
- Adoção de Soluções Baseadas em Ecossistemas (SbE): a proteção e restauração de ecossistemas devem ser centrais no planeamento

territorial, funcionando como barreiras naturais contra fenómenos climáticos extremos e promovendo serviços ambientais essenciais;

- **Digitalização e Monitorização *Inteligente do Território*:** o uso de tecnologias como GIS, sensores remotos e plataformas de dados abertas (ex.: Copernicus, CORINE Land Cover) permite uma gestão mais precisa e proativa das dinâmicas territoriais (ESPON, 2022);
- **Reforço da Cooperação Multinível e Transfronteiriça:** potenciar a criação de planos conjuntos de ordenamento do território, apoiados por fundos europeus, que ultrapassem as limitações das fronteiras administrativas, garantindo uma abordagem integrada ao uso do solo; e
- **Valorização das Economias Locais e Circulares:** em regiões rurais e de baixa densidade, como a Raia Ibérica, há espaço para promover modelos de desenvolvimento sustentáveis baseados na bio-economia, turismo responsável e energias renováveis, alinhados com os objetivos da Agenda 2030.

As regiões transfronteiriças, longe de serem meros espaços periféricos, podem assumir-se como territórios-piloto da integração europeia, aplicando de forma prática as ambições do *Green Deal*, da coesão territorial e da transição digital e ecológica.

## 8.5. Conclusões

As dinâmicas de uso do solo e a cooperação transfronteiriça são elementos indissociáveis na construção de um modelo de desenvolvimento sustentável para as regiões fronteiriças da União Europeia. Estes territórios, marcados por realidades contrastantes — da expansão urbana acelerada à desertificação rural —, exigem abordagens inovadoras e integradas que transcendam as limitações administrativas e promovam uma gestão territorial coerente e resiliente.

Os exemplos de Venlo-Düsseldorf e da Raia Ibérica demonstram, de forma clara, que tanto a pressão do crescimento económico como o risco do abandono territorial podem conduzir a padrões insustentáveis de ocupação do solo, caso não existam políticas coordenadas e visão estratégica partilhada entre os países envolvidos.

Neste contexto, as políticas comunitárias europeias assumem um papel central, fornecendo os instrumentos, o financiamento e as diretrizes necessárias para fomentar uma verdadeira governança transfronteiriça. No entanto, é fundamental que estas oportunidades sejam plenamente aproveitadas pelos atores regionais e locais, através de:

- Planos conjuntos de ordenamento do território, alinhados com os princípios do Pacto Ecológico Europeu (Comissão Europeia, 2019);
- Adoção de soluções baseadas na natureza e na economia circular;
- Reforço da digitalização como ferramenta de monitorização e planeamento sustentável; e
- Promoção de uma cultura de cooperação contínua e não apenas dependente de ciclos de financiamento.

A sustentabilidade das regiões fronteiriças não depende apenas da mitigação dos desafios atuais mas, igualmente, da capacidade de antecipar e planear o futuro de forma integrada, equilibrando as dimensões económica, social e ambiental.

Assim, as fronteiras da Europa devem ser vistas não como linhas de separação mas como espaços de inovação territorial, onde o uso sustentável do solo e a cooperação transfronteiriça se tornam motores de desenvolvimento, coesão e resiliência.

A consolidação de uma visão europeia comum para a gestão destes territórios será decisiva para alcançar os objetivos da Agenda 2030, garantindo que nenhuma região – por mais periférica ou complexa – fique para trás no caminho da transição ecológica e digital.

### ***Agradecimentos***

Os autores gostariam de reconhecer o apoio financeiro dos Fundos Nacionais fornecidos pela FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia ao VALORIZA - Centro de Investigação para a Valorização de Recursos Endógenos (UIDB/05064/2020).

## Referências

- Batista, T., Caballero, C., Ceballos, F., Carriço, C., Mateus, J., Lopes, H., White, P.V., Cabezas, J., Fernández, L., e Pinto-Gomes, C. (2013). IDE-OTALEX C. The first crossborder SDI between Portugal and Spain: Background and development. *Journal of Earth Science an Engineering*, 3(6).
- Boehnke, K., Rippl, S., e Fuss, D. (2015): Sustainable Civil-Society Engagement: Potentials of a Transnational Civil Society in French-German, Polish-German, and Czech-German Border Regions. *Sustainability Journal*, 7, 4078-4099.
- Cao, X., e Wang, D. (2016): Environmental correlates of residential satisfaction: An exploration of mismatched neighborhood characteristics in the Twin cities. *Landscape and Urban Planning Journal*, 150, 26-35.
- Castanho, R.A. (2020). The Relevance of Political Engagement and Transparency in Cross-Border Cooperation (CBC) Environments. Analyzing Border cities in Europe. *Lex localis - Journal of Local Self-Government*, 18(3), 487-502. [https://doi.org/10.4335/18.3.487-502\(2020\)](https://doi.org/10.4335/18.3.487-502(2020))
- Castanho, R.A., e Behradfar, A. (2024). Cross-Border Cooperation and Land-Use: Studying Two European Cities in the Period 2000–2018. *Journal of Borderlands Studies*. <https://doi.org/10.1080/08865655.2024.2415017>
- Castanho, R.A. (2019). Identifying Processes of Smart Planning, Governance and Management in European Border Cities. Learning from City-to-City Cooperation (C2C). *Sustainability* 11, 5476. <https://doi.org/10.3390/su11195476>
- Comissão Europeia. (2019). *The European Green Deal*. European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640>
- De Sousa, L. (2012). Understanding European Cross-Border Cooperation: A Framework for Analysis. *Journal of European Integration*, <https://doi.org/10.1080/07036337.2012.711827>
- Domínguez, J.A., De Noronha, T., & Vaz, E. (2015). Sustainability in the trans-border regions? The case of Adalusia–Algarve. *Int. J. Glob. Environ. Issues*, 14, 151–163.
- ESPON (2022). Territorial Evidence for European Territorial Cooperation. ESPON EGTC. <https://www.espon.eu/cooperation>
- Jurado Almonte, J., Pazos-Garcia, F., & Castanho R.A. (2020). Eurocities of the Iberian Borderland: A Second Generation of Border Cooperation Structures. An Analysis of Their Development Strategies. *Sustainability* 12, no. 16: 6438. <https://doi.org/10.3390/su12166438>
- Loures, L., Burley, J., e Panagopoulos, T. (2011). Postindustrial Landscape Redevelopment: addressing the past, envisioning the future. *International Journal of Energy and Environment*, 5(5), 714-724.
- Morales Yago, F. J., Jurado Almonte, J. M., e Cuesta Aguilar, M. J. (2025). Residential and Social Vulnerability in the San Francisco Neighbourhood of Villena (Alicante, Spain). *Geographies*, 5(2), 20. <https://doi.org/10.3390/geographies5020020>

Vulevic, A., Obradovic, V., Castanho, R.A., e Djordjevic, D. (2020). Cross-Border Cooperation (CBC) in a Multi-Level Governance System in Southeastern Europe Territories: How to Manage Territorial Governance Processes in Serbia-Romania Border Space. In *Cross-Border Cooperation (CBC) Strategies for Sustainable Development*. (pp. 70-85). IGI GLOBAL. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2513-5.ch004>

Naranjo Gómez, J.M., Castanho, R.A., e Vulevic, A. (2021). Analyzing Transportation Logistics and Infrastructure Sustainability in the Iberian Peninsula: The Case of Portugal Mainland. *European Planning Studies*. <https://doi.org/10.1080/09654313.2021.2014789>

Nicolini, E., & Pinto, M. (2013). Strategic Vision of a Euro-Mediterranean Port City: A Case Study of Palermo. *Sustain. J.*, 5, 3941–3959.

Niculescu, S., Lardeux, C., Grigoras, I., Hanganu, J., e David, L. (2016). Synergy Between LiDAR, RADARSAT-2, and Spot-5 Images for the Detection and Mapping of Wetland Vegetation in the Danube Delta. *Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2016.2545242>

Raposo, M., Castanho, R.A., Meireles, C., Santos, P., e Pinto-Gomes, C. (2018). Border Effect on Flora and Raptors Diversity. An Iberian Case. In Mora Aliseda, J., et al. (Eds.). *Ordenación Del Espacio: Ciudades Inteligentes, Turismo Y Logística* (pp. 293–303). Thomson Reuters Aranzadi

Veemaa, J. (2012). Internationalizing the Spatial Identity of Cross-Border Cooperation. *European Planning Studies* 20(10), 1647–1666.

Yilmaz Genç S., Behradfar, A., Castanho, R.A., Kirikkaleli D., Naranjo Gómez, J.M, e Loures, L. (2021). Land Use Changes in Turkish Territories: Patterns, Directions and Socioeconomic Impacts on Territorial Management. *Current World Environment (CWE)*, 16(1), pp. 105-122. <https://bit.ly/3rF8C0n>

# **9. Integridade no Mercado Voluntário de Carbono: comparação entre o Quadro Europeu de Certificação e os Princípios Fundamentais do Carbono**

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.9>

*Rita Sousa*

Escola de Economia, Gestão e Ciência Política da Universidade do Minho

<https://orcid.org/0000-0002-0709-3399>

## **Resumo**

Face à crescente relevância dos mercados voluntários de carbono (MVC) na resposta climática global, a integridade dos seus créditos tornou-se crítica. Este artigo analisa o alinhamento do Quadro de Certificação de Remoções de Carbono da UE (CRCF) com os dez Princípios Fundamentais do Carbono (CCP), comparando-o com normas voluntárias líderes e literatura académica. Através de análise qualitativa de documentos normativos, utilizando os CCP como matriz de codificação, examinam-se critérios como governação, adicionalidade e transparência. Os resultados mostram que o quadro europeu se distingue pela sua arquitetura institucional e pela ênfase relativa na permanência e transparência, enquanto as normas voluntárias apresentam metodologias técnicas relativamente mais desenvolvidas em matéria de medição, relato e verificação. Contudo, são identificadas limitações no quadro europeu, nomeadamente na operacionalização da rastreabilidade, da adicionalidade e na integração de ferramentas digitais. Conclui-se que a eficácia dos MVC pode exigir um modelo de governação híbrido, articulando a orientação estratégica do CRCF com a execução técnica das normas privadas. Esta complementaridade será essencial para consolidar mercados de carbono credíveis e alinhados com as metas climáticas europeias.

## 9.1. Introdução

A sustentabilidade tem vindo a afirmar-se como uma preocupação estruturante das sociedades contemporâneas, moldando políticas públicas, estratégias empresariais e decisões individuais. No centro deste debate, a mitigação das alterações climáticas ocupa um lugar prioritário, exigindo não só a redução estrutural das emissões mas também mecanismos complementares que assegurem trajetórias de neutralidade carbónica. É neste enquadramento que surgem os mercados voluntários de carbono (MVC), concebidos como instrumentos que permitem às organizações compensar emissões residuais através do financiamento de projetos que removem ou evitam emissões de gases com efeito de estufa.

Desde o seu aparecimento no início da década de 2000 e a sua crescente relevância na década de 2010, o MVC tornou-se uma componente importante da governação climática na União Europeia (UE), proporcionando uma forma para que os atores privados contribuam para a mitigação de alterações no clima para além dos requisitos regulamentares (Kreibich, 2024; Streck, 2021). Ao contrário dos mercados obrigatórios, instituídos por lei, o MVC permite que empresas, organizações e indivíduos compensem voluntariamente as suas emissões através da compra de créditos de carbono. Cada crédito representa, tipicamente, uma tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente reduzida, removida ou evitada através de projetos certificados, incluindo reflorestação, energias renováveis e tecnologias de remoção de carbono (World Bank, 2024).

Ao longo da última década, o MVC europeu registou um crescimento acelerado, impulsionado pelo aumento dos compromissos empresariais com a neutralidade carbónica, pela pressão social para a ação climática e pela agenda geral de descarbonização da UE. O Pacto Ecológico Europeu (European Commission, 2019) e a Lei Europeia do Clima (European Parliament and Council of the European Union, 2021) estabeleceram metas vinculativas para a redução das emissões e para a neutralidade climática, incentivando os intervenientes públicos e privados a procurarem instrumentos credíveis para alcançar estes objetivos. Consequentemente, o MVC tornou-se um complemento aos quadros regulamentares, direcionando o financiamento para atividades de mitigação do clima fora do âmbito do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) (Wetterberg et al., 2024).

No entanto, a expansão do MVC tem suscitado preocupações relativamente à integridade ambiental, transparência e credibilidade dos créditos de



carbono. Questões como o *greenwashing*, normas inconsistentes e o risco de dupla contagem levaram a pedidos de uma maior harmonização e supervisão (Chawla et al., 2023; Kreibich & Hermwille, 2021). Tradicionalmente, a qualidade dos créditos de carbono voluntários tem sido sustentada por referenciais voluntários, destacando-se os Puro.Earth, Plan Vivo, Verra (VCS) e Gold Standard, sistemas de certificação reconhecidos internacionalmente, cada um com o seu foco. O Puro.Earth (<https://puro.earth/puro-standard-carbon-removal-credits>) especializa-se em remoção de carbono por métodos tecnológicos e naturais, emitindo certificados baseados em metodologias científicas. O Plan Vivo ([www.planvivo.org/pv-climate-about](http://www.planvivo.org/pv-climate-about)) destaca-se por apoiar projetos liderados por comunidades e pequenos agricultores, com forte ênfase em benefícios sociais e ambientais. A Verra (VCS) (<https://verra.org/programs/verified-carbon-standard>) é o maior programa de créditos de carbono do mundo, abrangendo uma vasta gama de projetos e garantindo rigor e transparência na certificação. E o Gold Standard ([www.goldstandard.org/gold-standard-for-the-global-goals/our-standard](http://www.goldstandard.org/gold-standard-for-the-global-goals/our-standard)) é conhecido pelo seu foco em benefícios para o desenvolvimento sustentável, além da redução de emissões. No entanto, a proliferação destes referenciais contribuiu para a fragmentação regulamentar e para níveis variáveis de rigor metodológico (Wetterberg et al., 2024).

Neste contexto, a Comissão Europeia publicou, em 2022, uma proposta para o Quadro de Certificação da Remoção de Carbono e Agricultura de Carbono - *EU Carbon Removals and Carbon Farming Certification Framework* (CRCF). Trata-se do referencial europeu que define como as remoções de carbono e práticas agrícolas sustentáveis são certificadas na União Europeia, visando harmonizar e credibilizar estas atividades a nível europeu. O CRCF foi mais tarde adotado em 2024 (European Parliament and Council of the European Union, 2024), constituindo a primeira iniciativa à escala da UE para estabelecer um sistema de certificação harmonizado para as remoções de carbono. O CRCF procura introduzir regras e definições comuns para a certificação de uma série de atividades, incluindo a agricultura de carbono, a captura e armazenamento direto no ar (DACCS) e outras soluções tecnológicas ou baseadas na natureza. Embora o CRCF represente um passo substancial no desenvolvimento de uma abordagem regulamentar das remoções de carbono, o seu carácter de regulamento-quadro implica um prescritivismo limitado.

No entanto, a ausência de princípios partilhados para garantir a integridade dos créditos de carbono suscitou a necessidade de estabelecer um referencial internacional de critérios de qualidade e confiança para o mercado voluntário de carbono. Neste contexto, o Conselho para a Integridade para

o Mercado Voluntário de Carbono (ICVCM), um organismo internacional independente, apresentou os Princípios Fundamentais do Carbono – *Core Carbon Principles* (CCP) (Integrity Council for the Voluntary Carbon Market, 2024). Os CCP são um conjunto de dez critérios desenvolvidos para garantir a integridade e a qualidade dos créditos de carbono. Funcionam como referencial para avaliar outras normas, não certificando projetos diretamente, e incluem: 1. Governança eficaz / 2. Rastreabilidade / 3. Transparência / 4. Validação e verificação independente e robusta por terceiros / 5. Adicionalidade / 6. Permanência / 7. Quantificação robusta das reduções e remoções de emissões / 8. Evitar dupla contagem / 9. Benefícios e salvaguardas para o desenvolvimento sustentável / 10. Contribuição para a transição para a neutralidade carbónica.

O CCP é operacionalizado através de um quadro de avaliação que suporta tanto os programas de crédito como as metodologias específicas. Várias das normas-líder referidas, incluindo a Gold Standard e a Puro.earth, foram já reconhecidas como alinhadas com o CCP.

A atual evolução multifacetada da governação dos mercados de carbono voluntários levanta, de imediato, a questão da eficácia do alinhamento do CRCF com os CCP, e com as práticas operacionais das normas voluntárias estabelecidas. Embora o CRCF tenha como objetivo proporcionar coerência e credibilidade, vários dos seus elementos, como as disposições em matéria de responsabilidade, os critérios de adicionalidade e os mecanismos para os protocolos de verificação, estão ainda a ser desenvolvidos a um nível mais elevado de generalidade, em comparação com os requisitos mais pormenorizados previstos no CCP. Consequentemente, a sua capacidade para promover créditos de elevada integridade pode também depender da solidez de futuros atos delegados e da aplicação prática das suas metodologias de certificação. Também a literatura publicada sublinha que a eficácia dos mercados de carbono depende não só da ambição formal mas, também, da clareza operacional e da aplicabilidade dos critérios de integridade (Schneider & La Hoz Theuer, 2018). De facto, estes critérios são essenciais para avaliar a forma como o CRCF contribui para a coerência e a aplicabilidade da governação climática.

Em resposta às questões apresentadas, o presente estudo examina a forma como o CRCF se ajusta ao conteúdo normativo do CCP, com base numa comparação estruturada com os seus critérios de integridade. Estes critérios são utilizados como quadro de codificação para analisar um conjunto de documentos regulamentares, normas voluntárias e contribuições académicas.

O objetivo é perceber até que ponto o CRCF integra os CCP e que propostas emergem de uma análise comparativa com normas voluntárias e abordagens académicas, por forma a fazer sugestões para a construção de um sistema de governação credível.

Este estudo é atualmente de relevância analítica e política. Em vários Estados-Membros da UE, incluindo Portugal, a necessidade de orientação levou à criação de comités técnicos ou outros órgãos consultivos institucionais para apoiar a implementação de mercados voluntários de carbono. Embora este estudo não se centre num caso nacional específico, oferece uma perspetiva sistemática através da qual se pode examinar o alinhamento regulamentar e a garantia de integridade. Ao identificar os critérios do CCP que são substancialmente acomodados no CRCF, contribui-se para o debate em curso sobre a forma de construir sistemas de certificação credíveis para as remoções de carbono.

O artigo organiza-se do seguinte modo: a Secção 2 analisa a literatura sobre os mercados voluntários de carbono e os quadros de integridade; a Secção 3 descreve a metodologia e as fontes de dados utilizadas na análise; a Secção 4 apresenta os resultados; a Secção 5 discute as implicações para a conceção da regulamentação e a governação pública; e a Secção 6 conclui com reflexões sobre a suficiência do CRCF e orientações para investigação futura.

## 9.2. Revisão da literatura

A literatura académica identifica, de forma consistente, a integridade como o desafio central dos MVC, abrangendo dimensões ambientais, regulamentares e sociais. Os principais problemas que comprometem a eficácia destes programas incluem a falta de transparência, questões de adicionalidade, a fraca permanência, os riscos de dupla contagem e a fuga de carbono (Broekhoff & Spalding-Fecher, 2021; Kreibich & Hermwille, 2021; Meitner, 2024; Schneider & La Hoz Theuer, 2018). Estas questões descredibilizam os MVC e o seu potencial contributo para os objetivos climáticos globais (Ahonen et al., 2022; Trencher et al., 2024). Para que seja possível avaliar a qualidade dos créditos de carbono, é indispensável a adoção de normas e práticas robustas nos níveis institucional, metodológico e de projeto (Broekhoff & Spalding-Fecher, 2021). Apesar disso, os principais referenciais ainda apresentam fragilidades, e estudos anteriores destacam que a proliferação de reivindicações de compensação sem escrutínio rigoroso pode intensificar o greenwashing e atrasar os processos de descarbonização (Chawla et al., 2023; Kreibich & Hermwille, 2021).

Com o objetivo de colmatar as deficiências de integridade, diversas normas privadas emergiram como atores centrais na definição do rigor metodológico nos MVC. Entre as mais reconhecidas encontram-se as já referidas *Verified Carbon Standard* (VCS) da Verra (Verra, 2024), a *Gold Standard* (The Gold Standard Foundation, 2024), a *Plan Vivo* (Plan Vivo Foundation, 2024) e a *Puro.earth* (Puro.earth Oy, 2024). Estas normas atuam como reguladores de facto dos MVC ao estabelecerem metodologias para a validação, monitorização e verificação de projetos (Streck, 2021). Procuram suprir lacunas regulamentares ao definir critérios para adicionalidade, permanência e ao implementar sistemas robustos de monitorização, comunicação e verificação (MRV). Contudo, tem vindo a ser destacada a propensão à fragmentação e variabilidade significativa entre estas normas, o que pode resultar numa qualidade inconsistente dos créditos de carbono (Arcusa & Sprenkle-Hyppolite, 2022; Broekhoff & Spalding-Fecher, 2021; Wetterberg et al., 2024). Por exemplo, Meitner (2024) e Arcusa & Sprenkle-Hyppolite (2022) demonstram que a proliferação de metodologias e a ausência de normalização dificultam a avaliação da integridade dos projetos e aumentam o risco de sobre-crédito ou de dupla contagem.

Relativamente à governação dos MVC, e apesar dos avanços técnicos proporcionados pelas normas referidas, a literatura continua a apontar fragilidades institucionais em aspetos como a supervisão assimétrica, o escrutínio limitado do mercado e a existência de incentivos desalinhados (Ahonen et al., 2022; Meitner, 2024; Trencher et al., 2024; Wetterberg et al., 2024). Estas lacunas conduziram à formulação de propostas de modelos de governação híbrida, que combinam a especialização metodológica das normas privadas com a supervisão regulamentar pública. As abordagens de co-regulação são vistas como estratégias promissoras para harmonizar os limiares de integridade e mitigar a fragmentação, sem comprometer soluções inovadoras (Allegra et al., 2023).

Uma proposta particularmente relevante neste contexto é a da integração dos regimes de créditos voluntários no artigo 6.º, n.º 2, do Acordo de Paris, permitindo que os governos ancorem as transações de carbono nos esquemas privados já existentes. No entanto, esta abordagem não está isenta de riscos, pois a co-regulação pode perpetuar assimetrias estruturais entre as regiões tradicionalmente classificadas como “Norte” e “Sul” e favorecer a captura corporativa, agravando défices de legitimidade se não forem implementados mecanismos robustos de participação e de aplicação (Ahonen et al., 2022; Meitner, 2024).

Numa perspectiva internacional mais ampla, Schneider & La Hoz Theuer (2018) sublinham que a integridade ambiental ao abrigo do artigo 6.º do Acordo de Paris depende, em última instância, da clareza das regras de responsabilização, independentemente de serem estabelecidas de forma multilateral ou delegadas a cada Parte, bem como da eficácia dos mecanismos de transparência previstos no artigo 13.º do Acordo de Paris, através de relatórios e processos de revisão. Estas perspectivas contrastantes reforçam a necessidade de uma análise mais aprofundada dos novos quadros regulamentares, como o CRCF.

Considerando estas limitações institucionais, têm sido desenvolvidos esforços recentes para estabelecer parâmetros de referência comuns em matéria de integridade, nomeadamente através da formulação de princípios internacionais. Neste contexto, o Conselho para a Integridade do Mercado Voluntário de Carbono (ICVCM) introduziu os dez Princípios Fundamentais do Carbono (CCP) como referência global para a qualidade dos créditos e para a integridade do mercado (Integrity Council for the Voluntary Carbon Market, 2024), assegurando que estes créditos representem reduções de emissões reais, verificáveis e transparentes, alinhadas com os objetivos climáticos globais.

Os CCP foram desenvolvidos a partir das melhores práticas das normas existentes e dos principais quadros internacionais, incluindo os do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) e do Acordo de Paris. Assim, os esforços de harmonização das normas dos mercados de carbono constituem um avanço significativo no alinhamento dos critérios de integridade e na definição de uma linha base credível para as iniciativas privadas e regulamentares (Broekhoff & Spalding-Fecher, 2021; Kreibich & Hermwille, 2021; Streck, 2021). Consequentemente, normas de referência como a Gold Standard e a Puro.earth alinham proativamente as suas regras e metodologias com os CCP.

Partindo dos CCP, a literatura académica destaca um subconjunto de critérios como essenciais para a credibilidade de qualquer sistema de créditos de carbono, nomeadamente a adicionalidade, os sistemas robustos de medição, comunicação e verificação (MRV) e a transparência (Arcusa & Sprengle-Hyppolite, 2022; Schneider & La Hoz Theuer, 2018). Em primeiro lugar, a adicionalidade garante que apenas as reduções de emissões que excedem o que ocorreria num cenário de referência são consideradas válidas para emissão de créditos de carbono. Quando este critério não é rigorosamente aplicado, compromete-se o valor ambiental do instrumento e pode ocorrer

a emissão excessiva sem benefício climático real (Broekhoff & Spalding-Fecher, 2021; Haya et al., 2023; Meitner, 2024; Michaelowa et al., 2023). Em segundo lugar, os sistemas MRV são fundamentais para quantificar e acompanhar as reduções de forma fiável, embora a sua fragmentação entre diferentes normas gere incerteza e possa prejudicar projetos de pequena escala (Arcusa & Sprenkle-Hyppolite, 2022; Bellassen & Cochran, 2015). Por fim, em terceiro lugar, a transparência, assegurada através de registos públicos e dados abertos, é indispensável para evitar a dupla contagem, permitir o escrutínio, e promover a confiança no sistema. A sua ausência agrava as assimetrias de informação e potencia o *greenwashing* (Ahonen et al., 2022; Meitner, 2024; Verra, 2024).

Embora os MVC tenham potencial para mobilizar financiamento climático e fomentar a inovação, a sua legitimidade depende da existência de critérios de integridade robustos e aplicáveis, bem como de uma governação eficaz. O aparecimento dos CCP representa um passo importante no sentido da harmonização, mas subsistem lacunas institucionais e metodológicas, em particular no que respeita à operacionalização destes princípios em quadros públicos e privados.

### 9.3. Metodologia

Este estudo desenvolve uma investigação qualitativa baseada na análise documental de instrumentos normativos relevantes para a operacionalização dos critérios de integridade nos MVC. O trabalho tem como objetivo central avaliar o alinhamento normativo entre o CRCF da União Europeia e os CCP, utilizando-os como referência analítica principal. A abordagem metodológica complementa-se com a análise das principais normas voluntárias privadas, além de incorporar contribuições da literatura académica especializada para fundamentar as interpretações.

A metodologia utilizada assenta num processo sistemático de codificação e comparação de conteúdos textuais. A análise é conduzida de forma dedutiva com base na estrutura dos CCP, que fornece o quadro normativo para a identificação dos critérios relevantes. Esta forma de análise dirigida de conteúdo permite avaliar a convergência normativa entre o CRCF e os critérios de referência, além de identificar lacunas em termos de especificidade, aplicabilidade ou articulação institucional entre os critérios de integridade. A análise foi realizada com recurso ao software de análise qualitativa NVivo (versão 14).

Foram analisados quatro principais grupos de fontes documentais:

1. Os Princípios Fundamentais do Carbono (CCP), do ICVCM: incluindo os próprios princípios, o quadro de avaliação e o procedimento de avaliação;
2. O documento do CRCF: em concreto, a legislação da Comissão Europeia (PE/92/2024/REV/1);
3. As normas voluntárias: o Verra Verified Carbon Standard, o Gold Standard for the Global Goals, o Plan Vivo Standard e o Puro Standard. Estes documentos incluem diretrizes metodológicas, manuais de regras padrão e procedimentos de verificação disponíveis ao público; e
4. Literatura académica: foram incluídos 13 artigos revistos por pares, publicados entre 2018 e 2024, selecionados com base na relevância temática, impacto e cobertura dos critérios de integridade essenciais (Ahonen et al., 2022; Allegra et al., 2023; Blanton et al., 2024; Broekhoff & Spalding-Fecher, 2021; Cadman & Hales, 2022; Chawla et al., 2023; Diaz Valdivia & Poblet, 2022; Kreibich & Hermwille, 2021; Meitner, 2024; Miltenberger et al., 2021; Streck, 2021; Trencher et al., 2024; Valiergue & Ehrenstein, 2023).

Os documentos foram carregados no NVivo para permitir o rastreio da origem de cada fragmento codificado. A inclusão de regulamentos (CRCF) e documentos de governação privada (normas voluntárias) permite uma comparação entre as dimensões regulamentar, técnica e analítica da integridade.

A estratégia de codificação foi desenhada em torno dos dez critérios do CCP já listados. Cada critério foi operacionalizado como um código distinto no NVivo. A codificação foi efetuada manualmente, utilizando pesquisas textuais alargadas a contextos amplos, com correspondências exatas e palavras derivadas, e validada integralmente. Sempre que uma passagem podia ser associada a mais do que um critério, era codificada em conformidade. Todas as decisões de codificação são rastreáveis até aos documentos originais.

A estratégia de codificação foi estruturada em torno dos dez critérios definidos do CCP. Cada um foi operacionalizado como um código independente no NVivo, assegurando distinção analítica. A codificação qualitativa foi realizada manualmente, recorrendo a pesquisas textuais parametrizadas,

combinando correspondências exatas, derivações lexicais e contextualização semântica, e posteriormente validada. Sempre que um excerto textual podia ser associado a mais do que um critério, aplicou-se codificação múltipla. Todas as decisões metodológicas são rastreáveis até aos documentos-fonte.

Para apoiar a comparação sistemática, foram construídos os seguintes instrumentos de análise:

- i. Quadros de classificação específicos por critério: estas tabelas registam os documentos que contêm excertos relevantes para cada critério dos CCP.
- ii. Matriz representativa: foi construída uma matriz para avaliar a força relativa do alinhamento normativo por critério em todas as fontes. Cada célula da matriz utiliza uma codificação qualitativa da presença dos critérios: “X” para presença forte; “!” para presença moderada; “-” para presença fraca. A matriz deve ser entendida como uma ferramenta interpretativa e não como uma quantificação precisa da conformidade, uma vez que a interpretação das categorias de codificação e das pontuações envolve, inevitavelmente, alguma subjetividade.
- iii. Matriz de cruzamento: foi elaborada uma matriz de enquadramento com análise de casos cruzados entre cada critério dos CCP e os principais documentos analisados (CRCF, CCP, Verra, Gold Standard, Plan Vivo, Puro.earth). Esta matriz permitiu identificar os aspetos de convergência entre os instrumentos. A matriz foi gerada no NVivo com base em conteúdos codificados e resumos automáticos por fonte e critério, funcionando como um instrumento estruturado de apoio à análise qualitativa e à atribuição prévia de pontuações (X / ! / -).

Os artigos académicos foram excluídos da matriz de cruzamento devido à heterogeneidade da literatura e à especificidade elevada dos dados empíricos, que dificultam a comparação sistemática.

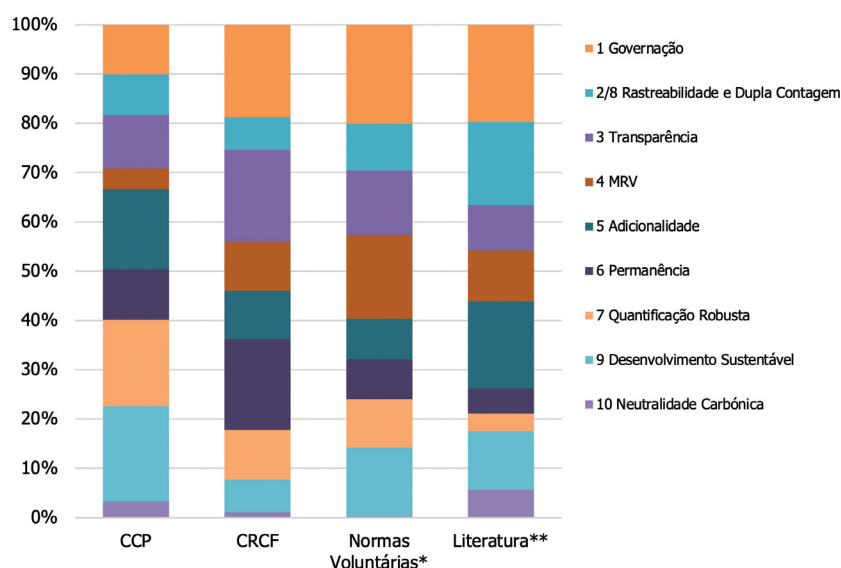
Esta análise apresenta limitações inerentes ao seu carácter qualitativo e da natureza documental da evidência empírica utilizada. Em primeiro lugar, incide apenas sobre o conteúdo normativo, pelo que as conclusões se restringem à avaliação dos quadros processuais de integridade e não à sua eficácia prática. Acresce que os aspetos institucionais do CRCF diferem significativamente das normas voluntárias, uma vez que estas já se encontram implementadas e integradas nas práticas do mercado, enquanto o CRCF permanece num nível mais abstrato e normativo. Por conseguinte,



os resultados devem ser interpretados tendo em conta estas diferenças ao nível institucional e a natureza não obrigatória dos referenciais analisados.

## 9.4. Resultados

Os resultados da análise estão sintetizados nas figuras e no Quadro seguintes, com informações sobre a diferente distribuição dos tópicos por abordagem, em termos de alinhamento e ênfase. A Figura 9.1 ilustra a distribuição da atenção aos CCP nas quatro abordagens consideradas.



\* Refere-se à média da cobertura em cada norma.

\*\* Refere-se à cobertura máxima dos artigos analisados.

**Figura 9.1** Cobertura dos Princípios Fundamentais do Carbono, por abordagem.

Nenhuma das fontes apresenta uma cobertura totalmente uniforme, mas o CCP revela um perfil muito ligeiramente mais homogêneo, com menor dispersão entre critérios, diferença evidenciada pelos seus valores ligeiramente inferiores de desvio padrão. Já o CRCF, as normas voluntárias e a literatura académica evidenciam padrões ligeiramente mais assimétricos, refletindo orientações distintas quanto às suas prioridades institucionais, operacionais ou analíticas.

O CRCF atribui maior ênfase à governação, à transparência e à permanência, alinhando-se com domínios regulamentares que estruturam a credibilidade institucional e o desenho do enquadramento normativo. Em contrapartida, a atenção à neutralidade carbónica, à rastreabilidade e aos benefícios para o desenvolvimento sustentável é menos expressiva. Este padrão sugere uma prioridade dada à arquitetura institucional e à robustez das responsabilidades dos atores, num contexto ainda marcado pela ausência de atos delegados.

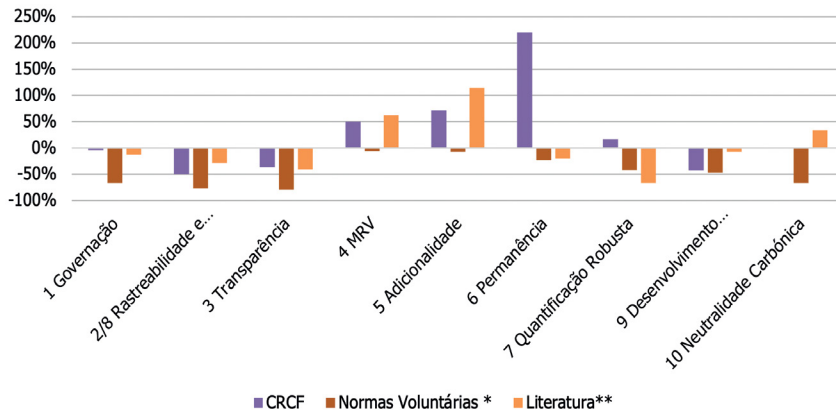
As normas voluntárias, por seu lado, atribuem maior peso à governação, ao MRV e à transparência, refletindo uma lógica de controlo técnico e rastreabilidade, ajustada à sua natureza técnica e à proximidade com a validação a nível de projeto. No entanto, não descutam a perspetiva do suporte ao desenvolvimento sustentável.

A literatura académica apresenta um perfil comparativamente mais assimétrico, com maior incidência nos critérios de governação, rastreabilidade e dupla contagem, e adicionalidade, e ainda alguma atenção dedicada à transparência, ao MRV e ao desenvolvimento sustentável. Esta distribuição resulta, em parte, das prioridades temáticas de cada estudo, mas também da heterogeneidade e especificidade que caracterizam a produção académica sobre mercados de carbono.

Ao contrário das normas voluntárias, cuja análise média reflete a sua vocação abrangente, optou-se, no caso da literatura, por considerar o valor percentual mais elevado por critério. Esta escolha visou captar a intensidade com que determinados temas são tratados em estudos individuais, evitando que a média diluísse a relevância conferida a cada critério. Este padrão reforça o papel da literatura como espaço de crítica seletiva, mais centrado na problematização de falhas específicas do que na avaliação exaustiva da arquitetura de integridade.

A Figura 9.2 aprofunda as diferenças de ênfase observadas anteriormente, evidenciando padrões distintos de alinhamento e afastamento em relação ao referencial normativo estabelecido pelo CCP.

No caso do CRCF, verificam-se variações positivas expressivas nos critérios de permanência (6), adicionalidade (5) e MRV (4), refletindo uma preocupação com a credibilidade e durabilidade das remoções de carbono. Um ligeiro acréscimo na quantificação robusta (7) sugere um compromisso preliminar com a solidez metodológica, embora a ausência de regras técnicas detalhadas ainda limite a sua operacionalização. Por outro lado, observam-se



\* Refere-se à média da cobertura em cada norma.

\*\* Refere-se à cobertura máxima dos artigos analisados.

**Figura 9.2** Variação percentual do número de referências, por critério, relativamente ao CCP.

diferenças negativas nos domínios da rastreabilidade e dupla contagem (2/8), transparência (3) e desenvolvimento sustentável (9), o que aponta para uma distância entre a intenção normativa e a codificação procedimental. A governança (1) permanece próxima do valor de referência do CCP, reafirmando a consistência institucional do CRCF. Também a neutralidade carbônica (10) se aproxima da paridade. Este padrão poderá refletir o peso do enquadramento estratégico europeu, em que metas climáticas de longo prazo coexistem com atrasos na definição dos mecanismos executivos.

As normas voluntárias registam uma variação tendencialmente negativa face ao referencial do CCP, sinalizando uma abordagem seletiva coerente com a sua função predominantemente técnica e implementadora. A proximidade aos valores de referência nos critérios de MRV (4) e adicionalidade (5) reflete a consolidação de práticas metodológicas destinadas a assegurar a credibilidade a nível de projeto. Em contrapartida, os desvios negativos nos domínios da governança (1), transparência (3), rastreabilidade e dupla contagem (2/8), desenvolvimento sustentável (9) e ainda neutralidade carbônica (10) sugerem um envolvimento limitado com dimensões estruturais e de prestação de contas (*accountability*) pública. Este padrão parece refletir as fronteiras operacionais típicas de instrumentos de natureza privada, cujo foco recai sobre a execução técnica mais do que sobre a integração em sistemas de governação abrangentes ou em enquadramentos normativos de transição climática.

A literatura acadêmica apresenta uma variação mais assimétrica em relação ao referencial do CCP, com desvios positivos em critérios como adicionalidade (5), o MRV (4), e a neutralidade carbônica (10), sinalizando um foco crítico nas condições que garantem a integridade ambiental e o alinhamento estratégico das compensações. Em contraste, os desvios negativos em rastreabilidade e dupla contagem (2/8), transparência (3) e quantificação robusta (7) apontam para uma menor atenção às dimensões operacionais e procedimentais. Este padrão reflete não apenas as prioridades analíticas de cada estudo, mas também a heterogeneidade e especificidade temática da produção acadêmica. A opção metodológica de considerar, para cada critério, o valor máximo entre os estudos analisados, permite captar a intensidade com que determinados aspetos são abordados individualmente, ainda que não tratados de forma sistemática no conjunto da literatura. Em última análise, esta abordagem seletiva reforça o papel da literatura enquanto espaço de problematização e identificação de vulnerabilidades, mais do que como guia normativo.

Dando continuidade à análise comparativa traçada nas Figuras 9.1 e 9.2, o Quadro 9.1 apresenta uma matriz representativa que permite uma leitura mais detalhada, critério a critério, da cobertura dos Princípios Fundamentais do Carbono por cada fonte.

A *governança eficaz* (1) destaca-se como o critério mais transversalmente abordado nas fontes analisadas, refletindo um consenso robusto quanto à importância da arquitetura institucional para a credibilidade dos mercados voluntários de carbono. O CRCF estabelece mandatos claros para certificação, registo e responsabilidade, enquanto que a literatura académica demonstra atenção consistente ao papel da coordenação institucional e da supervisão. Ainda que com níveis variados de desenvolvimento, esta convergência aponta para uma valorização partilhada da responsabilização como fundamento da integridade de mercado.

A *rastreabilidade e a ausência de dupla contagem* (2/8) são critérios estruturais, assumindo no CRCF forma normativa clara, com exigências de registo e ajustamentos correspondentes. Nas normas voluntárias, o princípio está presente de forma implícita, refletindo-se mais na arquitetura geral do que em regras específicas, o que explica a fraca cobertura explícita. A literatura aborda o tema de modo irregular, apontando sobretudo riscos e deficiências sistémicas.

A *transparência* (3) é, a par da governação, um dos critérios com maior presença global entre as abordagens analisadas. O CCP estabelece exigências explícitas de acessibilidade e verificabilidade da informação ao longo de

**Quadro 9.1** Matriz representativa da cobertura do CCP, por fonte.

	1	2/8	3	4	5	6	7	9	10
CCP	X	X	X	!	!	X	!	X	-
CRCF	X	!	X	X	X	X	!	!	-
Gold Standard	-	-	!	!	-	-	-	X	-
Puro Earth	-	!	-	X	-	!	-	-	-
Plano Vivo	X	-	!	-	-	!	-	!	-
Verra	X	-	-	!	X	X	!	-	-
(Ahonen et al., 2022)	X	!	!	-	-	-	-	-	-
(Allegra et al., 2023)	X	-	!	!	-	-	-	-	-
(Blanton et al., 2024)	X	-	!	X	-	-	-	-	-
(Broekhoff & Spalding-Fecher, 2021)	!	X	!	!	X	!	-	!	-
(Cadman & Hales, 2022)	X	!	!	-	-	-	-	X	-
(Chawla et al., 2023)	X	-	!	-	-	!	-	-	-
(Diaz Valdivia & Poblet, 2022)	X	!	X	!	-	-	-	-	-
(Kreibich & Hermwille, 2021)	X	X	-	-	-	-	-	-	-
(Meitner, 2024)	X	!	X	-	!	!	-	!	-
(Miltenberger et al., 2021)	-	-	-	!	-	-	-	!	-
(Streck, 2021)	!	-	-	-	-	-	-	-	-
(Trencher et al., 2024)	!	-	-	-	X	!	-	-	-
(Valiergue & Ehrenstein, 2023)	!	-	-	-	-	-	-	!	-

Legenda: X = presença forte (≥10 referências); ! = presença moderada (5-9 referências); - = presença fraca (<5 referências).

todo o ciclo do projeto. O CRCF e as normas voluntárias referem o princípio de forma mais genérica, embora o CRCF preveja regras futuras de divulgação ainda por operacionalizar. A literatura académica, embora com abordagens diversas, destaca com frequência a ausência de dados abertos como uma limitação crítica. Apesar desta variabilidade, os resultados indicam uma valorização transversal da transparência, ainda que persistam desafios na sua concretização como obrigação procedimental.

*A validação e verificação independentes por terceiros* (4) surgem com destaque sobretudo no CRCF, que apresenta uma presença forte neste critério. O CCP estabelece o conceito, ainda que de forma mais orientadora. As normas voluntárias mostram níveis variáveis de operacionalização. Esta diversidade evidencia a necessidade de harmonização futura nos procedimentos de garantia de qualidade.

*A adicionalidade* (5) é claramente assumida no CCP e no CRCF como critério essencial, exigindo que os créditos representem remoções para além do cenário de continuidade. Já nas normas e na literatura, a cobertura explícita é limitada, possivelmente por ser tratada como pressuposto metodológico mais do que como critério autónomo. Ainda assim, os resultados são algo inesperados, dada a centralidade do conceito, sugerindo a necessidade de maior formalização e escrutínio das abordagens adotadas.

*A permanência* (6) é tratada de forma relativamente sólida em todas as abordagens. O CCP exige garantias de armazenamento duradouro e mecanismos para lidar com reversões. O CRCF segue esta orientação, prevendo reservas de risco e regimes de substituição, ainda que os detalhes operacionais estejam por definir. As normas voluntárias replicam, em geral, estes dispositivos, com níveis variados de exigência. A literatura académica, por sua vez, chama a atenção para vulnerabilidades específicas em setores como florestas e solos. Em conjunto, os dados apontam para uma consciencialização institucional elevada, embora a eficácia das salvaguardas permaneça dependente da sua concretização prática.

*A quantificação robusta das reduções e remoções de emissões* (7), embora identificada pelo CCP como um dos princípios, recebe atenção muito limitada nas restantes fontes. O CRCF apenas a menciona de forma genérica. Entre as normas voluntárias, só a Verra demonstra uma cobertura moderada, e a literatura académica raramente aborda este aspeto de forma explícita. Esta escassa incidência poderá estar relacionada com a natureza altamente técnica do critério, que tenderia a ser tratado no âmbito das metodologias específicas, e não enquanto dimensão autónoma da integridade.

*Os benefícios e salvaguardas para o desenvolvimento sustentável (9)* são relativamente pouco atendidos, mas, quando surgem, tendem a receber atenção destacada dentro do estudo em causa. O CCP define expectativas normativas, e o CRCF reconhece o desenvolvimento sustentável entre os seus objetivos, embora sem o desenvolver de forma substantiva. As normas voluntárias referem-no de forma genérica, e a literatura aponta a falta de abordagens consistentes como uma limitação estrutural.

*A contribuição para a transição para a neutralidade carbónica (10)* é o critério menos desenvolvido. O CCP define este princípio com base no alinhamento com trajetórias nacionais e globais de descarbonização, mas o CRCF não aborda a integração de remoções nos compromissos de mitigação de longo-prazo. As normas voluntárias praticamente não incluem salvaguardas que impeçam a compensação de adiar a descarbonização estrutural. A literatura académica destaca esta lacuna, sublinhando a importância de integrar os instrumentos de mercado em estratégias de transição mais amplas, e não como mecanismos autónomos.

A análise comparativa revela que os pontos fortes da integridade identificados estão distribuídos de forma heterogénea, mas tendencialmente complementar. O CRCF assegura um enquadramento institucional robusto para critérios como a governação, a transparência, e a permanência, mas remete definições técnicas para atos delegados futuros. As normas voluntárias estabelecem protocolos consolidados em domínios como o MRV e a quantificação, e a transparência, mas investem menos na rastreabilidade, adicionalidade, permanência, e na articulação com metas climáticas. A literatura académica, ainda que dispersa, sublinha que a credibilidade dos mercados depende da coerência entre critérios, e não da sua aplicação isolada.

Sobressaem ainda duas lacunas que comprometem a eficácia operacional do CRCF. Em primeiro lugar, a não operacionalização do critério de 'contribuição para a neutralidade carbónica' limita a sua função como filtro para alinhamento estratégico. Em segundo lugar, a ausência de regulamentação para MRV digital e interoperabilidade de registos expõe o sistema a riscos de fragmentação tecnológica. A correção destas falhas requer a adoção de standards tecnológicos vinculativos, consolidando a UE como líder na governança de mercados de carbono.

Do ponto de vista processual, a distribuição algo heterogénea, mas complementar, das responsabilidades entre os diferentes instrumentos analisados, sugere a viabilidade de um modelo de governação híbrido. Neste modelo, as normas estatutárias fornecem a orientação estratégica, enquanto as

normas privadas asseguram a execução técnica. Como o CRCF funciona sobretudo como enquadramento de alto nível, torna-se necessário clarificar o papel de cada instrumento na cadeia de integridade, convertendo disposições genéricas sobre linhas de base, responsabilidade ou registo em protocolos operacionais. A utilização dos CCP como camada mínima de auditabilidade surge assim como proposta de base técnica comum, aplicável tanto a metodologias públicas como a programas privados, reforçando a coerência da execução quotidiana com os objetivos da política europeia (Integrity Council for the Voluntary Carbon Market, 2024; Allegra et al., 2023).

Apesar dos avanços na definição de princípios normativos e na arquitetura institucional dos mercados voluntários de carbono, persistem fragilidades críticas em áreas como a transparência, a adicionalidade e a operacionalização, que não são plenamente resolvidas nem pelo CRCF nem pelas normas voluntárias. Na ausência de regras operacionais e de mecanismos de divulgação eficazes, a literatura alerta para riscos persistentes de arbitragem regulatória e de *greenwashing*. Este estudo sugere, por isso, que a eficácia da co-regulação depende não só de convergência normativa mas, também, da imposição de requisitos processuais obrigatórios e de uma supervisão pública ativa. Sem estes elementos, a possibilidade de uma governação híbrida permanece incerta.

### 9.3. Conclusões

Este estudo analisa até que ponto o CRCF da União Europeia acomoda os dez CCP, em comparação com as principais normas voluntárias e com a literatura académica. Os resultados revelam uma distribuição heterogénea, mas complementar, entre os pontos fortes dos vários instrumentos. O CRCF destaca-se pela sua arquitetura institucional e atenção à permanência e transparência, mas permanece genérico em domínios como a rastreabilidade, a adicionalidade e a quantificação robusta. As normas voluntárias, por sua vez, oferecem metodologias técnicas desenvolvidas, embora nem sempre articuladas com metas de descarbonização de longo prazo.

Neste contexto, a análise evidencia que a suficiência de qualquer instrumento isolado é limitada na garantia da integridade ambiental e social dos mercados de carbono. Evidencia-se, assim, a necessidade de uma governação híbrida, em que a orientação estratégica e os parâmetros de integridade são definidos no quadro estatutário europeu, enquanto a execução técnica e a inovação metodológica continuam a ser asseguradas pelas normas privadas.



A eficácia deste modelo híbrido depende, contudo, da clarificação de papéis institucionais e da conversão de disposições genéricas em protocolos operacionais vinculativos, sobretudo no que respeita à transparência, à adicionalidade e à monitorização digital. Só através de uma articulação estruturada entre regulação pública e mecanismos privados de execução será possível garantir a integridade ambiental e social dos mercados de carbono, consolidando um sistema credível, adaptável e alinhado com as ambições climáticas da União Europeia.

Esta análise apresenta limitações associadas à natureza qualitativa e interpretativa da comparação normativa, bem como à ausência de dados empíricos sobre a aplicação prática do CRCF. Investigações futuras poderão explorar, de forma mais sistemática, os efeitos da sua implementação nos Estados-Membros.

Contudo, a construção de um modelo de governação híbrido representa não apenas um desafio regulatório mas, igualmente, uma oportunidade única para construir mercados de carbono que harmonizem integridade ambiental, inovação técnica e justiça intergeracional.

## Referências

- Ahonen, H.-M., Kessler, J., Michaelowa, A., Espelage, A., & Hoch, S. (2022). Governance of Fragmented Compliance and Voluntary Carbon Markets Under the Paris Agreement. *Politics and Governance*, 10(1), 4759. <https://doi.org/10.5167/UZH-229905>
- Allegra, D., Cy, M., & Joseph, M. (2023). Voluntary Carbon Markets A Review of Global Initiatives and Evolving Models. *Center for Strategic and International Studies*.
- Arcusa, S., & Sprengle-Hyppolite, S. (2022). Snapshot of the Carbon Dioxide Removal certification and standards eco system (2021–2022). *Climate Policy*, 22(9–10), 1319–1332. <https://doi.org/10.1080/14693062.2022.2094308>
- Bellassen, V., & Cochran, I. (2015). Introduction: Key notions and trade-offs involved in MR-Ving emissions. In *Accounting for Carbon* (pp. 1–18). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781316162262.001>
- Blanton, A., Mohan, M., Galgamuwa, G. A. P., Watt, M. S., Montenegro, J. F., Mills, F., Carlsen, S. C. H., Velasquez-Camacho, L., Bomfim, B., Pons, J., Broadbent, E. N., Kaur, A., Direk, S., de-Miguel, S., Ortega, M., Abdullah, M., Rondon, M., Wan Mohd Jaafar, W. S., Silva, C. A., ... Ewane, E. B. (2024). The status of forest carbon markets in Latin America. *Journal of Environmental Management*, 352, 119921. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119921>
- Broekhoff, D., & Spalding-Fecher, R. (2021). Assessing crediting scheme standards and practices for ensuring unit quality under the Paris agreement. *Carbon Management*, 12(6), 635–648. <https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1994016>
- Cadman, T., & Hales, R. (2022). COP26 and a Framework for Future Global Agreements on Carbon Market Integrity. *The International Journal of Social Quality*, 12(1), 76–99. <https://doi.org/10.3167/ijsq.2022.120105>
- Chawla, V., Sethuraman, D., Ashok, T., & Kitts, J. (2023). The Role of the Voluntary Carbon Market in Scaling Impact Globally—An Analysis of Recent Trends. *National Law School Business Law Review*, 9(2), 109–135. <https://doi.org/10.55496/toar9864>
- Diaz Valdivia, C. A., & Poblet, M. (2022). Governance of ReFi Ecosystem and the Integrity of Voluntary Carbon Markets as a Common Resource. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4286167>
- European Commission. (2019). *The European Green Deal* (COM(2019) 640 Final). European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- European Parliament and Council of the European Union. (2024). Regulation establishing a Union certification framework for permanent carbon removals, carbon farming and carbon storage in products. *Official Journal of the European Union, L series*(2024/3012). <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/3012/oj/eng>

European Parliament & Council of the European Union. (2021). *Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 Establishing the Framework for Achieving Climate Neutrality and Amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ("European Climate Law")*: Vol. L 243 (Regulation (EU) 2021/1119, pp. 1–17). Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119>

Haya, B. K., Evans, S., Brown, L., Bukoski, J., Butsic, V., Cabiyo, B., Jacobson, R., Kerr, A., Potts, M., & Sanchez, D. L. (2023). Comprehensive review of carbon quantification by improved forest management offset protocols. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.958879>

Integrity Council for the Voluntary Carbon Market. (2024, April). *Core Carbon Principles, Assessment Framework and Assessment Procedure, Version 3* (Version 3). Integrity Council for the Voluntary Carbon Market. <https://icvcm.org>

Kreibich, N. (2024). Toward global net zero: The voluntary carbon market on its quest to find its place in the post-Paris climate regime. *WIREs Climate Change*, 15(5), e892. <https://doi.org/10.1002/wcc.892>

Kreibich, N., & Hermwille, L. (2021). Caught in between: Credibility and feasibility of the voluntary carbon market post-2020. *Climate Policy*, 21(7), 939–957. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1948384>

Meitner, L. (2024). Voluntary carbon markets: A critical assessment. *Hochschule Für Wirtschaft Und Recht Berlin, Institute for International Political Economy (IPE), Berlin, Working Paper*, No. 246/2024.

Michaelowa, A., Honegger, M., Poralla, M., Winkler, M., Dalfume, S., & Nayak, A. (2023). International carbon markets for carbon dioxide removal. *PLOS Climate*, 2(5), e0000118. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000118>

Miltenberger, O., Jospe, C., & Pittman, J. (2021). The Good Is Never Perfect: Why the Current Flaws of Voluntary Carbon Markets Are Services, Not Barriers to Successful Climate Change Action. *Frontiers in Climate*, 3, 686516. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.686516>

Plan Vivo Foundation. (2024). *PV Climate Validation and Verification Procedures Manual, Version 1.1* (Version 1.1). Plan Vivo Foundation. <https://www.planvivo.org>

Puro.earth Oy. (2024). *General Rules, Version 4.1* (Version 4.1). Puro.earth Oy. <https://puro.earth>

Schneider, L., & La Hoz Theuer, S. (2018). Environmental integrity of international carbon market mechanisms under the Paris Agreement. *Climate Policy*, 19(3), 386–400. <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1521332>

Streck, C. (2021). How voluntary carbon markets can drive climate ambition. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 39(3), 367–374. <https://doi.org/10.1080/02646811.2021.1881275>

The Gold Standard Foundation. (2024, December). *Validation and Verification Standard Version 2.0* (Version 2.0). The Gold Standard Foundation. <https://globalgoals.goldstandard.org/113-par-validation-and-verification-standard/>

Trencher, G., Nick, S., Carlson, J., & Johnson, M. (2024). Demand for low-quality offsets by major companies undermines climate integrity of the voluntary carbon market. *Nature Communications*, 15(1), 6863. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-51151-w>

Valiergue, A., & Ehrenstein, V. (2023). Quality offsets? A commentary on the voluntary carbon markets. *Consumption Markets & Culture*, 26(4), 298–310. <https://doi.org/10.1080/10253866.2022.2147162>

Verra. (2024, April). *VCS Standard, Version 4.7* (Version 4.7). Verra. <https://verra.org/project/vcs-program/>

Wetterberg, K., Ellis, J., & Schneider, L. (2024). The interplay between voluntary and compliance carbon markets: Implications for environmental integrity. *OECD Environment Working Papers*, 244(244). <https://doi.org/10.1787/500198e1-en>

World Bank. (2024). *State and Trends of Carbon Pricing 2024* (State and Trends of Carbon Pricing) [Doi:10.1596/41544]. World Bank. <https://hdl.handle.net/10986/41544>

# 10. A avaliação do Princípio DNSH da UE Aplicado às Zonas Urbanas e Rurais

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.206.10>

*Eduardo Medeiros*

Instituto Politécnico de Setúbal e Instituto Universitário de Lisboa

<https://orcid.org/0000-0002-8877-5606>

*Sebastien Bourdin*

Instituto Politécnico de Setúbal e Instituto Universitário de Lisboa

<https://orcid.org/0000-0001-7669-705X>

## Resumo

Este artigo apresenta uma discussão crítica sobre como avaliar a implementação do novo princípio da União Europeia (UE) “Do Not Significant Harm” (DNSH) em zonas urbanas e rurais. Com base em experiências efetuadas em vários países europeus e vários programas financiados pela Política de Coesão da UE, em que foi feita a avaliação do princípio DNSH, a investigação propõe vários componentes analíticos urbanos e rurais específicos associados aos seis objetivos deste princípio. A investigação conclui que existe a necessidade de harmonizar e simplificar a base jurídica para avaliar o princípio DNSH dentro de diferentes instrumentos de política da UE para reduzir a carga administrativa associada à sua implementação, de modo a beneficiar todas as partes interessadas e entidades envolvidas neste processo.

## 10.1. Introdução

Em 1987, o Relatório Brundtland (Brundtland, 1987) colocou o objetivo de propor um caminho de desenvolvimento sustentável na agenda política global, devido à crescente percepção da deterioração persistente do ambiente e dos recursos naturais. Este conceito foi concebido como um processo de desenvolvimento para satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades. Entretanto, apesar de alguns desenvolvimentos positivos na promoção de medidas de desenvolvimento de políticas amigas do ambiente (i.e., aumento da utilização de fontes de energia renováveis), muitas partes do mundo ainda enfrentam enormes desafios para resolver a contínua deterioração dos recursos naturais.

Curiosamente, e apesar das crescentes tendências de urbanização global e da percepção de que as áreas urbanas são, em grande parte, responsáveis pela atual crise ecológica e climática (UN, 2022), a retórica política pró-sustentabilidade ambiental continua a não ser acompanhada por ações no terreno que correspondam à escala e à urgência da tarefa em causa. De facto, muitas das estratégias de desenvolvimento de políticas ambientais globais, europeias e nacionais parecem dar continuidade à tecnocracia de modernização ecológica incremental do passado, que não conseguiu gerar mudanças sistémicas de longo alcance, rápidas, eficazes e sem precedentes em todos os aspetos da sociedade, necessárias para evitar as piores consequências do aquecimento climático global, muitas das quais são agora irreversíveis (Daly, 2023).

As cidades são grandes consumidoras de recursos e produtoras de resíduos. Como tal, é importante que os recursos urbanos sejam mais bem geridos para diminuir o impacto ecológico global das cidades e transformá-las em motores ecologicamente regenerativos e adaptativos, e eficientes em termos de recursos (Williams, 2023). Da mesma forma, as zonas rurais, caracterizadas por uma vida social e cultural única, têm atividades económicas diversas (Akgün et al., 2015) que também contribuem e são afetadas pela degradação ambiental e, por isso, também requerem intervenções políticas eficazes para apoiar um ambiente ecológico saudável, o que é fundamental para a sobrevivência e o bem-estar das populações (Zhou et al., 2024). Em todos os aspetos, as áreas urbanas são vistas como motores do desenvolvimento territorial e catalisadoras da inovação e da criatividade. No entanto, estratégias de desenvolvimento urbano sustentável bem-sucedidas só podem ser alcançadas através de uma abordagem integrada (Medeiros

& van der Zwet, 2020a e 2020b), considerando os princípios de desenvolvimento ambiental (Urban Agenda, 2016). Da mesma forma, as parcerias rurais-urbanas são ferramentas importantes para uma melhor conceção e implementação de políticas baseadas no local (OECD, 2013). Além disso, as zonas rurais são obrigadas a promover a utilização sustentável do ambiente natural para criar comunidades rurais vibrantes (OECD, 2014).

De facto, a sustentabilidade ambiental é uma dimensão crítica dos processos de desenvolvimento territorial e de coesão territorial (Medeiros, 2019; 2022; Medeiros et al., 2023), daí a relevância da Política de Coesão da União Europeia (UE) como a política fundamental de desenvolvimento e coesão da UE para a implementação dos principais objetivos do *European Green Deal* (EGD) nas regiões urbanas e rurais da UE. À medida que a UE continua a reforçar o seu compromisso com a sustentabilidade ambiental, esta incorporou o princípio “Do Not Significant Harm” (DNSH) nas suas numerosas políticas e programas. Este princípio visa proteger os objetivos climáticos e ambientais da UE, atenuando os impactos adversos dos projetos financiados. Por seu turno, no EGD estabeleceu-se a meta política de tornar a Europa o primeiro continente neutro em termos climáticos, preparando o terreno para a necessidade de avaliar o DNSH nas políticas financiadas pela UE.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é duplo. Em primeiro lugar, procura analisar como a Política de Coesão da UE (ECP) incorpora o princípio DNSH nos seus programas e os desafios daí resultantes. O objetivo final é reforçar a coesão territorial e promover uma Europa mais verde e resiliente. O foco está especificamente na ECP, uma vez que serve como o principal mecanismo de investimento da UE para reduzir as disparidades regionais e promover o desenvolvimento sustentável. Isto permite uma exploração da relação entre os investimentos regionais e os objetivos ambientais mais vastos da UE. Em segundo lugar, uma vez que não existe atualmente uma metodologia europeia normalizada para avaliar o princípio DNSH nas políticas europeias (Beltran Miralles et al., 2023), é proposta uma metodologia de avaliação baseada na Avaliação de Impactes Territoriais (TIA) (ver Medeiros, 2020). O objetivo é avaliar a implementação do princípio DNSH em projetos financiados pela ECP, considerando as especificidades geográficas em meio rural e urbano.

Metodologicamente, foi realizada uma revisão completa da literatura sobre abordagens metodológicas para avaliar a aplicação do princípio DNSH. É importante destacar que foi proposta, pela primeira vez, uma estrutura metodológica específica para analisar mais detalhadamente as avaliações do

princípio DNSH em ambientes urbanos e rurais. Nesta perspetiva, no capítulo, propõem-se recomendações novas e viáveis para melhorar a avaliação do princípio DNSH nas políticas da UE.

## 10.2. O DNSH e o desenvolvimento sustentável

Esta secção explora as ligações entre a ECP, o EGD, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) e o princípio DNSH no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. É também analisado como estas políticas e estratégias inter-relacionadas se reforçam mutuamente na concretização da sustentabilidade ambiental, e na redução das disparidades regionais da UE.

Em 2015, a ONU publicou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UN, 2015). Estes objetivos abrangem áreas de políticas como a promoção da gestão sustentável da água, energia sustentável, consumo sustentável, produção/industrialização, bem como gestão sustentável de resíduos (economia circular), transportes públicos sustentáveis e urbanização, espaços públicos verdes, combate às alterações climáticas e outros riscos ambientais, conservação dos oceanos, mares e recursos marinhos, e proteção/restauração dos ecossistemas terrestres e da biodiversidade (Figura 10.1). No total, os 17 ODS deverão ser alcançados até 2030. Em contraste, a EGD aponta 2050 como o prazo para atingir o seu principal objetivo de transformar a UE numa economia moderna, eficiente em recursos e competitiva (EC, 2019).

Além disso, o regulamento (UE) 2021/1060 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de junho de 2021, que estabelece disposições comuns sobre os fundos relacionados com a ECP 2021–2027, apresenta cinco principais objetivos políticos (PO) e princípios para o apoio a estes fundos. O segundo PO visa o apoio à sustentabilidade ambiental: uma transição mais verde e de baixo carbono. Como se pode observar na Figura 10.1, o PO2 da ECP está amplamente alinhado com as metas do EGD.





**Figura 10.1** Principais áreas de políticas relacionadas com a sustentabilidade ambiental na Agenda 2030 da ONU, no Acordo Verde da UE (EGD), na Política de Coesão da UE (ECP) e no princípio DNSH da UE. Fonte: Elaboração própria pelos autores com base em vários documentos.

### *O European Green Deal*

As preocupações ambientais no seio das políticas da UE não são novas, uma vez que as políticas climáticas da UE têm vindo a ser implementadas desde o final da década de 1970. No entanto, só em 1991 foi apresentada a primeira estratégia da UE para aumentar a eficiência energética e reduzir as emissões na UE (Gisotti & Tarsi, 2023). Focado principalmente na energia, economia circular e tecnologias limpas, o EGD propõe também desafios críticos para as áreas urbanas em termos de eficiência energética dos edifícios e transição para sistemas alimentares sustentáveis (Gisotti & Tarsi, 2023). Algumas críticas importantes ao EGD vêm dos ativistas ambientais, o que diminui o seu potencial de implementação bem-sucedida (Moulton, 2023). Em termos simples, o EGD é considerado como “um conjunto de comunicações da Comissão Europeia que descreve [o] roteiro da UE para a neutralidade climática até 2050. (...) Esta meta deve ser alcançada sem perdas para a economia da UE, através de um conjunto de iniciativas jurídicas e financeiras transformadoras relativas ao setor energético, agricultura, produção industrial, transporte e consumo” (Molek-Kozakowska, 2024, p. 182).

Essencialmente, a EGD determina que os decisores políticos se concentrem no apoio à proteção ambiental e climática (Schunz, 2022) e na capacitação das forças de ação pró-ambientais. Além disso, aborda planos personalizados para sistemas alimentares e agrícolas, ao mesmo tempo que propõe medidas concretas para proteger e ampliar as florestas e os recursos naturais, bem como reduzir a utilização de produtos químicos na agricultura e facilitar o fornecimento de alimentos mais saudáveis (Selwyn, 2021). Na sua essência, o EGD visa fomentar territórios sustentáveis e resilientes (Gasparini, 2023). De facto, apesar de algumas críticas à sua natureza neoliberal (Molek-Kozakowska, 2023), o EGD apresenta oportunidades políticas atrativas para aumentar a cooperação transnacional em ações ambientais e climáticas proativas, bem como para promover uma economia verde e, em última análise, o objetivo político do desenvolvimento sustentável (Sandri et al., 2023).

### *Política de Coesão da UE e sustentabilidade ambiental*

A ECP, desde o seu primeiro período de programação (1989-1993), atribuiu parte do seu financiamento para, direta e indiretamente, promover processos de sustentabilidade ambiental na UE (EC, 2008; EC, 2024b). De acordo com o Sétimo Relatório de Coesão da UE, o ambiente e a eficiência dos recursos deveriam receber um pouco mais de 10% do financiamento total da ECP 2014-2020, enquanto os projetos apoiados por esta política,

associados à promoção de uma economia de baixo carbono, receberam 11,3% da verba total (EC, 2017). Se ambos forem combinados, farão da sustentabilidade ambiental a maior área de política financiada pela ECP. O nono Relatório de Coesão da UE indica um total de despesas planeadas para a ECP no PO2 (Europa Mais Verde), entre 2014 e 2020, de cerca de 17% do seu financiamento total, e de 16,2% para a fase 2021-2027 (EC, 2024a). Especificamente, este último relatório refere que os 69 mil milhões de euros da fase 2014-2020 para investimento no objetivo Europa Mais Verde “visaram aumentos em: eficiência energética e energia renovável; melhorias na infraestrutura ambiental; desenvolvimento da economia circular; mitigação e adaptação às alterações climáticas; prevenção de riscos; biodiversidade; e transportes urbanos limpos” (EC, 2024a, p. 269).

De facto, é inegável que a ECP tem beneficiado vários territórios na promoção da sustentabilidade ambiental em áreas como a produção de energia renovável e a eficiência energética (Medeiros & Valente, 2023), os transportes sustentáveis (Medeiros, 2024) e a conservação de *habitats* naturais (Moreno-Saiz et al., 2021). No entanto, uma análise mais detalhada da implementação de projetos de ECP no domínio da sustentabilidade ambiental mostra que ainda existe um grande espaço para aumentar a sua eficácia e eficiência (ver: Medeiros et al. 2022a; Medeiros & Valente, 2023). De facto, o período de programação da ECP 2014-2020 demonstrou um interesse crescente nas alterações climáticas, uma vez que estabeleceu um limiar de pelo menos 20% para investimentos relacionados com o clima no seu orçamento total, criando assim um novo impulso para os esforços de mitigação climática da UE (Nekvasil & Moldan, 2018). Alguns críticos, no entanto, apontam para a possibilidade da ECP “poder não garantir os compromissos assumidos pelas instituições europeias e nacionais para atingir as metas da Agenda 2030” (Cavalli et al., 2021, p. 8).

### *O Princípio DNSH*

Procurando garantir que as políticas da UE, incluindo a ECP, cumprem a lógica do EGD, a consideração do princípio DNSH tornou-se obrigatória para a implementação da ECP. Como referido anteriormente, a ECP financia projetos em diversas áreas de políticas. Algumas, como as infraestruturas de transportes, são suscetíveis de produzir impactos ambientais negativos tanto nas zonas urbanas como nas rurais. Nesta linha, “quando os Estados-Membros solicitam financiamento a um fundo europeu que exija o cumprimento do DNSH, é necessária uma avaliação prévia do DNSH para cada medida proposta, designada por análise ou avaliação *ex-ante*. Como tal, os

Estados-Membros devem demonstrar que a medida não terá impacto significativo em nenhum dos seis objetivos ambientais apresentados no Quadro 10.1 e/ou que medidas serão necessárias para gerir qualquer risco de dano significativo a qualquer um dos objetivos ambientais” (BFP, 2023, p. 6).

**Quadro 10.1** Principais objetivos do Princípio DNSH da UE.

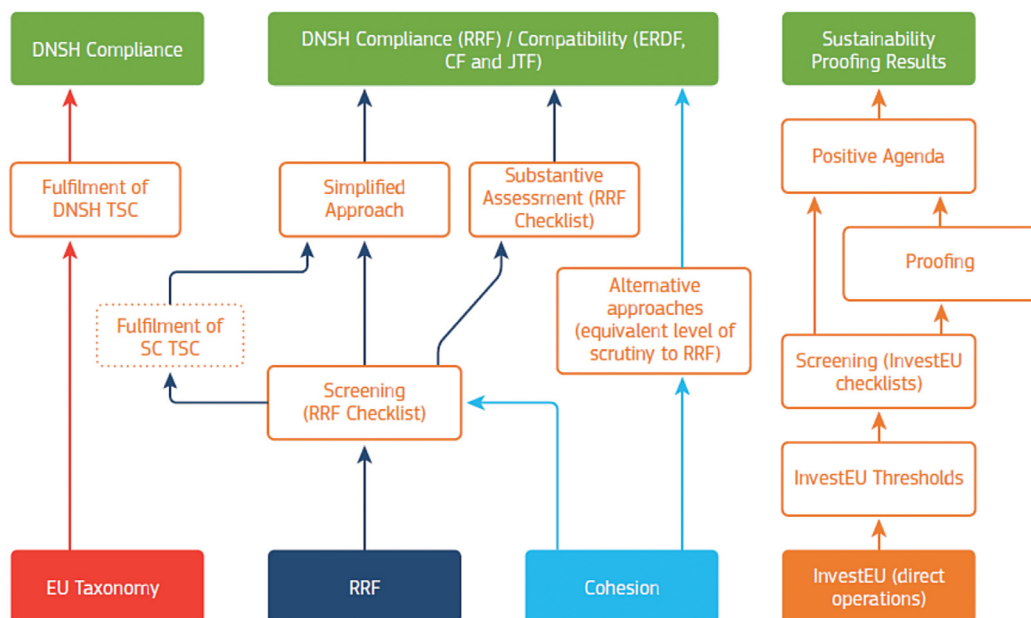
A: Mitigação das alterações climáticas	Onde esta atividade leva a emissões significativas de gases com efeito de estufa
B: Adaptação às alterações climáticas	Quando esta atividade leva a um aumento do impacto adverso do clima atual e do clima futuro esperado na própria atividade ou nas pessoas, na natureza ou nos ativos
C: A utilização sustentável e a proteção dos recursos hídricos e marinhos	Quando esta atividade for prejudicial ao bom estado ou ao bom potencial ecológico das massas de água, incluindo as águas superficiais e subterrâneas, ou ao bom estado ambiental das águas marinhas
D: A transição para uma economia circular	Quando esta atividade conduzir a ineficiências significativas na utilização de materiais ou na utilização direta ou indireta de recursos naturais, como fontes de energia não renováveis, matérias-primas, água e terra, numa ou mais fases do ciclo de vida dos produtos, incluindo em termos de durabilidade, reparabilidade, capacidade de atualização, reutilização ou reciclabilidade dos produtos; esta atividade leva a um aumento significativo da geração, incineração ou eliminação de resíduos, exceto a incineração de resíduos perigosos não recicláveis; ou a eliminação de resíduos a longo prazo pode causar danos significativos e a longo prazo no ambiente
E: Prevenção e controlo da poluição	Quando esta atividade conduz a um aumento significativo das emissões de poluentes para o ar, para a água ou para o solo, em comparação com a situação anterior ao início da atividade
F: A proteção e restauração da biodiversidade e Ecossistemas	Quando essa atividade for significativamente prejudicial ao bom estado e resiliência dos ecossistemas ou prejudicial ao estado de conservação dos <i>habitats</i> e das espécies, incluindo os de interesse para a União

Fonte: adaptado de Beltrán Miralles et al. (2023).

Os regulamentos da ECP exigem uma avaliação DNSH dedicada para os programas da ECP ao nível dos tipos de ações, mas não ao nível do projeto. Além disso, a implementação do princípio DNSH é da responsabilidade dos Estados-Membros, não existindo uma metodologia predefinida obrigatória. Na prática, isto significa que não existe uma metodologia padrão adotada para avaliar o princípio DNSH em toda a UE porque este é implementado sob um método de gestão partilhada entre os Estados-Membros e a Comissão Europeia (CE). Esta última (CE) tem o direito de não aprovar qualquer programa financiado pela ECP até que todos os tipos de ação considerem o princípio DNSH.

O texto legal que estabelece a Taxonomia da UE para as Atividades Sustentáveis forneceu algumas orientações sobre como avaliar o princípio DNSH. Na sua essência, as atividades económicas devem contribuir substancialmente para um dos seis objetivos ambientais do DNSH de modo a serem rotuladas como ambientalmente sustentáveis. Ao mesmo tempo, estas atividades não devem “causar danos significativos” a nenhum dos outros objetivos ambientais. A Taxonomia da UE propôs uma abordagem de avaliação do DNSH em duas fases, começando com uma avaliação simplificada (triagem, se uma medida não tem um impacto previsível ou tem um impacto insignificante nos seis objetivos ambientais do DNSH), seguida de uma fase de avaliação mais detalhada ou substantiva (Figura 10.2). Segundo Beltrán Miralles et al. (2023), a avaliação do princípio DNSH deve considerar o seguinte:

- **Coerência política:** incluindo o aproveitamento da legislação existente da UE, esquemas de rotulagem e certificação ou metodologias para avaliar a pegada ambiental;
- **Integridade ambiental:** isto inclui a condição de se basear em provas científicas conclusivas, considerando os impactos a curto e longo-prazos, e se basear no princípio da precaução;
- **Condições de igualdade:** visa evitar o risco de distorcer a concorrência no mercado e criar incentivos inconsistentes aos investimentos;
- **Usabilidade:** que inclui a facilidade de utilização e a condição a definir ‘de uma forma que facilite a verificação da sua conformidade’.



**Figura 10.2** Resumo do principal processo de avaliação do DNSH em vários instrumentos de política da UE. Fonte: Beltrán Miralles et al. (2023: 32).

Os exemplos existentes de vários Estados-Membros da UE mostram uma estratégia comum para avaliar a implementação do princípio DSH com base na abordagem de avaliação de políticas em duas fases anteriormente referidas: (i) simplificada; e (ii) substantiva. Aqui, por exemplo, as entidades portuguesas (ver Quadro 10.2), belgas (BFP, 2023) e italianas (ARPAE, 2022a e 2022b) seguem uma abordagem de avaliação de políticas semelhante com recurso a um questionário simplificado. Em contraste, a Finlândia, por exemplo, apresenta um questionário mais detalhado para avaliar estas duas etapas do princípio DNSH (ver Forsius et al., 2022).

**Quadro 10.2** Exemplo de avaliação DNSH de uma ação do Programa Português de Ação Climática e Sustentabilidade (PACS).

AÇÃO	ESTÁGIO 1					
Construção e/ou reabilitação de estruturas de defesa costeira no continente	Mitigação das alterações climáticas	Adaptação às alterações climáticas	Utilização sustentável e proteção dos recursos hídricos e marinhos	Transição para uma economia circular	Prevenção e controlo da poluição	Proteção e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas
	B	B	SIM	UM	SIM	SIM
Justificação	<b>Mitigação das alterações climáticas e adaptação às alterações climáticas:</b> Ação dentro da área de política "Medidas de adaptação às alterações climáticas e prevenção e gestão de riscos relacionados com o clima: outros, por exemplo, tempestades e secas (incluindo sensibilização, proteção civil e sistemas de gestão de catástrofes e infraestruturas e abordagens baseadas em ecossistemas)", código 037, que dá um coeficiente de apoio de 100% para objetivos de alterações climáticas e ambientais...					
	<b>Transição para uma economia circular:</b> A ação não tem um impacto previsível ou tem um impacto previsível insignificante no objetivo de transição para uma economia circular e pode ser moderadamente positiva se as infraestruturas integrarem matérias-primas secundárias na sua composição (incorporação de materiais reciclados) e se forem fáceis de desmontar para reutilização, recondicionamento ou reciclagem.					
AÇÃO	ESTÁGIO 2					
Construção e/ou reabilitação de estruturas de defesa costeira no continente	Utilização sustentável e proteção dos recursos hídricos e marinhos		Prevenção e controlo da poluição		Proteção e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas	
	Impacte negativo médio		Impacte negativo médio		Impacte negativo médio	
Justificação	<b>Utilização sustentável e proteção dos recursos hídricos e marinhos:</b> A ação poderá ter um impacto negativo previsível de nível médio neste objetivo ambiental. A construção e reabilitação de infraestruturas costeiras pode ter impacto nos ambientes marinhos, principalmente devido à possível interferência na hidrodinâmica costeira e sedimentar e no ecossistema marinho, incluindo a qualidade da água. No entanto, se forem adotadas as medidas de avaliação, mitigação e gestão necessárias, esta pode ser mitigada e conservada. Assim sendo, não se espera que a medida prejudique o bom estado ou o potencial ecológico dos corpos de água, incluindo as águas superficiais e subterrâneas ou as águas marinhas.					
	<b>Prevenção e controlo da poluição:</b> Não se prevê que esta ação resulte num aumento significativo das emissões de poluentes para o ar, água ou solo. A construção e reabilitação de infraestruturas pode afetar a hidrodinâmica costeira e sedimentar e, consequentemente, levar à acumulação de contaminantes, entre outros potenciais efeitos no ambiente marinho. No entanto, se forem adotadas as medidas de avaliação, mitigação e gestão necessárias, estas consequências da ação podem ser evitadas.					
	<b>Proteção e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas:</b> Esta ação pode ter efeitos nocivos significativos nos ecossistemas e na biodiversidade. Por exemplo, a implementação de infraestruturas de proteção costeira pode reduzir a erosão em determinadas faixas costeiras e aumentar a erosão noutras áreas adjacentes, comprometendo a dinâmica sedimentar e os serviços dos ecossistemas relacionados. No entanto, para implementar esta construção/reabilitação, é necessário considerar o sistema envolvente e implementar medidas que não interfiram com a sua dinâmica. Não se prevê que a ação prejudique significativamente as boas condições e a resiliência dos ecossistemas nem prejudique o estado de conservação das espécies e habitats, incluindo os de interesse para a União.					

Fonte: adaptado de Ramos (2022).

### 10.3. Avaliação do Princípio DNSH em zonas rurais e urbanas

#### *Áreas rurais*

De acordo com um relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), o desenvolvimento rural sustentável é dificultado por desafios demográficos (envelhecimento e redução da população), geográficos (afastamento) e de recursos naturais (esgotamento e deterioração ambiental) (OECD, 2020). No contexto da política da UE de transição ambiental pró-política, as áreas rurais podem diversificar as suas funções económicas nos seguintes domínios (EPRC, 2022): (i) o fornecimento de produtos terrestres de alta qualidade e acessíveis; (ii) a prestação de serviços de ecossistema; (iii) preservando um sistema de produção distribuído e diversificado; e (iv) provendo capital social e bens culturais. De forma complementar, Zhang et al. (2023) propõem as seguintes medidas para um desenvolvimento urbano sustentável mais eficaz: (i) proporcionar um laboratório de *design* sistémico para a regeneração comunitária; (ii) desenvolver a agricultura ecológica; (iii) desenvolver a incubação das instituições de serviços profissionais; e (iv) moldar uma economia circular bio-regional baseada em plantas cultivadas tradicionalmente.

Num contexto em que as zonas rurais ainda representam uma parte importante do território da UE, abrangendo cerca de 25% da população da UE, existem vários desafios relacionados com a implementação do princípio DNSH nas políticas dirigidas às zonas rurais. Em primeiro lugar, os processos ambientais nas zonas rurais não têm, muitas vezes, limites claros, o que complica a tarefa de delinear zonas de impacte. Por exemplo, os poluentes nos corpos de água podem afetar áreas muito para além da sua origem devido aos fluxos de água, dificultando a identificação exata das áreas de impacte e de responsabilidade. Em segundo lugar, as políticas não atuam isoladamente.

A interligação entre várias áreas políticas significa que as ações tomadas numa política podem ter um impacte significativo nos resultados de outra. Esta interligação acrescenta complexidade à avaliação dos impactes das ações e programas da ECP nos seis domínios ambientais de DNSH, especialmente durante a fase de avaliação preliminar ou *ex-ante*. Com efeito, a análise dos potenciais impactes dos programas de ECP nas zonas rurais sobre objetivos políticos específicos do princípio DNSH, como a “prevenção e controlo da poluição” e a “proteção e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas”, pode não ser fácil de fazer se não existirem problemas



nestes domínios nos territórios analisados (Zhou et al., 2024). Por exemplo, as zonas rurais podem não apresentar níveis elevados de poluição industrial, que são geralmente abordados nestas metas políticas, mas podem enfrentar outras formas subtis de degradação ambiental que são mais difíceis de medir e mitigar.

Dada a complexidade da avaliação do impacto das políticas nas zonas rurais, este artigo propõe uma nova ferramenta metodológica: a matriz metodológica de Avaliação do Impacto Territorial (TIA), especificamente adaptada utilizando a abordagem da metodologia TARGET\_TIA desenvolvida por Medeiros, em 2020. Esta metodologia visa fornecer uma estrutura sistemática para avaliar os impactos dos programas e ações da ECP nos seis objetivos políticos do princípio DNSH.

O Quadro 10.3 apresenta quatro componentes analíticos concretos para cada área de ação do princípio DNSH. Estes componentes servem como critérios de avaliação dentro da matriz TIA, permitindo uma análise detalhada dos potenciais impactos em ambientes rurais. A matriz utiliza um sistema de pontuação, no qual qualquer programa ou ação que receba uma pontuação abaixo de zero (indicando um impacto negativo) não é recomendado para financiamento. Este mecanismo de pontuação garante que apenas as iniciativas que aderem ou melhoram os padrões ambientais e sociais de acordo com o princípio DNSH recebem apoio. Esta metodologia original fornece uma ferramenta de avaliação mais precisa e específica territorialmente. Embora esta matriz possa ser integrada nas metodologias atuais utilizadas para as avaliações de conformidade com o DNSH, o seu contributo único reside na capacidade de ligar diretamente os impactos territoriais a objetivos políticos específicos, tornando-a uma ferramenta adequada e eficaz para a avaliação de políticas e tomada de decisões no contexto do financiamento europeu. Aqui, por exemplo, se um programa/ação da ECP obtiver uma pontuação de impacto inferior a 0 (impacto negativo) numa das seis metas políticas do princípio DNSH, não será aprovado para financiamento. É claro que todos os componentes analíticos propostos associados às zonas rurais também podem ser utilizados pelas metodologias tradicionais que já estão a ser utilizadas para avaliar a implementação do princípio DNSH.

**Quadro 10.3** Exemplo de uma matriz TARGET\_TIA para avaliar o princípio DNSH em zonas rurais.

		<i>Pontuação de Impacto</i>
<b>Dimensão</b>	<b>Componente</b>	<b>Pos/Neg</b>
Mitigação das alterações climáticas	Reduzir a extensão das terras cultiváveis	4
Mitigação das alterações climáticas	Reduzir o uso de máquinas movidas a gasolina	2
Mitigação das alterações climáticas	Aumentar a florestação	-1
Mitigação das alterações climáticas	Promover a rotação de culturas	-2
	<b>Média</b>	<b>0,75</b>
Adaptação às alterações climáticas	Seleção de espécies mais resistentes	2
Adaptação às alterações climáticas	Utilize um meio de abastecimento de água mais eficaz	3
Adaptação às alterações climáticas	Aumentar a utilização de estufas	-2
Adaptação às alterações climáticas	Promover a agricultura vertical	3
	<b>Média</b>	<b>1,50</b>
Recursos hídricos/marinhos sustentáveis	Utilização de abastecimento de água tratada para a agricultura	4
Recursos hídricos/marinhos sustentáveis	Utilização de água dessalinizada para a agricultura	2
Recursos hídricos/marinhos sustentáveis	Utilize um meio de abastecimento de água mais eficaz	2
Recursos hídricos/marinhos sustentáveis	Reduzir a poluição dos cursos de água	3
	<b>Média</b>	<b>2,75</b>
Transição para uma economia circular	Redução de resíduos gerados	3
Transição para uma economia circular	Recuperação de excedentes e desperdícios alimentares	3
Transição para uma economia circular	Utilização de subprodutos e resíduos alimentares	4
Transição para uma economia circular	Reciclagem de nutrientes	3
	<b>Média</b>	<b>3,25</b>
Prevenção e controlo da poluição	Promoção da agricultura ecológica	4
Prevenção e controlo da poluição	Redução do uso de pesticidas	3
Prevenção e controlo da poluição	Promover a utilização de máquinas elétricas	4
Prevenção e controlo da poluição	Reduzir a produção pecuária	3
	<b>Média</b>	<b>3,50</b>
Proteção/restauração da biodiversidade	Promoção de um sistema produtivo diversificado	2
Proteção/restauração da biodiversidade	Prestação de serviços ecossistémicos	-3
Proteção/restauração da biodiversidade	Produtos terrestres qualitativos/acessíveis	2
Proteção/restauração da biodiversidade	Proteção da biodiversidade local/regional	1
	<b>Média</b>	<b>2,00</b>
	<b>Impacto da média geral</b>	<b>2,29</b>

Nota: Pos/Neg - Positivo/negativo. Pontuações de impacto: 4 Impactes Positivos Muito Significativos / 3 Impactes Positivos Significativos / 2 Impactes Positivos Moderados / 1 Impactes Positivos Baixos / 0 Impactes Nulos / -1 Impactes Negativos Baixos / -2 Impactes Negativos Moderados / -3 Impactes Negativos Significativos / -4 Impactes Negativos Muito Significativos. Fonte: elaboração própria.

### *Áreas urbanas*

As áreas urbanas são comumente consideradas potencialmente degradadas ambientalmente devido à poluição industrial, à gestão ineficaz de resíduos e aos elevados níveis de densidade demográfica, entre outros fatores (Listerborn, 2017). De modo crítico, o desenvolvimento urbano sustentável envolve estratégias sólidas, integradas e planeadas, pró-ambientalmente sustentáveis (Medeiros & van der Zwet, 2020a). Além disso, acordos de governação eficazes, compromisso político e redes sociais são aspetos-chave a considerar para a implementação do desenvolvimento urbano sustentável (Soliman & Soliman, 2021). Num continente como a Europa, no qual cerca de 75% dos habitantes residem em áreas urbanas e 96% dos residentes urbanos estão expostos a níveis de poluição do ar acima das diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) (EEA, 2023), as políticas pró-ambientais são essenciais para atingir as metas de EGD.

Um dos principais desafios é a dificuldade de definir limites territoriais claros para os potenciais impactes ambientais resultantes das ações e programas da ECP. Os projetos urbanos influenciam ou são frequentemente influenciados por áreas não urbanas adjacentes, o que complica a avaliação dos impactes ambientais. Esta confusão de limites torna desafiante a atribuição de responsabilidades e a avaliação dos efeitos diretos das iniciativas centradas nas áreas urbanas financiadas pela ECP. Além disso, os investimentos da ECP em domínios como a economia circular cruzam-se frequentemente com outros fluxos de financiamento não abrangidos pela ECP, como os investimentos nacionais ou do setor privado orientados para resultados semelhantes. Esta multiplicidade de fontes de financiamento pode diluir a clareza do impacto da ECP e o respeito pelos princípios do DNSH, dificultando o isolamento e a avaliação dos contributos específicos dos investimentos da ECP para a sustentabilidade ambiental em contextos urbanos.

Além disso, o nível de compromisso social e institucional com práticas sustentáveis, como as promovidas numa economia circular, pode variar significativamente entre as áreas urbanas. Algumas cidades podem não ter as estruturas políticas necessárias, a sensibilização pública ou a prontidão institucional para implementar e apoiar eficazmente estes processos, o que pode dificultar a realização bem-sucedida dos objetivos do DNSH. Acresce

**Quadro 10.4** Exemplo de uma matriz TARGET\_TIA para avaliar o princípio DNSH em meio urbano.

		<i>Pontuação de Impacto</i>
<b>Dimensão</b>	<b>Componente</b>	<b>Pos/Neg</b>
Mitigação das alterações climáticas	Edifícios de eficiência energética	4
Mitigação das alterações climáticas	Produção de energia renovável	2
Mitigação das alterações climáticas	Planeamento espacial - cidade compacta	-1
Mitigação das alterações climáticas	Transporte sustentável e inteligente	-2
	<b>Média</b>	<b>0,75</b>
Adaptação às alterações climáticas	Proteção contra a subida do nível do mar	2
Adaptação às alterações climáticas	Aumentar as áreas verdes	3
Adaptação às alterações climáticas	Utilize a agricultura vertical para a produção de alimentos	-2
Adaptação às alterações climáticas	Economia de água e energia	3
	<b>Média</b>	<b>1,50</b>
Recursos hídricos/marinhos sustentáveis	Redução/tratamento de águas residuais	4
Recursos hídricos/marinhos sustentáveis	Redução/tratamento do escoamento das águas superficiais	2
Recursos hídricos/marinhos sustentáveis	Abastecimento sustentável de água	2
Recursos hídricos/marinhos sustentáveis	Minimizar inundações	3
	<b>Média</b>	<b>2,75</b>
Transição para uma economia circular	Processos industriais mais eficientes	3
Transição para uma economia circular	Tratamento de reciclagem de fim de vida	3
Transição para uma economia circular	Reutilizar e reparar	4
Transição para uma economia circular	Sistemas de recolha	3
	<b>Média</b>	<b>3,25</b>
Prevenção e controlo da poluição	Filtros de chaminés industriais	4
Prevenção e controlo da poluição	Utilização de combustíveis limpos	3
Prevenção e controlo da poluição	Realocação de fábricas	4
Prevenção e controlo da poluição	Promoção do ciclismo	3
	<b>Média</b>	<b>3,50</b>
Proteção/restauração da biodiversidade	Aumentar a plantação de árvores	2
Proteção/restauração da biodiversidade	Aumentar os edifícios com vegetação	-3
Proteção/restauração da biodiversidade	Utilize o telhado do edifício como espaços verdes	2
Proteção/restauração da biodiversidade	Planeamento Espacial - Ecologização Urbana	1
	<b>Média</b>	<b>2,00</b>
<b>Impacto da média geral</b>		<b>2,29</b>

Nota: Pos/Neg - Positivo/negativo. Pontuações de impacto: 4 Impactes Positivos Muito Significativos / 3 Impactes Positivos Significativos / 2 Impactes Positivos Moderados / 1 Impactes Positivos Baixos / 0 Impactes Nulos / -1 Impactes Negativos Baixos / -2 Impactes Negativos Moderados / -3 Impactes Negativos Significativos / -4 Impactes Negativos Muito Significativos. Fonte: elaboração própria.

que o objetivo da política DNSH de 'proteção e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas' apresenta desafios específicos em ambientes urbanos, especialmente em cidades sem espaços verdes adequados. Mais ainda, as áreas urbanas encontram frequentemente limitações inerentes à área disponível para criar ou restaurar *habitats* naturais, o que complica os esforços para melhorar a biodiversidade urbana e manter a saúde do ecossistema. Estas limitações podem impactar severamente a viabilidade de atingir as metas de DNSH através de projetos financiados pela ECP.

À semelhança do que foi proposto para as zonas rurais, o Quadro 10.4 propõe uma matriz TIA com várias componentes analíticas a avaliar em cada uma das seis áreas políticas do princípio DNSH, mas para as zonas urbanas. Mais uma vez, a utilização de uma metodologia TIA para avaliar este princípio poderá funcionar como uma solução para harmonizar os processos de avaliação de políticas em todos os Estados-Membros da UE. Isto inclui a substituição das ferramentas de avaliação de impacto ambiental (EIA) e de avaliação ambiental estratégica (SEA).

## 10.4. Conclusões

Num contexto em que existem inúmeras metodologias de avaliação de políticas (EC, 2013) e mecanismos de financiamento da UE (EC, 2024a), as administrações nacionais, regionais e locais enfrentam desafios crescentes para implementar quadros de monitorização e avaliação eficazes e harmonizados, o que constitui um elemento crítico de uma sólida capacidade administrativa (Potluka & Medeiros, 2024). Assim, os requisitos legais adicionais da UE para avaliar o princípio DNSH, que implica uma certa liberdade institucional metodológica para ser avaliado, trouxeram uma preocupação adicional e inesperada para a administração pública dos Estados-Membros da UE.

Do que foi possível analisar, as metodologias de avaliação das políticas de DNSH em curso aplicadas em vários Estados-Membros da UE, como Portugal, Bélgica, Itália e Finlândia, partilham abordagens semelhantes. Ao seguir as orientações da UE e ao sugerir uma abordagem de avaliação em dois passos (simplificada + substantiva) para avaliar as ações/programas

financiados pela ECP, os Estados-Membros estão a poupar recursos humanos, uma vez que esta é a mesma abordagem utilizada pelo Mecanismo de Recuperação e Resiliência da UE. Alguns, como Portugal, Itália e Bélgica, adotaram um questionário de rastreio que parece bastante simples de implementar e abrangente. Em contraste, a Finlândia segue um questionário mais detalhado e preciso, que pode não ser facilmente replicado noutros Estados-Membros com níveis mais eduzidos de capacidade administrativa.

A avaliação do princípio DNSH está nos seus estágios iniciais. Portanto, ainda não há muitas informações disponíveis sobre como está a ser avaliado. Contudo, uma coisa é certa: ainda não existe uma abordagem metodológica geral que possa ser usada para avaliar a sua implementação na UE. Para reduzir o nível de dúvida e complexidade na administração pública nacional e regional, na nossa opinião, é necessário estabelecer uma base jurídica para um mecanismo de avaliação de políticas harmonizador para avaliar o princípio DNSH e outros instrumentos de política da UE em todos os Estados-Membros da UE. Neste sentido, este artigo propõe a utilização de uma metodológica TIA para substituir não só as metodologias de avaliação de EIA e SEA existentes mas, também, como uma metodologia holística de avaliação de políticas que pode ser aplicada para avaliar a implementação do princípio DNSH. Para tal, a metodologia TIA selecionada necessita de produzir resultados sólidos e estar pronta para utilizar um mecanismo de avaliação contra-factual, como o TARGET\_TIA. Isto é especialmente importante porque as políticas avaliadas não atuam isoladamente, e os processos relacionados com o ambiente tendem a não ter limites claros nos seus potenciais impactes. Outra vantagem da utilização de uma metodologia TIA para avaliar todos os tipos de políticas e instrumentos é o facto de poder ser utilizada para analisar todas as dimensões do desenvolvimento territorial, incluindo os processos de desenvolvimento social, económico, ambiental, de governação e relacionados com o planeamento espacial.

Outro desafio crítico destacado neste artigo foi o ajuste do princípio DNSH para avaliar as áreas urbanas e rurais. Em ambos os casos, existem desafios significativos para avaliar as implicações dos programas da ECP nas seis áreas políticas do princípio DNSH (mitigação das alterações climáticas, adaptação às alterações climáticas, utilização sustentável e proteção dos recursos hídricos e marinhos, transição para uma economia circular, prevenção e controlo da poluição e proteção e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas), uma vez que os domínios relacionados com a sustentabilidade ambiental variam significativamente de território para território e não têm limites claramente definidos.

Num cenário ideal, as administrações regionais e nacionais responsáveis pela gestão dos fundos da ECP deveriam dispor de plataformas operacionais de monitorização e avaliação e capacidade administrativa adequada para avaliar a implementação do princípio DNSH. Neste sentido, as estruturas administrativas necessitam de conhecimentos especializados dos processos de avaliação de políticas e da legislação ambiental financiadas pela ECP para evitar a aquisição de *expertise* externa e consequentes aumentos de custos. Além disso, a nível da UE e nacional, é necessário disponibilizar estatísticas regionais anuais harmonizadas e atualizadas de um conjunto de indicadores relacionados com o ambiente, de preferência ao nível da nomenclatura das unidades territoriais estatísticas (NUTS) 3, que possam ser alinhadas com os seis objetivos ambientais do princípio DNSH. Estes dados podem facilitar uma análise mais robusta ao monitorizar e avaliar este princípio. Outra contrapartida essencial da necessidade de uma metodologia harmonizada para avaliar o princípio DNSH é a necessidade de seguir uma abordagem baseada no local (*place-based*) que enfatize as características únicas do desenvolvimento local/regional, bem como os seus desafios e potenciais. Isto é especialmente importante quando se analisa a implementação deste princípio em áreas urbanas e rurais.

Em conclusão, à medida que as políticas da UE evoluem em novos contextos de crise e as políticas ambientais ganham cada vez mais apoio das sociedades, serão criadas novas regulamentações para garantir que o investimento da UE visa os principais objetivos do EGD. Neste imaginário político cada vez mais verde da UE, um novo eco reivindicando a necessidade de avaliar o princípio DNSH entre as administrações nacionais criou uma série de desafios administrativos que estão a ser gradualmente enfrentados de forma diferente entre os Estados-Membros da UE. Um tema central em muitos destes desafios é qual pode ser a forma mais eficaz de avaliar o princípio DNSH sem impor uma carga burocrática extra desnecessária à administração pública. Este artigo contribui para esta discussão relevante e atual ao analisar casos existentes e ao propor potenciais recomendações para melhorar a eficácia da avaliação do princípio DNSH em áreas urbanas e rurais.

Análises futuras são, naturalmente, necessárias para dar continuidade a esta discussão. À medida que as políticas ambientais da UE evoluem, a investigação futura deve focar-se no refinamento das metodologias de avaliação e na exploração da eficácia da implementação de políticas nas diferentes regiões. Esta análise contínua não só aumentará a nossa compreensão da dinâmica operacional do princípio DNSH como, também, garantirá que as

políticas europeias, como a ECP, continuem a promover o desenvolvimento sustentável sem comprometer a integridade dos ambientes que pretendem proteger. Dados os imperativos do princípio DNSH, há uma necessidade urgente de reconsiderar o âmbito das políticas “baseadas no local”. Tradicionalmente, estas políticas visavam utilizar as características únicas dos territórios para promover o desenvolvimento económico e social. Entretanto, é agora crucial que estas políticas incorporem sistematicamente considerações ambientais. Os investigadores são encorajados a desenvolver ainda mais o que poderia ser chamado de “políticas ecológicas locais”, onde a sustentabilidade ambiental se torna parte integrante das estratégias locais devido à introdução do princípio DNSH na conceção e avaliação de políticas. A ideia principal é considerar que as implementações locais de políticas estão alinhadas com os objetivos gerais de integridade ecológica e sustentabilidade.



## Referências

- Akgün, A., Baycan, T., & Nijkamp, P. (2015). Rethinking on Sustainable Rural Development. *European Planning Studies*, 23(4), 678-692.
- ARPAE (2022a). *Valutazione di conformità al principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH) del Programma regionale FESR 2021-2027 della Regione Emilia-Romagna*. Agenzia Prevenzione Ambiente Energia Emilia-Romagna.
- ARPAE (2022b). *Schede di autovalutazione DNSH del POR FESR 2021-2027 della Regione Emilia-Romagna*. Agenzia Prevenzione Ambiente Energia Emilia-Romagna.
- Beltrán Miralles, M., Gourdon, T., Seigneur, I., Arranz Padilla, M., & Pickard Garcia, N. (2023). *The implementation of the 'Do Not Significant Harm' Principle in selected EU instruments. A comparative analysis*. Joint Research Centre.
- BFP (2023). *Application du principe DNSH au Plan national pour la reprise et la résilience* (Article no. 8). Développement durable Bureau Bureau fédéral du Plan.
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. United Nations.
- Cavalli L., Sanna, S., Alibegovic, M., Arras, F., Cocco, G., Farnia, L., Manca, E., Mulas, L., Onnis, M., Ortu, S., Romani, I., & Testa, M. (2021). Sustainable development goals and the European Cohesion Policy: an application to the autonomous Region of Sardinia. *Journal of Urban Ecology*, 7(1), 1-11.
- Daly, G (2023) EU Cohesion in an Age of Environmental Breakdown: Rethinking the Territorial Agenda, in Medeiros E. (Ed.), *Public Policies and Territorial Cohesion* (pp. 85-103). Springer.
- EC (2008). EU Cohesion Policy 1988-2008: Investing in Europe's future. *Panorama*, 26. European Commission.
- EC (2013). *EVALSED - The resource for the Evaluation for Socio-Economic Development*. European Commission.
- EC (2017). *Seventh report on economic, social and territorial cohesion*. European Commission.
- EC (2019). *The European Green Deal*. COM(2019) 640 final, European Commission.
- EC (2024a). *Ninth report on economic, social and territorial cohesion*. European Commission.
- EC (2024b). *Forging a sustainable future together Cohesion for a competitive and inclusive Europe. Report of the High-Level Group on the Future of Cohesion Policy*. European Commission, Brussels.
- EEA (2023). *Urban sustainability*. European Environmental Agency.

EPRC (2022). *Rural Sustainability Transitions through Integration of Knowledge for improved policy processes (RUSTIK)*. <https://eprc-strath.org/projects/rural-sustainability-transitions-through-integration-of-knowledge-for-improved-policy-processesrustik/>

Forsius, K., Silvo, K., Jouttijärvi, T., Marttunen, M., Mustajoki, J., Karppinen, T., Kostamo, K., Salo, P., Romppanen, S., Kautto, P., & Toivanen, R. (2022). *Implementation of the DNSH principle for measures set out in Finland's recovery and resilience plan*. Reports of the Finnish Environment Institute 3en.

Gasparini, A. (2023). Norway's opportunities via the Sovereign Wealth Fund and the European Green Deal. *International Journal of Environmental Studies*, 80(5), 1445-1455.

Gisotti, M., & Tarsi, E. (2023). Regional spatial planning for implementing the European Green Deal: a new method of assessment applied to the metropolitan area of Florence. *Planning Practice & Research*, 38(4), 581-611.

Listerborn, C. (2017). The flagship concept of the '4th urban environment'. Branding and visioning in Malmö, Sweden. *Planning Theory & Practice*, 18(1), 11-33.

Medeiros, E. (2019). Spatial Planning, Territorial Development and Territorial Impact Assessment. *Journal of Planning Literature*, 34(2), 171-182.

Medeiros E. (Ed.). (2020). *Territorial Impact Assessment. Advances in Spatial Science*. Springer, Cham.

Medeiros, E. (2022). Strategic-Based Regional Development: Towards a theory of everything for regional development?. *European Journal of Spatial Development*, 19(5), 1-26.

Medeiros, E. (2024). *Regional connectivity through an adequate transport infrastructure*. European Parliament.

Medeiros E., & van der Zwet, A. (2020a). Evaluating integrated sustainable urban development strategies: a methodological framework applied in Portugal. *European Planning Studies*, 28(3), 563-582.

Medeiros, E., & van der Zwet, A. (2020a). Sustainable and Integrated Urban Planning and Governance in metropolitan and medium-sized cities?. *Sustainability*, 12(15), 5976. <https://doi.org/10.3390/su12155976>

Medeiros, E., & Valente, B. (2023). Assessing impacts of public policies towards environmental sustainability in an EU region: North of Portugal. *European Planning Studies*, 32(2), 410-429.

Medeiros, E., Gonçalves, V., Castro, P., & Valente, B. (2022a). How impactful are Public Policies on Environmental Sustainability? Debating the Portuguese case of PO SEUR 2014–2020. *Sustainability*, 14(13), 7917. <https://doi.org/10.3390/su14137917>

Medeiros, E., Zaucha, J., & Ciołek, D. (2023). Measuring Territorial Cohesion trends in Europe. A correlation with EU Cohesion Policy. *European Planning Studies*, 31(18), 1868–1884.

Molek-Kozakowska, K. (2024). The hybrid discourse of the 'European Green Deal': road-mapping economic transition to environmental sustainability (almost) seamlessly. *Critical Discourse Studies*, 21(2), 182-199.

Moreno-Saiz J., Albertos, B., Ruiz-Molero, E., & Mateo, R. (2021). The European Union can afford greater ambition in the conservation of its threatened plants. *Biological Conservation*, 261, 109231.

Moulton, M. (2023). Myth of the near future? Assessing the European Green Deal's potential to become a political myth for the European Union. *Journal of Contemporary European Studies*, 1-14.

Nekvasil, M., & Moldan, B. (2018). Could Cohesion Policy push EU climate efforts?. *Climate Policy*, 18(1), 129-139.

OECD (2013). *Rural-Urban Partnerships: An Integrated Approach to Economic Development*. OECD Publishing.

OECD (2014). *Innovation and Modernising the Rural Economy*. OECD Publishing.

OECD (2020). *Managing Environmental and Energy Transitions for Regions and Cities*. OECD.

Potluka, O., & Medeiros, E. (2024). Administrative and Organisational Capacities of Civil Society in EU Cohesion Policy. *Regional Studies*, 58(4), 745-755.

Ramos, T. (coord.) (2022). *Relatório de aplicação do princípio "Do No Significant Harm – DNSH" ao Programa para a Ação Climática e Sustentabilidade (PACS)*. NOVA School of Science & Technology (FCT NOVA), Universidade NOVA de Lisboa.

Sandri, S., Hussein, H., Alshyab, N., & Sagatowski, J. (2023). The European Green Deal: Challenges and opportunities for the Southern Mediterranean. *Mediterranean Politics*. <https://doi.org/10.1080/13629395.2023.2237295>

Schunz, S. (2022). The 'European Green Deal' – a paradigm shift? Transformations in the European Union's sustainability meta-discourse. *Political Research Exchange*, 4(1), 2085121. <https://doi.org/10.1080/2474736X.2022.2085121>

Selwyn, B. (2021). A green new deal for agriculture: for, within, or against capitalism?. *The Journal of Peasant Studies*, 48(4), 778-806.

Soliman, A., & Soliman, Y. (2021). Exposing urban sustainability transitions: urban expansion in Alexandria, Egypt. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 14(1), 33-55.

UN (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.

UN (2022). *World Cities Report*. United Nations.

Urban Agenda (2016). *Establishing the Urban Agenda for the EU 'Pact of Amsterdam'*. Agreed at the Informal Meeting of EU Ministers Responsible for Urban Matters on 30 May 2016, Amsterdam.

Williams, J. (2023). Circular cities: planning for circular development in European cities. *European Planning Studies*, 31(1), 14-35.

Zhang, M., & Liu, Y. (2023). Global financial networks, municipal offshore financing and state-sponsored city-regional development. *Regional Studies*, 57(11), 2119–2135.

Zhou, Q., Jun, C., Shanqing, L., Fengxiu, Z., & Huwei, W. (2024). Pollution Control and Well-Being in Rural Areas: A Study Based on Survey Data. *Sustainability* 16(3), 1334. <https://doi.org/10.3390/su16031334>

## **Notas biográficas do editor e dos autores dos capítulos**

**José Cadima Ribeiro** é Professor Catedrático Aposentado da Escola de Economia, Gestão e Ciência Política da Universidade do Minho. Tem um Doutoramento em Ciências Económicas e Empresariais pela Universidade do Minho. É autor de artigos, livros e capítulos de livros nas áreas do desenvolvimento regional e das políticas regionais, e da economia do turismo, entre outras.

**Ana R. Araújo** é Investigadora Júnior do Instituto de Investigação em Biomateriais, Biodegradáveis e Biomiméticos da Universidade do Minho. A sua tese de doutoramento tem por base a investigação/valorização dos extratos do pó de cortiça, com particular interesse nos elagitaninos como compostos bioativos para aplicações na área biomédica, especialmente em doenças neurodegenerativas.

**Arian Behradfar** é especialista em Sistemas de Informação Geográfica, Planeamento Urbano e Sustentabilidade. Com uma forte atuação académica e internacional, dedica-se ao desenvolvimento de cidades resilientes, *design* sustentável e inovação no ordenamento urbano, promovendo soluções integradas para desafios ambientais e sociais contemporâneos.

**Edgar Bernardo** é Professor Coordenador no ISCE Douro, Antropólogo, e tem Doutoramentos em Sociologia pelo ISCTE-IUL e em Turismo pela Universidade de Aveiro. Investigador do CRIA-UMinho, os seus interesses de investigação centram-se no turismo e desenvolvimento, desde as perspetivas antropológica e sociológica. Recentemente, tem investigado sobre património cultural e patrimonialização, gastronomia e enoturismo, turismo responsável e governança turística.

**Eduardo Medeiros** é professor de Geografia, investigador integrado no RESILIENCE e investigador associado do DINÂMIA'CET-IUL. Tem um Doutoramento e pós-doutoramento em Geografia - Planeamento Regional e Urbano. Os seus interesses de investigação estão focados na avaliação de impactes territoriais, coesão territorial, desenvolvimento territorial, sustentabilidade ambiental, cooperação territorial e ordenamento do território.

**Emanuel M. Fernandes** é Diretor da subunidade 3B's Inovação e Serviços e Investigador Auxiliar no Grupo de Investigação 3B's, do Instituto de Investigação em Biomateriais, Biodegradáveis e Biomiméticos (I3Bs) da Universidade do Minho. Realiza investigação em ciência e tecnologia de materiais sustentáveis e compósitos de matriz polimérica para diferentes aplicações.

**Fernando Manuel Rocha da Cruz** possui um Doutoramento Europeu em Sociologia pela Universidade do Porto. Foi Professor Adjunto na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2013-2019) e Professor Visitante Sênior na Universidade Federal do Pará, Campus de Abaetetuba (2022-2023), ambas no Brasil.

**Hélder Silva Lopes** é Geógrafo, Professor Convidado Equiparado a Professor Auxiliar na Universidade do Minho, e investigador no Lab2PT - Laboratório de Paisagens, Património e Território e IN2PAST - Laboratório Associado para a Investigação e Inovação em Património, Artes, Sustentabilidade e Território. A sua investigação centra-se nas temáticas do turismo, alterações climáticas, perceção ambiental, ciência cidadã e Soluções baseadas na Natureza (SbN), com enfoque na sustentabilidade, saúde e bem-estar.

**Inácio Pinto Ribeiro** é mestrando em Geografia no Instituto de Ciências Sociais da Universidade do Minho. Dedica-se ao estudo das Soluções baseadas na Natureza (SbN), ciência cidadã e turismo, bem como ao estudo das implicações decorrentes das alterações climáticas, e de soluções passíveis de implementar com vista à melhoria do bem-estar e da saúde pública.

**Ivo Oliveira** é Arquiteto, professor na Escola de Arquitetura, Arte e *Design* e investigador no Laboratório de Paisagens, Património e Território. Foi membro da direção da plataforma UM Cidades e fundador da associação *The Future Design of Streets*. Investiga os temas da cidade e do território, nomeadamente a infraestrutura verde e a transformação ambiental das ruas.

**José F. G. Mendes** é atualmente Presidente Executivo da Fundação Mestre Casais e Professor Catedrático de Sistemas Regionais e Urbanos na Universidade do Minho. Foi Secretário de Estado do Ambiente, Secretário de Estado da Mobilidade, Secretário de Estado do Planeamento, *Chairman* da Transport Decarbonisation Alliance e consultor da Comissão Europeia.

**José Manuel Pereira Vieira** é Professor Emérito da Universidade do Minho, onde foi Pró-Reitor e Vice-Reitor. É doutorado em Engenharia Civil, especialista em Engenharia Sanitária e em Hidráulica e Recursos Hídricos. Coordenou projetos de graduação e pós-graduação em várias universidades (U.Minho, U.Coimbra, U.São Paulo, U.Santiago Compostela), bem como projetos de I&D de âmbito nacional e internacional.

**Ricardo A. Pires** é Investigador Principal do Grupo de Investigação 3B's da Universidade do Minho. Desde 2005 que a sua atividade de investigação inclui a valorização de materiais de origem natural, como por exemplo a cortiça, com particular interesse no desenvolvimento de aplicações para a área biomédica.

**Rita Sousa** é professora na Escola de Economia, Gestão e Ciência Política da Universidade do Minho, e especialista em políticas de baixo carbono. Tem apoiado governos, regiões e municípios na conceção e implementação de estratégias de neutralidade carbónica. Integra a Comissão Técnica de Acompanhamento do Mercado Voluntário de Carbono.

**Rui Alexandre Castanho** possui um Doutoramento Internacional em Desenvolvimento Sustentável e Cooperação Transfronteiriça. É Vice-Reitor na *WSB University*, Polónia, e Embaixador da UE para o Pacto. É ainda editor e orador internacional, promovendo soluções inovadoras para o ordenamento territorial, transição energética e sustentabilidade regional.

**Rui L. Reis** é Professor Catedrático e Presidente do Instituto de Investigação em Biomateriais, Biodegradáveis e Biomiméticos (I3Bs) e Diretor do Laboratório Associado ICVS/3B's. É também CEO do Instituto de Excelência em Engenharia de Tecidos e Medicina Regenerativa. Foi Presidente da Sociedade Internacional de Engenharia de Tecidos e Medicina Regenerativa e é o *Chair* dos *Fellows* Mundiais em Biomedical Science and Engineering (FBSE). É um dos cientistas mais produtivos e citados internacionalmente da sua área científica.

**Sebastien Bourdin** é Professor Catedrático de Geografia Económica e Reitor Associado da *EM Normandie Business School*. A sua investigação centra-se na análise das disparidades regionais na União Europeia e na política de coesão, mas também na economia circular e na transição energética.

**Xerardo Pereiro** é Professor Associado com Agregação da UTAD (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), Vila Real, e investigador do Centro em Rede de Investigação em Antropologia (CRIA). Tem realizado investigação sobre antropologia do turismo, relações rural-urbanas, património cultural e turismo.



# O Desafio Crítico da Sustentabilidade

As estratégias de desenvolvimento adotadas nas últimas décadas têm tido cada vez mais presentes preocupações de sustentabilidade, nas suas diferentes aceções, social, económica e ambiental. Para se chegar aqui, um longo caminho foi percorrido, onde aparecem como marcos maiores a publicação do livro "Os Limites do Crescimento" (1972) e o *Relatório Brundtland* (1987). O *Relatório Brundtland* estabelecia uma relação entre desenvolvimento sustentável e necessidade de valorização do progresso humano pela via da cooperação entre os povos, a satisfação das necessidades básicas da população, e a alteração da matriz energética.

Considerando, em particular, o caso das cidades, onde se concentra atualmente a maioria da população mundial, prosseguir a sua descarbonização requer não apenas inovação tecnológica mas, também, transformação cultural, justiça social e vontade política persistente, até porque a habitabilidade e a forma de construir se tornaram indissociáveis das questões relativas à proteção ecológica, à regulação ambiental, e à gestão de recursos e de riscos.

Disso e de muito mais se fala neste livro que reúne contributos de múltiplos autores, onde não faltam as referências à crescente relevância dos mercados voluntários de carbono na resposta à crise climática global e à necessidade de harmonizar e simplificar a base jurídica para avaliar o princípio DNSH ("Do Not Significant Harm") da União Europeia, para reduzir a carga administrativa associada à sua implementação.

Na Coleção de *Ensaios para a Sustentabilidade* da Fundação Mestre Casais, os temas a tratar e os autores são selecionados de forma a representarem as dimensões ambiental, climática, social, humana e económica da sustentabilidade, no respeito pelos valores do conhecimento, da independência, da transparência, do humanismo e do diálogo, consagrados nos Estatutos da Fundação.



Fundação  
Mestre  
Casais



UMinho Editora



Universidade do Minho

ISBN 978-989-9074-69-9



9 789899 074699 >