



# Alterações Climáticas Boas Práticas de Engenharia



ORDEM  
DOS  
ENGENHEIROS

20  
18

ANO DE  
das alterações  
climáticas

**“As questões relacionadas com o acompanhamento, mitigação e adaptação às evidentes consequências das alterações climáticas, passaram, assim, a fazer parte da nossa agenda quotidiana.”**

Carlos Mineiro Aires

# ÍNDICE DE CONTEÚDOS

## PREÂMBULO

## TEXTO ENQUADRADOR

### TEMA 01

#### CIDADES INTELIGENTES

1.0 Introdução

1.1 Símulas

1.2 Subtema Principal – Cidades Inteligentes e o Futuro da Mobilidade Urbana

### TEMA 02

#### INDÚSTRIA E SERVIÇOS

2.0 Introdução

2.1 Símulas

2.2 Subtema Principal – Boas Práticas para o Desenvolvimento Sustentável na Indústria Extrativa

### TEMA 03

#### AGRICULTURA E FLORESTAS

3.0 Introdução

3.1 Símulas

3.2 Subtema Principal – Pastagens Semeadas Biodiversas: Um Paradigma para as Soluções para o Clima baseadas na Natureza

### TEMA 04

#### MAR E LITORAL

4.0 Introdução

4.1 Símulas

4.2 Subtema Principal – Gestão de Sedimentos: Guia de boas práticas

### TEMA 05

#### AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS

5.0 Introdução

5.1 Símulas

5.2 Subtema Principal – Eficiência Energética – Sistemas Solares Térmicos Em Edifícios

## COLABORAÇÕES

# PREÂMBULO

O Conselho Diretivo Nacional da Ordem dos Engenheiros (OE) deliberou decretar o ano de 2018 como o "Ano OE das Alterações Climáticas", iniciativa que mereceu o Alto Patrocínio do Sua Exa. o Presidente da República e o apoio do Governo, através do Ministério do Ambiente.

Assim, encetámos um novo caminho de alerta e inquietação em torno de preocupações ambientais, mostrando uma nova faceta do que já são as missões e as prioridades globais da Engenharia, onde as questões relacionadas com o acompanhamento, mitigação e adaptação às evidentes consequências das alterações climáticas passaram a integrar a nossa agenda quotidiana.

Nesta mesma linha, o Conselho Diretivo Nacional já declarou o ano de 2019 como o ano da primeira componente da Economia Circular, a Eficiência Material, embora em estreita ligação com as eficiências hídrica e energética, como forma de alertar a Sociedade para a necessidade de serem adotadas novas posturas e despertar a consciência coletiva para alguns dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas.

Paralelamente, iremos agora complementar os contributos recebidos e as conclusões e as orientações que a OE entendeu compilar e plasmar neste documento, para que possamos enfatizar junto dos decisores políticos a importância do papel e da intervenção da Engenharia neste importante desafio.

Assim, num modelo mais ambicioso, iremos progressivamente densificar o que entendemos chamar por "Alterações Climáticas | Boas Práticas de Engenharia", cujo início reside nesta publicação.

A intenção é criar um documento "aberto", que parte de um cenário base, sustentado por um conjunto de conclusões de atividades que levámos a efeito ao longo de todo o ano, mas que possa ser objeto de permanente atualização através da inserção de todas as situações tipificáveis no domínio de cada especialidade de Engenharia.

A Ordem dos Engenheiros, ao liderar a abordagem deste tema, para além de prestar um serviço público, alerta para a necessidade de prossecução de políticas de responsabilidade social, ambiental e de sustentabilidade, consubstanciadas na implementação das melhores práticas globais neste domínio e coloca o seu conhecimento e capacidade de atuação e de cooperação à disposição do Governo de Portugal.

A todos o que ajudaram a prosseguir este projeto, ficam os nossos agradecimen-

Carlos Mineiro Aires  
Bastónario

# TEXTO ENQUADRADOR

## 1. O CONTEXTO

Em concretização da sua iniciativa de decretar o ano de 2018 como o "Ano OE das Alterações Climáticas", a Ordem dos Engenheiros desenvolveu durante o ano um programa de atividades que envolveu todos os órgãos nacionais e regionais e permitiu a abordagem transversal do papel da Engenharia e dos Engenheiros no acompanhamento e na mitigação dos impactos das alterações climáticas, bem como o papel das soluções tecnológicas na garantia de um futuro mais sustentável.

Foi ainda deliberada a inclusão, no âmbito daquelas atividades, do lançamento de um de um documento de Boas Práticas, a ocorrer durante a sessão de encerramento do programa.

A publicação deste documento resultou de proposta da autoria do Professor Engenheiro Fernando Santana, publicamente formulada na sessão de abertura e prontamente aceite por parte do Bastonário, Engenheiro Carlos Mineiro Aires.

Os objetivos então explicitados incidiam sobre a mais-valia associada ao registo e acessibilidade a informação sobre boas práticas profissionais em áreas temáticas cuja atualidade e importância fulcral estavam a ser enfatizadas e cultivadas pela Ordem dos Engenheiros.

## 2. A SISTEMATIZAÇÃO

Na preparação das atividades de elaboração do documento, foram acolhidas várias bases de estruturação.

A primeira incidiu sobre a sua longevidade de utilização, tendo sido acolhida a ideia de que, sendo evidente que as matérias das alterações climáticas remanescerão no topo das atenções durante muitos anos, se deveria optar por uma publicação evolutiva, com uma estruturação temática de base e com inserção progressiva de documentos relativos a boas práticas enquadradas em cada um dos temas e subtemas.

Depois e tendo presente a transversalidade do tema foi decidido acolher uma sistematização temática como segue:

**01** Cidades Inteligentes

**02** Indústria e Serviços

**03** Desenvolvimento Rural, Agricultura e Florestas

**04** Mar e Litoral

**05** Ambiente e Recursos Naturais

Para cada um dos temas, foi constituído um Grupo de Coordenação com as atribuições de segmentação em subtemas, de especificação das abordagens a concretizar e de definição e dinamização dos autores dos documentos a incluir no documento.

No decurso dos trabalhos, foram especialmente tomados em conta os documentos publicados no âmbito das atividades que vêm sendo empreendidas no plano supranacional, com destaque para as iniciativas implementadas pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

Relativamente a cada tema, foi escolhido um subtema principal com a finalidade de ser objeto de tratamento especial, consubstanciado na produção de texto descritivo de uma boa prática.

Para além da valia intrínseca da prática descrita, pretendeu-se que cada um daqueles textos constitua um protótipo propiciador da eventual indução posterior de melhorias de formatos e procedimentos que venham a mostrar-se justificados.

Referenciam-se em seguida os desenvolvimentos conseguidos.

# 01 Cidades Inteligentes

## Grupo de Coordenação

Engenheiros Miguel de Castro Neto (Coordenador), Paulo Vasconcelos Correia e José Nunes do Vale.

## Estruturação acolhida

Foi estabelecida a segmentação nos subtemas seguintes:

- Smart mobility (tema principal)
- Smart economy
- Smart governance
- Smart environment
- Smart people
- Smart living

## Documento de Boa Prática

Título: "Cidades inteligentes e o futuro da mobilidade urbana"

Autores: Engenheiros Miguel de Castro Neto, Paulo Vasconcelos Correia e José Nunes do Vale

## Súmula (Transcrição)

*O processo em curso à escala global de crescente população urbana vem colocar sobre pressão as cidades no sentido de assegurar qualidade de vida a quem nelas vive, trabalha ou visita, mediante uma maior eficiência na utilização dos recursos e melhor gestão dos serviços e infraestruturas disponibilizados pelos espaços urbanos, em paralelo com ações concretas de combate às alterações climáticas na medida em que as cidades serão o campo de batalha onde este combate será travado. Assim, as cidades serão inteligentes apenas e se conseguirem responder às necessidades e anseios dos cidadãos e encontrarem soluções sustentáveis económica, social e ambientalmente tendo como visão de longo prazo uma evolução clara da economia linear para a economia circular.*

*Neste contexto e após apresentação a visão de cidade inteligente e de que forma a mesma pode responder aos desafios identificados, será abordada em mais detalhe a área da mobilidade inteligente, na medida em que consideramos que esta é neste momento a grande força disruptiva que alterará de forma estrutural os modelos tradicionais de organização do espaço urbano e a forma como as cidades são vividas.*

## 02 Indústria e Serviços

### Grupo de Coordenação

Engenheiros Aires Ferreira (Coordenador), António Dimas, Carlos Caxaria, Luís Pereira de Araújo, Luís Todo Bom e Ricardo Machado

### Estruturação acolhida

Foi estabelecida a segmentação nos subtemas seguintes:

- Desenvolvimento industrial sustentável (tema principal)
- Redução de emissões de gás de efeito de estufa na indústria, no âmbito do qual foi produzido o documento intitulado “Contributos da Engenharia Química para a Redução dos Gases de Efeito de Estufa”, da autoria dos Engenheiros Luís Pereira de Araújo e Manuel Fernando Ribeiro Pereira
- Boas práticas ambientais, no âmbito do qual foi produzido o documento intitulado “Boas Práticas e o Ambiente - A Importância da consciência de cada um e das organizações”, da autoria do Engenheiro Luis Miranda Torres
- Biomassa como fonte energética

### Documento de Boa Prática

Título: “Boas práticas para o desenvolvimento sustentável na indústria extrativa”

Autores: Engenheiros Carlos Caxaria e Alfredo Franco

### Súmula (Transcrição)

*Considerando os objetivos pretendidos pela Ordem dos Engenheiros para o “Ano das Alterações Climáticas”, no que às Boas Práticas diz respeito, e tendo ficado com a responsabilidade de preparação do documento inerente ao Tema 2 – Indústria, o Colégio de Engenharia Geológica e de Minas entendeu que uma abordagem de caráter estratégico, nomeadamente às “Boas Práticas para o Desenvolvimento Sustentável na Indústria Extrativa”, seria um contributo útil para quem tem responsabilidades de gestão no setor, quer seja ao nível governamental/público quer seja ao nível empresarial.*

*O trabalho que a seguir se apresenta é um resumo adaptado de um documento desenvolvido para a reunião preparatória intergovernamental da Comissão de Desenvolvimento Sustentável, realizada na primeira semana de Março de 2011 em Nova Iorque, no qual os signatários deste trabalho estiveram envolvidos como relatores e representantes de Portugal na qualidade de País Líder da UE para este tema.*

## 03 Desenvolvimento Rural, Agricultura e Florestas

### Grupo de Coordenação

Engenheiros António de Sousa Macedo (Coordenador), Miguel de Castro Neto e Teresa Sá Pereira

### Estruturação acolhida

Foi estabelecida a segmentação nos subtemas seguintes:

- Pastagens semeadas biodiversas (tema principal)
- Uso dos solos, no âmbito do qual foi produzido o documento intitulado “As alterações do uso do Solo – Desafios para as alterações climáticas”
- Cadeia alimentar, no âmbito do qual foi produzido o documento intitulado “Dieta mediterrânica e o equilíbrio da cadeia alimentar”

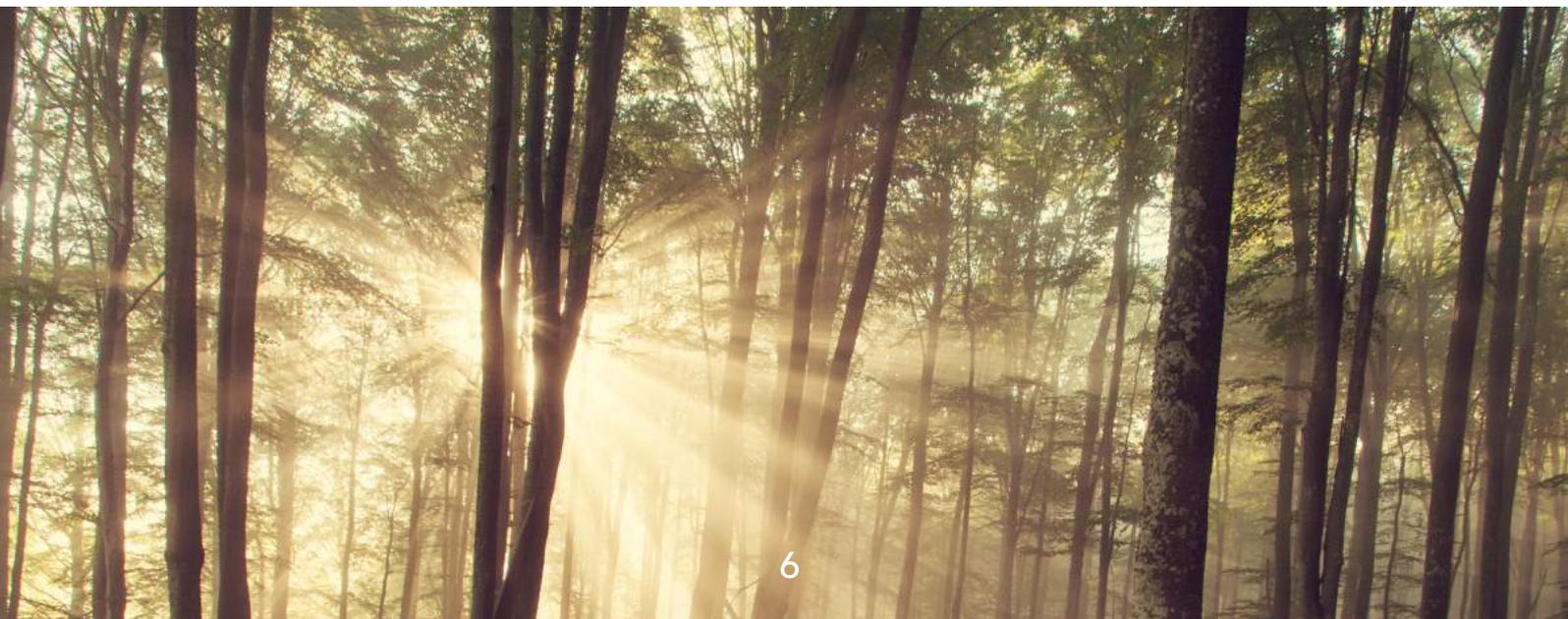
### Documento de Boa Prática

Título: “Pastagens semeadas biodiversas - um paradigma para as soluções para o clima baseadas na natureza”

Autores: Engenheiros Tiago Domingos, Ricardo F. M. Teixeira, Ivo Gama, Marjan Jongen, Tiago G. Morais, Nuno Rodrigues e Tatiana Valada

### Súmula (Transcrição)

*As Pastagens Semeadas Biodiversas (PSB) constituem uma solução baseada na natureza, inovadora e economicamente competitiva (“economia verde”) para pastagens inteligentes do ponto de vista climático que ocorram na região Mediterrânica, que tira partido da biodiversidade no sentido de promover a produtividade das pastagens (mais do que duplicando o encabeçamento sustentável), a fertilidade do solo (triplicando a matéria orgânica do solo), o sequestro de carbono (cerca de 6,5 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectare e por ano durante dez anos) e a adaptação climática.*



## 04 Mar e Litoral

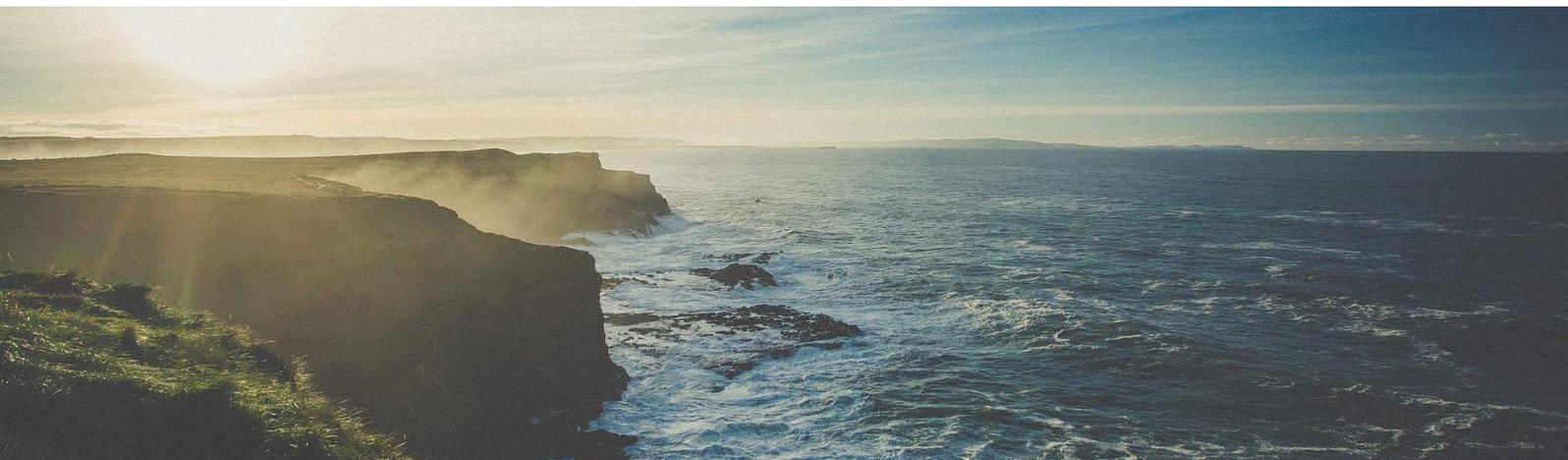
### Grupo de Coordenação

Engenheiros Teresa Sá Pereira (Coordenadora), Paulo Vasconcelos Correia e Pedro Ponte

### Estruturação acolhida

Foi estabelecida a segmentação nos subtemas seguintes:

- Gestão de sedimentos (tema principal);
- Gestão da Zona Costeira, no âmbito do qual foi produzido o documento com extratos do relatório intitulado " Gestão da Zona Costeira. O Desafio da Mudança", produzido em 2014 pelo Grupo de Trabalho do Litoral.
- Avaliação de galgamentos em estruturas de proteção marginal



### Documento de Boa Prática

Título: "Gestão de sedimentos: guia de boas práticas"

Autor: Engenheiro Luís Ivens Portela

### Súmula (Transcrição)

Estima-se que a erosão costeira em litoral arenoso afete cerca de 20% da linha de costa portuguesa. Os processos erosivos devem-se fundamentalmente à existência de défices sedimentares induzidos por atividades humanas, mas a situação poderá ser agravada por uma aceleração da subida do nível médio do mar. A gestão de sedimentos, e em particular a gestão dos sedimentos dragados pelas autoridades portuárias, pode desempenhar um papel importante na minimização dos processos erosivos. Os canais de navegação são frequentemente assoreados por areias captadas ao transporte sedimentar litoral. A reintrodução dessas areias nos sistemas costeiros e na dinâmica litoral, em articulação com as autoridades ambientais, é uma opção técnica e economicamente adequada.

## 05 Ambiente e Recursos Naturais

### Grupo de Coordenação

Engenheiros Jorge Liça (Coordenador), António Albuquerque e Jorge Gil Saraiva

### Estruturação acolhida

Foi estabelecida a segmentação nos subtemas seguintes:

- Eficiência energética (tema principal)
- Energias renováveis
- Emissões de gases com efeito de estufa
- Autoconsumo e produção distribuída de eletricidade
- Armazenamento de energia

Além do documento inserido no tema principal, foi produzido pelo Grupo Coordenador um texto relativo a cada um dos subtemas.

### Documento de Boa Prática

Título: "Sistemas solares térmicos em edifícios"

Autor: Engenheiro Jorge Cruz Costa

### Súmula (Transcrição):

*Portugal foi um dos pioneiros na captação da Energia Solar com as realizações do Padre Himalaia, cuja intuição, de que a energia solar e outras energias renováveis poderiam vir a tornar-se as energias do futuro, o tornou percussor daquilo que hoje se pode definir como desenvolvimento ecologicamente sustentado.*

*Em 1904 na Exposição Mundial em St. Louis, no Missouri, o seu PIRELIÓFORO, com 80 m<sup>2</sup> de espelhos atingiu 3500°C e recebeu o "Grand Prix".*

*Portugal é um dos países da Europa com maior disponibilidade de radiação solar, mas este recurso tem sido mal aproveitado.*

*No setor doméstico, a água quente é utilizada essencialmente em duchas e banhos de imersão, na lavagem de louça e da roupa.*

*Os equipamentos convencionais mais comuns utilizados no aquecimento da água são os esquentadores e caldeiras murais a gás e os termoacumuladores a gás e elétricos. Estes aparelhos são responsáveis por cerca de 50% do consumo de energia no setor doméstico.*

*A utilização de coletores solares em larga escala poderá contribuir para a redução substancial dessa fatura e do peso do setor no balanço energético global.*

*Por outro lado, a energia solar é um recurso endógeno gratuito que pode proporcionar uma importante poupança para os seus utilizadores e contribuir para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>.*

*De acordo com o levantamento efetuado para o programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas – Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001) no nosso País poderiam ser instalados 7 500 000 m<sup>2</sup> de coletores solares, proporcionando cerca de 4900 GWh/ano de energia útil.*

*A incorporação de sistema solares térmicos passou a ser obrigatória pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, em novas construções e grandes reabilitações, desde que exista área com exposição adequada (Ver Art.º 7).*

*Qual a razão para o mercado não estar florescente?*

*As dificuldades de integração arquitetónica e o preço são um incentivo para se encontrarem justificações legais da sua não utilização.*

*A certificação de componentes e de sistemas resolveu muitos problemas. Abordaremos neste capítulo as principais Regras de Arte para a conceção, instalação e utilização destes equipamentos, sem esquecer os aspetos de integração arquitetónica.*

Lisboa, 29 de janeiro de 2019

Carlos Loureiro  
Vice-presidente Nacional (2016-2019)





# TEMA 01

# CIDADES INTELIGENTES

## 1.0 INTRODUÇÃO

As áreas urbanas são hoje verdadeiros polos de atração e fixação de população, com todo o potencial de geração de riqueza e inovação que tal facto encerra, mas também potenciador de grandes desafios em termos da gestão de infraestruturas e equipamentos. Efetivamente, nos nossos dias, 50% da população mundial vive em espaços urbanos (estimando-se que este número suba para 75% em 2050, representando nessa altura 9 mil milhões de pessoas) e, apesar das cidades ocuparem apenas 2% da superfície terrestre, são responsáveis pela produção de 80% do PIB global, consumindo 75% dos recursos naturais, produzindo 50% do lixo global e emitindo 60-80% dos Gases com Efeitos de Estufa (UNEP, 2017).

Esta realidade está a colocar uma enorme pressão na governação das cidades e nos respetivos modelos de planeamento e gestão das mesmas, quer com o objetivo de gerir serviços e infraestruturas de forma a garantir a adoção de processos mais eficientes na utilização dos recursos, quer também para melhorar a mobilidade, a segurança, o ambiente e qualidade de vida de quem nelas habita, trabalha ou as visita.

A proliferação de iniciativas de "Cidades Inteligentes" em todo o mundo é parte da resposta estratégica para estes desafios e oportunidades da crescente urbanização e da emergência das cidades como espaço de desenvolvimento social e económico.

Entre as múltiplas definições de cidade inteligente possíveis, adotamos aquela proposta pelo Parlamento Europeu<sup>1</sup> onde uma Cidade Inteligente é "uma cidade que procura endereçar questões públicas por meio de soluções baseadas em tecnologias de informação e comunicação envolvendo múltiplos atores numa parceria de base local".

Esta ideia de cidades inteligentes está alicerçada na criação e interligação de capital humano, capital social e infraestruturas de tecnologias de informação e comunicação, a fim de gerar maior e mais sustentável desenvolvimento económico e uma melhor qualidade de vida.

Enquanto processo de transformação urbana, as estratégias de cidades inteligentes visam aproveitar as tecnologias de informação e comunicação e a geração de conhecimento para promover a regeneração económica, a coesão social, uma melhor administração da cidade e gestão das infraestruturas.

<sup>1</sup> Mapping Smart Cities in the EU, European Parliament, 2014.

A materialização desta visão de cidade inteligente implica uma verdadeira transformação digital dos espaços urbanos, suportada na disponibilização alargada de dados e na atualização permanente da informação de suporte à tomada de decisão, quer de planeamento, quer de gestão, passando de uma lógica de gestão urbana reativa para uma lógica proativa. Um processo que conduzirá a cidades cognitivas em que a gestão urbana se alicerça na potenciação das tecnologias de informação e comunicação e das técnicas avançadas de processamento e análise de dados em tempo real, em prol de um funcionamento eficiente e sustentável dos vários subsistemas que concorrem para a vida nas cidades, contribuindo diretamente para a criação de cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.

Entre as múltiplas abordagens ao conceito de cidade inteligente, tem vindo a emergir na literatura um consenso em que as cidades inteligentes podem ser definidas ao longo de seis eixos ou dimensões: Economia Inteligente; Mobilidade Inteligente; Ambiente Inteligente; Pessoas Inteligentes; Qualidade de Vida Inteligente; Governança Inteligente.

Mais, o sucesso de uma cidade inteligente dependerá da profundidade e eficácia da melhoria alcançada dentro de cada área ou iniciativa e da coerência ou equilíbrio do portfólio de iniciativas em toda a cidade.

Assim, uma cidade inteligente será uma comunidade que terá um bom desempenho nas acima referidas seis dimensões e onde o peso relativo da cada uma destas dimensões dependerá da sua identidade própria, isto é, das suas características específicas, que irão determinar quais os desafios a que ambiciona responder e os pontos fortes que pretende alavancar visando criar uma comunidade inclusiva, segura, sustentável e resiliente.



## 1.1 SÚMULAS

### SÚMULA SUBTEMA PRINCIPAL

**Cidades Inteligentes e o futuro da Mobilidade Urbana:** envolve sistemas sustentáveis e inovadores de transporte, logística e comunicação, apoiados em tecnologias de informação e comunicação e na partilha de dados, onde as informações em tempo real melhoram o planeamento e a gestão da mobilidade pública e pessoal, aumentando a utilização das diferentes opções de mobilidade e intermodalidade (comboio, autocarro, metropolitano, carros, bicicletas, etc.). Uma mobilidade inteligente implica uma gestão segura, eficiente e sustentável dos sistemas de transporte e logística, facilitadora do acesso, uso e usufruto do espaço urbano pelo cidadão, promovendo uma mobilidade eficiente das pessoas e garantindo o acesso de todos, incluindo os cidadãos com necessidades especiais. A mobilidade inteligente ambiciona oferecer opções de transporte acessíveis e ecológicas, ser conveniente e poupar tempo aos cidadãos nas suas deslocações, reduzir custos e diminuir as emissões nocivas para o ambiente e para a saúde.

### SÚMULA SUBTEMA 2

**Economia Inteligente:** envolve o papel da economia e como podem as transações económicas, de forma transformadora, responsável e holística, levar a modelos de produção de bens e serviços mais eficientes e flexíveis, ao mesmo tempo que potenciam a inovação na criação de novos modelos de negócios, alavancados pela conectividade e pela internet de tudo (equipamentos, sistemas e pessoas). Uma economia inteligente que procura responder aos desafios da inteligência urbana com abordagens inovadoras e sustentáveis onde se destaca a economia da partilha e a transição da economia linear para a economia circular.

### SÚMULA SUBTEMA 3

**Ambiente Inteligente:** refere-se ao cuidado com os recursos naturais e a sua preservação, incluindo as infraestruturas físicas de água, energia e desenvolvimento urbano. Um ambiente inteligente inclui mecanismos que garantem um desenvolvimento harmonioso de infraestruturas, desenhadas para responder às necessidades presentes dos cidadãos, garantindo a preservação do ambiente para as futuras gerações e o acesso e usufruto do espaço urbano pela Sociedade. Envolve a gestão sustentável de recursos, a proteção ambiental e a redução da poluição, por exemplo com a construção verde ou a produção e o consumo de energia verde, mas também a adoção de modelos mais resilientes de desenvolvimento urbano.

#### SÚMULA SUBTEMA 4

**Pessoas Inteligentes**: refere-se ao capital humano da cidade, envolvendo a educação, a inclusão social e a colaboração cidadã. Uma sociedade inteligente onde os cidadãos estão motivados para aprender e para participar na co-criação da vida pública, respeitando a pluralidade, a inclusão social dos mais desfavorecidos e a participação ativa dos cidadãos nas decisões que os afetam. Alguns dos valores relevantes neste contexto são a inclusão, equidade, criatividade, tolerância, etc., sendo hoje considerado o ativo mais importante na construção de cidades inteligentes onde o cidadão é o foco da atenção mas também o agente da mudança na criação de espaços urbanos inclusivos, seguros, sustentáveis e resilientes.

#### SÚMULA SUBTEMA 5

**Qualidade de Vida Inteligente**: aborda a qualidade de vida em meios urbanos e envolve as infraestruturas de apoio à vida quotidiana, quer em termos físicos ou materiais, quer em termos sociais, ou seja, a disponibilidade de opções de habitação digna, boas condições de saúde e oportunidades de trabalho, mas também oferecer atividades com significado e instalações educacionais e culturais num quadro de coesão social. Ambiciona construir uma cidade inteligente como um espaço agradável para viver e trabalhar, promovendo iniciativas que contribuam para o bem estar dos cidadãos nas diferentes dimensões: ambiental, intervindo ao nível das infraestruturas urbanas, habitação e segurança; e social, atuando na promoção da cultura, no lazer e no consumo responsável.

#### SÚMULA SUBTEMA 6

**Governança Inteligente**: refere-se a estratégias e políticas públicas, incluindo modelos de planeamento urbano alargados capazes de integrar de forma equilibrada os interesses dos cidadãos, das organizações não governamentais, das empresas e da administração, possibilitando a co-produção de serviços públicos com o envolvimento de todos os atores. Idealmente, a governança inteligente é um sistema deliberativo transparente que com os meios de comunicação digitais atuais permite uma partilha de informação alargada e uma ampla variedade de modelos de participação, em diferentes níveis de tomada de decisão, caracterizando-se por uma orquestração e equilíbrio de processos formais, informais, parcerias, redes, etc.

## 1.2 SUBTEMA PRINCIPAL - CIDADES INTELIGENTES E O FUTURO DA MOBILIDADE URBANA

### RESUMO

O processo em curso à escala global de crescente população urbana vem colocar sobre pressão as cidades no sentido de assegurar qualidade de vida a quem nelas vive, trabalha ou visita, mediante uma maior eficiência na utilização dos recursos e melhor gestão dos serviços e infraestruturas disponibilizados pelos espaços urbanos, em paralelo com ações concretas de combate às alterações climáticas na medida em que as cidades serão o campo de batalha onde este combate será travado. Assim, as cidades serão inteligentes apenas e se conseguirem responder às necessidades e anseios dos cidadãos e encontrarem soluções sustentáveis económica, social e ambientalmente, tendo como visão de longo prazo uma evolução clara da economia linear para a economia circular. Neste contexto e após apresentação a visão de cidade inteligente e de que forma a mesma pode responder aos desafios identificados, será abordada em mais detalhe a área da mobilidade inteligente, na medida em que consideramos que esta é, neste momento, a grande força disruptiva que alterará de forma estrutural os modelos tradicionais de organização do espaço urbano e a forma como as cidades são vividas.



## INTRODUÇÃO

Hoje mais de 50% da população mundial vive em espaços urbanos, processo este de urbanização que tende a aumentar – estimando-se um crescimento populacional de sete para nove mil milhões até 2050, os quais representarão 75% da população global. Efetivamente, apesar das cidades ocuparem apenas 2% da superfície terrestre, são responsáveis pela produção de 80% do PIB global, consomem 75% dos recursos naturais, produzem 50% do lixo global e emitem 60-80% dos Gases com Efeitos de Estufa (UNEP, 2017).

Esta realidade coloca uma enorme pressão na governação das cidades, quer com o objetivo de gerir serviços e infraestruturas de forma a garantir a adoção de processos mais eficientes na utilização dos recursos, quer também para melhorar a mobilidade, a segurança, o ambiente e qualidade de vida de quem nelas habita, trabalha ou visita. Desta forma, a proliferação de iniciativas de "Cidades Inteligentes" em todo o mundo é parte da resposta estratégica para os desafios e oportunidades da crescente urbanização e da emergência das cidades como espaço de desenvolvimento social e económico.

Enquanto processo de transformação urbana, as iniciativas de cidades inteligentes visam aproveitar as tecnologias de informação e comunicação e a geração de conhecimento para promover a regeneração económica, a coesão social, uma melhor administração da cidade e gestão das infraestruturas (Ojo, Curry e Janowski, 2014).

Para que esta visão de cidade inteligente se materialize, importa passar de uma lógica de gestão urbana reativa para uma lógica proativa, suportada pela sua transformação digital e baseada no conhecimento, na disponibilização alargada de dados e na atualização permanente da informação de suporte à tomada de decisão, quer de planeamento, quer de gestão. Uma cidade cognitiva em que a gestão urbana se alicerça na potenciação das TIC e das técnicas avançadas de processamento e análise de dados em tempo real, em prol de um funcionamento eficiente e sustentável dos vários subsistemas que concorrem para a vida nas cidades pois inteligência gera eficiência, o que contribui diretamente para a criação de cidades mais sustentáveis, resilientes à mudança contínua e para uma maior qualidade de vida em meio urbano.

Um dos maiores desafios que as cidades enfrentam na atualidade é garantir níveis de mobilidade adequados nas suas múltiplas vertentes, isto é, para efeitos de lazer, trabalho, estudo, turismo, etc., sendo inquestionável que a revolução tecnológica em curso no setor está a provocar uma disrupção efetiva da forma como temos acesso a este serviço dos espaços urbanos. Neste contexto, as atuais tendências de veículos elétricos, autónomos e partilhados irão contribuir de forma muito significativa para melhorar a qualidade do serviço para o utilizador, através da redução dos tempos médios de viagem, dos congestionamentos e dos acidentes, e dos impactos ambientais através da utilização de eletricidade obtida a partir de energias renováveis e da redução da emissão de gases com efeitos de estufa, não esquecendo a diminuição dos níveis de ruído e efeito na temperatura das cidades.

## CIDADES INTELIGENTES

O conceito de cidade inteligente, apesar de não ser recente, mantém-se algo difuso e bastante heterogéneo. Em termos gerais, pode dizer-se que uma cidade inteligente é uma cidade conectada, sábia e otimizada pela administração local com recurso às tecnologias de informação para otimizar serviços e infraestruturas, reduzir custos, aumentar a segurança, atrair investimento, ser sustentável e melhorar a qualidade de vida de quem nela vive, trabalha ou visita.

Uma cidade inteligente é uma plataforma de inteligência urbana que, recorrendo aos mais recentes desenvolvimentos tecnológicos, procura responder às necessidades dos cidadãos de forma sustentável e efetiva, garantindo o desenvolvimento e a coesão social ao mesmo tempo que promove uma utilização mais eficiente dos recursos e responde aos desafios do urbanismo. A construção desta inteligência urbana impõe a necessidade das cidades passarem por um processo de transformação digital como alicerce fundamental deste novo paradigma. Uma cidade das pessoas e para as pessoas, onde a transformação digital, a inovação e a criatividade têm como ponto de partida soluções que melhorem a qualidade de vida da população.

De acordo com a Comissão Europeia, uma cidade inteligente é um espaço onde as redes e serviços tradicionais são tornados mais eficientes através da utilização de tecnologias digitais e telecomunicações, em benefício dos seus habitantes e empresas.

Numa perspetiva mais holística (ISO, 2014) uma cidade inteligente deve ser descrita como uma cidade que:

- Aumenta drasticamente o ritmo a que cresce a sua sustentabilidade e resiliência;
- Fundamentalmente melhorando a forma (i) como envolve a sociedade, (ii) como utiliza métodos de liderança colaborativa, (iii) como trabalha transversalmente áreas disciplinares e sistemas da cidade, e (iv) como utiliza dados e tecnologias integradas;
- Tendo em vista transformar serviços e qualidade de vida para aqueles que estão na cidade e para aqueles que estão envolvidos com a cidade (quem vive, quem trabalha e quem a visita).

As cidades são, assim, sistemas vivos complexos que se organizam em diferentes bairros, com economias locais interligadas num desenvolvimento conjunto. E, conseqüentemente (Telefonica, 2016), podemos olhar para uma cidade inteligente como aquela que utiliza a tecnologia para fornecer serviços urbanos mais eficientes, para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e transformar os modelos de relacionamento entre os atores locais procurando construir um novo modelo sustentável de vida na cidade para todos os seus habitantes, trabalhadores, investidores, visitantes e turistas, numa comunhão capaz de gerar mais emprego e mais felicidade.

A grande diferença relativamente ao paradigma de cidade tradicional é que a tecnologia nesta mudança tem um papel disruptivo e a transformação digital é a verdadeira alavanca da construção da inteligência urbana.

Segundo Khatoun e Zeadally (2016), o modelo de referência de cidade inteligente mais adotado globalmente inclui seis dimensões "Smart": governança; economia; mobilidade; ambiente; vivência; e pessoas, conforme é apresentado de seguida.

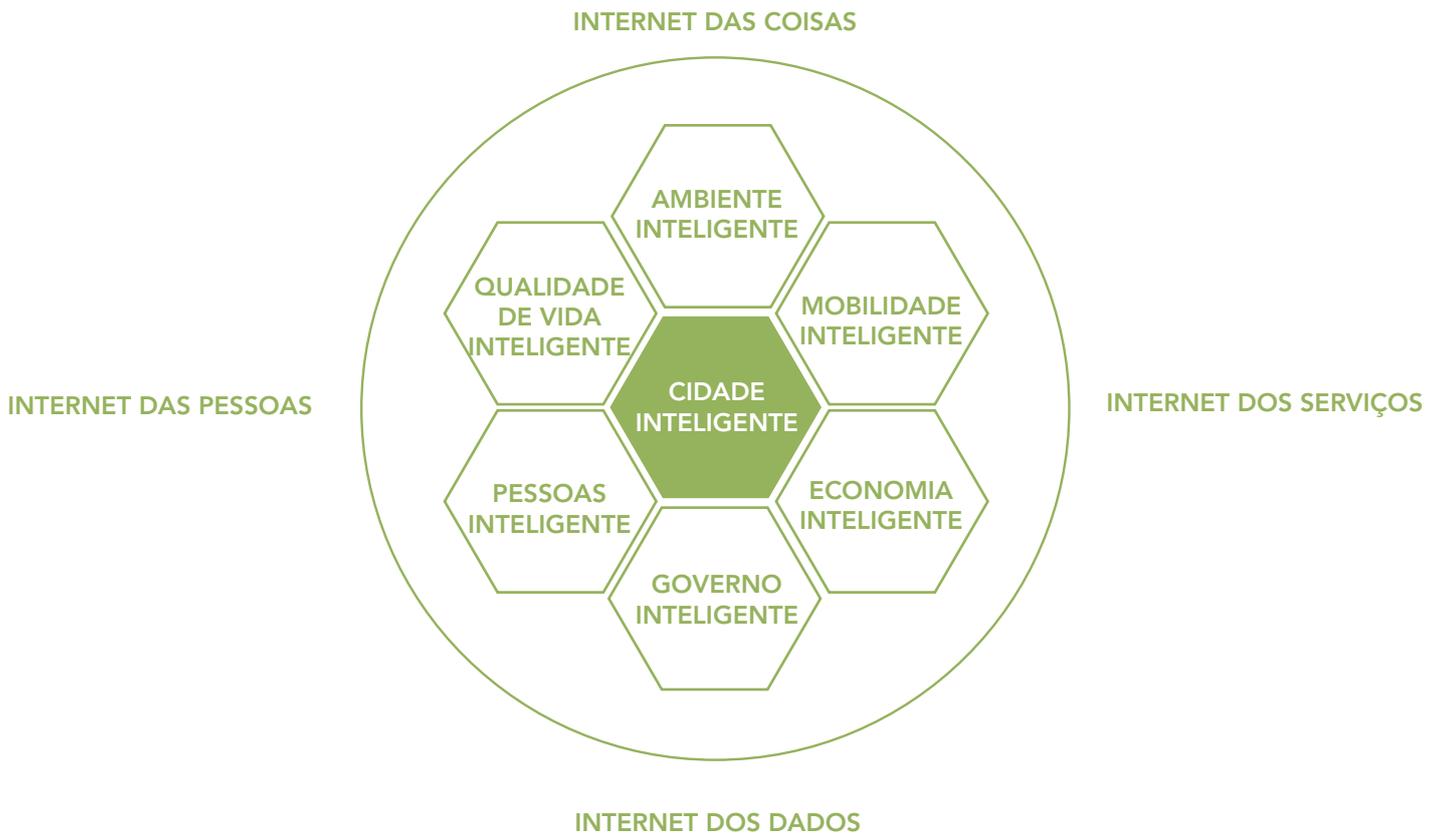


Figura 1 - Modelo Cidade Inteligente (Khatoun e Zeadally, 2016)

A transformação digital, com o foco na informação, é hoje uma alavanca da mudança do modelo de gestão das cidades, na convicção de que se gere melhor uma cidade que se conhece melhor, sendo uma matéria transversal a todos os domínios estratégicos da cidade: da economia à inclusão social, do ambiente à regeneração urbana, da gestão e prevenção de riscos à integração urbano-rural.

O potencial que as tecnologias oferecem hoje de capturação de gigantescas quantidades de dados, lança o desafio de serem criadas as capacidades e competências analíticas para promover a sua conversão em informação e em conhecimento e, assim, passarem a ter valor para os processos de tomada de decisão, para a criação de novos produtos e serviços e para uma cidadania mais ativa e participada.

Esta capacidade de criação, recolha e tratamento de dados dispersos e sua disponibilização de forma aberta é o primeiro passo e, também, o mais ambicioso e disruptivo. As autarquias têm aqui um papel fundamental e uma oportunidade de despoletar processos de inovação aberta, cocriação e inteligência coletiva onde cidadãos, empresas, administração e academia, bem como o terceiro setor, irão criar continuamente novos produtos e serviços, muitos deles ainda inimagináveis, de elevado valor acrescentado e capazes de gerar novos mercados. Cabe, assim também aos municípios dar o primeiro passo e lançar iniciativas de dados abertos (suportadas, num primeiro momento, pelas fontes de dados internas e pelos seus projetos baseados em IoT), e na sua qualidade de planeadores e gestores do território e das cidades.

### **A CIDADE COMO PLATAFORMA PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL**

Efetivamente, para promover esta transformação com sucesso, as cidades necessitam de entregar aos cidadãos quatro pilares de experiência digital (Telefonica, 2016):

- Utilizar a tecnologia (infraestruturas avançadas, plataformas e serviços) para fornecer serviços urbanos mais eficientes;
- Melhorar a qualidade de vida dos cidadãos;
- Desenvolver um novo relacionamento entre a autarquia e as empresas locais;
- Gerir as necessidades atuais e futuras da cidade em termos económicos, sociais e ambientais.

Este processo de transformação decorre, em grande medida, de quatro grandes ativos que estão a confluir e a fornecer subitamente a capacidade das cidades se tornarem mais inteligentes – pessoas, dados, infraestruturas e tecnologia, que podem interagir de forma mais fluída e sinérgica do que antes. Neste contexto, enquadrar a cidade como plataforma é estruturante para a sua transformação digital e alicerce indispensável da construção da inteligência urbana.

De acordo com o relatório “Smart Cities – The city as a platform for Digital Transformation” (Telefonica, 2016), as cidades como “plataforma” devem facilitar sinergias, garantir a interoperabilidade com outros serviços e promover a inovação a partir das plataformas abertas, estabelecendo um mercado digital único de aplicações e serviços para os cidadãos, empresas e visitantes.

Neste sentido, apresentamos de seguida o que consideramos uma possível conceptualização da cidade inteligente como plataforma.

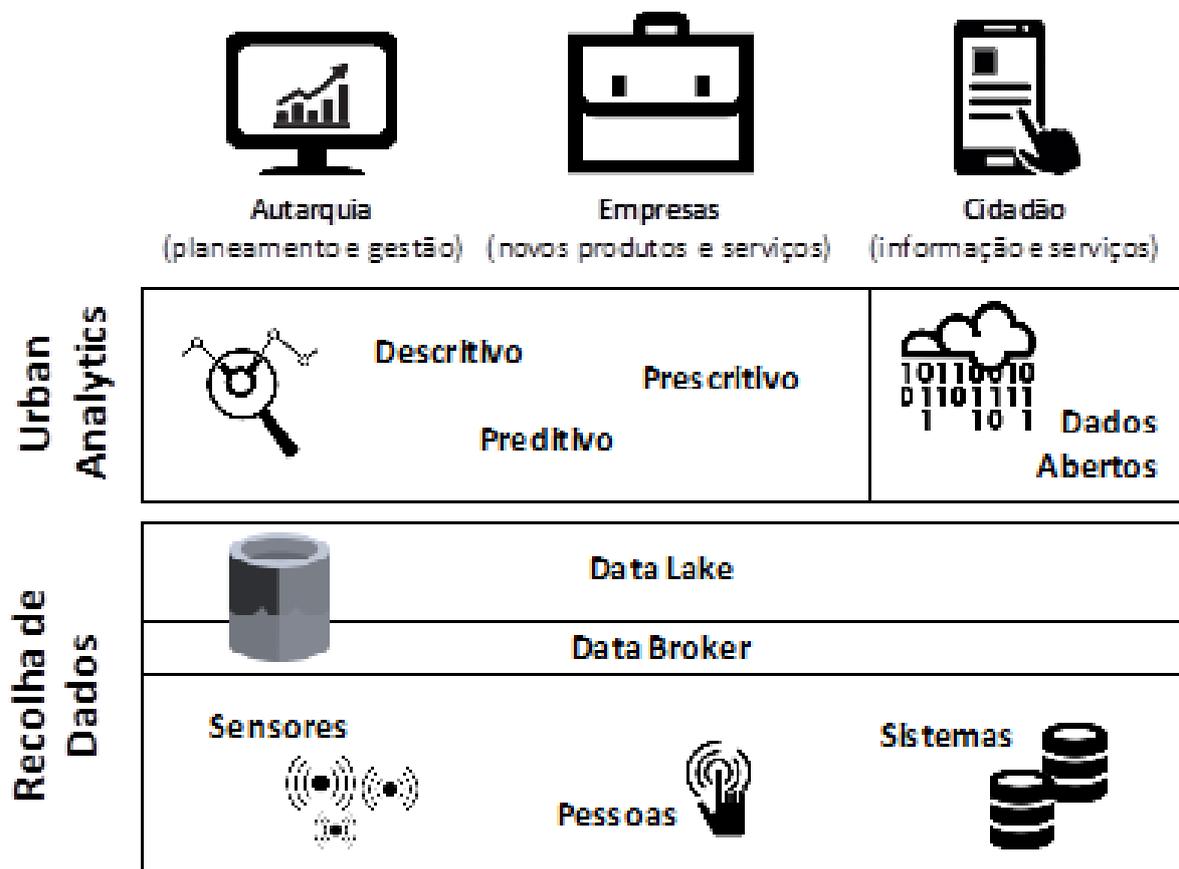


Figura 2 – Cidade inteligente como plataforma

Neste modelo, a cidade inteligente é uma plataforma que dá acesso a serviços de dados (abertos) e de analítica urbana assentes nos dados recolhidos ou interligados da Internet de Tudo (sistemas, equipamentos e pessoas), visando suportar três tipos diferentes de funcionalidades: planeamento e gestão da cidade pela autarquia; desenvolvimento de produtos e serviços pelos empreendedores e empresas; e prestação de informação e de serviços ao cidadão.

Olhando ao nosso redor e no contexto da inteligência urbana, a transformação digital da cidade de Amesterdão tem vindo a destacar-se e, segundo Harmsen (2017), e os benefícios das cidades se tornarem inteligentes são variados, no caso de Amesterdão destacaram-se claramente três oportunidades:

1. Utilizar os dados para tornar a cidade tão conveniente quanto o possível para trabalhar e viver – tornando-a um destino atrativo para negócios e pessoas talentosas;
2. Experimentar, aprender e ser pioneiro em boas práticas de utilização de dados para ajudar a vencer os desafios urbanos e organizacionais;
3. Colher grandes volumes de dados – de tudo, desde consumos de energia a fluxos de tráfego – que podem ser partilhados e negociados com empresas e organizações tendo em vista desenvolver melhores e novos serviços.

Finalmente e não menos importante, a transformação digital traz profundas implicações nos modelos de governação das cidades (Bollier, 2016). Os moradores urbanos vivem as suas vidas hiper-conectados a inúmeros espaços virtuais, a pulsar de informação em tempo real, com dispositivos inteligentes, acesso remoto a bases de dados e formas de participação em *crowdsourcing*. Desta forma, a governação deixou de ser apenas o exercício de submissão a eleições e gestão da autarquia, para incluir a recolha e gestão de informação proveniente do cidadão e de outras fontes, enriquecendo o processo de tomada de decisão com múltiplas camadas de interação, sinergias, envolvimento e participação.

## MOBILIDADE

A mobilidade é inquestionavelmente, um dos principais desafios que as áreas urbanas enfrentam à escala global, quer pela necessidade de responder às necessidades de quem vive, trabalha ou visita as cidades, quer pelo impacto ambiental que a mesma tem em termos de ruído, poluição, temperatura, etc.

Paralelamente, a transformação digital das cidades, em conjunto com a evolução tecnológica em curso no setor da mobilidade, coloca diariamente no mercado novas soluções e equipamentos que contribuem de forma muito significativa para uma mudança disruptiva da mobilidade urbana.

A dimensão do desafio e o potencial de mudança levou até que, no panorama global aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (Nações Unidas, 2016), enquadrados na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, lhes tenha sido atribuído um ênfase especial no Objetivo 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, onde a mobilidade é referida de forma explícita. Assim, no ponto 11.2 é estabelecido como objetivo “Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos”.

Para a Comissão Europeia (2017), também as cidades da Europa enfrentam cada vez mais problemas causados pelos transportes e pelo tráfego. Paralelamente, a mobilidade urbana é vital para as cidades europeias e é uma das principais responsáveis pelo crescimento económico, o emprego e a competitividade. A questão de como melhorar a mobilidade e, ao mesmo tempo, reduzir os congestionamentos, os acidentes e a poluição é um desafio comum a todas as grandes cidades.

Em 2010, 73% dos cidadãos europeus viviam em áreas urbanas, sendo esperado que esta percentagem aumente para mais de 80% até 2050. Em alguns países como a Suécia, Bélgica, Países Baixos, Dinamarca, Malta e Luxemburgo, a taxa de urbanização aumentará para mais de 90% (Nações Unidas, 2015).

A grande maioria dos cidadãos europeus vive em ambiente urbano, com mais de 60% vivendo em áreas urbanas com mais de 10 000 habitantes. Vivem diariamente no mesmo espaço e, na sua mobilidade, partilham a mesma infraestrutura. A mobilidade urbana representa 40% de todas as emissões de CO<sub>2</sub> do transporte rodoviário e até 70% de outros poluentes dos transportes (Comissão Europeia, 2018).

É hoje inquestionável o papel das áreas urbanas como motores do crescimento económico e do emprego, bem como principais produtores de conhecimento e inovação. Efetivamente, cerca de 85% do PIB da UE é gerado nas cidades europeias (COM, 2009).

Assim, sendo as cidades e vilas os centros e motores da atividade económica e do bem-estar, os sistemas de transporte urbano são vitais para o seu funcionamento, através do fornecimento de acessibilidade para pessoas e bens. No entanto, devido precisamente ao aumento da atividade económica nas áreas urbanas, muitas cidades europeias enfrentam hoje graves problemas relacionados ou causados pelo transporte e tráfego. A transformação económica e social verificada aumentou rapidamente os níveis de mobilidade, em particular o crescimento do uso de automóvel particular que tem acompanhado a expansão urbana e os movimentos pendulares, enquanto a expansão das redes de transporte público não foi, em muitos casos, desenvolvida no mesmo ritmo.

O assegurar da mobilidade não poderá, assim, deixar de ter subjacente uma adequada fluidez de tráfegos, a qual, por sua vez, não poderá deixar de estar articulada com o ordenamento do território e com o ambiente e sem descurar os aspetos da segurança de circulação.

Os engarrafamentos, a poluição atmosférica e sonora e a segurança rodoviária são exemplos de problemas comumente partilhados nas cidades europeias. Para além deste impacto direto, o transporte urbano também afeta o desenvolvimento social, a inclusão social e a acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida. A necessidade de mobilidade sustentável (em três dimensões: económica, social e ambiental) tem sido objeto de crescente atenção. As cidades europeias enfrentam o desafio de como melhorar a mobilidade, garantir a acessibilidade e criar sistemas de transporte eficientes e de alta qualidade, reduzindo, ao mesmo tempo, os engarrafamentos, a poluição e os acidentes (Comissão Europeia, 2017).

Em 2007, a Comissão Europeia, no Livro “Verde dos Transportes Urbanos”, defendia que a mobilidade urbana deve permitir assegurar o desenvolvimento económico das vilas e cidades, a qualidade de vida dos seus habitantes e a defesa do respetivo ambiente. Considerava, na altura, que as cidades europeias enfrentavam cinco desafios, ainda hoje atuais, enquadrados numa abordagem integrada:

- Vilas e cidades des congestionadas;
- Vilas e cidades mais verdes;
- Transportes urbanos mais inteligentes;
- Transportes urbanos mais acessíveis;
- Transportes urbanos seguros.

Ainda na Europa, vale a pena também lembrar o Livro “Branco dos Transportes”, publicado em 2011, que definiu um conjunto de propostas para o setor no horizonte de 2050. Este roteiro “Transportes 2050” propôs 40 medidas, em diversas áreas, visando aumentar a mobilidade de pessoas e mercadorias, fortalecer o mercado interno europeu, promover o desenvolvimento da economia e a criação de emprego e reduzir as emissões poluentes e a dependência das importações de petróleo.



Entre as medidas previstas na altura, destacamos:

**1. Transporte interurbano:** 50% do transporte de médio curso de passageiros e mercadorias deveria ser transferido do modo rodoviário para o ferroviário e o fluvial.

Até 2050, o transporte de médio curso de passageiros, em distâncias iguais ou superiores a 300 km, deveria, na sua maioria, ser transferido para o modo ferroviário.

Até 2030, 30% do transporte rodoviário de mercadorias, em distâncias superiores a 300 km, deveria ser transferido para outros modos, como o ferroviário ou o fluvial, devendo essa percentagem ascender a mais de 50% até 2050.

Deveria ser criada uma rede de base plenamente funcional de corredores de transporte à escala da UE que assegure as infraestruturas necessárias para uma transferência eficiente entre modos de transporte (rede de base RTE-T) até 2030, com o objetivo de obter uma rede de alta qualidade e de elevada capacidade até 2050 e um conjunto correspondente de serviços de informação.

Até 2050, é necessário ligar todos os aeroportos da rede de base à rede ferroviária, de preferência de alta velocidade, e assegurar que todos os portos marítimos de base se encontram suficientemente ligados ao sistema de transporte ferroviário de mercadorias e, se possível, de transporte fluvial.

Até 2020, impõe-se estabelecer o quadro necessário para um sistema europeu de informação, gestão e pagamento do transporte multimodal, quer de passageiros, quer de mercadorias.

É necessário avançar para a plena aplicação dos princípios do “utente-pagador” e do “poluidor-pagador” e para o empenhamento do setor privado, a fim de eliminar distorções, gerar receitas e garantir o financiamento de futuros investimentos nos transportes.

**2.** Transporte de longo curso: o setor do transporte de longo curso de passageiros e do transporte intercontinental de mercadorias continuará a ser dominado pelo transporte aéreo e marítimo. Novos motores, combustíveis e sistemas de gestão do tráfego reforçarão a eficiência e reduzirão as emissões.

Os combustíveis hipocarbónicos deverão atingir 40%, até 2050, no setor da aviação; as emissões de CO<sub>2</sub> das bancas dos navios da UE deverão igualmente ser objeto de uma redução de 40% até 2050.

Deverá ser levada a cabo uma modernização completa do sistema europeu de controlo do tráfego aéreo, até 2020, na perspetiva do céu único europeu: transporte aéreo mais rápido e mais seguro e reforço da capacidade. Deverá ser finalizada a construção do Espaço de Aviação Comum Europeu, que engloba 58 países e abarca 1000 milhões de habitantes até 2020.

Deverão ser implantados sistemas inteligentes de transporte terrestre e marítimo (nomeadamente ERTMS, ITS, RIS, SafeSeaNet e LRIT).

Deverá ser estabelecida uma cooperação com os parceiros e as organizações internacionais, designadamente a ICAO e a IMO, para promover a competitividade e os objetivos climáticos europeus à escala mundial.

**3.** No que respeita ao transporte urbano, deverá efetuar-se uma transferência progressiva para veículos e combustíveis mais limpos. O objetivo é reduzir para metade o número de veículos de motorização convencional até 2030, retirando-os gradualmente de circulação nas cidades até 2050.

Até 2030, é necessário reduzir para metade o uso de veículos de motorização convencional no transporte urbano; até 2050, prevê-se retirá-los gradualmente de circulação nas cidades; até 2030, o transporte de mercadorias nos grandes centros urbanos deveria efetuar-se essencialmente sem emissões de CO<sub>2</sub>.

Até 2050, a UE pretende aproximar-se do objetivo de “zero vítimas mortais” em acidentes de viação. Em sintonia com este objetivo, é propósito da UE diminuir para metade, até 2020, o número de acidentes de viação. É necessário garantir que a UE será um líder mundial na segurança do transporte aéreo, ferroviário e marítimo.

É, assim, inquestionável que as cidades europeias enfrentam cada vez mais problemas causados pelos transportes e pelo trânsito. A questão de como melhorar a mobilidade e, ao mesmo tempo, reduzir o congestionamento, os acidentes e a poluição é um desafio comum a todas as grandes cidades da Europa. Os congestionamentos na UE situam-se frequentemente nas áreas urbanas e nos seus arredores, custando cerca de 100 mil milhões de euros, ou 1% do PIB da UE, anualmente (CE, 2018).

Mas também são as próprias cidades que estão em melhor posição para encontrar as respostas para estes desafios. O êxito das políticas e dos objetivos políticos acordados ao nível da UE, por exemplo sobre a eficiência do sistema de transportes da UE, os objetivos socioeconómicos, a dependência energética ou as alterações climáticas, depende em parte das ações tomadas pelas autoridades nacionais, regionais e locais.

Diversas soluções vêm sendo enunciadas e reconhecidas como válidas, desde a integração funcional e tarifária dos diversos modos de transporte coletivo, facilitando o respetivo transbordo, até à implementação de políticas de estacionamento que desincentivem o uso do automóvel em áreas urbanas centrais. Soluções que têm, contudo, implicações diretas ou indiretas no ordenamento do território e no ambiente, porquanto o espaço urbano nem sempre está livre de obstáculos para a respetiva implementação, seja na garantia de melhores condições de operação do transporte público, seja no potenciar de modos suaves, o que acaba por condicionar a melhoria de condições de segurança e fluidez do tráfego.

Estas soluções e respetivas implicações realçam e reforçam a premência de considerar e recorrer a uma adequada estratégia de planeamento e política de gestão integrada de modos e meios de transporte que garantem a segurança e fluidez de circulação, procurando então as melhores soluções técnicas amigas do ambiente, ajustadas a essa estratégia.

A mobilidade nas zonas urbanas é também um importante facilitador para o crescimento e o emprego e para o desenvolvimento sustentável nas áreas da UE, sendo apresentado nas figuras seguintes algumas estatísticas sobre esta realidade na Europa, resultantes do relatório sobre o estado das cidades europeias (Comissão Europeia/Nações Unidas, 2016).

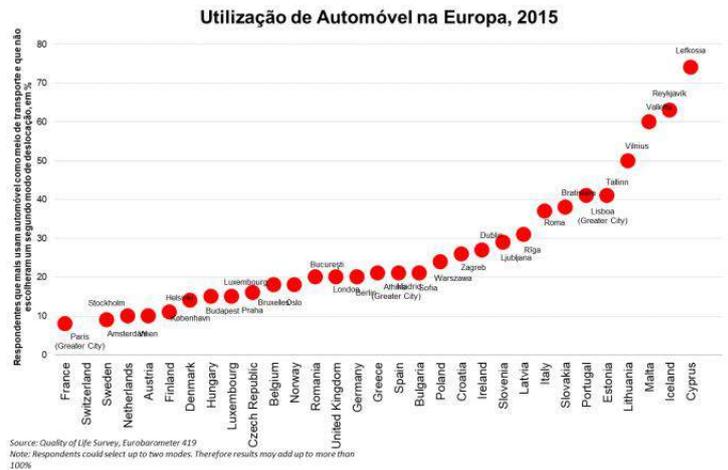
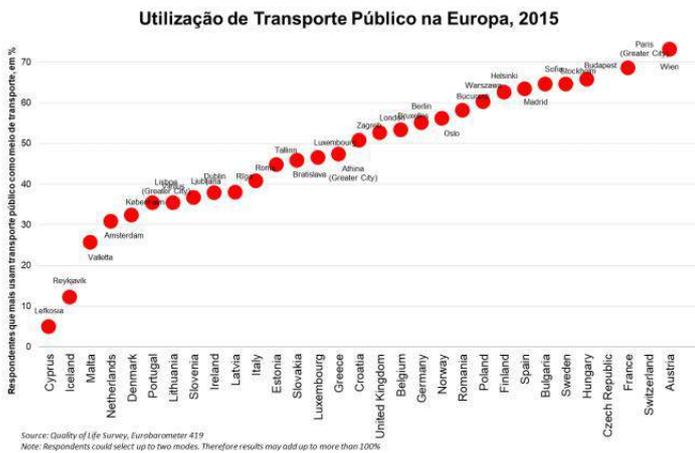
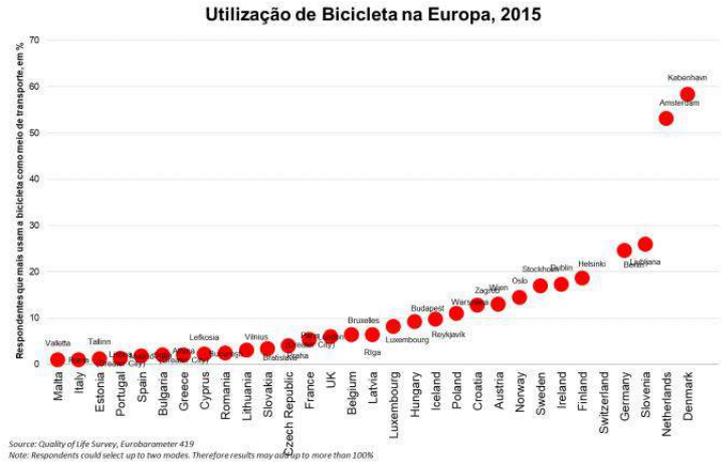
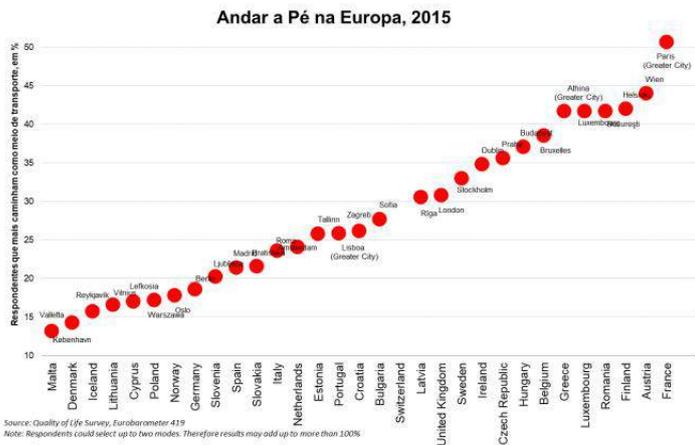


Figura 3 - O Estado das Cidades Europeias 2016 (Comissão Europeia e Nações Unidas, 2016)

Como se pode observar nos gráficos acima, sendo notória uma grande variabilidade entre capitais europeias/países, é visível que Portugal apresenta dos mais elevados indicadores de utilização de automóvel e dos mais baixos no que concerne a transporte público e utilização de bicicleta, ficando a meio da tabela no que toca a caminhar.

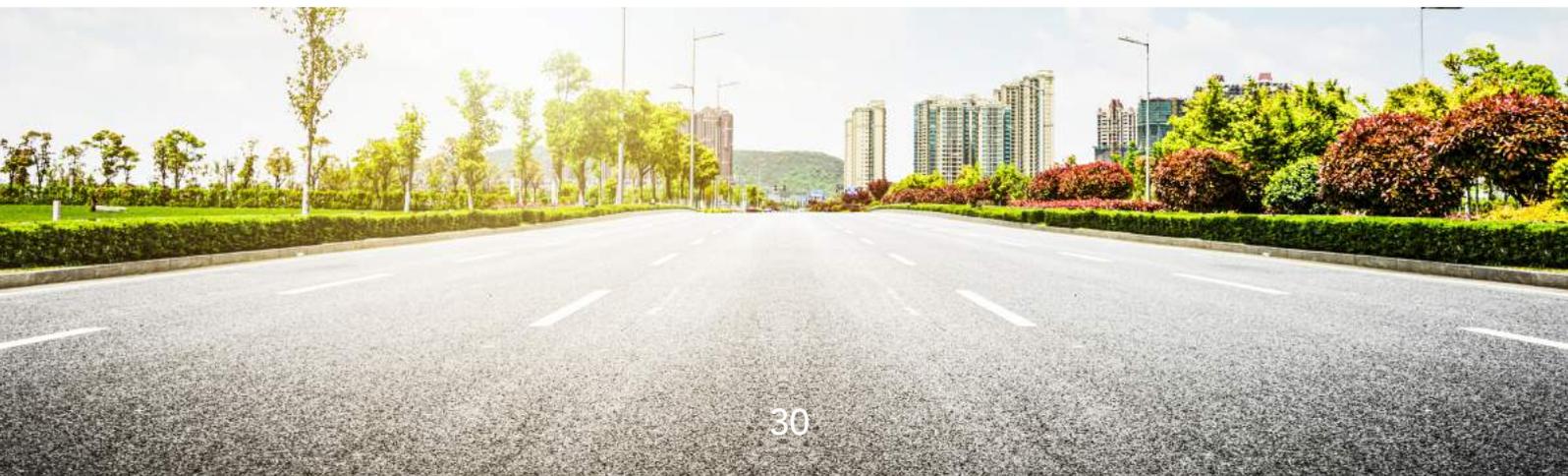
## MOBILIDADE INTELIGENTE

A mobilidade é considerada um dos pilares da construção da inteligência urbana e, fruto da evolução tecnológica em curso no setor, é eventualmente onde iremos assistir não a uma evolução, mas sim a uma verdadeira revolução, que alterará profundamente os hábitos de mobilidade e os sistemas de mobilidade urbana.

No entanto, sendo inquestionável o relevante papel da tecnologia na disrupção do atual paradigma da mobilidade urbana, convém não esquecer que a dimensão do planeamento urbano tem e terá sempre um papel estrutural nesta mudança e, nesse sentido, as opções que são tomadas em sede de desenho de infraestruturas e conceção de medidas de gestão de tráfego têm um forte impacto na eficiência e eficácia do sistema de mobilidade urbana.

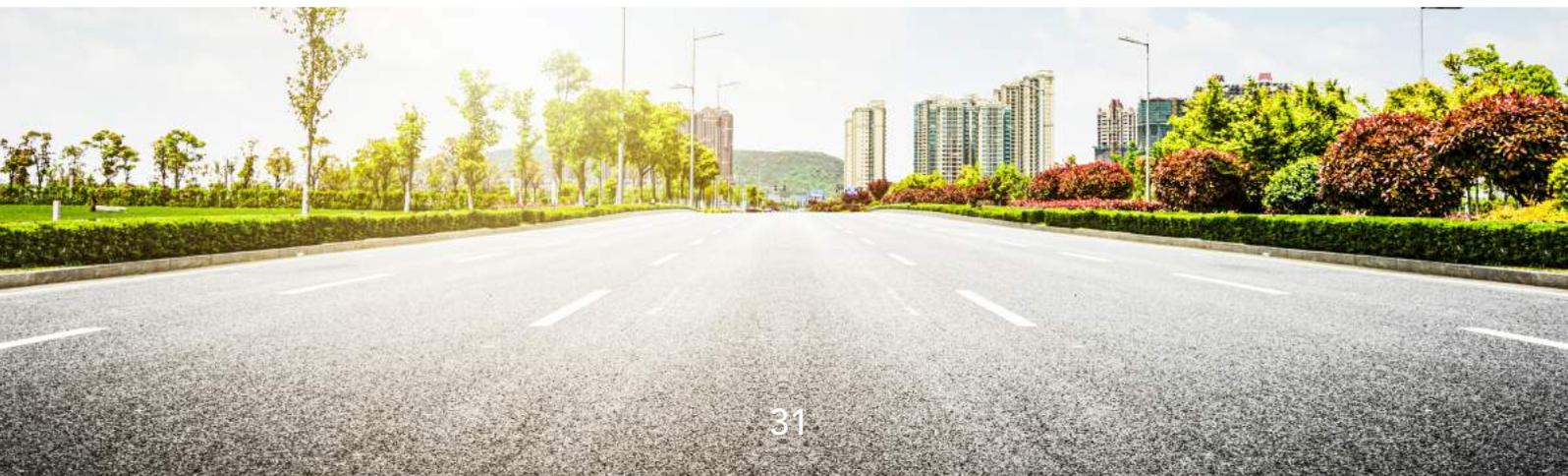
Assim, observando o panorama internacional, podemos identificar um conjunto de ações que contribuem de forma significativa para a mudança necessária, entre as quais destacamos:

- Condicionamento da circulação em automóvel privado mediante a redução das vias de circulação rodoviária e do número de lugares de estacionamento automóvel (na via pública e nos edifícios);
- Criação de condições para o crescimento da mobilidade suave (através de vias dedicadas ou partilhadas);
- Melhoria das condições de circulação pedonal (ambicionar a construção da denominada *walkable city*);
- Estratégias integradas combinando as ações identificadas anteriormente e outras, como por exemplo a que foi realizado, em Barcelona com os "Super Blocos", áreas onde os peões têm prioridade e carros têm acesso restrito (Fast Company, 2016).



Esta capacidade de melhorar os sistemas de mobilidade através do planeamento urbano é exponenciada pela profunda transformação da mobilidade a que estamos a assistir por pressão da tecnologia e da alteração de hábitos que a mesma está a induzir na Sociedade. Assim, podemos identificar cinco forças em convergência que estão efetivamente a transformar a evolução futura do transporte automóvel e da mobilidade (Corwin e Pankratz, 2017):

1. Amadurecimento das tecnologias de armazenamento de energia: maior capacidade e melhor eficiência permitem aos veículos elétricos oferecer uma maior autonomia, menores emissões, maior diversidade energética e novos *designs* de veículos;
2. Materiais ligeiros: o desenvolvimento de materiais mais fortes e mais leves está a reduzir o peso dos veículos sem prejudicar a segurança dos passageiros;
3. Novos avanços nos veículos conectados: a tecnologia embebida nos novos veículos permite que estejam apetrechados com ligações *vehicle-to-infrastructure* (V2I) e *vehicle-to-vehicle* (V2V) fazendo com que cada carro saiba precisamente onde os outros carros estão e a estrada saiba tudo;
4. Mudanças nas preferências de mobilidade: as gerações mais jovens lideram a tendência da mobilidade *pay-per-use* ao invés de possuírem carros, como é visível pela apetência das novas gerações em usar apps para transporte e planeamento de viagens;
5. Vulgarização dos veículos autónomos: a tecnologia de condução autónoma é já hoje uma realidade, sendo apenas uma questão de quando e como se tornará *mainstream* a amplamente adotada.



Para estes autores a evolução para este futuro da mobilidade pode passar por dois caminhos distintos:

- **Visão interna:** a indústria vai evoluir natural e incrementalmente para um sistema de mobilidade que manterá as suas raízes no que existe hoje. Com esta visão, os atores chave, os principais ativos e a estrutura global do atual ecossistema podem permanecer intactos enquanto evoluem progressivamente de forma linear. Assenta na convicção de que o *mindset* dos incumbentes está dualmente focado em manter o modelo atual enquanto testa mudanças em pequenos passos.

- **Visão disruptiva:** uma nova era está a despontar incluindo carros completamente autónomos e acessíveis a pedido. Nesta visão estamos prestes a chegar a um ponto de viragem em que a mudança será imparável. Novos atores como a Google, Uber e Apple são catalisadores da transformação e, ao contrário dos *stakeholders* atuais, não possuem um património a proteger.

Em paralelo com a evolução da indústria e em linha com a visão disruptiva referida, constatamos hoje que não existe uma solução única e instantânea para o problema dos transportes urbanos, sendo necessário uma abordagem transversal e combinada para efetivamente caminharmos para um novo paradigma de mobilidade.

A próxima geração de sistemas de transportes urbanos irá conectar modos de transporte, serviços e tecnologias de modo inovadora que endereçam de forma pragmática um problema aparentemente insolúvel em estreita articulação com uma alteração de hábitos em que a evolução de uma economia linear para uma economia circular está presente.



Entre as inúmeras possibilidades de mobilidade que hoje despontam, podemos referir:

- **Gestão de tráfego em tempo real** – tirando partido da Internet de Tudo, isto é, da capacidade de sensorizar pessoas, equipamentos e sistemas, é hoje possível criar sistemas que gerem o tráfego em tempo real, sistemas que se adaptam dinamicamente ao real estado do sistema e que antecipam necessidades tirando partido de abordagens analíticas preditivas, como, por exemplo, com recurso à inteligência artificial;
- **Informação em tempo real ao viajante** – existindo capacidade de sensorização do sistema de mobilidade da cidade, é fundamental que seja fornecida informação em tempo real ao viajante sobre as diferentes opções em qualquer local e a todo o tempo;
- **Aplicações de apoio ao planeamento de viagens** – verificando-se as condições referidas anteriormente e sendo adotadas políticas de dados abertos pelas autoridades que detêm a informação, é possível serem desenvolvidas aplicações que apoiam o viajante no planeamento das suas viagens utilizando critérios como o menor tempo, custo ou distância;
- **Soluções de transportes multimodais** – sendo um dos grandes constrangimentos da mobilidade urbana a necessidade de utilizar múltiplas plataformas e sistemas para poder usar os diferentes meios de transporte, novas soluções integradas que oferecem numa única aplicação a possibilidade de combinar diferentes modalidades de transportes, públicas e privadas, são um importante contributo para a conveniência do viajante;
- **Sistemas integrados de pagamento** – numa era em que possuímos nos nossos *Smartphones* inúmeras aplicações que permitem sermos identificados, localizados e efetuar pagamentos instantâneos, a existência de sistemas integrados de pagamento que monitorizam em tempo real que transportes utilizamos e calculam a tarifa final a pagar oferecem hoje uma conveniência de uso imbatível;

- **Smart parking** – sendo o tráfego gerado pelos condutores à procura de um lugar de estacionamento um problema, as soluções que permitam, de forma rápida e simples, informar os condutores da existência e localização de lugares vagos, pode reduzir significativamente o número de veículos em circulação e promover menores emissões de gases com efeitos de estufa;
- **Sistemas de veículos partilhados (car-sharing)** – a tendência para a utilização e não para a propriedade de bens da sociedade atual, numa clara evolução da economia linear para a economia circular, tem levado ao crescimento de soluções de mobilidade partilhada, incluindo bicicletas, trotinetes, scooters e automóveis, numa oferta cada vez mais diversificada que tem contribuído de forma muito significativa para a alteração dos hábitos de mobilidade nas cidades;
- **Viagens partilhadas (car-pooling)** – contrariando a tendência de utilização individual do automóvel têm surgido aplicações que permitem a realização de viagens partilhadas através do cruzamento da oferta e procura em plataformas colaborativas;
- **Aluguer de automóvel P2P** – fruto da atual tendência para a economia da partilha e para a desintermediação de processos que as plataformas tecnológicas oferecem, começam a surgir sinais que apontam também no sentido dos proprietários dos automóveis promoverem o seu aluguer diretamente a potenciais interessados numa lógica de “prosumer”, isto é, tanto utilizamos o nosso automóvel para nos transportar, como alugamos a terceiros quando não o estamos a utilizar;
- **Veículos conectados** – a incorporação de tecnologia nos veículos permite não apenas a monitorização do seu funcionamento, incluindo a realização de operações de manutenção preventiva ou de diagnóstico remoto de problemas, mas também, através da conectividade dos mesmo com a infraestrutura e com os outros veículos, criar uma oportunidade única para alterar os atuais modelos de gestão das infraestruturas ferroviárias, adaptando-as em tempo real ao tráfego existente, bem como construir novas opções de tarifação da sua utilização como seja o *pay-per-use* dinâmico, em função da utilização e até do número de passageiros por veículo;

- **Veículos autónomos** – corresponde à dimensão mais impactante da evolução tecnológica a que assistimos na mobilidade. Os veículos autónomos irão provocar uma mudança muito significativa no panorama das cidades, não apenas pela possibilidade de um único veículo poder desempenhar o papel de vários, na medida em que ao invés de estar estacionado pode cumprir outras tarefas de forma autónoma, mas também porque terá certamente um papel relevante na logística urbana, uma área em crescimento exponencial associada ao sucesso dos compras online e ao aumento da entrega de “pacotes”.

### MobiCascais

Entre as inúmeras possibilidades referidas um destaque especial para as soluções de transporte multimodais que fazem claramente parte do futuro da mobilidade urbana. Nesse sentido vale a pena referir a MobiCascais, o sistema integrado do Concelho de Cascais, que já hoje aposta neste conceito e oferece aos utilizadores do sistema uma experiência de mobilidade integrada e multimodal em que alia a conveniência com a facilidade de utilização e um preço atrativo.

**PACOTES DE MOBILIDADE**

POUPE TEMPO E DINHEIRO

**MOBI CASCAIS**

• [mobicascais.pt](http://mobicascais.pt)

O PORTAL DA MOBILIDADE EM CASCAIS

CASCAIS Tudo começa nas pessoas

SCOTTORR COMBOIOS DE PORTUGAL

The advertisement features a central image of a smiling woman on a train talking on her phone. The background is a mix of white, teal, and light green. On the left, there are icons for a bus, car, train, and bicycle. On the right, there is a circular logo made of dots and lines. At the bottom right, there are icons for a person, bicycle, car, and bus.

O MobiCascais é o sistema integrado que inclui autocarros, comboios, bicicletas, estacionamento e *car-sharing*, tudo numa só plataforma. É um sistema exclusivo do município de Cascais e está acessível a todos os que vivem, trabalham ou visitam este concelho. Este plano multimodal, que integra bicicleta, automóvel, comboio, autocarro e estacionamento, pretende proporcionar mais e melhor mobilidade aos cerca de 210 mil cascalenses e aos 1,2 milhões de turistas que anualmente visitam Cascais, uma mobilidade amiga dos utilizadores e do ambiente, mais eficiente nos meios e com impacto na área metropolitana de Lisboa (C, 2016).

Com o recurso a uma app ou à internet, os munícipes de Cascais sabem os horários de transportes, a disponibilidade de bicicletas e os lugares para as estacionar, sejam elas as modernas Bicas ou as bicicletas pessoais, podendo adquirir pacotes de mobilidade de acordo com os seus hábitos de mobilidade combinando, assim, as várias modalidades de transportes disponíveis.

Este cenário futuro de mobilidade elétrica, partilhada e autónoma, terá impactos diretos e indiretos nos mais diversos setores de atividade económica, como por exemplo:

- Redução da intervenção das forças policiais no controlo do tráfego resultante do facto dos veículos autónomos não excederem os limites de velocidade ou violarem outras regras de trânsito *by default*;
- Redução drástica do número de acidentes pois a condução autónoma remove a principal causa de acidentes, o erro humano;
- Inexistência de engarrafamentos graças aos sensores que permitem um menor espaço entre veículos e sistemas de gestão de tráfego com sensores em tempo real dos congestionamentos;
- Menores custos das viagens pois o custo por distância percorrida por passageiro será mais baixo devido a mais altas taxas de utilização dos veículos;
- Novos modelos de financiamento das infraestruturas baseados na real utilização das mesmas (*pay per use*), pois as tecnologias relacionadas com os veículos conectados permitem calcular de forma precisa o uso das mesmas, eventualmente até permitindo a discriminação positiva em função do número de ocupantes de cada veículo;

- Diminuição da necessidade de parques de estacionamento com o crescimento dos veículos autónomos e dos modelos de veículos partilhados;
- Melhoria da logística urbana com a adoção de sistemas de transporte de carga autónomos que podem operar por períodos de tempo mais longos e cobrir maiores distâncias com menores custos;
- A multimodalidade entra na rotina dos viajantes graças à crescente interoperabilidade que permite ir do ponto A ao ponto B combinando diferentes modos de transporte com uma única tarifa numa única plataforma.

Efetivamente, os impactos das alterações dos hábitos e padrões de mobilidade em conjunto com as potencialidades asseguradas pela evolução tecnológica irão transformar não apenas a área dos transportes de pessoas e carga, mas também um conjunto muito significativo de áreas conexas e que, numa primeira análise, não anteciparíamos que seriam afetadas.



## CONCLUSÃO

Neste trabalho defendemos que a construção da inteligência urbana tem como fundações a transformação digital da cidade e apenas terá sucesso num modelo de cidade inteligente focada na geração de conhecimento, na disponibilização alargada de dados e na atualização permanente da informação, funcionando em rede colaborativa envolvendo todos os atores: administração, empresas, academia e cidadãos. Uma cidade cognitiva em que a gestão urbana se alicerça na potenciação das tecnologias digitais e das técnicas avançadas de processamento e análise de dados em tempo real, em prol de um funcionamento eficiente e sustentável dos vários subsistemas que concorrem para a vida nas cidades.

A transformação tecnológica é uma verdadeira revolução e o desafio que enfrentamos é a construção desta nova cidade analítica já hoje. Mas, para tal temos de derrubar barreiras culturais e organizacionais, colocando os vários *stakeholders* a trabalhar de forma colaborativa para fazer o futuro acontecer. Esse é também o grande desafio da mobilidade inteligente, com o alterar de hábitos e padrões de mobilidade, tirando partido da tecnologia em permanente evolução através da criação de uma oferta que garanta qualidade de serviço e conveniência aos diferentes utilizadores do sistema.

As principais forças transformadoras – veículos elétricos, autónomos e partilhados, em paralelo com o surgimento de plataformas de mobilidade urbana e uma panóplia muito diversificada de aplicações de apoio ao viajante – permitem encarar o futuro com otimismo, haja o engenho e arte para construir um novo futuro.



Vale a pena referir que estes processos de transformação urbana da mobilidade são longos e complexos. São Francisco tem um plano “*liveable city*” a 40 anos, que pretende fundamentalmente abandonar a utilização do automóvel e adotar o andar a pé, de bicicleta e de transportes públicos. Este plano inclui a revitalização de espaços públicos e a acessibilidade pedonal integrada nos planos dos bairros em conjunto com a sociedade civil, bem com a criação de um plano para a mobilidade suave para toda a cidade. Relativamente ao uso da bicicleta e tomando como exemplo a Dinamarca, reconhecida internacionalmente com um exemplo neste contexto, constatamos que desde 2005 foram investidos 1 bilião de coroas dinamarquesas em infraestruturas cicláveis, incluindo pontes exclusivas para peões e bicicletas. Este processo foi acompanhado pela utilização de sensores e monitorização em tempo real da utilização da infraestrutura para melhorar continuamente as rotas. Também o número de carros que entram na cidade na hora de ponta matinal reduziu de 86.000 para 64.000 entre 2004 e 2014, enquanto as bicicletas aumentaram de 14.000 para 36.000, isto é, dois carros removidos por cada bicicleta introduzida. Em novembro de 2016 pela primeira vez eram usadas diariamente mais bicicletas do que carros em Copenhague (The Guardian, 2016).

Hoje, o grande desafio da inteligência urbana será o de encontrar lideranças fortes, com uma visão clara do que pretendem alcançar, que enquadrem a construção da cidade inteligente como um processo que mudará as regras do jogo, promovendo a alteração de comportamentos, de processos e de organizações. Lideranças focadas no serviço que prestam ao cidadão e às organizações e não na administração, criando uma cidade mais interativa e com maior capacidade de resposta, capaz de satisfazer as necessidades de uma população que está a envelhecer, sem descurar as necessidades dos mais jovens.



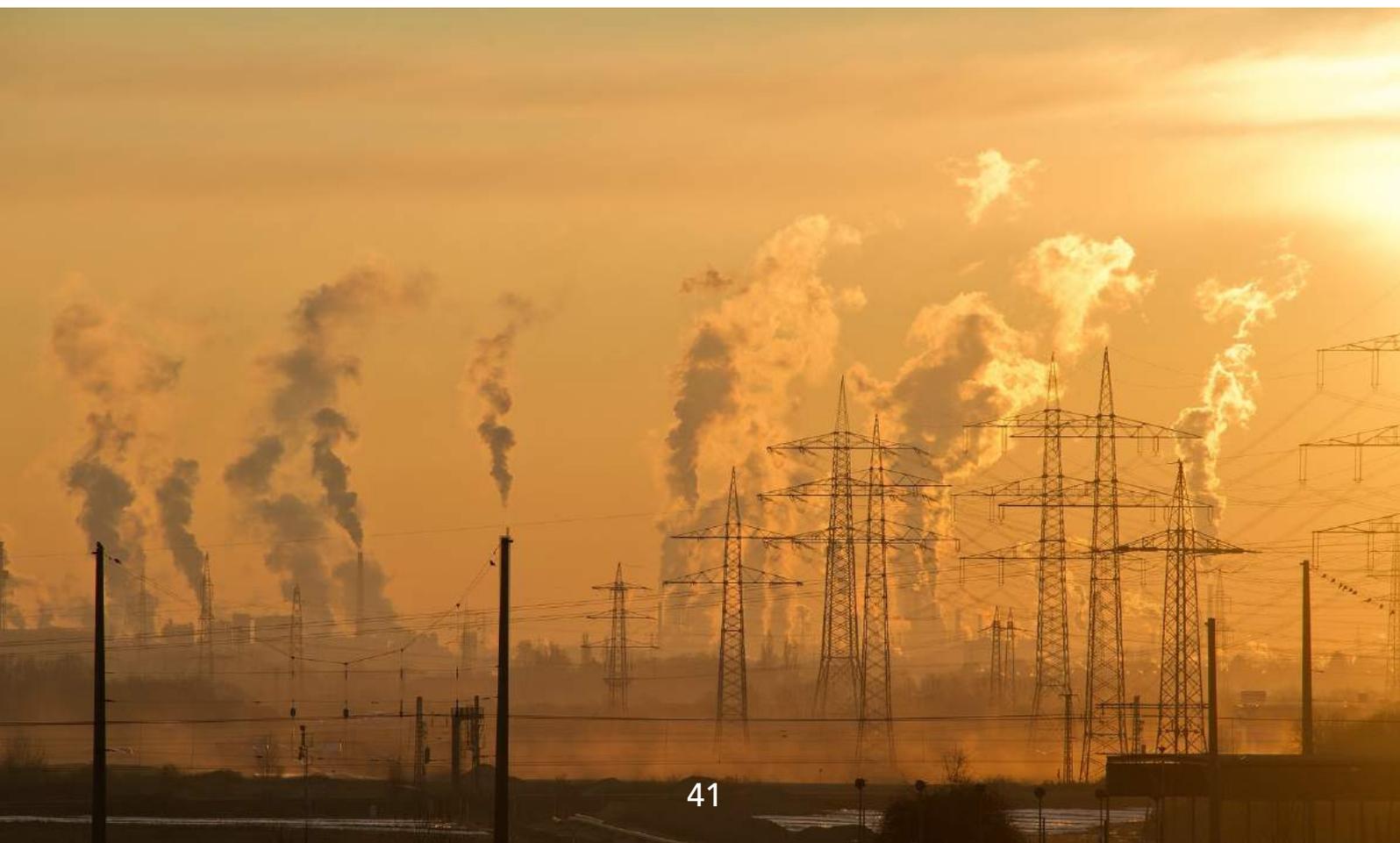
# TEMA 02 INDÚSTRIA E SERVIÇOS

## 2.0 INTRODUÇÃO

A eficiência das respostas de mitigação das alterações climáticas no setor da Indústria devem ser focadas nos seguintes aspetos:

- Redução das emissões:
  - i. Utilização de tecnologias de captura e de armazenamento de carbono;
  - ii. Substituição dos combustíveis fósseis por combustíveis de baixo carbono, elétricos ou biomassa;
  - iii. Recuperação dos resíduos para produzir eletricidade como combustível;
- Instalação e utilização de sistemas de vapor, fornos e caldeiras mais eficientes, bem como o aumento da eficiência através da instalação de motores elétricos e de sistemas de controlo eletrónico nas máquinas;
- Inovação nos processos de produção e de construção, reutilização ou recuperação de materiais antigos (como as estruturas de aço);
- Aumento da disponibilidade de produtos mais duráveis para que possam ser utilizados de forma mais intensiva ou partilhada.

O principal objetivo da mitigação neste setor é a modernização das infraestruturas, reabilitando-as e tornando-as mais sustentáveis, aumentando a eficiência no uso dos recursos, incrementando a adoção de tecnologias, processos industriais limpos e ambientalmente corretos.



## 2.1 SÚMULAS

### SÚMULA SUBTEMA PRINCIPAL

#### Boas Práticas para o Desenvolvimento Sustentável na Indústria Extrativa:

Considerando os objetivos pretendidos pela Ordem dos Engenheiros para o “Ano das Alterações Climáticas”, no que às Boas Práticas diz respeito, o Colégio de Engenharia Geológica e de Minas entendeu que uma abordagem de caráter estratégico da Indústria, nomeadamente no que se refere às “Boas Práticas para o Desenvolvimento Sustentável na Indústria Extrativa”, seria um contributo útil para quem tem responsabilidades de gestão no setor, quer seja ao nível governamental/público, quer seja ao nível empresarial.

O trabalho que a seguir se apresenta é um resumo adaptado de um documento desenvolvido para a reunião preparatória intergovernamental da Comissão de Desenvolvimento Sustentável, realizada na primeira semana de março de 2011 em Nova Iorque, no qual os signatários deste documento estiveram envolvidos como relatores e representantes de Portugal na qualidade de País Líder da UE para este tema.

### SÚMULA SUBTEMA 2

#### Contributos da Engenharia Química para a Redução dos Gases de Efeito de Estufa:

O Colégio de Engenharia Química e Biológica promoveu, em 26/9/2018, na Sede da Ordem dos Engenheiros, em Lisboa, um seminário que teve como objetivo analisar o esforço desenvolvido pela Indústria Química no sentido de reduzir a emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE) e apresentar novas tecnologias que possam no futuro contribuir para reaproveitar o CO<sub>2</sub> emitido para a atmosfera. Os dados então apresentados e as conclusões retiradas são um contributo importante para o objetivo de mitigação das alterações climáticas.

Os dados analisados (figura 1) permitem concluir que entre 1990 e 2015, a indústria química europeia conseguiu reduzir as emissões em 61 %, tendo em igual período a produção aumentado 85 % (figura 1).

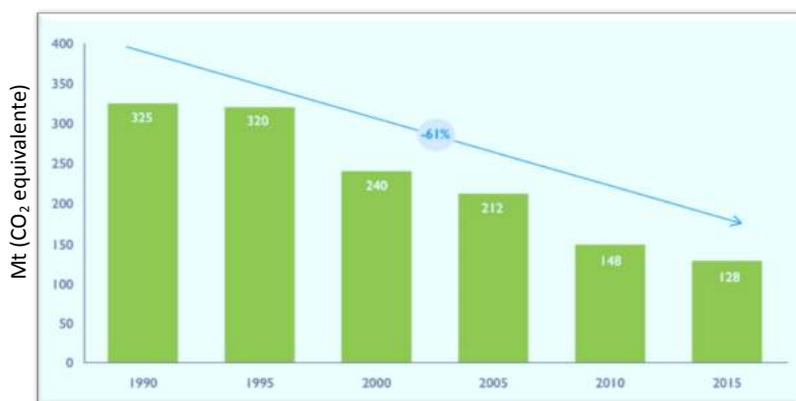


Figura 1 – Evolução das emissões de GEE pela Indústria Química europeia entre 1990 e 2015  
Fonte: CEFIC

Uma análise mais detalhada dos números conclui que o ritmo de redução tem vindo a cair e que as metodologias utilizadas se encontram quase esgotadas. Os processos químicos que envolvem libertação de CO<sub>2</sub> têm limitações decorrentes das composições moleculares das substâncias envolvidas e da termodinâmica das reações que não podem ser ultrapassadas. O caminho para uma neutralidade carbónica no setor terá que passar por uma estratégia que recorra à fixação e reutilização do CO<sub>2</sub> emitido.

### **Setor da celulose e papel**

Este setor é intensivo no consumo energético, mas de baixa intensidade carbónica, tendo em consideração que a maior parte dos combustíveis usados estão baseados em biomassa (58 % a nível europeu).

O *Road Map to a carbon neutral company* apresenta os seguintes objetivos:

- Atingir 100 % de energia elétrica a partir de fontes renováveis;
- Reduzir emissões de CO<sub>2</sub> fóssil através de substituição de tecnologias, por exemplo a alteração de combustíveis (fuel por gás natural);
- Reduzir 15 % do consumo específico de energia até 2020 (tendo por base 2010);
- Compensação de emissões de CO<sub>2</sub>, por exemplo através de plantação de floresta.

### **Setor do ácido nítrico**

O N<sub>2</sub>O, gás com elevado efeito de estufa (1 t de N<sub>2</sub>O equivale a 298 t de CO<sub>2</sub>), é um subproduto indesejado da reação de oxidação de amoníaco utilizada na produção de ácido nítrico. Em 1990, as emissões de N<sub>2</sub>O de fábricas de ácido nítrico europeias representavam cerca de 10 % do valor total das emissões de GEE. Nessa altura, a maioria das fábricas não tinha tecnologias de abatimento de N<sub>2</sub>O instaladas. A instalação de catalisadores de desenvolvimento recente iniciou-se em 2011 nas fábricas de Alverca e Lavradio (no caso da ADP Fertilizantes) e, após a introdução de melhorias, os níveis de emissão atuais em ambas as fábricas são <0,6 kg de N<sub>2</sub>O /t HNO<sub>3</sub> a 100%, que compara com o valor de cerca de 7,5 kg antes do projeto.

## Setor do cimento

A nível europeu, de 1990 até 2015 passou-se de 783 para 674 kg CO<sub>2</sub>/t cimento (-12 %). Estima-se que poderá ser obtida uma redução de 32 % até 2050 usando as tecnologias disponíveis; sendo possível chegar a reduções de 80 % através de tecnologias disruptivas. No setor cimenteiro, 60 % das emissões resultam do processo e 40 % dos combustíveis utilizados. A indústria tem vindo a trabalhar sobretudo na substituição dos combustíveis convencionais fósseis por combustíveis alternativos, com incorporações crescentes de biomassa e combustíveis derivados de resíduo.

Existem várias iniciativas nas quais o setor está a apostar:

- Otimização dos processos para aumentar a eficiência energética;
- Obtenção de energia elétrica a partir de fontes renováveis;
- Utilização de novas matérias-primas, obtendo novos clínquers, cimentos e betões;
- Captura, armazenamento e valorização do CO<sub>2</sub>.

Será necessário estabelecer sinergias e relações de simbiose industrial para exponenciar as tecnologias a implementar para a valorização do CO<sub>2</sub>.

## Reaproveitamento do CO<sub>2</sub> como matéria-prima industrial

A tecnologia que está a ser desenvolvida desde há cerca de quatro anos no grupo do Eng. José Carlos Lopes (JCL), professor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e investigador do Laboratório Associado LSRE-LCM, tem como objetivo a formação de hidratos de CO<sub>2</sub>, o que permite passar o CO<sub>2</sub> do estado gasoso para o estado sólido. Já foi construído um micro-reator para a produção de hidratos de CO<sub>2</sub> em contínuo, que é o primeiro a nível mundial e que está em fase final de patenteação. Este sistema tira ainda partido do conceito NETmix (patente anterior do grupo de JCL) para a mistura eficiente de gases e líquidos e da construção especial de um sistema de placas modulares para aumentar a transferência de calor. Esta tecnologia está já em processo de scale-up e será um dos ativos do laboratório colaborativo recentemente aprovado NET4CO<sub>2</sub>, que tem como parceiros: GALP, Universidade do Porto, IST, REQUIMTE-LAQV e INL.

## ***“Power-to-gas: energias renováveis, hidrogénio e dióxido de carbono”***

Este tema é direcionado para a transformação de energia em gases combustíveis. Só faz sentido pensar na conversão de CO<sub>2</sub> em combustíveis se a energia usada no processo provir de fontes renováveis. Resultados recentes mostram que a utilização de líquidos iónicos permite usar diretamente o precursor do catalisador de metanação à base de Ru, que é reduzido na presença de H<sub>2</sub>, formando nanopartículas que se mostraram catalisadores muito ativos para a produção de metano, com rendimentos próximos de 90 %. Este trabalho ainda está em fase de desenvolvimento laboratorial.

### SÚMULA SUBTEMA 3

Boas Práticas e o Ambiente - A Importância da Consciência de Cada Um e das Organizações: Atualmente, existe uma enorme assimetria entre a qualidade de vida dos países ricos e dos países em desenvolvimento. O modelo social em que vivemos assenta na conquista de padrões de qualidade de vida cada vez mais elevados. A verdadeira questão é: será o atual modelo de Sociedade compatível com os limites do Planeta?

O maior desafio do século XXI será garantir que o desenvolvimento não exceda os limites do Planeta. Para isso precisamos de ser ambiciosos na forma como pensamos o mundo, indo muito além do que tem acontecido no passado.

Para o aumento da consciência de cada um e das organizações, nunca foi tão premente lembrar que os recursos naturais utilizados pelo homem são retirados da natureza de forma direta e indireta. Esses recursos são constituídos pelos bens que asseguram a vida na Terra e podem ser divididos em: Recursos Naturais Renováveis, tais como a energia eólica ou a energia solar – porém, outros, como a água e o solo, são em parte renováveis, pois dependem da ação dos seres humanos para se manterem disponíveis –, e, Recursos Naturais Não Renováveis, tais como o carvão, o gás natural, o ouro, o ferro, o petróleo, dentre outros, que são limitados, devido à sua utilização.

As tendências de aumento da população mundial, crescimento da procura e consequente pressão sobre os recursos naturais têm vindo a alertar para a necessidade da Sociedade evoluir o seu modelo socioeconómico para um modelo mais sustentável, baseado numa economia que assegure o desenvolvimento económico, a melhoria dos padrões de vida e de emprego, bem como a regeneração da natureza.

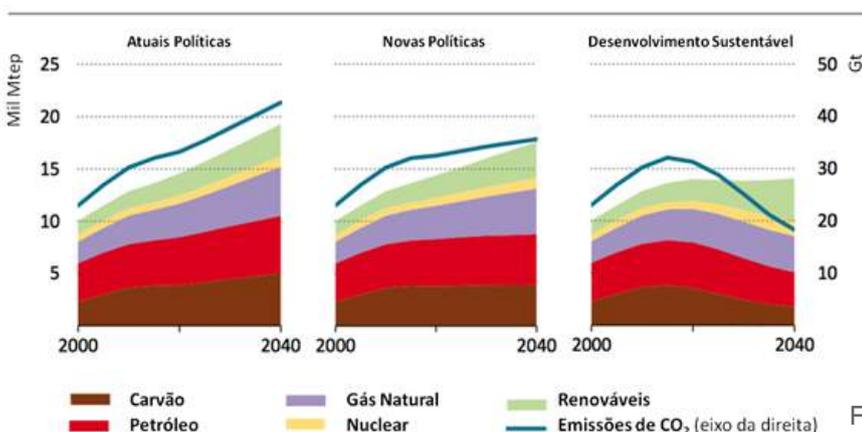
Devido a vários fenómenos relacionados com o ambiente, como por exemplo as alterações climáticas, assiste-se, nos nossos dias, a um aumento gradual da sensibilização para a necessidade de analisar e quantificar o impacto das operações, produtos, serviços e atividades sobre a economia, as pessoas e o Planeta.

Esta temática exige mudanças de hábitos e de atitudes em todos os setores da Sociedade, talvez mais até do que mudanças tecnológicas. Por exemplo, o setor dos transportes, sendo tecnologicamente muito evoluído, é um dos que mais energia consome e, conseqüentemente, um dos que mais contribui na emissão de poluentes, nomeadamente de gases com efeito de estufa e gases nocivos. A sua performance ambiental depende naturalmente da eficiência dos veículos, mas também dos recursos energéticos e das infraestruturas, da eficiência das redes de transportes, da população e das suas opções de mobilidade.

O que se perspectiva para o futuro é, por um lado, o aumento da população e a evolução dos padrões de qualidade de vida, o que por si só levará a um aumento da mobilidade e, conseqüentemente, ao aumento do consumo energético e das emissões poluentes. Por outro lado, a evolução tecnológica permitirá desenvolver meios de transporte cada vez mais eficientes. Contudo, será muito ambicioso esperar que a tecnologia seja suficiente para compensar ou equilibrar os efeitos do aumento da procura de mobilidade, pelo menos no curto e médio prazos.

De acordo com o panorama atual, parece não ser sensato pensar que a tecnologia é a solução dos problemas que o homem vai criando sucessivamente no Planeta. Isso seria mais ou menos a mesma coisa do que viver cometendo permanentemente exageros no que toca à saúde e esperar que a medicina resolva.

Mais do que a tecnologia, os valores sociais e políticos poderão contribuir significativamente para a sustentabilidade do Planeta. Na Figura 1, pode ver-se o impacto de diferentes políticas no consumo de energia e emissão de gases com efeito de estufa.



tep (tonelada equivalente de petróleo)  
Gt (gigatoneladas)

Fonte: Adaptado de <https://www.carbonbrief.org/in-depth-iea-predicts-rise-of-cheap-renewables-and-chinas-move-away-from-coal>.

Figura 1: Estimativas da evolução do consumo de energia primária por tipo de fonte energética e emissões de CO2 relacionadas com a energia, de acordo com três cenários distintos.

Associado ao consumo de produtos, de bens e de serviços, existe um elevado nível de desperdício, nomeadamente de alimentos, água e energia, mas também uma massiva produção de resíduos, que são, se igual modo, uma fonte de contaminação para o ambiente e de consumo de energia, necessária para o respetivo tratamento.

Apesar de todos os esforços, das políticas e de todo tipo de ações para preservação do ambiente, ainda assim, parece não ser suficiente.

Seria, não só um contributo decisivo, como até imperativo, para a vida das espécies no Planeta Terra, que, independentemente da tecnologia, a Sociedade evoluísse os seus valores para um modelo com mais respeito pelo ambiente. Para isso, em primeiro lugar, é necessário desenvolver novas estratégias que mobilizem a Sociedade para tal mudança, de forma a que as pessoas e as organizações adotem, por princípio, regras de boas práticas.

O poder da informação e do conhecimento deverá ser utilizado no desenvolvimento de programas educacionais e de formação adequados, dirigidos a toda a Sociedade. Esta pode ser uma das formas de iniciar este processo de mudança, envolvendo a população num desígnio que deve ser encarado por todos, de uma forma natural e responsável.

#### Organismos com informação sobre o Ambiente e Sustentabilidade

Entidade	Endereço de Internet
Agência Europeia do Ambiente (AEA)	<a href="https://www.eea.europa.eu/pt">https://www.eea.europa.eu/pt</a>
Agência Portuguesa do Ambiente (APA)	<a href="https://www.apambiente.pt/">https://www.apambiente.pt/</a>
Centro Regional das Nações Unidas (UNRIC)	<a href="https://www.unric.org/pt/">https://www.unric.org/pt/</a>
Direção Geral de Energia e Geologia	<a href="http://www.dgeg.gov.pt/">http://www.dgeg.gov.pt/</a>
Guia sobre Desenvolvimento Sustentável	<a href="https://www.unric.org/pt/images/SDG_brochure_PT-web.pdf">https://www.unric.org/pt/images/SDG_brochure_PT-web.pdf</a>
Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I. P. (ICNF)	<a href="http://www2.icnf.pt">http://www2.icnf.pt</a>
International Energy Agency (IEA)	<a href="http://www.iea.org/">http://www.iea.org/</a>
Nações Unidas (ONU)	<a href="http://www.un.org/">http://www.un.org/</a>
United States Environmental Protection Agency	<a href="https://www.epa.gov/">https://www.epa.gov/</a>

## SÚMULA SUBTEMA 4

**Floresta e Energia:** Aos anos de 2018 e 2019 podemos dar-lhes o título de "anos da biomassa", pois construíram-se e entraram em funcionamento quatro centrais de biomassa de produtores de energia independentes (Fundão 15 MWe, Viseu 15 MWe, Famalicão-I 15 MWe e Juncal 5 MWe), com mais três centrais que se já se encontram em construção (Mangualde 10 MWe, Famalicão-II 10 MWe e Chamusca 3 MWe), correspondendo ao total de 73 MWe de potencia elétrica, que compara com o valor total de 100 MWe de potência lançada a concurso público pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) no longínquo ano de 2006.

Correspondem a oito licenças das 12 que foram licitadas nesse concurso do ano de 2006. A preparação do concurso contou com a colaboração da Direção Geral dos Recursos Florestais que determinou as regiões florestais de maior risco de incêndio florestal, as quais contariam com uma unidade de produção de energia elétrica que utilizasse o material florestal residual de modo a diminuir esse risco.

Foram necessários 12 anos para que os projetos se concretizassem. Foram quase dois anos em disputas jurídicas entre concorrentes pela atribuição das várias licenças. Vieram depois os anos da crise económica e o colapso do mercado europeu das licenças de emissão de CO<sub>2</sub>, anos durante os quais, nenhum banco financiava estes investimentos. Em 2010 fundava-se a Associação dos Produtores de Energia e Biomassa (APEB) que preenchia a lacuna existente quanto à defesa dos interesses dos produtores de energia renovável com base nas fontes de primárias de biomassa (biomassa florestal, biocombustíveis e biogás).

**É necessário não esquecer que, contrariamente ao que tem vindo a ser divulgado, a biomassa representa mais da metade de toda contribuição das energias renováveis em Portugal.** Efetivamente, de acordo com os últimos dados oficiais (Estatísticas Rápidas n.º 168 de Out2018 da DGEG), Portugal atingiu em 2016 o valor de 28% do seu consumo de energia final com origem em fontes renováveis e essa fatia de 28% está dividida da seguinte forma: 45% das FER teve origem na biomassa, **25% na hidroeletricidade e 20% na eólica e os biocombustíveis contribuíram com 6%**, conforme se pode ler na página 19 do documento da DGEG. Os restantes 4% incluem as restantes fontes renováveis, como a solar e a geotérmica. Como se pode constatar, a bioenergia (florestal + biocombustíveis) representa 51% de todo o universo de energias renováveis em Portugal. **É a grande fonte de energia renovável em Portugal!** E com o aumento da penetração dos biocombustíveis no setor dos transportes adivinha-se um aumento dessa contribuição nos próximos anos.

No setor elétrico, em 2011, a APEB conseguiu um aumento da tarifa de remuneração de energia que permitiu que as centrais de biomassa acima referidas sejam agora uma realidade. E os resultados estão aí: quem consultar a secção de oferta de empregos do LinkedIn encontra mais de 60 ofertas disponíveis para empregos diretos no setor da biomassa, entre diretores, operadores, técnicos de instrumentação, engenheiros de processo, caldeireiros/fogueiros, técnicos de manutenção, etc., empregos duradouros, no tecido social do interior do País, empregos reais (que durarão pelo menos 25 anos), não fictícios. E ainda falta contabilizar a criação dos empregos indirectos, que são todos aqueles que nascem em torno da logística da produção e transporte da biomassa às centrais elétricas e que serão mais uns milhares.

E o ano de 2019 começou igualmente bem para o setor da biomassa com a decisão da Comissão Europeia em aprovar apoios financeiros no valor de 320 milhões de euros a serem atribuídos às novas centrais promovidas pelos municípios que totalizarão mais 60 MWe. Parte destes apoios estará vinculada à real diminuição das áreas ardidas que cada município consiga obter. Pela primeira vez na história deste País, os incentivos ao combate aos incêndios florestais serão somente atribuídos com a verificação de resultados!



## 2.2 SUBTEMA PRINCIPAL - DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA INDÚSTRIA EXTRATIVA

### RESUMO

Considerando os objetivos pretendidos pela Ordem dos Engenheiros para o “Ano das Alterações Climáticas”, no que às Boas Práticas diz respeito, e tendo ficado com a responsabilidade de preparação do documento inerente ao Tema 2 – Indústria, o Colégio de Engenharia Geológica e de Minas entendeu que uma abordagem de caráter estratégico, nomeadamente às “Boas Práticas para o Desenvolvimento Sustentável na Indústria Extrativa”, seria um contributo útil para quem tem responsabilidades de gestão no setor, quer seja ao nível governamental/público quer seja ao nível empresarial.

### INTRODUÇÃO

O trabalho que a seguir se apresenta é um resumo adaptado de um documento preparado para a reunião preparatória intergovernamental da Comissão de Desenvolvimento Sustentável, realizada na primeira semana de Março de 2011 em Nova Iorque, no qual membros do Colégio de Engenharia Geológica e de Minas estiveram envolvidos como relatores e representantes de Portugal na qualidade de País Líder da UE para este tema.

### ANTECEDENTES

#### 1.1) Enquadramento

A conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento que teve lugar no Rio de Janeiro em 1992, proporcionou os princípios fundamentais e um programa de ação para se atingir o desenvolvimento sustentável. Os chefes de Estado e outros representantes de mais de 100 países presentes nessa conferência adotaram um documento de 300 páginas designado Agenda 21, contendo os objetivos e um plano para se atingir o Desenvolvimento Sustentado no século 21.

Ainda em 1992, depois dessa conferência, formou-se, no seio da Nações Unidas, a Comissão do Desenvolvimento Sustentado (UNCSD ou, abreviadamente CDS), cujo objetivo é assegurar o acompanhamento efetivo dos compromissos assumidos pelos países signatários, através da monitorização e do seguimento dos progressos realizados a nível nacional, regional e internacional. Em 2002, a CDS foi também encarregue de fornecer linhas de orientação para atingir esses objetivos nos prazos contidos no Plano de Implementação de Joanesburgo [*Johannesburg Plan of Implementation (JPol)*].

## 1.2) O Processo das Nações Unidas

Após amplas discussões sobre o papel da CDS, foi decidido, no ano de 2003, que essa comissão iria, a partir daquele momento, funcionar na base de ciclos de dois anos dedicados a temas específicos. O primeiro ano de cada ciclo seria dedicado ao balanço do que tinha sido atingido, avaliando o progresso feito na implementação dos objetivos do desenvolvimento sustentável e identificando os obstáculos e os constrangimentos. O segundo ano seria dedicado a decisões políticas sobre esses temas, adotando medidas que facilitem e acelerem a implementação e que permitam ultrapassar os obstáculos e constrangimentos assinalados.

## 1.3) O Tema: Desenvolvimento Sustentável e a Indústria Extrativa – “Minas”

Para o ciclo do biénio 2010-2011, o setor das indústrias extrativas (como atividade que deve e pode contribuir para o Desenvolvimento Sustentável), foi um dos temas escolhidos (a par de outros: produtos químicos, produção e consumo sustentáveis, transportes e gestão de resíduos) para ser revisto pela CDS.

Houve também uma série de reuniões regionais preparatórias [a nível mundial são cinco regiões, cada uma com a sua “*Regional Implementation Meeting*” (RIM)], onde foi reunida toda a informação que se apresentou em maio de 2010 em Nova Iorque. A RIM da Europa teve lugar em Genebra a 1 e 2 de dezembro de 2009.

Estas áreas temáticas foram analisadas tendo em conta as dimensões económica, social e ambiental do desenvolvimento sustentável.

## 1.4) O Processo ao nível da UE

As presidências rotativas da UE prepararam, em 2009 e 2010, propostas e prioridades para a reunião regional e para as sessões da CSD 18. Decidiram, assim, designar um país líder (*lead country*) para preparar.

A Portugal foi proposto (e foi aceite) ser “*Co-lead country*” para o tema “Minas” a par da Polónia. Posteriormente, a Polónia desistiu, tendo Portugal assumido ser o único “país líder”.

Para desempenhar essa função competiu ao “país líder”:

- Preparar um resumo sobre cada um dos tópicos do tema “Minas”, contendo uma análise concisa do progresso da UE na implementação da Agenda 21 e do Jpol, incluindo as prioridades para a UE, as melhores práticas no setor, os obstáculos e os constrangimentos que têm impedido uma maior celeridade na implementação do desenvolvimento sustentável e uma compilação de argumentos para as discussões políticas que se seguiriam;
- Preparar um documento com as prioridades principais da UE, que foi apresentado na RIM da Europa em Genebra, a 1 e 2 de dezembro de 2009, e nas reuniões da CDS 18 em Nova Iorque, que se realizaram entre 3 e 14 de maio de 2010.

No segundo semestre de 2010 e no primeiro trimestre de 2011, competiu a Portugal, enquanto “país líder”, preparar o documento estratégico de intervenção política sobre o tema, propondo os tópicos prioritários e as medidas que, na opinião da UE, poderiam facilitar e acelerar a implementação do desenvolvimento sustentável no setor e que permitiriam ultrapassar os obstáculos e os constrangimentos reconhecidos anteriormente.

Assim, passamos a apresentar o resumo desse documento levado à reunião preparatória intergovernamental da CDS 19.

## **DOCUMENTO ESTRATÉGICO PREPARADO PARA A REUNIÃO DA 19.<sup>a</sup> CDS TEMA “MINAS”**

### 2.1) Introdução

Os minerais e os metais são essenciais para a vida moderna. O acesso e a disponibilidade de matérias-primas minerais a preços acessíveis são cruciais para o bom e sustentável funcionamento da economia mundial e das sociedades modernas. As operações mineiras têm também um enorme potencial para contribuir e apoiar o desenvolvimento sustentável das comunidades onde se inserem, uma vez que podem criar oportunidades de crescimento e desenvolvimento através de: uma maior receita (proveniente de impostos, *royalties*, etc.); da criação de emprego; da transferência de conhecimentos, competências e de tecnologia, da criação de infraestruturas e serviços sociais (incluindo saúde, abastecimento de água e educação). As operações mineiras podem ainda fomentar a criação de aglomerados industriais a montante e a jusante e o desenvolvimento de PME locais para fornecer bens e serviços.

No entanto:

- Verificam-se impactos negativos sobre o meio ambiente, no tecido social e na economia local. A exploração de minerais e metais cria por vezes economias de enclave que têm poucas ou nenhuma ligação com a restante economia nacional;
- Alguns países em desenvolvimento carecem de legislação e de adequadas e eficientes políticas para o setor, de capacidades institucionais, técnicas e tecnológicas, para lidar efetivamente com a indústria extrativa. Os países em desenvolvimento carecem frequentemente de regulamentos e normas ambientais relacionadas, quer com a operação da indústria extrativa, quer com a gestão dos resíduos que produz;
- Existe um problema crescente de escassez de competências e uma necessidade crescente de mais investigação em tecnologias inovadoras de prospeção e pesquisa, de exploração mineira, de gestão de resíduos, de reciclagem em materiais de substituição e na eficiência de utilização dos recursos, o que é essencial para o futuro da indústria extrativa.

Os recursos minerais possuem atributos que os tornam difíceis de gerir e que colocam desafios de política pública. Os recursos minerais não são renováveis, são finitos e geograficamente mal distribuídos. Estão situados em locais específicos e devem ser explorados onde ocorrem e no momento correto, quando a sua exploração é economicamente viável. Assim sendo, há necessidade de uma solução internacional coordenada e imediata, que tenha impacto a longo prazo no desenvolvimento global e nos desafios da indústria mineira.

Ao mesmo tempo, na sociedade atual, é de vital importância encontrar soluções para “fazer mais com menos”, aumentar a riqueza e o bem-estar das pessoas e exercer uma menor pressão sobre os ecossistemas. O acesso a determinadas matérias-primas raras ou que consomem muita energia para serem produzidas ou utilizadas, será cada vez mais limitado no futuro. Portanto, torna-se necessário utilizar as matérias-primas minerais com muito cuidado, minimizar os resíduos gerados na sua produção e utilização, aumentar a sua reciclagem e reutilização, desenhando e projetando produtos que utilizem menos recursos e com um tempo de vida mais prolongado.

Um dos principais desafios do desenvolvimento sustentável da indústria extrativa é criar uma indústria viável, diversificada e sustentável com a qual – muito tempo para lá dos minerais terem sido explorados e se terem esgotado, sem se terem comprometido as condições ambientais, sociais e culturais locais e sem gerar consequências e impactos negativos de longa duração – a riqueza gerada tenha sido utilizada eficaz e eficientemente na criação e desenvolvimento de condições de vida alternativas e sustentáveis. Caso contrário, o legado da mineração pode ser questionável.

No século 21, a indústria extrativa pode e continuará a ser um setor fundamental para o desenvolvimento sustentável e para a erradicação da pobreza. Portanto, é necessária uma abordagem integrada e holística do setor, para enfrentar os desafios mencionados.

## 2.2) Prioridades da União Europeia – Resultados desejados

Tendo em conta os objetivos da Agenda 21, as metas e o calendário do Plano de Implementação de Joanesburgo (JPol); a iniciativa das matérias-primas da UE (RMI); a Estratégia da União Europeia para o crescimento e o emprego inteligente, sustentável e inclusivo (também conhecida como a Estratégia 2020 para a Europa), incluindo o objetivo global da utilização sustentável dos recursos naturais; os trabalhos em curso sobre as matérias-primas, a competitividade, as questões de desenvolvimento, a eficiência dos recursos;

Importa ter em conta que tais medidas devem ter por objetivo: o fortalecimento da governança, a transparência e a responsabilização pública; a criação e estruturação de capacidades técnicas e de gestão; o desenvolvimento de novas tecnologias mineiras; a promoção do investimento e a transferência de tecnologias, garantindo a reabilitação e repartição de benefícios.

Assim, a UE definiu as prioridades para a CDS 19, que são essenciais para uma boa governança ambiental, social e económica do setor mineiro e permitirão a criação de mecanismos de partilha equitativa dos benefícios gerados, contribuindo para o desenvolvimento sustentável, quando progressivamente implementadas.

## PRIMEIRA PRIORIDADE DA UE DO TEMA “MINAS”.

### 2.2.A.) DESENVOLVIMENTO DA BOA GOVERNANÇA NO SETOR MINEIRO

A Boa Governança pode ser definida como sendo o conjunto dos processos que determinam como as decisões são tomadas, como os cidadãos participam e como o poder é exercido. A indústria extrativa exige o desenvolvimento de capacidades para criar, implementar e acompanhar políticas e estratégias para gerir os aspetos administrativos e todos os custos e benefícios económicos, sociais e ambientais. Um setor mineiro sustentável e bem governado é aquele que recolhe, distribui e aplica eficaz e efetivamente as rendas provenientes da exploração dos recursos minerais, e que é seguro, saudável, inclusivo em termos de género e de etnias, amigo do ambiente, socialmente responsável e apreciado pelas comunidades vizinhas.

#### A.1) Ambiente Legal, Político e Institucional

“Os governos necessitam de ter um amplo conjunto de leis, políticas, normas, regulamentos e diretrizes para gerir os riscos e os impactos sociais e ambientais, para maximizar os benefícios sociais e económicos das atividades mineiras e, assim, aumentar as oportunidades de desenvolvimento relacionadas com o investimento no setor. Além disso, é necessário que exista capacidade institucional para poderem ser tomadas decisões informadas e oportunas sobre os planos empresariais relacionados com a exploração, com o ambiente e com os aspetos socioeconómicos, e para o seu efetivo acompanhamento na execução.

Um regime legislativo moderno e maduro é aquele que proporciona linhas claras de responsabilidade e de responsabilização. Este regime é a base da boa governança e contribui para o desenvolvimento sustentável em todos os aspetos da vida social e económica. Uma indústria mineira que tem o melhor contributo para os objetivos nacionais, tem que operar num ambiente como este. Os principais elementos do ambiente político e jurídico e os elementos específicos para o setor mineiro são: um claro sistema de licenciamento; códigos, normas e regulamentos atualizados; processos de tomada de decisões que sejam informadas, transparentes e oportunas; capacidade de recolha de informação geológica e garantia de fácil acesso à mesma; um sistema de cadastro e regras e regulamentos sobre a posse da terra; direito/jurisdição dos contratos, incluindo a arbitragem; códigos financeiros e regimes de tributação; o regime de envolvimento das comunidades e políticas que favoreçam / apoiem o empreendedorismo local”, *in Minas e Sustentabilidade 2010.*

Levando isso em conta, a UE deseja que a ONU, trabalhando em conjunto com os governos que procuram promover o desenvolvimento económico, ambiental e social através de investimentos na indústria extrativa, desenvolva e produza orientações e publique boas práticas que abranjam:

- Ambientes jurídicos e políticos modernos [política mineira e normas de resíduos, direito dos contratos (incluindo a arbitragem), códigos financeiros e regimes de tributação, políticas que favoreçam/apoiem o empreendedorismo local, etc.];
- Mecanismos para promover o desenvolvimento das capacidades administrativas locais a fim de apoiar o desenvolvimento e ultrapassar a debilidade das instituições nacionais com deficientes competências legais, técnicas e financeiras;
- Mecanismos para promover a responsabilização interna;
- Mecanismos que permitam promover a criação e manutenção de bases de recursos minerais, recorrendo a organizações nacionais com conhecimentos adequados para proceder aos levantamentos geológicos necessários (organizações governamentais de serviços geológicos e/ou universidades, etc.), bases essas que permitam, respeitando a soberania nacional dos países, realizar reflexões estratégicas sobre políticas de desenvolvimento inovadoras.

Ao fazer isso, a ONU deve ter em conta os bons exemplos já existentes, tais como o trabalho a realizar, proposto pela Comissão Europeia e pela Comissão da União Africana, que declararam conjuntamente numa reunião recente, que iriam “desenvolver uma cooperação bilateral no domínio das matérias-primas e trabalhar em conjunto, tendo plenamente em conta o documento ‘África Mining Vision’ de fevereiro de 2009 e a Iniciativa das Matérias-primas de dezembro de 2008, para a elaboração de novos progressos e iniciativas, nomeadamente em questões como o investimento em infraestruturas e no conhecimento geológico e na criação de competências”, processo esse que hoje já está implementado.

E, promover a melhoria da governança através de fortes recomendações aos governos para que:

- Incentivem as empresas do setor extrativo e a sociedade civil a participarem na Iniciativa sobre a Transparência das Indústrias Extrativas (ITIE) ou em outras iniciativas de certificação ou outros mecanismos de autorregulação que possam contribuir para o desenvolvimento sustentável do setor e a erradicação da pobreza;

- Adiram ou ratifiquem tratados relevantes e convenções internacionais. Embora existam códigos e iniciativas relevantes para a indústria mineira (Princípios do Equador, Pacto Global, etc.), os governos devem dar o exemplo e apoiar a sustentabilidade através da implementação de instrumentos internacionais tais como a Declaração Universal dos Direitos Humanos, a Declaração da ONU sobre os Direitos dos Povos Indígenas, as Convenções de Ramsar e Aarhus, entre outros, bem como através da adesão ou ratificação de instrumentos específicos para a indústria extrativa (Convenção da OIT n.º 176 sobre Segurança e Saúde em Minas para melhorar o desempenho na saúde e na segurança mineira em geral).

#### A.2) Maximização de Benefícios dos Países Produtores

“Em resposta às pressões recentes sobre a indústria extrativa para uma repartição equitativa dos benefícios e para a maximização dos impactos positivos a nível local, tendo em vista o desenvolvimento sustentável, a indústria mineira iniciou a procura de um novo contrato social para o setor, do qual poderá resultar um desenvolvimento integrado, com diversas ligações económicas e um maior bem-estar e segurança social, e uma redução da vulnerabilidade das comunidades locais pobres, tendo sempre em conta a natureza localizada dos minerais que exige um equilíbrio na distribuição local de benefícios, com as estratégias sustentáveis a nível nacional, para a redução da pobreza”, *in África Mining Vision 2009*

### A.2.1) Maximização dos benefícios financeiros

Para que o desenvolvimento sustentável do setor mineiro seja bem-sucedido é necessário que a indústria mineira contribua significativamente, exista uma distribuição equitativa das receitas e se criem oportunidades para a participação local, em especial na prestação de bens e serviços<sup>1</sup>.

De facto, a atividade mineira só contribui para o desenvolvimento sustentável se gerar receitas adequadas e se as mesmas forem repartidas equitativamente entre as empresas e os países produtores. Para que isso aconteça são necessários regimes fiscais saudáveis e balanceados, bem como uma boa governança financeira a fim de garantir benefícios a longo prazo.

A UE gostaria que a ONU, trabalhando em conjunto com os governos, empresas e todos os interessados, desenvolvesse e produzisse diretrizes e melhores práticas abrangendo:

#### **Mecanismos para promover o desenvolvimento de capacidades financeiras e de aplicação efetiva e eficaz dos rendimentos dos recursos.**

É essencial que a indústria mineira contribua materialmente através de pagamento de rendas, de *royalties* (calculadas através de uma escala variável, estabelecida com base nas cotações das substâncias vendidas) e de outras formas transparentes de pagamentos, evitando preços de transferência e evasões fiscais, para uma distribuição equitativa das receitas entre as empresas e os estados. A questão das "rendas económicas" deve ser tida em conta. As substâncias e metais que devem contribuir mais no futuro (note-se que dizemos contribuir mais e não atrair novos impostos) são os que geram lucros inesperados designados "*windfall profits*".

---

<sup>1</sup>Essas oportunidades podem ser entendidas se o setor mineiro for desagregado para se poderem identificar os pontos de entrada para (i) aumentar o apoio local às indústrias dos setores a montante (fornecedores / indústrias de entrada); (ii) reforçar as indústrias a jusante com base no aumento da transformação local das substâncias produzidas e na adição de valor às mercadorias; (iii) facilitar a migração lateral de tecnologias mineiras para outras indústrias locais; (iv) aumentar o capital social, humano e institucional (que pode ser usado noutros sectores); (v) promover o desenvolvimento de meios de subsistência sustentáveis nas comunidades mineiras; e (vi) criar pequenas e médias empresas e uma economia mais equilibrada e diversificada, com maior efeito multiplicador e potencial para criar emprego. *In África Mining Vision 2009*

No entanto, é também essencial que os países tirem vantagem de outros benefícios gerados pelos projetos mineiros, de modo a que as economias nacionais, regionais e locais beneficiem dos fluxos de receitas, das ligações económicas estabelecidas e de outros “*spin-offs*” da indústria extrativa, como é o caso de utilização colateral das infraestruturas criadas, do valor acrescentado gerado a montante e a jusante, da tecnologia importada e do desenvolvimento de novos produtos (migração lateral). Os mecanismos para atingir esses objetivos podem incluir o apoio à integração das questões do setor extrativo nos planos de desenvolvimento nacional, incluindo os Planos Estratégicos da Redução da Pobreza e o suporte ao desenvolvimento de parcerias entre todos os “*stakeholders*” que incentivem a participação efetiva dos governos de acolhimento, das comunidades afetadas, da sociedade civil e da indústria, nos processos e programas de desenvolvimento local, regional e nacional.

Devem, ainda, existir e estar em vigor, regulamentos que enquadrem e facilitem a participação equitativa das empresas locais, dos trabalhadores, das mulheres e de outras partes interessadas na atividade mineira.

No que diz respeito à repartição dos benefícios do setor mineiro, é fundamental garantir que uma parte razoável vai para as comunidades locais das proximidades e que são desproporcionadamente afetadas pelas operações mineiras. Isto, para lá do foco da atenção tradicional sobre a repartição de resultados entre os patrocinadores do projeto, por um lado, e o Estado representado pelo governo central, por outro.

A formação sobre gestão de receitas pode ser uma parte da assistência prestada a essas comunidades. A presença de comunidades locais (e, em particular, de comunidades vulneráveis, incluindo as comunidades indígenas) nos locais de exploração, impõe obrigatoriamente a contribuição das empresas para o desenvolvimento sustentável a longo prazo, que permita a construção de capital social local. O desenvolvimento sustentável dessas comunidades requer a identificação atempada dos motores reais de desenvolvimento, de modo que existam sistemas sociais e ambientais viáveis e uma economia próspera após o encerramento da atividade mineira.

Tendo isto em conta, a ONU, trabalhando em conjunto com governos, empresas e a sociedade civil, deverá produzir, desenvolver e publicar diretrizes e melhores práticas sobre mecanismos para promover a utilização efetiva e eficaz das rendas provenientes da exploração de recursos minerais, que sirvam de apoio ao desenvolvimento de capacidade financeira da administração nacional e local.

#### A.2.2) Maximização dos benefícios económicos

Uma mina moderna, eficiente e eficaz, capaz de maximizar os benefícios económicos gerados pela exploração de um jazigo mineral, em benefício de todos os intervenientes, deve adotar os conhecimentos e a tecnologia mais adequados, deve utilizar as melhores práticas e ser administrada com técnicas modernas.

É importante promover o intercâmbio e troca de experiências no seio e fora da indústria; incentivar a adoção de novas técnicas de gestão; promover capacidades de base ampla, especialmente em ciência e tecnologia; e adaptar tecnologias novas e emergentes, para aproveitar melhor a riqueza de recursos naturais, para manter o crescimento e promover o desenvolvimento sustentável. É ainda importante procurar aumentar a disponibilidade através do desenvolvimento de infraestruturas, de competências locais, do conhecimento e da informação, uma vez que estes são aspetos vitais para melhorar a produção sustentável das indústrias extrativas.

#### A.2.3) Maximização dos benefícios sociais

As empresas mineiras estão progressivamente a adotar declarações de compromissos com a responsabilidade social e de abordagens de desenvolvimento que têm um maior potencial para elevar significativamente e capacitar as comunidades locais.

As decisões políticas devem:

- Ter em mente a necessidade de respeitar e promover a proteção dos direitos humanos;
- Suportar as ações de Responsabilidade Social das Empresas (RSE). O Grupo do Banco Mundial e os bancos regionais de desenvolvimento, nas suas atividades relacionadas com o crédito e o apoio a clientes do setor privado, devem apoiar as empresas relativamente aos seus compromissos com a SER;
- Incluir políticas e instrumentos de orientação para melhorar a distribuição de benefícios, equilibrando a gestão de conflitos entre interesses locais e a nível nacional, assegurando que uma parcela razoável da receita mineira vai para as comunidades próximas e desproporcionadamente afetadas pelas operações mineiras;
- Conter regulamentos para facilitar e apoiar a participação equitativa de empresas locais, comunidades, mulheres e outras partes interessadas nas atividades mineiras. São necessárias mudanças significativas na forma como a RSE é adotada, implementada e, no futuro, eventualmente, regulamentada pelas legislações nacionais.

## SEGUNDA PRIORIDADE DA UE DO TEMA "MINAS".

### 2.2.B.) GESTÃO DO AMBIENTE E DOS RECURSOS MINERAIS

São necessários mais esforços para aumentar a eficiência e a eficácia da produção e reduzir o desperdício de recursos minerais, nomeadamente através do aumento da reciclagem/reutilização e melhorando o design dos produtos.



É fundamental que:

### B.1) Relativamente à dimensão dos ecossistemas<sup>2</sup> e da biodiversidade

Construir a dimensão dos ecossistemas, integrando a promoção e a integração dos objetivos de conservação da biodiversidade nos planos de extração dos recursos minerais dos países. Foi publicado recentemente pela UE um documento de orientação sobre a compatibilidade da indústria extrativa e a preservação da biodiversidade.

As economias e as atividades das empresas dependem, direta ou indiretamente, dos serviços dos ecossistemas. Assim, a sua atividade económica depende do estado do ambiente natural onde elas operam. Contudo, os serviços do ecossistema continuam subvalorizados ou mesmo não valorizados de todo. A indústria mineira tem um impacto direto sobre os ecossistemas e a biodiversidade. Esses impactos devem ser avaliados e tidos em conta no planeamento das atividades mineiras. Os governos devem assegurar que os efeitos significativos dos projetos mineiros sobre os valores naturais são eliminados. Devem certificar-se que o plano de encerramento referido mais adiante deve, tanto quanto possível, repor/reforçar os valores da biodiversidade afetados.

### B.2) Relativamente aos resíduos, à proteção das águas de superfície e subterrâneas e à minimização do consumo de energia,

a UE considera que é fundamental:

- Minimizar os resíduos gerados, através de padrões modificados de produção e de consumo que contribuam para a prevenção da produção de resíduos, da reutilização, da reciclagem e a conversão de resíduos em produtos;

---

<sup>2</sup> Externalidades – As ameaças indiretas à natureza são universais, muitas vezes involuntárias e geralmente evitáveis. Na análise económica, esses impactos são chamados de "externalidades", isto é, uma vez que um poluente é descarregado gratuitamente no meio ambiente, onde se dilui e o seu impacto é de difícil rastreamento, é considerado "externo" à economia de mercado. Da mesma forma, não são levadas a sério as intenções de criar um direito ambiental garantindo um ambiente livre de poluentes. "Para corrigir esses pontos, onde a sociedade julga conveniente ignorar os danos ambientais que provoca, o Direito Ambiental Internacional deve, cada vez mais, adotar regras para superar ou compensar tais omissões humanas."

(Agenda 21 / Robinson xxix) - As regras internacionais destinadas ao controle das empresas mineiras, a fim de promover o novo paradigma da sustentabilidade – explora vias pelas quais os países com economias baseadas na exploração de recursos minerais podem usar a autoridade jurídica internacional para promover e proteger o seu próprio desenvolvimento sustentável.

## TERCEIRA PRIORIDADE DA UE DO TEMA "MINAS".

### 2.2.C.) PERÍODO DE TRANSIÇÃO DA OPERAÇÃO PARA O ENCERRAMENTO

As operações mineiras, para serem coerentes com o conceito de desenvolvimento sustentável, têm que desenvolver, desde o início das operações e atualizar permanente e regularmente, planos detalhados para o seu encerramento, no final da sua vida útil. A produção desses planos deve abranger avaliações de risco da gestão ambiental praticada ao longo do tempo, a consulta à comunidade e o planeamento da execução. Posteriormente, deve incluir ainda o acompanhamento da sua aplicação e as eventuais correções que forem necessárias. Nesse sentido:

- Há necessidade que os governos: i) forneçam quadros legais e regulamentares para o encerramento; ii) tenham a capacidade institucional para fiscalizar e fazer cumprir essas disposições; iii) exijam que todos os interessados sejam consultados no desenvolvimento dos objetivos e dos planos de encerramento; iv) exijam que seja produzido um plano de encerramento global e que seja criada uma garantia financeira adequada, antes do desenvolvimento dos trabalhos e de aprovada a concessão mineira;

- Há necessidade do desenvolvimento de abordagens eficazes e eficientes para o financiamento do encerramento. A ONU poderia e deveria formular recomendações sobre esta questão.

Com efeito, ainda não foi alcançado um acordo sobre uma abordagem eficaz e eficiente para o financiamento do encerramento que permita a reabilitação dos terrenos no final e que permita atingir outros objetivos ambientais. Com exceção das grandes empresas, as médias e pequenas empresas (a maioria) não concordam com a introdução de leis que imponham essa obrigação. Nas áreas remotas e economicamente subdesenvolvidas, as autoridades nacionais não estão interessadas ou não têm o poder para introduzir mudanças significativas na maneira como os custos de encerramento são tradicionalmente tratados e implementados;

- É necessário concentrar também a atenção sobre a nossa herança de locais abandonados e órfãos, relacionados com a atividade mineira. Apesar do progresso nas técnicas de reabilitação realizado nos últimos anos, são ainda necessárias melhorias. A introdução e disseminação de tecnologias de reabilitação deverão ser um fator fundamental para melhorar o desempenho. Fatores como os custos potenciais de recuperação em larga escala e a ausência de critérios e normas para a reabilitação, têm atrasado as ações que a indústria e as autoridades públicas podem e devem realizar neste aspeto.

#### **QUARTA PRIORIDADE DA UE DO TEMA "MINAS".**

##### **2.2.D.) EXPLORAÇÃO ARTESANAL E DE PEQUENA ESCALA, FORMAL E INFORMAL**

É importante que o setor mineiro artesanal e de pequena escala informal passe a operar de acordo com normas ambientais e sociais mínimas. Em última análise, são necessárias políticas e programas de desenvolvimento que permitam a profissionalização e a formalização dessas atividades. Merecem atenção especial a saúde e as necessidades educativas das crianças nessas situações.

É igualmente importante que os governos apoiem o setor mineiro artesanal e de pequena escala. Devem ser redigidas políticas e regulamentos que garantam que os mineiros artesanais e de pequena escala são considerados e tratados como membros oficiais das indústrias mineiras nacionais.

É necessário ainda que os países expressem o seu suporte, nomeadamente à Associação da Atividade Mineira Responsável e à Iniciativa Internacional de apoio às Comunidades Mineiras de pequena escala (CASM). Isto aplica-se também ao projeto-piloto do G8 "*Certified Trading Chains (CTC)*" na produção mineral, bem como à fase de implementação das orientações da OCDE que cobre a realização de "*due diligences*" às cadeias de abastecimento responsável de minerais a partir de áreas afetadas por conflitos e de alto risco.

#### **QUINTA PRIORIDADE DA UE DO TEMA "MINAS".**

##### **2.2.E.) O ACESSO LIVRE E A TRANSPARÊNCIA DOS MERCADOS DAS MATÉRIAS-PRIMAS**

Neste aspeto, a UE considera necessário:

- Melhorar o conhecimento sobre as mudanças fundamentais dos mercados globais, que ameaçam os princípios da competitividade;

- Promover a transparência dos mercados para evitar disposições ou comportamentos que distorcem o comércio internacional de matérias-primas;
- Garantir o acesso de todos os concorrentes a essas matérias-primas nos mercados internacionais, nas melhores condições possíveis, através de um diálogo reforçado entre produtores e consumidores. Os interesses específicos dos países menos desenvolvidos devem ser tidos em conta neste diálogo.

---

i "É importante identificar atempadamente todas as possíveis ligações críticas da exploração dos recursos minerais com o desenvolvimento, desde o início do processo (preferencialmente antes da assinatura do contrato de prospeção e pesquisa e / ou arrendamento de propriedades / concessão de licenças), mesmo quando a economia local ainda não está numa posição de poder tirar proveito dessas oportunidades. Os aspetos mais importantes a ter em conta neste domínio incluem:

- Repartição equitativa dos rendimentos dos recursos;
- Regime fiscal flexível, sensível aos movimentos das cotações e que estimule o desenvolvimento nacional;
- Garantir o acesso de terceiros à infraestrutura criada para a exploração dos recursos (especialmente transportes, energia e água) com tarifas não discriminatórias;
- Desenvolver o aparecimento de fornecedores locais sempre que possível (especialmente serviços e consumíveis);
- Promover o estabelecimento de indústrias de transformação com acesso aos recursos produzidos a preços competitivos que, através da utilização de mão-de-obra local, serão capazes de produzir valor acrescentado durante toda a vida do projeto;
- O desenvolvimento dos recursos humanos locais necessários e da sua capacitação tecnológica através de investimentos pré-acordados em formação e I & D, preferencialmente em parceria com o Estado (financiamento conjunto), e
- Disposições que salvaguardem a transparência e a boa governança, bem como a obrigação da adoção de normas de segurança, saúde, gestão ambiental e material, internacionalmente aceitáveis e de programas de responsabilidade social corporativa e de recrutamento preferencial dos agentes locais ". *In África Mining Vision 2009*

ii "A progressiva adoção de novas disposições contratuais e de novos instrumentos legais que facilitam o aumento da participação das comunidades locais e de outros intervenientes interessados, bem como os novos mecanismos de distribuição de receitas, incluindo a sua partilha a nível nacional e local, podem ser consideradas respostas aos desafios colocados por este novo paradigma do desenvolvimento.

Algumas empresas mineiras estão a abandonar as anteriores abordagens paradigmáticas relativamente ao desenvolvimento e às relações com as comunidades, que oscilavam entre o "estritamente necessário para os negócios" e as "parcerias práticas", e estão a adotar comportamentos e posições de responsabilidade social "menos instrumentistas e mais holísticas" e, ainda, abordagens de desenvolvimento que têm um maior potencial para elevar e capacitar significativamente as comunidades locais.

Assim, começa a ser entendido pelo mundo empresarial que o sucesso das empresas mineiras e das indústrias em geral são, cada vez mais, avaliadas de acordo com os resultados obtidos nas três frentes do desenvolvimento sustentável, ou seja, o sucesso financeiro, a contribuição para o desenvolvimento social e económico e a gestão ambiental.

Foram estes princípios que orientaram a "Global Reporting Initiative" (GRI) na emissão das linhas de orientação complementares para a elaboração dos relatórios anuais das empresas do setor mineiro e dos metais. Essas linhas de orientação da GRI para a indústria extrativa ficaram concluídas em 2004 e incluem indicadores sociais, ambientais e económicos que abrangem vários aspetos, incluindo a gestão das receitas (captação e distribuição); o valor acrescentado desagregado a nível nacional; as indemnizações compensatórias para as comunidades locais; os benefícios dos empregados além dos previstos por lei; e, a descrição das políticas de igualdade de oportunidades ou programas, para só citar alguns dos itens." *In África Mining Vision 2009*

## CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

Como facilmente se depreende do tema apresentado, o aproveitamento sustentável dos recursos geológicos por parte dos países que os detêm é um assunto para o qual as instituições internacionais, incluindo as Nações Unidas, dão grande atenção e importância, atendendo ao facto dos minerais e metais serem essenciais para a vida moderna e para a melhoria da economia mundial. Torna-se, pois, necessário criar condições para que o acesso aos mesmos seja feito numa abordagem sustentável para as economias dos países produtores e das comunidades locais onde essas explorações se inserem.

Reconhecem, contudo, que nessa atividade se verificam impactos negativos sobre o meio ambiente, no tecido social e nas economias locais, pelo que se torna necessário desenvolver um enquadramento setorial de “Boas Práticas” que garanta que a exploração dos recursos geológicos se faça no respeito pelas regras do “desenvolvimento sustentável” aplicáveis ao setor, em especial nos países menos desenvolvidos onde essas práticas muitas vezes não existem.

As principais preocupações para o estabelecimento dessas Boas Práticas passam por:

- 1- Desenvolvimento de uma Boa Governança, nomeadamente no que respeita ao ambiente legal, político e institucional, à maximização dos benefícios para os países produtores e ainda à maximização dos benefícios económicos financeiros e sociais;
- 2- Gestão do Ambiente e dos Recursos Minerais, nomeadamente quanto aos ecossistemas e à biodiversidade, mas também quanto aos resíduos, à proteção das águas de superfície e subterrâneas e à minimização do consumo de energia;
- 3- Gestão da transição da exploração mineira para o seu encerramento;
- 4- Exploração Artesanal e de Pequena Escala, Formal e Informal, ser apoiada e objeto de políticas específicas às suas características, nomeadamente de educação, saúde e formação, para além do seu reconhecimento como membros das respetivas comunidades mineiras nacionais.
- 5- Melhoria do Acesso e Transparências dos Mercados de Matérias-primas;

Este trabalho deverá contribuir não só para uma maior divulgação e consciencialização da importância do aproveitamento dos recursos minerais para os países que os detêm, mas também que o mesmo se faça com respeito pelas Boas Práticas de sustentabilidade e onde os países produtores e as comunidades locais possam ser dos principais beneficiados.



**TEMA 03**  
DESENVOLVIMENTO RURAL,  
AGRICULTURA E FLORESTAS

## 3.0 INTRODUÇÃO

O Mundo Rural, traduzido, em sentido lato, nas grandes classes de uso do solo, e destacando as florestas, a agricultura e as pastagens e matos, é ao mesmo tempo o “problema” e a “solução” para a resolução das grandes questões que se colocam quando discutimos as razões das Alterações Climáticas e as formas de as mitigar.

Cabe ao Homem, enquanto parte essencial desse Mundo Rural, o papel de gerir e monitorar os processos que provocam essas perturbações e alterações, mas também o de promover aqueles que mitigam os efeitos, por vezes drásticos, das Alterações Climáticas, antecipando e prevenindo os processos evolutivos que conduzam a novos equilíbrios.

São muitas as formas e os graus de liberdade passíveis de serem utilizados pelo Homem, enquanto gestor do Mundo Rural, na redução dos efeitos negativos das Alterações Climáticas, mas, realçamos pela sua particular importância, para o Tema do Desenvolvimento Rural, Agricultura e Florestas, o fomento das “pastagens biodiversas, enquanto paradigma das soluções para o clima baseadas na natureza”.

Este será o tema principal a desenvolver, mas destacaremos com igual importância “as alterações ao Uso do solo e os desafios que se impõem face às alterações Climáticas”.

Por último, pela sua relevância e associação direta à temática das pastagens biodiversas, abordaremos o “Equilíbrio da dieta alimentar”.

## 3.1 SÚMULAS

### SÚMULA SUBTEMA PRINCIPAL

**Pastagens Semeadas Biodiversas: Um Paradigma para as Soluções para o Clima baseadas na Natureza:** As Pastagens Semeadas Biodiversas (PSB) constituem uma solução baseada na natureza, inovadora e economicamente competitiva (“economia verde”) para pastagens inteligentes do ponto de vista climático que ocorram na região Mediterrânica, que tira partido da biodiversidade no sentido de promover a produtividade das pastagens (mais do que duplicando o encabeçamento sustentável), a fertilidade do solo (triplicando a matéria orgânica do solo), o sequestro de carbono (cerca de 6,5 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectare e por ano durante 10 anos) e a adaptação climática.

### SÚMULA SUBTEMA 2

**As alterações do Uso do solo – Desafios para as Alterações Climáticas:** O Inventário Florestal Nacional mais recente (IFN6 do ICNF) analisa e compara a evolução das áreas das diferentes classes do uso do solo, assim como as principais espécies florestais no período que decorre entre 1995 e 2010, permitindo identificar quais foram as grandes alterações e tendências que se registaram no País, tomando como referência a Floresta, a Agricultura, os Matos e Pastagens, as Áreas Urbanas e as Águas Interiores e Zonas Húmidas.

Ainda que uma quinzena de anos seja um período de tempo muito curto para se poder avaliar e inferir sobre a sustentação das tendências observadas na evolução do uso do solo, identificando quais as modificações encontradas, o seu porquê e as razões das mesmas, as respostas encontram certamente explicação e justificação em grande parte devido aos efeitos provocados pelas alterações climáticas, sobretudo devido à crescente ocorrência de fenómenos extremos.

Em 2010, Portugal Continental apresentava a seguinte distribuição de áreas pelas diferentes classes de uso do solo, a saber: Floresta (35,4%), Matos e Pastagens (32%), Agricultura (24%), Urbano (5%), Improdutivos (2%) e Águas Interiores e Zonas Húmidas (2%).

Do ponto de vista evolutivo, importa destacar neste período (1995/2010), a redução da área florestal a uma taxa líquida de -0,3% ao ano e a diminuição acentuada do uso agrícola (-12%), devendo-se em grande parte estas mudanças à sua conversão para a classe de uso “Matos e Pastagens” e para uso “Urbano”. São muitas as interdependências e as implicações, nos dois sentidos, da relação fortíssima e das consequências que se estabelecem entre as alterações no uso do solo e as alterações climáticas.

As alterações, sejam elas provocadas por fenómenos naturais ou pela intervenção humana, implicam e resultam na necessidade de se estabelecerem novos ajustamentos e adaptações, processos estes que fazem parte da dinâmica da natureza e dos seres vivos e que levam ao estabelecimento de novos equilíbrios.

Seguramente que, numa escala temporal alargada, vamos continuar a assistir a alterações no uso do solo, mas também, em particular e sobretudo, ao nível da composição da floresta. Já está a acontecer o ajustamento das espécies às condições climáticas, provocando a sua adaptação e/ou migração no espaço do território nacional.

Importa, pois, estudar, aprofundar e antecipar as implicações destas dinâmicas e dos processos evolutivos, para os quais políticas acertadas poderão mitigar o impacto negativo para o Homem e para a Sociedade.

### SÚMULA SUBTEMA 3

**Equilíbrio da dieta alimentar:** Para o equilíbrio da dieta alimentar é necessário que a relação linear entre os seres vivos existentes na natureza ocorra na cadeia alimentar. Assim, as plantas devem crescer e fornecer alimento para algumas espécies de animais, as quais servem de alimento para outros animais. Os restos são decompostos por bactérias e retornam à terra em forma de sais minerais. Caso alguma destas espécies venha a ser extinta, as outras não resistirão, uma vez que todas possuem uma relação de interdependência, ou seja, uma depende da outra para sobreviver.

Além de garantir a existência das espécies, a interação, as trocas e as relações que os seres vivos estabelecem entre si e com o ambiente permite que a natureza permaneça em equilíbrio ecológico.

Ao longo da cadeia alimentar, algumas substâncias tóxicas e não biodegradáveis acumulam-se nos seres vivos, como os metais pesados (ex.: mercúrio e chumbo). No tempo, a bioacumulação nos seres humanos faz com que atinjam o índice toxicológico e apareçam doenças como cancro, esterilidade e danos nos sistemas nervoso e muscular.

Cada pessoa tem um hábito alimentar, faz uma escolha variada dos alimentos de qualidade, na proporção correta, de modo a ter uma alimentação saudável e assegure o correto funcionamento do organismo, ingerindo regularmente e de modo equilibrado, alimentos que possuam os nutrientes básicos, para assegurar quaisquer necessidades.

Uma dieta completa deve ter as proteínas (ação estrutural), os hidratos de carbono e gorduras (ação energética) e ainda minerais e vitaminas (ação reguladora).

Uma "dieta" restritiva ou com excessos e que não tenha em conta as necessidades do organismo poderá ter efeitos desastrosos.

Cada cultura costuma caracterizar-se por dietas particulares e tradicionais, constituindo património cultural, histórico, social, territorial e ambiental, sendo transmitidas de geração em geração durante séculos.

Comer é um ato cultural. A refeição em conjunto assegura a transmissão de valores culturais e a permuta de conhecimentos, negociações e acordos. Os aspetos culturais, tais como feiras, mercados, romarias, festivais, são um modo de valorização dos produtos produzidos localmente e o contributo para o consumo de produtos frescos oriundos da floresta ou da agricultura.

A floresta é fundamental para contrariar as alterações climáticas e a degradação dos solos e dela vêm produtos para a alimentação animal e humana.

A floresta alimenta a indústria alimentar e das bebidas, dela vem mel, cogumelos, flores comestíveis, carne de caça; do olival vem a azeitona e o azeite; do pastoreio de gado vem a carne, o leite e os lácteos: das árvores de madeira e de frutos frescos ou secos de elevado valor como o castanheiro, pinheiro manso, nogueira, aveleira vêm a castanha, a noz, o pinhão, a avelã; do medronheiro vêm o medronho; da azinheira, sobreiro, carvalho vem a bolota para alimentação animal, sem esquecer o papel/cartão para embalagem alimentar.

Também a agricultura contribui com os cereais e leguminosas para as indústrias de cerveja, pão, massas, farinhas, confeitaria e alimentação animal, com a vinha para a produção de vinhos, bebidas alcoólicas e vinagres, com as hortofrutícolas com as frutas, tomate, legumes, compotas, sumos e as ervas aromáticas para os condimentos.

As alterações climáticas vão conduzir a modificações nos processos produtivos da indústria alimentar, tendo em vista uma maior eficiência (traduzindo-se em economia de energia, água, matérias-primas), o aproveitamento de alguns dos atuais subprodutos pela indústria alimentar (seja como ingredientes, seja como fontes de energia alternativa), com conseqüente redução de emissões poluentes (sólidas, líquidas e gasosas).

## 3.2 SUBTEMA PRINCIPAL - PASTAGENS SEMEADAS BIODIVERSAS: UM PARADIGMA PARA AS SOLUÇÕES PARA O CLIMA BASEADAS NA NATUREZA

### RESUMO

As Pastagens Semeadas Biodiversas (PSB) constituem uma solução baseada na natureza, inovadora e economicamente competitiva (“economia verde”) para pastagens inteligentes do ponto de vista climático que ocorram na região Mediterrânica, que tira partido da biodiversidade no sentido de promover a produtividade das pastagens (mais do que duplicando o encabeçamento sustentável), a fertilidade do solo (triplicando a matéria orgânica do solo), o sequestro de carbono (cerca de 6,5 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectare e por ano durante dez anos) e a adaptação climática.



## AS PASTAGENS PERMANENTES SEMEADAS BIODIVERSAS RICAS EM LEGUMINOSAS

As Pastagens Semeadas Biodiversas (PSB) são um sistema de pastagens desenvolvido nos anos 70, em Portugal, pelo Eng. David Crespo. Diferem das pastagens convencionais por se fazer uso da diversidade ecológica e da complementaridade funcional das espécies de plantas para aumentar a produção vegetal.

A verdadeira dimensão destas pastagens como inovação da Engenharia de Biodiversidade só se traduz no seu verdadeiro nome – Pastagens Permanentes Semeadas Biodiversas Ricas em Leguminosas. “Permanentes” porque depois de semeadas são mantidas por um longo período de tempo (pelo menos dez anos). “Semeadas” porque são introduzidas sementes melhoradas e selecionadas, com maiores produtividades que as sementes existentes naturalmente nos sistemas. O seu epíteto “Biodiversas” deve-se ao facto de serem semeadas com misturas de grande número de sementes e variedades (até 20) altamente produtivas e possuírem, portanto, uma vasta gama de material genético a adicionar ao que já se encontra no local (Figura 1). A diversidade induz uma maior adaptabilidade da pastagem a variações microtopográficas. Juntamente com a diversidade específica, induz uma maior adaptabilidade a variações climáticas anuais. Proporciona, igualmente, uma maior resistência a fatores ambientais e uma maior capacidade fotossintética. Assim, a elevada quantidade de espécies de plantas e variedades presentes nas misturas de sementes (até 20) permite maior adaptabilidade da pastagem à variabilidade do solo, à heterogeneidade topográfica e variabilidade climática anual e inter-anual (um “efeito portfólio”).



Figura 1 – Pastagem semeada biodiversa em zona de montado na Primavera.

A proporção de leguminosas na mistura de sementes é significativa e daí serem designadas “Ricas em Leguminosas”. As leguminosas fixam azoto diretamente da atmosfera através de microorganismos do género *Rhizobium*, concentrados em nódulos nas raízes. O azoto é, assim, consumido pelas gramíneas, evitando-se que fique em excesso. A elevada fixação biológica de azoto evita a utilização de adubos azotados, que acarretam maiores impactos ambientais e elevadas emissões de gases de efeito de estufa.

A conjugação destas características leva a que as PSB permitam aumentos de produtividade sustentados. O alto teor proteico torna as pastagens mais palatáveis para os animais. O acréscimo de produtividade aumenta potencialmente o consumo dos animais em pastoreio e, portanto, evita o consumo de rações ou forragens durante a fração do ano que corresponde ao ciclo produtivo da pastagem. Existem significativos problemas ambientais relacionados com a produção de ingredientes rações, que envolvem por vezes a necessidade de desflorestação ou outras alterações de uso do solo profundas. As rações são, assim, uma importante fonte de emissões de gases de efeito de estufa e igualmente causadora de perdas na biodiversidade nos locais de produção desses ingredientes. Muitos desses mesmos ingredientes, quando utilizados para a alimentação animal, rivalizam ainda com a utilização para alimentação humana direta, para além do facto das rações serem um peso económico para o produtor. Poupar o consumo de alguma ração é, portanto, sempre um contributo para evitar danos ambientais no ciclo de vida da produção animal e contribuir para a sustentabilidade económica das explorações.

Ao serem mais produtivas, as PSB proporcionam também aumentos da matéria orgânica (MO) no solo, associados principalmente à decomposição da biomassa do sistema radicular. A MO é um parâmetro-chave na gestão agrícola, sendo importante por motivos agronómicos e ambientais. Solos ricos em MO são menos susceptíveis à erosão, têm maior capacidade de retenção de água, são mais ricos em nutrientes e, conseqüentemente, mais férteis.

As PSB permitem um controlo mais eficaz da vegetação espontânea, com consequentes reduções nos custos da manutenção da pastagem e no risco de incêndio associado ao uso do fogo para regeneração da pastagem. A manutenção da atividade de pastoreio em conjunto com o aumento da fertilidade do solo previne a invasão por parte de espécies arbustivas, reduzindo o risco de incêndio e a necessidade de remoção mecânica das espécies arbustivas (tipicamente realizada com recurso à mobilização do solo, com a sua conseqüente degradação).

Por todos os motivos anteriormente referidos, e esquematizados na Figura 2, as PSB constituem-se como uma opção de sistema agrícola que permite otimizar, simultaneamente, o desempenho económico e ambiental das explorações agrícolas. Ambas as vertentes são particularmente relevantes em áreas suscetíveis ao abandono agrícola e à desertificação.

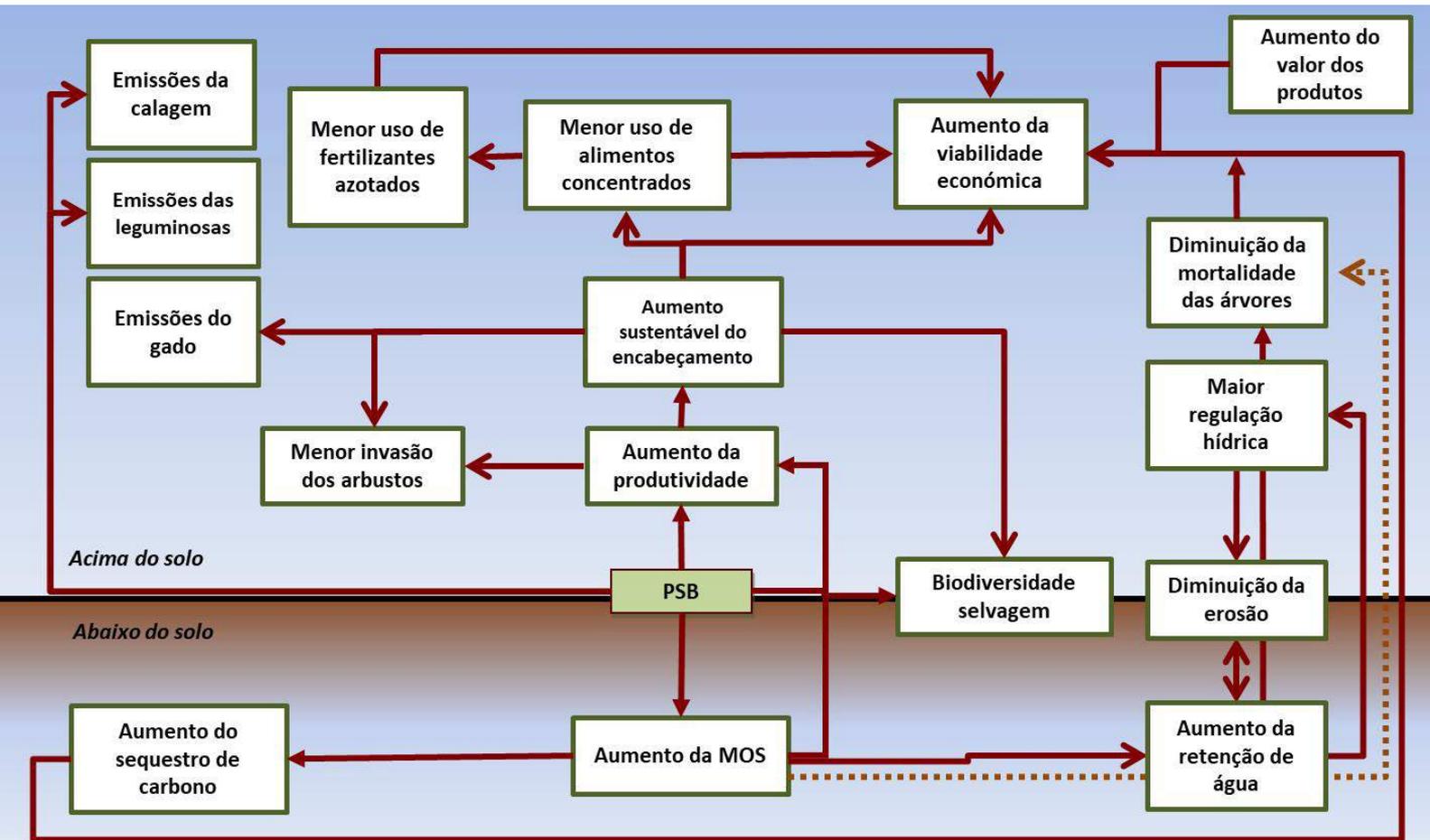


Figura 2 – Esquema simplificado dos efeitos da instalação e manutenção de pastagens biodiversas. PSB – Pastagens Semeadas Biodiversas; MOS – Matéria Orgânica do Solo.

Ao reduzir o risco de incêndio, ao restaurar os solos e ao fornecer múltiplos serviços de ecossistema, as PSB estão em conformidade com a Estratégia de Biodiversidade da UE. Ao reduzir a lixiviação do azoto (devido à ausência do uso de fertilizantes azotados) e o arrastamento de fósforo (devido à redução da erosão do solo), as PSB contribuem para o cumprimento da Diretiva-Quadro da Água.

O restauro dos solos proporcionado pelas PSB pode ser visto como o início da reversão de um processo secular de degradação dos solos que se acentuou particularmente na primeira metade do século XX.

Inquéritos ao consumidor permitiram demonstrar a respetiva disponibilidade para pagar mais pela carne produzida nas PSB, devido à sua qualidade intrínseca e ao seu desempenho ambiental.

Desta forma, as PSB ajudam a resolver o desafio da intensificação sustentável ao permitir simultaneamente o aumento da produção e dos serviços ambientais.

### O PROJETO TERRAPRIMA – FUNDO PORTUGUÊS DE CARBONO

A Terraprima ([www.terraprima.pt](http://www.terraprima.pt)) liderou a implementação em larga escala das PSB em Portugal de 2009 a 2014. O Fundo Português de Carbono (FPC) financiou a sementeira e manutenção das PSB junto de 1 000 agricultores abrangendo cerca de 50 000 hectares e induzindo um sequestro de carbono adicional de mais de 1 milhão de toneladas de CO<sub>2</sub> (um filme sobre o projeto está disponível em <https://youtu.be/WR4tINbSXp4>). A Terraprima pagou o sequestro de carbono no solo como um serviço ambiental após receber as respetivas faturas dos agricultores. Um inquérito junto destes, apurou que 76% reconheceram corretamente o projeto do FPC como um pagamento por um serviço (e não como um subsídio). Os agricultores receberam apoio técnico, com 2-3 visitas por ano complementadas por contato através de e-mail e telefone.

O projeto foi implementado no sul de Portugal, em ecossistemas degradados após milénios de práticas agrícolas prejudiciais, com muito pouca matéria orgânica no solo (menos de 1%) e elevada suscetibilidade à erosão do solo e desertificação.

O projeto foi considerado pela Comissão Europeia como “a melhor solução climática da Europa em 2013” e foi um dos 12 semifinalistas mundiais no concurso “*Land for Life*” da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD), entre outras distinções. A Terraprima foi também reconhecida como “*Dryland Champion*” pela UNCCD. O trabalho científico que determinou o potencial de sequestro de carbono destas pastagens, estando na génese deste projeto, recebeu uma Menção Honrosa no Concurso Inovação Jovem Engenheiro 2008 da Ordem dos Engenheiros.

## PERSPETIVAS PARA A EXPANSÃO DO SISTEMA

Em Portugal, a área de PSB pode ainda aumentar significativamente. O sistema das PSB pode ser expandido para qualquer país com um clima mediterrânico, tanto no próprio Mediterrâneo (nomeadamente Espanha e Norte de África) como em todo o Mundo. Mediante alguma investigação adicional, os seus princípios fundamentais podem ser aplicados a pastagens localizadas em qualquer região. Para além de alguma experiência em Espanha, está a ser presentemente realizada uma experiência na Grécia, que é bastante ilustrativa dos problemas potencialmente encontrados quando se pretende expandir o sistema. Foram instaladas PSB na ilha grega de Samothraki, no âmbito de um projeto liderado por Marina Fischer-Kowalski, do Instituto de Ecologia Social de Viena. Está em curso um processo de monitorização do desempenho das pastagens com recolha de amostras de espécies e biomassa. Em geral, o desempenho das pastagens em alguns locais e explorações da ilha tem sido bastante positivo. Porém, dado o seu caráter inovador, a correta manutenção destas pastagens está a revelar-se desafiante para os agricultores locais, acostumados a um modo de gestão tradicional bastante diferente.

Assim, as barreiras gerais para a expansão do sistema são: (1) a investigação necessária para identificar os locais mais promissores para a implementação e para adequar as práticas de manejo; (2) a transferência de conhecimento para os agricultores; (3) o investimento inicial significativo (sementes, sementeira e fertilização com fósforo ao longo dos primeiros anos).

No resto deste documento apresentamos duas abordagens complementares para abordar estas questões: uma abordagem de curto prazo baseada na investigação habitual; uma abordagem de longo prazo revolucionária. São igualmente apresentados exemplos de projetos presentemente em curso que se encontram na linha da frente da inovação neste sistema.

## O PRÓXIMO PASSO – NO CURTO PRAZO

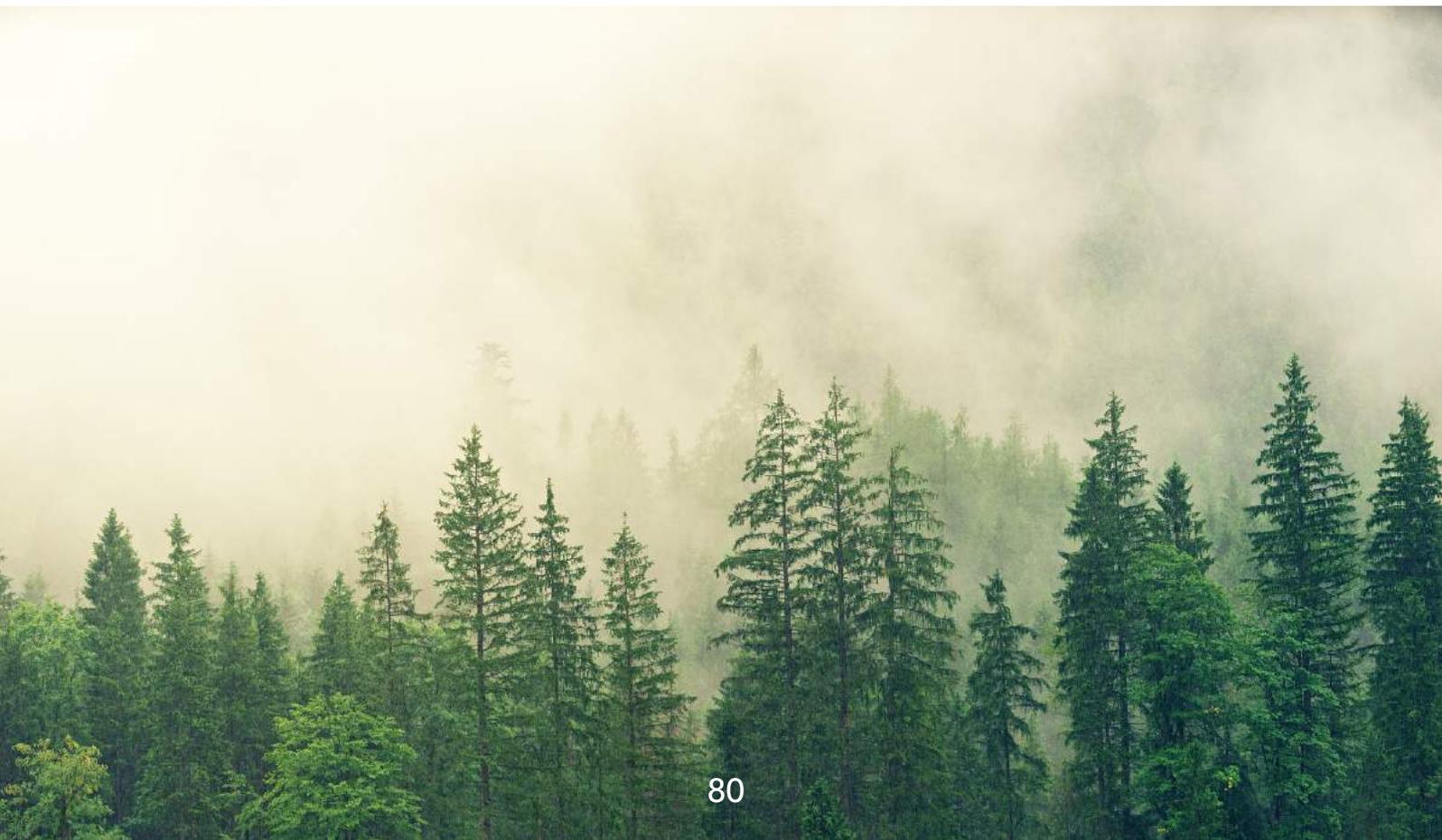
No curto prazo, para além das funções atuais, o sistema de PSB, incluindo o pastoreio, pode também ser utilizado para:

1. A recuperação de solos degradados, seguida de outros usos. Nalgumas situações, esta abordagem pode ser melhor do que o restauro florestal, nomeadamente nos casos em que o clima e a estrutura predominante da vegetação é semelhante ao que encontramos nas savanas (o que corresponde, por exemplo, aos sistemas do tipo savana desenvolvidos pelo Homem, como o montado e a dehesa da Península Ibérica e outros ecossistemas semelhantes do norte de África);
2. A adoção de uma abordagem à escala da paisagem para controlo do risco de incêndio em áreas mediterrânicas extensamente florestadas, através da criação de áreas com baixo risco de incêndio;
3. Uma implantação significativamente mais económica de infraestruturas verdes em áreas urbanas e periurbanas, gerando benefícios de regulação climática (a diminuição da temperatura urbana, devido à evapotranspiração e à alteração do efeito de albedo), de recuperação do solo, de sequestro de carbono, de recreio e de oportunidades de reconexão urbano-rural.

Para expandir a área de PSB de forma a cumprir estas funções adicionais, bem como as suas funções atuais, são necessárias as seguintes linhas de trabalho:

1. Determinar as misturas ideais de sementes para diferentes condições de solo e clima;
2. Optimizar a aplicação de fósforo, usando técnicas de agricultura de precisão e técnicas de biodisponibilidade de fósforo baseadas na natureza, de forma a superar a barreira (2) mencionada acima;
3. Optimizar o manejo do pastoreio, aumentando a produtividade e a persistência das pastagens (maximizando desta forma a vida útil do investimento), de forma também a superar a barreira mencionada;

4. Medir e modelar o desempenho ambiental das PSB em vários contextos internacionais de forma a identificar as áreas mais promissoras para, simultaneamente minimizar as barreiras socioeconómicas e maximizar a produção e os serviços ambientais (tais como o sequestro de carbono no solo, a proteção do solo, eventuais sumidouros de metano e benefícios para a biodiversidade selvagem);
5. Tirar proveito da experiência institucional da Terraprima e envolver as partes interessadas, através de parcerias que combinem centros de investigação, agricultores, organizações de agricultores, agências governamentais e ONGs de ambiente;
6. Promover a viabilidade económica das PSB usando medidas baseadas na procura, como o estabelecimento de abordagens de mercado para os serviços ambientais que estas fornecem e a promoção da diferenciação comercial de produtos animais provenientes de PSB, nomeadamente recorrendo a uma abordagem que combina ambiente e saúde: reduzir o consumo de carne, substituindo-a por carne mais cara, mas também mais saudável, baseada em PSB;
7. Criar consciência social para as soluções baseadas na natureza, por via do sistema das PSB, através de videojogos, materiais de divulgação e material educacional para as escolas.



## O PRÓXIMO PASSO – NO LONGO PRAZO

A generalização de um sistema como as PSB é intensivo do ponto de vista do conhecimento, mas isto é muito mais fácil na era do “*big data*”, “*machine learning*” e recursos distribuídos de deteção. É agora possível acelerar o processo de inovação agrícola através do uso de informações obtidas no campo, para além dos procedimentos experimentais controlados mais tradicionais.

O sistema das PSB claramente merece uma expansão massiva. No entanto, para que tenha lugar, e na escala temporal relevante, esta expansão massiva requer uma abordagem sistemática, fundamental e revolucionária na investigação e implementação agrícolas, compreendendo os seguintes componentes:

- **Alterar fundamentalmente a nossa visão da agronomia**, perspectivando-a como uma disciplina da ecologia aplicada, solidamente assente na modelação baseada em processos mecanísticos, assimilando enormes quantidades de dados através de sensores distribuídos (por exemplo, através de deteção remota, sensores ao nível do solo e sensores metabólicos nos animais).
- **Desenvolver uma compreensão integrada do sistema solo-planta-animal**. Isto requer, nomeadamente, a compreensão do papel da biodiversidade do solo no funcionamento do sistema e da forma como esta biodiversidade do solo é influenciada pela composição da comunidade vegetal e pelas entradas de dejetos e urina dos animais. Uma vez adquirido este conhecimento, é então possível gerir direta e indiretamente o ecossistema do solo, por exemplo, através da introdução de organismos que promovem a biodisponibilidade do fósforo.
- **Transitar do foco atual nas monoculturas e respetiva optimização** (o componente fundamental da intensificação sustentável) para a Engenharia baseada na biodiversidade de comunidades ecológicas produtivas, compreendendo as plantas, os animais, a biota do solo e (em sistemas agroflorestais) as árvores.

- **Ir para além dos slogans de "big data"**, combinando, de forma ponderada, modelos baseados em processos mecânicos, baseados em princípios fundamentais, com a assimilação de fluxos de dados massivos de deteção distribuída (a abordagem adotada, por exemplo, na previsão meteorológica); criando modelos ecológicos preditivos operacionais nos quais a investigação e o desenvolvimento agrícolas, bem como a assistência técnica aos agricultores poderão ficar assentes.
- **Aproveitar para a agricultura de base ecológica as técnicas agrícolas e pecuárias de precisão que são agora essencialmente utilizadas para a agricultura intensiva:** monitorização da condição das pastagens baseada na deteção remota; otimização do pastoreio baseada em modelos; controlo automático da posição dos animais com base na visão computacional; controlo do pastoreio através de vedações virtuais; metagenómica para caracterização da biota do solo, composição das pastagens e alimentação animal.
- **Proceder à rápida prototipagem genética dos animais**, combinada com a medição intensiva do desempenho baseada em sensores e o rastreamento rápido dos animais com o novo objetivo de alimentação otimizada à base de pastagens.
- **Eliminar a divisão entre a sustentabilidade ambiental e a produtividade**, atualmente predominante, por exemplo, nos Programas de Desenvolvimento Rural (Eixo I versus Eixo II) da Política Agrícola Comum.
- **Estabelecer uma colaboração amplamente interdisciplinar**, compreendendo cientistas e engenheiros das áreas da agronomia, pecuária, ecologia, economia, sociologia, engenharia eletrotécnica, ciência dos dados e matemática aplicada.
- **Estabelecer colaborações globais de investigação**, garantindo a entrada de conhecimento obtido a partir do solo em diferentes situações agroecológicas e conhecimento científico específico.

## O PRÓXIMO PASSO – PROJETOS EM CURSO

Os princípios enunciados estão a ser utilizados para produzir novo conhecimento sobre este sistema de pastagens e fomentar a sua implementação.

No plano nacional, o projeto “ModelMeat - Modelo de Otimização de Ambiente e Qualidade do Produto para Serviços de Apoio à Competitividade dos Agentes da Fileira da Produção Animal Extensiva”, é um projeto financiado pelo programa Portugal 2020 e decorre de uma parceria entre a Terraprima (líder do projeto) e a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa. O projeto decorre de 2016 a 2019, e incide sobre um conjunto de explorações piloto na região do Alentejo. O objetivo geral é criar um sistema de apoio à decisão em explorações com pastagens, baseado em modelos de avaliação da qualidade ambiental e da qualidade do produto (carne de bovino, e carne e leite de ovino e caprino). Este projeto irá, portanto, contribuir para ultrapassar as barreiras de implementação de curto prazo antes listadas, ajudando a otimizar o manejo do pastoreio, a medir e modelar o desempenho ambiental das PSB, e a promover a viabilidade económica das PSB. Contribuirá, ainda, para desenvolver uma compreensão integrada do sistema solo-planta-animal.

O sistema será implementado numa plataforma informática *online* de ecodesign, com o propósito da otimização de gestão e da sustentabilidade na fileira da carne extensiva, nas vertentes ambiental, económica, técnica e social. O propósito desta ferramenta será tornar as cadeias produtoras mais eficientes (rentabilizando os ganhos), otimizar e aumentar a produção através do controlo de custos e receitas, para melhor conhecer e comunicar o desempenho ambiental dos seus produtos, utilizando esta informação de uma forma diferenciadora no mercado. A qualidade da carne proveniente de sistemas extensivos é igualmente monitorizada e levada em conta para as decisões de gestão dos produtores. A ferramenta é desenvolvida no sentido de também poder ser aplicada a nível internacional.

Em resumo, os principais resultados esperados neste projecto são:

**1. Um sistema de apoio à decisão para produção animal extensiva de ruminantes, consistindo em módulos ou subsistemas integrados de gestão agropecuária e ambiental do pastoreio, nomeadamente:**

- Um sistema de gestão de pastoreio inovador e altamente especializado baseado na estimativa da produtividade de pastagens com recurso a deteção remota;
- Um sistema de cálculo de impactes ambientais para a fileira da carne extensiva baseado em avaliação de ciclo de vida simplificada;
- Um sistema de determinação de custos económicos da atividade agropecuária;
- Um modelo integrado, baseado em processos biofísicos, que relaciona a alimentação animal com a qualidade e segurança alimentar dos produtos (carne);
- Um sistema de teste de cenários de alteração de produção nos quais o produtor poderá testar os efeitos ambientais e económicos de mudanças de práticas de manejo.

**2. Uma ferramenta informática baseada em SIG para realizar a gestão das explorações agro-pecuárias, que alojará o sistema de apoio à decisão Model-Meat e outras informações relevantes para o produtor.**

Ainda no plano nacional, o Grupo Operacional "GO Fósforo: Viabilização de pastagens semeadas biodiversas através da otimização da fertilização fosfatada" pretende ir ao encontro da otimização do uso de fertilizantes em PSB através da utilização de deteção remota, para a avaliação das necessidades nutricionais da pastagem, e da tecnologia de débito variável para a distribuição de fertilizante. Com isto pretende-se demonstrar o impacto positivo na produtividade das pastagens e os benefícios ambientais que daí advêm. Os resultados do projeto serão disseminados por agricultores e consultores, através de recomendações para a fertilização eficiente com fósforo. Este projeto irá, portanto, contribuir para atingir os objetivos listados anteriormente ao otimizar a aplicação de fósforo e promover a viabilidade económica das PSB.

O projeto decorre de 2017 a 2021, sendo liderado pela Terraprima e contando como parceiros com a Universidade de Évora, o Instituto Superior de Agronomia e a Associação de Criadores de Bovinos de Raça Alentejana, para além de sete parceiros agrícolas em cujas explorações as ações do projeto decorrerão (Fundação Eugénio de Almeida, Pedro Sacadura Teixeira Cabral Duarte da Silveira, Sociedade Agrícola da Herdade dos Padres, Tapada dos Números Sociedade Agrícola, Terraprima Sociedade Agrícola, Herdade dos Grous, ZEA – Sociedade Agrícola, e Finca Cubillos).

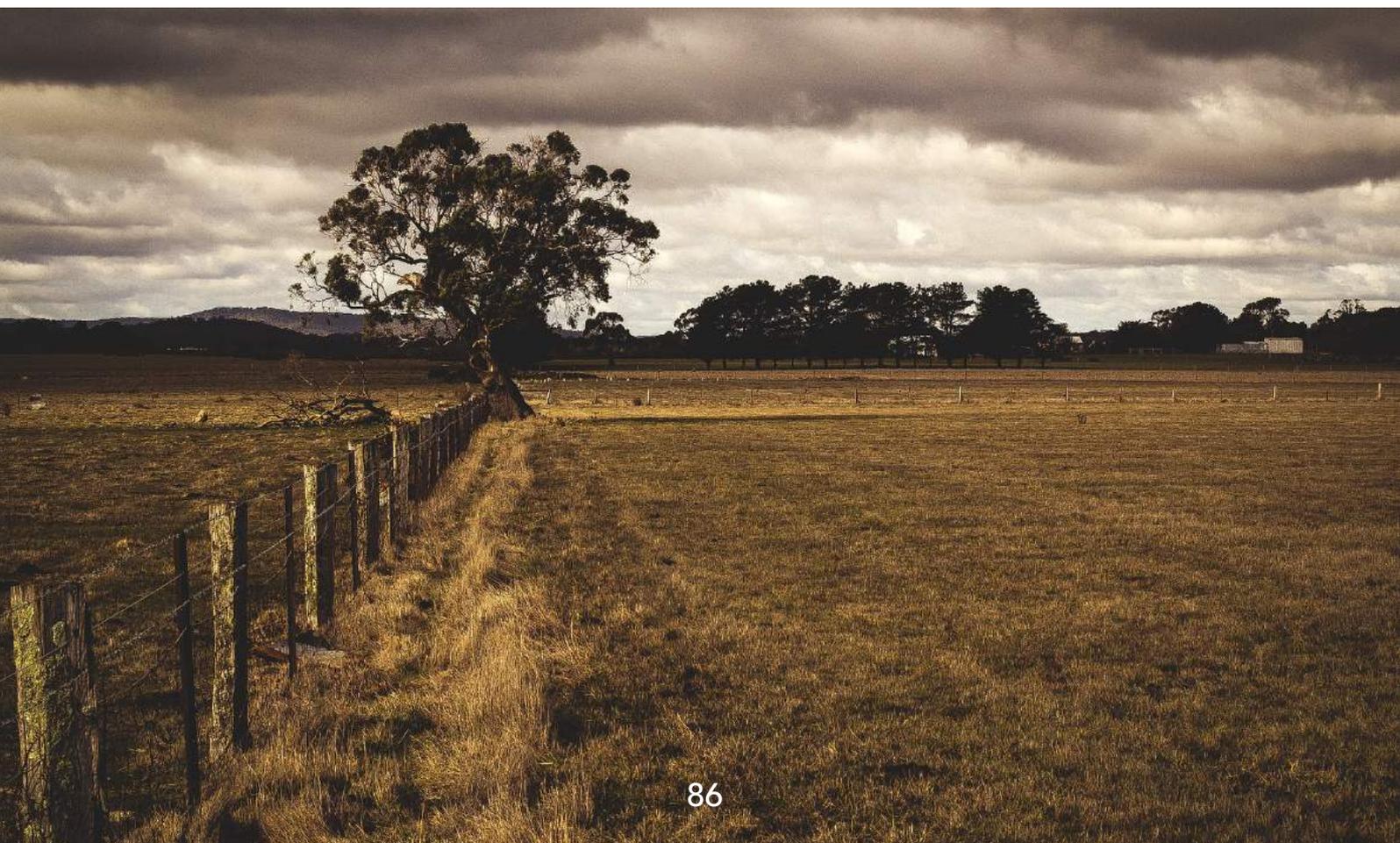
Em particular, o GO Fósforo pretende desenvolver uma abordagem tecnológica expedita e de baixo custo de apoio à obtenção de mapas de prescrição espacialmente diferenciada de fertilização fosfatada de pastagens. Esta abordagem irá ter como base a utilização de métodos de deteção próxima e remota, com sensores espectrais em várias bandas. Com base na metodologia a desenvolver, serão produzidas recomendações de fertilização otimizada que proporcionarão aumento de produtividade e/ou redução de custos, dado que o fósforo será aplicado apenas onde pode trazer mais benefício para a pastagem. Na primeira fase do projeto (Anos 1 e 2), será feita a recolha de toda a informação e dados necessários para calibrar e validar um modelo para produção de mapas de prescrição espacialmente diferenciada de fósforo com base em imagens de satélite e de drone.

Na segunda fase do projeto (Anos 3 e 4), será demonstrada a aplicação do modelo obtido na primeira fase com recurso a um delineamento experimental que permita a análise comparativa dos resultados obtidos com fertilização convencional e fertilização espacialmente diferenciada (otimizada). A segunda fase do projeto permitirá a disseminação e divulgação eficaz da abordagem desenvolvida, pela demonstração da sua aplicabilidade, do seu carácter expedito e do seu baixo custo.

Já o Grupo Operacional "GO Solo: Avaliação da dinâmica da matéria orgânica em solos de pastagens semeadas biodiversas através do desenvolvimento de um método de monitorização expedito e a baixo custo", pretende desenvolver uma ferramenta para a determinação expedita e a baixo custo do teor de matéria orgânica do solo em PSB e sua capacidade de sumidouro de carbono. Este projeto contribuirá, portanto, para otimizar o manejo do pastoreio, e medir e modelar o desempenho ambiental das PSB. Contribuirá ainda para desenvolver uma compreensão integrada do sistema solo-planta-animal.

O projeto decorre entre 2018 e 2021, sendo liderado pela Terraprima e contando como parceiros com a Universidade de Évora, o Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária e a Confederação dos Agricultores de Portugal, para além de sete parceiros agrícolas em cujas explorações as ações do projeto decorrerão (Fundação Eugénio de Almeida, Pedro Sacadura Teixeira Cabral Duarte da Silveira, Sociedade Agrícola da Herdade dos Padres, Tapada dos Números Sociedade Agrícola, Lda., Terraprima – Sociedade Agrícola, Herdade da Machoqueira do Grou, ZEA – Sociedade Agrícola Unipessoal).

Em concreto, o projeto irá utilizar métodos de deteção próxima e deteção remota, com equipamentos como sensores de campo e imagens de satélite, para obter medições espectroscópicas na gama da radiação visível e no infravermelho-próximo, e correlacionar estas medições com a matéria orgânica do solo. Este método resultará na obtenção de um método indireto, que se pretende mais rápido e de baixo custo do que a análise tradicional de solos, que permita aos produtores conhecerem os níveis de matéria orgânica na sua exploração e otimizá-lo, por exemplo, para futuros projetos semelhantes ao projecto FPC. Para tal, todas as explorações piloto dos parceiros agrícolas serão analisadas, e as práticas de gestão em cada serão uma cruzadas com os resultados por modo a entender de que forma estas tiveram influência nas concentrações de matéria orgânica observadas ao longo do tempo.



Os resultados esperados do “GO Solo” são:

1. Obtenção de mapas de alta-resolução para a matéria orgânica no solo, para sete explorações piloto durante cinco anos, incluindo a análise geoespacial detalhada;
2. Análise do efeito da gestão do pastoreio na acumulação da matéria orgânica no solo;
3. Previsão do sequestro de carbono no solo para as explorações piloto e extrapolação dos dados para potenciais novas áreas de pastagem;
4. Método normalizado para a análise da matéria orgânica no solo com recurso a espectroscopia no infravermelho-próximo.

No plano internacional, o projeto “*Animal Future: Contribuição dos sistemas de produção animal para um futuro sustentável (Steering Animal Production Systems towards Sustainable Future)*” pretende desenvolver estratégias para avaliar e melhorar a sustentabilidade dos sistemas de produção animal europeus. Este projecto irá auxiliar a desenvolver uma compreensão integrada do sistema solo-planta-animal, aproveitar para a agricultura de base ecológica as técnicas agrícolas e pecuárias de precisão, e os seus resultados serão ainda úteis para eliminar a divisão entre a sustentabilidade ambiental e a produtividade.

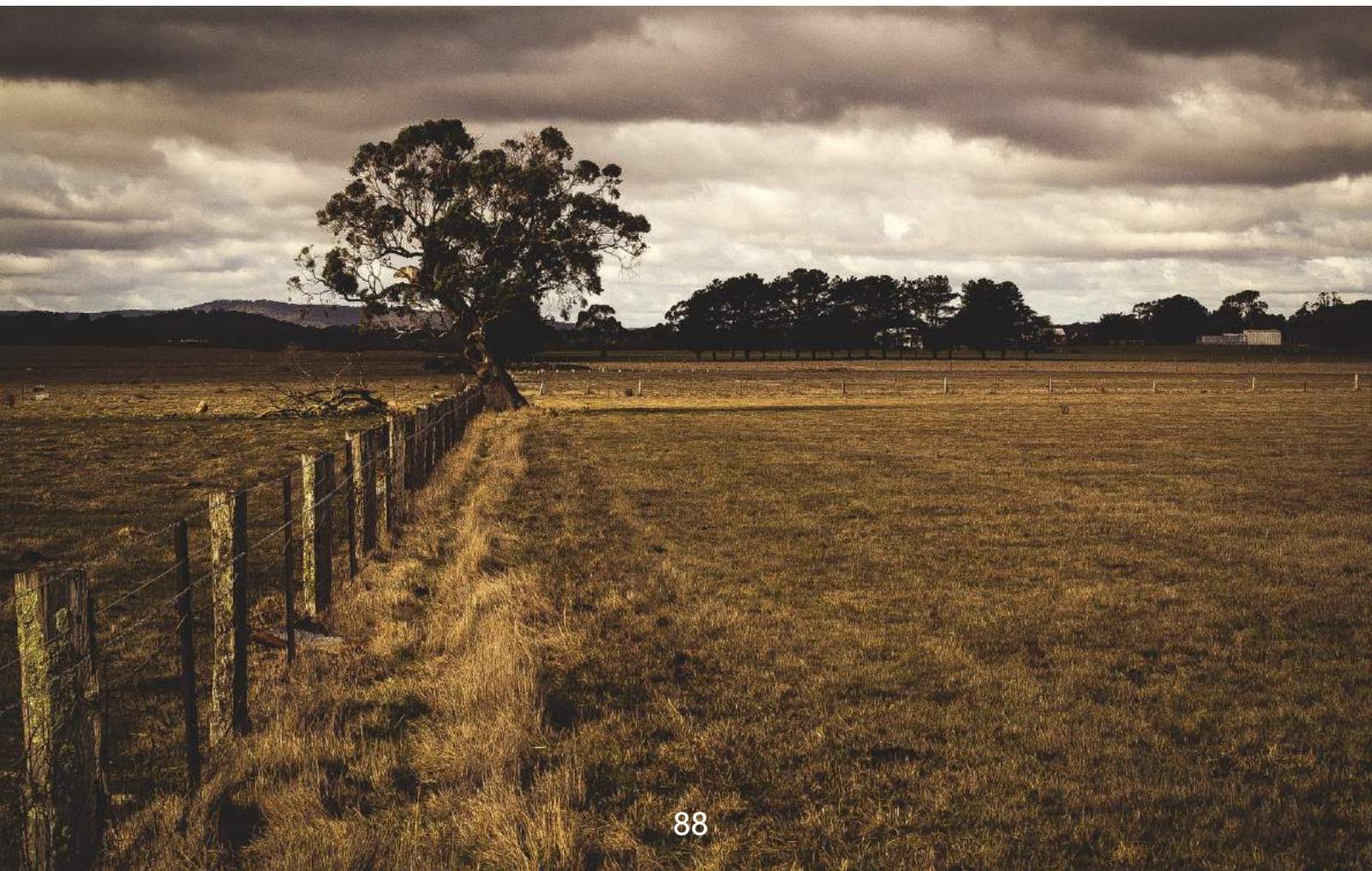
O projeto decorre entre 2017 e 2020. É liderado pelo Institut National de la Recherche Agronomique INRA e tem como participantes o Institut de l’Élevage (IDELE), Scotland’s Rural College (SRUC), Centro de Investigación Y Tecnología Agroalimentaria de ARAGON (CITA-IA2), Bavarian State Research Centre (LfL), Universitaet Klagenfurt (UNIKLU), Wageningen University (WU) e a Associação do Instituto Superior Técnico para a Investigação e Desenvolvimento (IST-ID).

Os trabalhos desenvolvidos consideram casos de estudo em seis países, nomeadamente Espanha, Reino Unido, França, Holanda, Portugal e Alemanha, incluindo sistemas intensivos e/ou extensivos de produção de ovinos, bovinos e aves. Para cada um destes casos de estudo são estudadas potenciais inovações com vista à melhoria do seu desempenho. Portugal participa com o estudo da produção de bovinos em extensivo, com recurso a PSB. Sobre este sistema são estudadas inovações aplicadas à melhoria da sustentabilidade do sistema animal-solo-planta.

Os principais objetivos do projeto são:

1. Avaliar as consequências multidimensionais das inovações sobre os benefícios (balanço económico, empregos, qualidade e segurança dos produtos, serviços de ecossistema, entre outros) e custos (uso de recursos naturais escassos, saúde e bem-estar);
2. Melhorar a capacidade dos agentes europeus no setor dos animais para facilitarem mudanças sólidas com base numa compreensão aprofundada dos mecanismos subjacentes aos compromissos entre os benefícios e os custos;
3. Fornecer orientações co-concebidas por cientistas e atores da produção animal através das quais estes últimos podem reforçar a sua capacidade de inovação.

Para atingir estes objetivos, pretende-se o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão baseada em indicadores, que será utilizada para avaliar e comparar os sistemas de produção europeus de acordo com os benefícios e custos induzidos pelas inovações. Para além do exposto, são aqui desenvolvidos modelos e análises a diferentes escalas (da Europa à exploração) e envolvidos no processo diferentes partes interessadas, incluindo agentes do setor agrícola e decisores políticos.



Os dados recolhidos por estes projetos estão a ser ainda utilizados para potenciar uma linha de investigação desenvolvida no Instituto Superior Técnico para a modelação integrada deste sistema de pastagem. Estes trabalhos sistematizam a aprendizagem de todos os projetos tendo em vista a compreensão integrada do sistema solo-planta-animal. Tem sido aplicada uma abordagem de balanços de massa de carbono e azoto. Nesta abordagem o sistema de pastagem é dividido em três subsistemas principais: solo, planta e animal. Para cada subsistema serão utilizados modelos processuais, isto é, modelos que expressam matematicamente processos biológicos complexos que dependem das condições do solo, práticas de gestão das pastagens, variáveis climáticas e ainda dados de deteção remota. Relativamente ao subsistema do animal, o balanço de massa tem por base o balanço energético recorrendo a Dynamic Energy Budget (DEB) Theory. A interligação destes modelos (e.g. resíduos deixados no terreno no subsistema da planta são uma entrada no subsistema do solo) permite uma avaliação integrada do sistema. Os dados recolhidos nos projetos referidos (e.g. produtividade e conteúdo de matéria orgânica no solo, entre outros) são essenciais para a aplicação destes modelos, para estimar parâmetros relevantes para a sustentabilidade do sistema e de difícil medição, como a produtividade das raízes, e podem ser estimados utilizando as medições de campo com métodos processuais e através de métodos de otimização (*machine learning*). Depois de devidamente parametrizados, estes modelos podem ser utilizados para estimar as características deste sistema de pastagens. A avaliação ambiental, nomeadamente o impacto nas alterações climáticas (emissão de gases de efeito de estufa) e eutrofização (lixiviação) deste sistema de produção é também um resultado da aplicação desta abordagem integrada. Recorre-se à Avaliação de Ciclo de Vida como método privilegiado de avaliação ambiental, por forma a incluir tanto efeitos diretos como indiretos.



# TEMA 04 MAR E LITORAL

## 4.0 INTRODUÇÃO

O tema “ Mar e Litoral”, abordado na perspetiva das Alterações Climáticas, traz de imediato a associação de fenómenos como a subida do nível médio do mar, os fenómenos meteorológicos extremos, a erosão costeira, os galgamentos oceânicos, as inundações, entre outros igualmente relevantes.

Portugal, com uma costa com cerca de 950 Km no Continente, 650km nos Açores e 250Km na Madeira, e ainda com uma vastíssima extensão de mar territorial, sofre os impactos diretos dos efeitos das alterações climáticas sobre o mar, numa significativa parte do seu território.

Em Portugal, constata-se já uma subida de 20cm no nível médio do mar nos últimos 100 anos, aliás da mesma ordem de grandeza da subida média a nível mundial, e estima-se que a erosão costeira em litoral arenoso afete cerca de 20% da linha de costa portuguesa.

Por todas estas razões, a que acresce a densa ocupação humana da faixa litoral, a mitigação obtida por boas práticas exige uma permanente e cuidada monitorização física do território, uma rigorosa monitorização de todas as infraestruturas de proteção, uma adequada gestão de sedimentos, um fundamentado planeamento, a opção por combustíveis alternativos das frotas marítimas, objetivos de eficiência energética, e uma assertiva e permanente comunicação com as populações. Em suma, impõem-se soluções de proteção do equilíbrio dos sistemas existentes, privilegiando, sempre que possível, opções comumente designadas por “*Working with Nature*”.

Este documento de Boas Práticas, no que concerne ao Mar e Litoral, no âmbito da temática das alterações Climáticas, inicia-se, sem prejuízo do desenvolvimento de outros temas em fases seguintes, com o desenvolvimento do tema “ Gestão de sedimentos”, num ano de prioridade de alimentação artificial de praias, baseadas em soluções colaborativas e sustentáveis, como forma de combate à erosão costeira.

## 4.1 SÚMULAS

### SÚMULA SUBTEMA PRINCIPAL

**Gestão de Sedimentos:** Estima-se que a erosão costeira em litoral arenoso afete cerca de 20% da linha de costa portuguesa. Os processos erosivos devem-se fundamentalmente à existência de défices sedimentares induzidos por atividades humanas, mas a situação poderá ser agravada por uma aceleração da subida do nível médio do mar. A gestão de sedimentos, e, em particular, a gestão dos sedimentos dragados pelas autoridades portuárias, pode desempenhar um papel importante na minimização dos processos erosivos. Os canais de navegação são frequentemente assoreados por areias captadas ao transporte sedimentar litoral. A reintrodução dessas areias nos sistemas costeiros e na dinâmica litoral, em articulação com as autoridades ambientais, é uma opção técnica e economicamente adequada.

### SÚMULA SUBTEMA 2

**Gestão da Zona Costeira:** Portugal é um país com uma grande extensão litoral, numa zona Atlântica com grande energia. Está, por isso, sujeito a episódios meteorológicos e de agitação marítima de elevada magnitude, com as naturais repercussões na faixa costeira. Acresce a esta condicionante geográfica uma excessiva ocupação humana do litoral em detrimento do restante país. Por estas razões, todo o litoral é uma zona vulnerável, que urge gerir visando uma maior resiliência .

Invocam-se aqui extratos do Relatório Final do Grupo de Trabalho do Litoral, 2014, subordinado ao tema “ Gestão da Zona Costeira O Desafio da Mudança”.

“A valorização da zona costeira só poderá ser alcançada através de uma gestão do território assente nos princípios da Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC). Este processo deverá, de uma forma dinâmica, contínua e interativa, harmonizar os valores ambientais, socio-económicos e éticos. Neste sentido, qualquer atuação nesta área deverá procurar um equilíbrio entre valorização do território e a preservação dos valores ambientais (GL)

O litoral português apresenta um valor natural, económico e cultural ímpar, cuja importância é amplamente reconhecida. No entanto, a diversidade de atividades que suporta induz, frequentemente, conflitos de interesses, conduzindo a estratégias de intervenção contraditórias. Este facto tem originado, desde há décadas, à degradação do sistema costeiro, em grande parte devido aos problemas relacionados com a erosão costeira. Em alguns casos, esta degradação atinge proporções inquietantes e chega mesmo a comprometer extensos troços costeiros. Controlar e inverter o problema não será uma tarefa fácil, uma vez que a regeneração do litoral é um processo complexo e demorado. Esta recuperação, que deve ser encarada como um desígnio nacional, só poderá ser atingida com uma gestão baseada no conhecimento, identificando as causas, reconhecendo a respetiva dinâmica e intervindo a favor da natureza. A solução deverá basear-se num consenso alargado que permita adotar uma estratégia de longo prazo que ultrapasse a dimensão temporal característica dos ciclos políticos, comprometendo todos os intervenientes neste processo.

A atual configuração do litoral é o resultado da interação ente os agentes da geodinâmica interna e externa e, mais recentemente, da ação do Homem. A contínua interação entre estes agentes torna a zona costeira extremamente dinâmica, mesmo quando considerada à escala da vida humana. Em Portugal continental, a crescente ocupação do litoral é, em muitos casos, incompatível com esta dinâmica natural, resultando em numerosas, e cada vez mais frequentes, situações de conflito. Mas se, por vezes, existe a perspetiva de que o conflito entre dinâmica natural e ocupação do território costeiro é inevitável, e se aceita que o Homem está condenado a uma "guerra contra o mar", também é verdade que, na maior parte dos casos, a correta compreensão da dinâmica costeira pode fundamentar modelos de ordenamento mais sustentados. Assim, compreender a dinâmica do litoral português é fundamental para sustentar qualquer política de intervenção e de gestão do espaço e do risco na zona costeira.

O traçado e a posição atuais da linha de costa dependem de um conjunto alargado de fatores interativos e retroativos, dos quais se destacam o forçamento oceanográfico (ondas, marés, correntes costeiras, sobre-elevação meteorológica, nível médio do mar), os sedimentos (natureza, dimensão, disponibilidade), o contexto geomorfológico (incluindo praias, arribas, estuários, lagoas e ilhas barreiras) e a intervenção antrópica. Na costa portuguesa, o principal "motor" do transporte sedimentar relaciona-se com a agitação incidente, pelo que, de uma forma simplificada, a evolução da posição da linha de costa pode ser, em grande medida, explicada através da interação entre as ondas, o fornecimento sedimentar e as variações do nível médio relativo do mar.

Quando se analisa a evolução do litoral à escala dos milhares de anos, verifica-se que a variação do nível médio do mar (NMM) foi o processo que mais condicionou a evolução da posição da linha de costa e as modificações do seu traçado. A estabilização do NMM, ocorrida há aproximadamente 3500 anos, traduziu-se numa alteração do forçamento dominante.

A partir daquela época, o balanço sedimentar foi o fator que mais influenciou a mobilidade da linha de costa: sempre que existiu um superavit sedimentar a costa migrou em direção ao mar (acrecção/progradação), e em situações de défice sedimentar a linha de costa migrou em direção a terra (erosão/recuo).

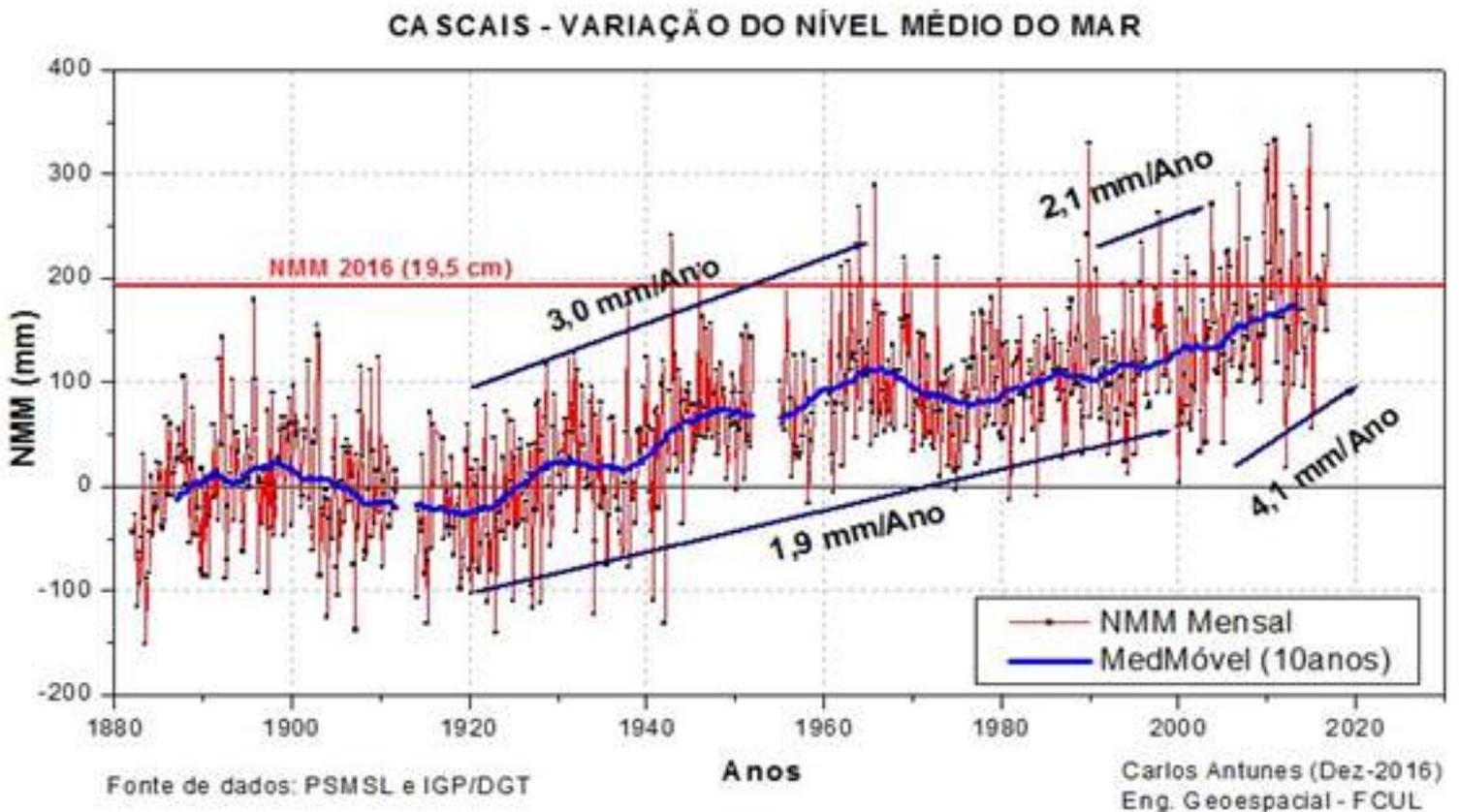
A partir de finais do século XIX, o litoral passa a apresentar uma tendência regressiva (recuo), cujos primeiros relatos são descritos por “invasões do mar”. Este comportamento regressivo do litoral é geralmente relacionado com a redução do fornecimento sedimentar associado à atividade antrópica, nomeadamente com a construção de barragens, a extração de inertes nos cursos de água e albufeiras, as práticas agrícolas que visam a conservação do solo e a construção de obras portuárias.

O reconhecimento da relevância do balanço sedimentar na evolução da linha de costa materializa-se nas orientações estratégicas sobre a erosão costeira propostas no projeto europeu Conscience ([www.conscience-eu.net](http://www.conscience-eu.net)). De acordo com as conclusões deste projeto, a resolução dos problemas associados à erosão costeira deve atender às causas que a originam, e que se relacionam, fundamentalmente, com a existência de défices sedimentares. A gestão do balanço sedimentar deverá, por isso, assumir um papel primordial nas estratégias de intervenção e mitigação do processo erosivo.

As zonas costeiras baixas da costa ocidental de Portugal estão profundamente desequilibradas depois de décadas de uma gestão costeira pouco coerente e consequente. A situação de risco que se observa presentemente em alguns troços costeiros exige soluções que podem, em certas circunstâncias, ter características até agora consideradas excecionais. Neste sentido, é fundamental equacionarem-se soluções alternativas que apelem à capacidade de inovação que existe na sociedade portuguesa.”

Igualmente se insere informação do Prof. Eng. Carlos Antunes da FCUL sobre o NMM.

Variação Secular do Nível Médio do Mar em CASCAIS (Série de médias mensais)



Em conclusão, a gestão das zonas costeiras e, em particular, a gestão de sedimentos, face ao défice sedimentar existente, e às alterações climáticas, exige um conjunto de boas práticas, seja no âmbito da governança, seja no âmbito das intervenções a concretizar. Boas práticas que se devem estender não só aos troços de costas baixos e arenosos, mas também aos de arribas, onde infelizmente ainda tantos acidentes mortais ocorrem, e também a estuários, lagoas e ilhas barreiras.

O paradigma das intervenções pesadas evolui para um paradigma de intervenções *"Working with nature"*, fortemente inspiradas nas práticas de origem holandesas. Sem nunca descuidar as intervenções de segurança de pessoas e bens as soluções de mitigação e/ou adaptação impõem-se. Especialistas sugeridos: António Carmona Rodrigues, António Trigo Teixeira, Carlos Coelho, Luís Portela.

### SÚMULA SUBTEMA 3

**Avaliação de galgamentos em estruturas de proteção marginal:** A alteração do clima a nível global é um cenário assumido para o futuro (IPPC, 2014), havendo já indícios da subida do nível médio do mar em alguns pontos das costas europeias (Wahl et al., 2011; Weisse et al., 2014). É esperado algum impacto na frequência de ocorrência de ventos com grande intensidade e da correspondente sobrelevação de tempestade no nível médio do mar, bem como de eventos atualmente designados como estados de mar de temporal.

Contudo, sabe-se pouco do que será a probabilidade de falha das estruturas de proteção costeira existentes quando sujeitas a tais solicitações. Tal falha pode corresponder à passagem de volumes apreciáveis de água sobre o coroamento da estrutura, os chamados galgamentos oceânicos, ou à destruição do manto protetor destas estruturas.

Neste âmbito, vale a pena mencionar os trabalhos de Chini e Stansby (2012), Sekimoto et al. (2013) e Burcharth et al. (2014), que mostraram um aumento da probabilidade de excedência de acontecimentos perigosos associada à variação do nível médio do mar na análise do desempenho de uma estrutura de proteção costeira em termos de galgamentos oceânicos, isto é, da passagem de água sobre o coroamento destas estruturas.

Em Portugal, existem algumas estruturas de proteção marginal de especial relevância para a segurança, quer de infraestruturas de transporte (a proteção da linha de Cascais), quer para zonas povoadas (Costa de Caparica e Esmoriz). Assim, a decisão relativa à necessidade de reforço/modificação do perfil destas estruturas deve basear-se na avaliação do risco associado ao fenómeno do galgamento em cenários de alterações climáticas. Tal implica a avaliação da probabilidade de ocorrência deste fenómeno, bem como das consequências associadas ao mesmo.

## 4.2 SUBTEMA PRINCIPAL - GESTÃO DE SEDIMENTOS

### RESUMO

Estima-se que a erosão costeira em litoral arenoso afete cerca de 20% da linha de costa portuguesa. Os processos erosivos devem-se fundamentalmente à existência de défices sedimentares induzidos por atividades humanas, mas a situação poderá ser agravada por uma aceleração da subida do nível médio do mar. A gestão de sedimentos, e, em particular, a gestão dos sedimentos dragados pelas autoridades portuárias, pode desempenhar um papel importante na minimização dos processos erosivos. Os canais de navegação são frequentemente assoreados por areias captadas ao transporte sedimentar litoral. A reintrodução dessas areias nos sistemas costeiros e na dinâmica litoral, em articulação com as autoridades ambientais, é uma opção técnica e economicamente adequada.



## INTRODUÇÃO

Os sistemas costeiros respondem a alterações das condições a que estão sujeitos, como o nível médio do mar ou o fornecimento sedimentar, a escalas espaciais e temporais muito diversas. A evolução do nível médio do mar tem uma influência determinante na evolução morfológica a longo prazo (séculos a milénios). Porém, numa perspetiva de curto-médio prazo (anos a décadas), em condições naturais, pode admitir-se que os sistemas costeiros se encontram em equilíbrio dinâmico – após perturbações como tempestades ou cheias, tendem a regressar a configurações anteriores a esses eventos. Certas atividades humanas, como a construção de estruturas portuárias ou as intervenções nas bacias hidrográficas, são, todavia, suscetíveis de influenciar esse equilíbrio natural e de predominar sobre os efeitos atribuíveis às alterações climáticas (Nicholls et al., 2007).

A costa continental portuguesa tem uma extensão de cerca de 1000 km, sendo nos concelhos do litoral que se concentra a maior parte da população e do PIB. Compreende praias, ilhas-barreira, arribas, estuários e sistemas lagunares. Em litoral baixo e arenoso (praias e ilhas-barreira), os processos costeiros são dominados pelo clima de agitação marítima, marcadamente diferente na costa oeste e na costa sul de Portugal (Costa et al., 2001). Do ponto de vista do transporte sedimentar, a costa portuguesa pode ser considerada composta por um conjunto de trechos ou células sedimentares razoavelmente independentes, com diferentes taxas de transporte, características geomorfológicas e fontes e sumidouros sedimentares, a que se sobrepõem diversas intervenções humanas (Abecasis, 1997; Santos et al., 2014).

De entre as várias atividades que se desenvolvem no litoral, o setor portuário destaca-se pela sua importância para a economia nacional, mas também pela sua influência na evolução costeira. Os portos comerciais desempenham um papel preponderante no comércio externo nacional, tendo movimentado 84 milhões de toneladas de mercadorias em 2016 e representado 54,3% do volume das exportações e 60,6% do volume das importações (INE, 2017; Figura 1a). Dos nove portos comerciais do Continente, sete possuem molhes exteriores, que, em litoral arenoso, podem constituir um obstáculo ao transporte sedimentar, e oito necessitam de dragagens periódicas para manter e melhorar as suas condições de operacionalidade. O volume de dragagem médio anual nos portos do Continente, incluindo portos de pesca, foi estimado em cerca de 5 milhões de m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>. Admite-se que os sedimentos arenosos representem cerca de metade desse volume. As dragagens em barras e canais de acesso representarão cerca de um terço, o que constitui um indicador da importância do transporte sedimentar litoral (Portela, 2011).



Figura 1 – Mapa de localização. a Portos comerciais. b Principais trechos de costa sujeitos a processos erosivos (representação esquemática)

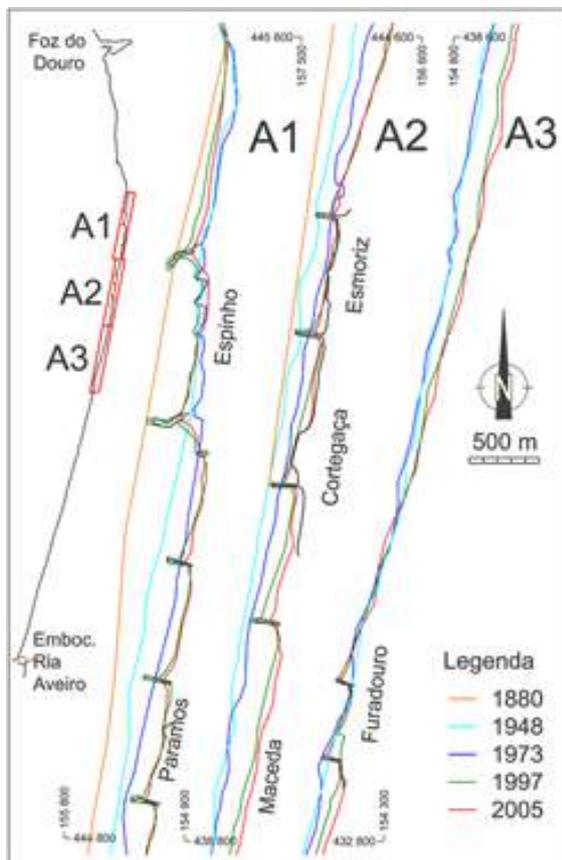


Figura 2 – Recuo da linha de costa num trecho a sul do Douro. Adaptado de Vicente e Clímaco (2012)

## PROCESSOS EROSIVOS

Estima-se que, em Portugal continental, a erosão costeira em litoral arenoso afete cerca de 20% da linha de costa (APA, 2017). Uma análise mais pormenorizada revela que a evolução da linha de costa, nos últimos 50 anos, tem sido muito variável em sinal e magnitude de norte a sul (Lira et al., 2016). Esta variação espacial é consistente com a existência de células sedimentares com características distintas, mas sobretudo com a existência de processos erosivos desencadeados por atividades e intervenções humanas bem localizadas.

Importa distinguir entre variações da morfologia da praia, naturais e reversíveis (causadas, por exemplo, por eventos de tempestade), e processos erosivos propriamente ditos, associados a desequilíbrios sedimentares persistentes. Na costa portuguesa, pode considerar-se que alguns dos principais trechos afetados por processos erosivos se situam a sul do Douro (Espinho-Torreira), a sul de Aveiro (Barra-Mira), a sul da Figueira da Foz (Figueira da Foz-Leirosa) e na Costa da Caparica (Santos et al., 2014; Andrade et al., 2015; Figura 1b).

O processo erosivo a sul do Douro, desde 1880, caracteriza-se por um recuo máximo estimado de 500 m e por uma perda de volume possivelmente superior a 50 milhões de m<sup>3</sup> de areia (Vicente e Clímaco, 2012; Figura 2). As obras de defesa costeira mais antigas, em Espinho, podem estar relacionadas com a interceção do transporte sedimentar pela construção das obras exteriores do porto de Leixões, iniciada em 1884. Desde 1950, verificou-se uma redução da fonte sedimentar constituída pelo rio Douro, associada aos efeitos da construção de 50 barragens na bacia hidrográfica. O trecho final do rio Douro foi também muito modificado, nos anos 80, por dragagens para o estabelecimento da via navegável e, durante décadas, por extrações de areias para fins comerciais, envolvendo provavelmente volumes superiores a 1 milhão de m<sup>3</sup> por ano (Portela et al., 2008). Todas estas intervenções terão contribuído para o enfraquecimento da alimentação do trecho costeiro a sul.



As erosões nos trechos costeiros a sul de Aveiro e a sul da Figueira da Foz devem-se essencialmente à interrupção do transporte sedimentar litoral pelos molhes dos respetivos portos. O molhe norte do porto de Aveiro foi construído nos anos 50, tendo sido prolongado nos anos 80 e, mais recentemente, em 2011-2013; o da Figueira da Foz nos anos 60, tendo sido prolongado em 2008-2010. Em rigor, poder-se-ia falar de uma redistribuição sedimentar em cada uma das embocaduras, provocada pela construção dos molhes, com acumulação a norte (a barlamar) e erosão a sul (a sotamar), agravada, no passado, por extrações de areias (Vicente e Clímaco, 2012). Enquanto não se verificar a saturação e completa transposição sedimentar dos molhes, a alimentação dos trechos costeiros a sotamar estará diminuída. As areias resultantes das dragagens de manutenção devem ser repostas nesses trechos, sob pena de se acentuar a progressão das erosões para sul.

As causas do processo erosivo na Costa da Caparica são menos evidentes. Desde meados do século passado, observou-se um recuo muito rápido da restinga que enraizava na Cova do Vapor, bem como das próprias praias da Costa da Caparica, acompanhado por uma diminuição da volumetria do banco do Bugio, que persiste até à atualidade (Barata et al., 2013). Admite-se que essa evolução possa ter sido desencadeada pela extração de um volume significativo de areias na zona exterior do estuário do Tejo, em meados do século passado (Santos et al., 2014), e pela alteração de condições de equilíbrio anteriores (Oliveira, 1992), mas a informação disponível é escassa. Em qualquer caso, afigura-se provável que o desequilíbrio sedimentar se deva a intervenções realizadas nas zonas interior e exterior do estuário.

Em síntese, pode considerar-se que os processos erosivos se devem à existência de défices sedimentares, causados principalmente por atividades e intervenções humanas na própria zona costeira (estruturas marítimas e portuárias e dragagens), mas também nas bacias hidrográficas (extrações de areias e barragens com efeitos de retenção sedimentar e de regularização de caudais). Esta situação poderá sofrer um agravamento, a longo prazo, num contexto de alterações climáticas, por efeito da aceleração da subida do nível médio do mar e de uma hipotética evolução desfavorável do clima de agitação marítima (Coelho et al., 2009).

## IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE SEDIMENTOS PARA A PROTEÇÃO COSTEIRA

Nos últimos 20 anos, os investimentos em intervenções de proteção costeira (da ordem de 10 milhões de euros por ano) têm-se repartido entre estruturas de defesa e alimentações artificiais de praias, com uma relevância crescente destas últimas (Santos et al., 2014; Magalhães, 2018). As autoridades ambientais preveem que a maior parte do investimento futuro em zonas de risco seja destinado a alimentações artificiais, indicando tratar-se de uma clara opção pelo combate à erosão costeira através da reposição do equilíbrio sedimentar (APA, 2017).

No âmbito do Grupo de Trabalho do Litoral (Santos et al., 2014), foram equacionados investimentos muito avultados numa estratégia de proteção costeira baseada unicamente na reposição do ciclo sedimentar por alimentações artificiais. A estratégia defendida assenta na realização de intervenções de elevada magnitude com areias provenientes da plataforma continental (Andrade et al., 2015).

Pese embora essa proposta, a importância da gestão dos sedimentos ligados às atividades portuárias não deve ser menosprezada. O volume sedimentar envolvido nas dragagens de manutenção não será suficiente para a realização de alimentações de elevada magnitude, mas pode constituir um contributo muito relevante para a correção dos desequilíbrios sedimentares costeiros que se têm verificado nas últimas décadas.

As dragagens de manutenção em barras portuárias e canais de navegação envolvem tipicamente material captado ao trânsito sedimentar litoral. Trata-se não apenas de sedimentos com características granulométricas adequadas à alimentação das praias adjacentes, mas, em muitos casos, do material que em condições naturais iria alimentar as praias, caso não tivesse sido captado nos acessos portuários. Assim, nesses casos, a sua recolocação nos sistemas costeiros não apenas contribui para a correção dos desequilíbrios sedimentares, mas corresponde a agir sobre as causas dos processos erosivos.

Acresce que a conjugação das dragagens realizadas pelas autoridades portuárias com as alimentações de praia promovidas pelas autoridades ambientais tem vantagens económicas para ambas as partes, dado que os custos associados podem ser consideravelmente inferiores aos da realização de ambas as operações em separado (Pinto et al., 2015).

As dragagens portuárias mobilizam cerca de 2,5 milhões de m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> de areia (Portela, 2011; Andrade et al., 2015). Segundo Pinto et al. (2018), desde 1990, o volume médio anual das operações de alimentação artificial de praias ascendeu a cerca de 1 milhão de m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo a maior parte do sedimento (88%) proveniente de dragagens associadas à atividade portuária. Assim, existe já uma utilização importante das areias provenientes de dragagens na estabilização da linha de costa, que se afigura conveniente manter e reforçar.

### ALGUNS EXEMPLOS

Durante muitos anos, Leixões foi o único porto a recolocar consistentemente o material dragado arenoso na faixa costeira de transporte sedimentar ativo. Entre 1993 e 2016, foram colocados 2,8 milhões de m<sup>3</sup> nas praias a sul de Leixões, embora com um claro decréscimo ao longo dos últimos 15 anos. As análises indicam que os sedimentos do porto apresentam classes de qualidade 1 e 2, e que a sua granulometria exhibe alguma variação devido à mistura das areias da zona costeira exterior com sedimentos silto-argilosos com origem no rio Leça (Nemus, 2018). Seria interessante conseguir aumentar a atual taxa de reposição de sedimentos arenosos no transporte litoral, dado o efeito benéfico que poderia ter no trecho costeiro a sul do Douro.

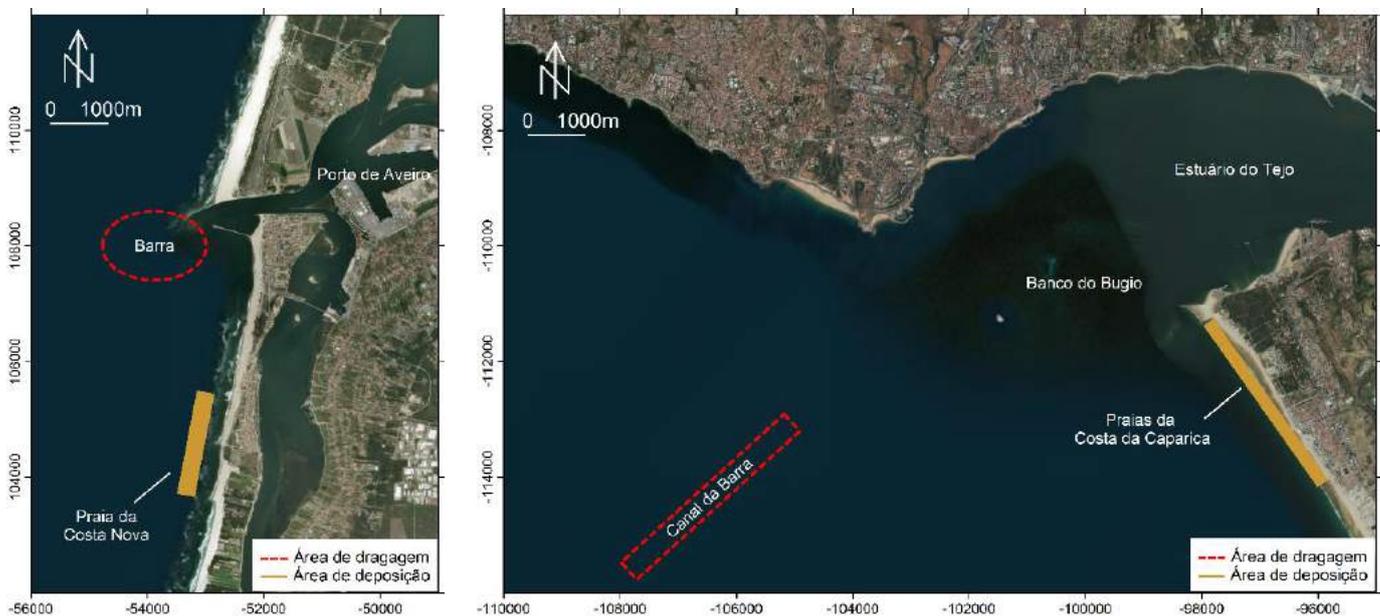


Figura 3 – Proteção de trechos costeiros com sedimentos provenientes de dragagens de manutenção. a Porto de Aveiro: alimentação da Costa Nova. b Porto de Lisboa: alimentação da Costa da Caparica

No porto de Aveiro, as alimentações da faixa costeira atingiram mais de 4 milhões de m<sup>3</sup> entre 2009 e 2018, na sequência do processo de avaliação ambiental associado ao prolongamento do molhe norte. Em 2019, prevê-se a alimentação do trecho Costa Nova-Vagueira com um volume adicional de 2,8 milhões de m<sup>3</sup>, proveniente da dragagem da doca do setor norte e de material existente em depósito, ao abrigo de um protocolo celebrado entre a Administração do Porto de Aveiro e a Agência Portuguesa do Ambiente. Embora as trocas sedimentares transversais sejam importantes (Marinho et al., 2018), as alimentações têm tido uma influência positiva na evolução da praia (Figura 3a).

No porto de Lisboa, as alimentações totalizaram 3,5 milhões de m<sup>3</sup> entre 2007 e 2014, ao abrigo de um protocolo semelhante entre a Administração do Porto de Lisboa e a Agência Portuguesa do Ambiente. A alimentação artificial das praias da Costa da Caparica com sedimentos provenientes de dragagens de manutenção no canal da barra tem sido um elemento fundamental do programa de intervenção executado nos últimos 15 anos, visando a redução dos riscos costeiros (Velo-Gomes et al., 2007; Pinto et al., 2015; Figura 3b).



## RECOMENDAÇÕES DE BOAS PRÁTICAS

Formulam-se as seguintes recomendações relativamente a uma gestão sedimentar integrada, e ao reforço do princípio da reintrodução das areias dragadas na faixa costeira (Andrade et al., 2015):

1. Conforme estabelece a Lei nº 49/2006, de 29 de agosto, a dragagem de areias, efetuada a uma distância a contar da linha de costa de até 1 km para o interior e até 1 milha náutica no sentido do mar, assegurada a sua qualidade (cf. Portaria nº 1450/2007, de 12 de novembro), deve destinar-se à alimentação da faixa costeira, para efeitos da sua proteção.
2. As areias dragadas devem ser depositadas na praia emersa ou na faixa ativa imersa, tipicamente a profundidades inferiores a 5 m ZH (acima da profundidade de fecho).
3. No desenvolvimento de operações de requalificação costeira, a tutela do ambiente deve promover a utilização de areias dragadas provenientes de áreas portuárias, de forma a minimizar o custo global das intervenções de dragagem e de proteção costeira, e o encargo a suportar pelas entidades portuárias.
4. Devem ser estabelecidos mecanismos que facilitem a articulação interinstitucional, a colaboração e a partilha de informação entre as autoridades portuárias e ambientais.
5. Os trechos costeiros sujeitos a alimentação artificial devem ser objeto de monitorização que permita avaliar o comportamento e a eficácia das intervenções.



**TEMA 05**  
**AMBIENTE**  
**E RECURSOS NATURAIS**

## 5.0 INTRODUÇÃO

A queima de combustíveis fósseis (por exemplo carvão, petróleo e gás natural) e outras atividades antropogénicas têm levado a elevadas emissões de monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de azoto, dióxido de enxofre, metano e clorofluorcarbonos, gases que, em elevadas concentrações na atmosfera, têm sido responsáveis pelo aumento da temperatura média do globo e consequentes alterações climáticas. Simultaneamente, a desflorestação à escala mundial impede que o carbono em excesso na atmosfera possa ser removido e os incêndios libertam também elevadas quantidades de dióxido de carbono para a atmosfera.

A forma mais consensual de enfrentar o problema é através da adoção de medidas mitigadoras, para reduzir as emissões dos gases com efeito de estufa, ou absorver os já emitidos, e de medidas de adaptação para reduzir as consequências futuras das alterações climáticas.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sugere várias medidas de mitigação e adaptação às alterações climáticas, tendo sido selecionadas para este painel subtemas como:

- i)** as energias renováveis, que poderão substituir os combustíveis fósseis, em especial no que se refere à produção de energia elétrica;
- ii)** as emissões de gases com efeito de estufa, que devem ser reduzidos na origem e eliminados da atmosfera;
- iii)** a adaptação energética nos sistemas de produção, de transporte e de eletricidade, que levará à implementação de modelos de organização da atividade de distribuição de eletricidade acessíveis a produtores locais, podendo os cidadãos participar nas decisões de gestão da atividade de produção distribuída, comercialização, autoconsumo e racionalização de eletricidade;
- iv)** armazenamento de energia, que prevê o incremento de tecnologias de base química para a produção de hidrogénio ou de metano, que podem depois ser utilizados em processos de combustão ou em pilhas de combustível;
- v)** eficiência energética, que prevê modelos de gestão para a utilização racional de energia, associados à implementação quer de fontes de energia renovável em edifícios, como por exemplo o uso de painéis solares, quer ao recurso a sistemas de cogeração.

## 5.1 SÚMULAS

### SÚMULA SUBTEMA PRINCIPAL

**Sistemas Solares Térmicos em Edifícios:** Portugal foi uma das pioneiras na captação da energia solar com as realizações do Padre Himalaia, cuja intuição, de que a energia solar e outras energias renováveis poderiam vir a tornar-se as energias do futuro, o tornou percussor daquilo que hoje se pode definir como desenvolvimento ecologicamente sustentado.

Portugal é um dos países da Europa com maior disponibilidade de radiação solar, mas este recurso tem sido mal aproveitado.

No setor doméstico, a água quente é utilizada essencialmente em duchas e banhos de imersão, na lavagem de louça e da roupa.

Os equipamentos convencionais mais comuns utilizados no aquecimento da água são os esquentadores e caldeiras murais a gás e os termoacumuladores a gás e elétricos. Estes aparelhos são responsáveis por cerca de 50% do consumo de energia no setor doméstico.

A utilização de coletores solares, em larga escala, poderá contribuir para a redução substancial dessa fatura e do peso do setor no balanço energético global.

Por outro lado, a energia solar é um recurso endógeno gratuito que pode proporcionar uma importante poupança para os seus utilizadores e contribuir para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

De acordo com o levantamento efetuado para o programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas – Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001), no nosso País poderiam ser instalados 7 500 000 m<sup>2</sup> de coletores solares, proporcionando cerca de 4 900 GWh/ano de energia útil.

A incorporação de sistema solares térmicos passou a ser obrigatória pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, em novas construções e grandes reabilitações, desde que haja área com exposição adequada.

Qual a razão para o mercado não estar florescente?

As dificuldades de integração arquitetónica e o preço, são um incentivo para se encontrarem justificações legais para a sua não utilização.

A certificação de componentes e de sistemas resolveu muitos problemas. Abordaremos neste capítulo as principais Regras de Arte para a conceção, instalação e utilização destes equipamentos, sem esquecer os aspetos de integração arquitetónica.

## SÚMULA SUBTEMA 2

### Adaptação energética nos sistemas de produção, de transporte e de eletricidade que permitam o autoconsumo e produção distribuída: As

macropolíticas de energia elétrica, em especial da eletricidade, são definidas de uma forma estrutural ao nível da União Europeia através de Diretivas, sendo permitido, ao cidadão europeu, poucas opções de participação e escolha na gestão da eletricidade que utiliza. Por outro lado, aos países membros são colocados objetivos de política ambiental, de segurança de abastecimento e de gestão da utilização de eletricidade, cujo alcance, para ser viável, conduzem a abordagens disruptivas de utilização de novas tecnologias de produção sobretudo de pequena escala e a participação local da produção, distribuição e comercialização de eletricidade.

O futuro acesso a tecnologias de produção de eletricidade renovável, de pequena potência e a custos competitivos, permite prever a constituição próxima de unidades de mini e microprodução que satisfaçam as necessidades próprias de pequenos consumidores e permitem produzir excedentes que podem ser vendidos localmente através das redes regionais. O futuro apresenta um novo paradigma: a democratização do acesso à produção e fornecimento de eletricidade.

Em termos gerais, e em muitos países, as entidades que participam na atividade de distribuição de eletricidade são simultaneamente as que controlam quotas significativas da produção da energia elétrica comercializada. Existe normalmente um efeito de oligopólio e uma mútua influência na cadeia de valor. Este modelo não assegura a emergência de formas adicionais de participação, quer públicas e quer privadas, em concorrência, na atividade de fornecimento de eletricidade ao nível local. Em termos gerais e em qualquer mercado, podemos afirmar que a produção local independente de eletricidade, em pequena escala e competitiva, incorpora uma óbvia conflitualidade com os interesses dos grandes produtores centralizados de eletricidade e que controlam a maioria da produção atual. A tecnologia emergente neste setor obriga a transferências de valor dos grandes para os pequenos agentes.

Esta conflitualidade prática e compreensível ao nível nacional é ao mesmo tempo um objetivo definido nos grandes alinhamentos de Governança Global:

i) Está alinhado com a atual agenda das Nações Unidas: *Transforming Our World – the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Com efeito, este tema da gestão local da energia, do autoconsumo e da produção distribuída de pequena escala enquadra-se em seis dos 17 tópicos do *SDG-Sustainable Development Goals*, a saber:

**Topic 7** – *Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all;*

**Topic 8** – *Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all;*

**Topic 9** – *Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation;*

**Topic 10** – *Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable;*

**Topic 12** – *Ensure sustainable consumption and production patterns;*

**Topic 13** – *Take urgent action to combat climate change and its impacts.*

ii) Converte com as políticas da União Europeia para a energia, em cinco dimensões:

- Segurança de aprovisionamento
- Mercado interno de energia
- Eficiência energética
- Redução das emissões
- Investigação/Inovação no setor da energia

De acordo com estas dimensões, a UE estabeleceu objetivos estratégicos e climáticos até 2020: 20% de redução de emissões de gases de efeito de estufa, 20% de energia obtida a partir de fontes renováveis e 20% de melhoria de eficiência energética.

Para 2030, os objetivos recentemente estabelecidos são ainda mais ambiciosos: 40% de redução de emissões de gases de efeito de estufa, 27% de energia obtida a partir de fontes renováveis 27% de melhoria de eficiência energética e 15% de interligação elétrica entre os vários países. Para alcançar estes objetivos serão necessárias políticas claras de ruptura de paradigma na produção de eletricidade.

A produção local de energias renováveis com base em autoconsumo e produção distribuída são, aliado ao governo local desta política, um instrumento ímpar para alcançar estes objetivos.

i) Coincide com a discussão atual sobre a contínua evolução tecnológica de equipamentos associados ao autoconsumo de eletricidade, à sua produção distribuída e redes inteligentes por disponibilização massiva de banda larga na Europa e no território nacional.

A relevância do tema e as pressões globais de controle das alterações climáticas, permitem prever modelos de organização da atividade de distribuição de eletricidade acessíveis a produtores locais de energia que, em competição aberta, possam oferecer os seus excedentes às redes locais. Esta possibilidade permite que os cidadãos abrangidos tenham oportunidades de maior participação nas decisões locais de gestão da atividade de produção distribuída, comercialização, autoconsumo e racionalização.



### SÚMULA SUBTEMA 3

**Armazenamento de Energia:** Durante muitos anos, a ideia de armazenamento de energia estava associada às centrais hidroelétricas alimentadas a partir de albufeiras formadas pela construção de grandes barragens. Os volumes de água retidos nessas albufeiras são algumas ordens de grandeza superiores aos volumes horários que alimentam os grupos turbina/gerador e daí a ideia de que se está em presença de reservatórios.

O armazenamento de energia é, obviamente, um conceito muito mais lato do que este e um exemplo simples e com centenas de milhões de casos de aplicação é o dos volantes utilizados no caso dos motores de explosão (e não só). Um volante é simplesmente uma massa que roda e que absorve energia cinética numa fase do seu movimento e posteriormente a liberta noutra.

Outros exemplos podem ser dados como o caso das baterias elétricas, os reservatórios de água quente ou fria (incluindo bancos de gelo) no caso de sistemas de refrigeração ou ar condicionado, ou nas águas sanitárias, os reservatórios de ar comprimido.

A questão principal que distingue o caso inicial dos outros é que a quantidade de energia armazenada nestes é relativamente pequena quando comparada com aqueles. Mais que isso, dada a estrutura de consumos e do sistema de geração de energia elétrica, é possível estender o conceito do armazenamento via componente económica. Se bem que o repor água numa albufeira tenha uma eficiência inferior à unidade (2.º Princípio de Termodinâmica), a realidade é que face aos diferenciais de preço da unidade de energia ao longo do dia pode ser muito atrativo pagar a realimentação do reservatório a preços baixos e entregar posteriormente essa energia a preços altos. A figura mostra a barragem da Foz do Tua, parte da sua albufeira, o canal de escoamento para o Douro (leito) e a central equipada, com grupos turbina-bomba.

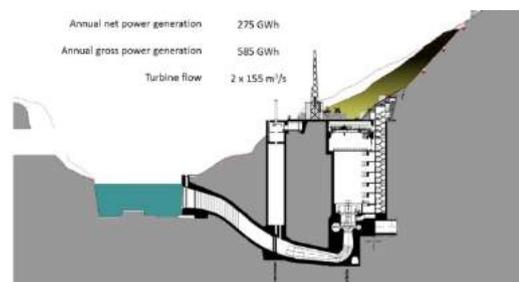
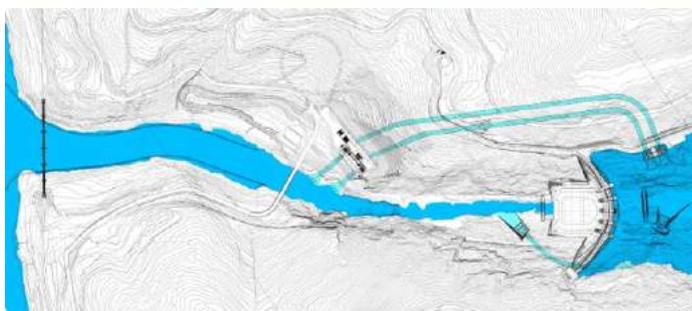
No entanto, tem havido um avanço notável na perspetiva com que se encara o armazenamento de energia. Essa nova perspetiva passa pela gestão de um número muito grande de pequenos sistemas quer isolados, quer ligados em rede. Casos emblemáticos começam a ser apresentados:

**1-** Os “pequenos” reservatórios de águas quentes sanitárias (milhões) que consomem energia de aquecimento (por exemplo elétrico) durante as horas de menor carga nas redes e vão entregando essa água ao consumo durante o dia;

2 - Os “grandes” reservatórios de água quente ou fria e os chamados bancos de gelo das grandes instalações de ar condicionado (grandes edifícios comerciais e de serviços), bem como os dos sistemas de distribuição de calor e frio em áreas urbanas que são, conjuntamente com os casos anteriores, exemplos de aplicação de armazenamento de energia térmica;

3 - Os carros elétricos, cujas baterias podem ser carregadas durante a noite libertando a energia durante a utilização diária ou as baterias associadas aos sistemas fotovoltaicos de pequena dimensão (auto-produção) que armazenam a energia nas horas de sol e a podem entregar aos utilizadores durante a noite, são casos típicos de armazenamento de energia elétrica;

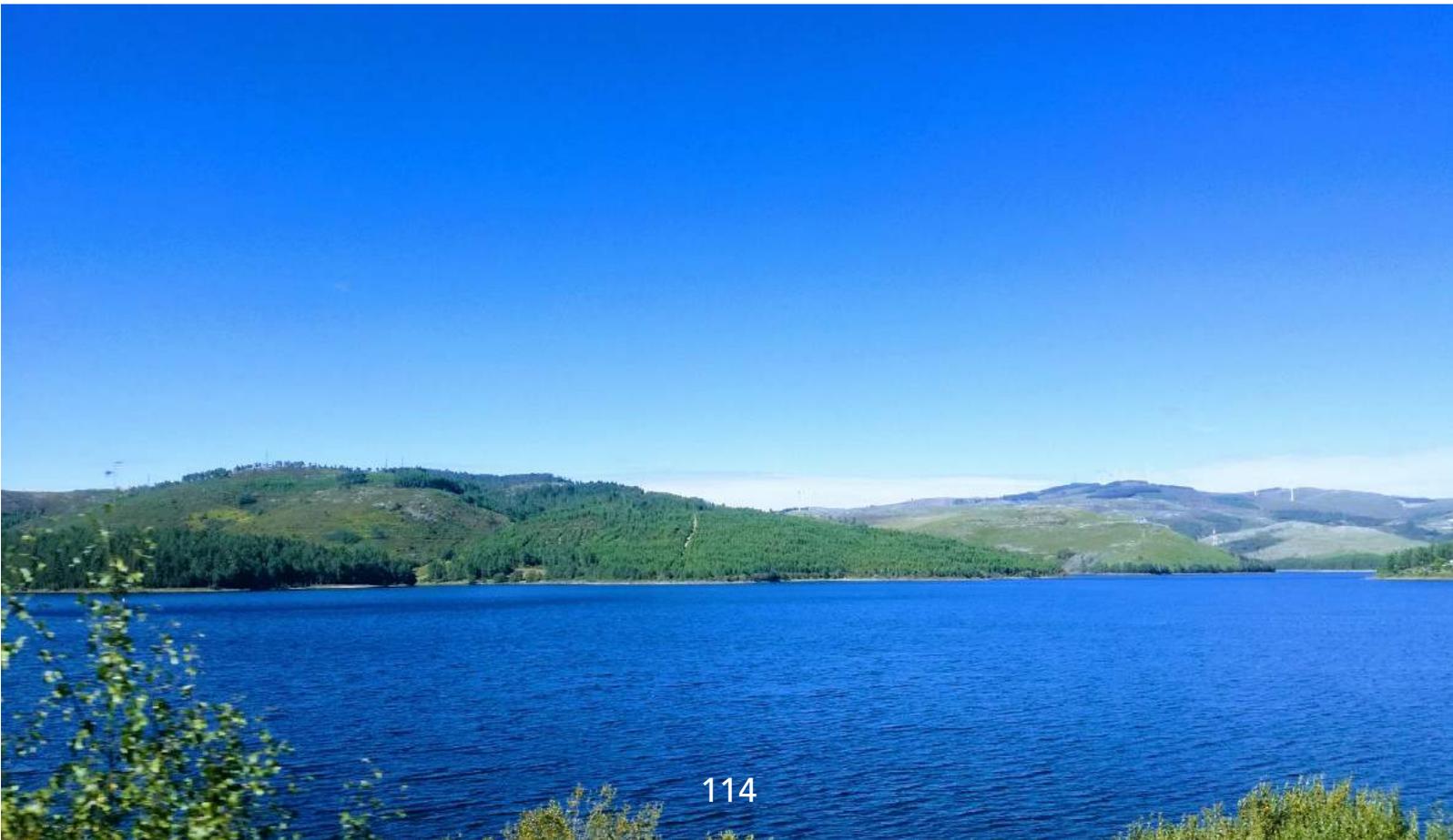
4 - Os reservatórios de ar comprimido de oficinas e garagens e em unidades industriais que permitem o mesmo tipo de gestão referido.



Todos estes sistemas (basicamente eletromecânicos, se bem que alguns associados a processos termodinâmicos e outros a processos químicos) são hoje complementados, espera-se que de forma crescente, a partir de outro tipo de armazenamento (componente química). É o caso da produção de hidrogénio ou de metano, a serem depois utilizados em processos de combustão ou em pilhas de combustível que têm hoje aplicações, ainda que não generalizadas, quer nos transportes quer no edificado.

Finalmente, convém deixar claro que as tecnologias de armazenamento têm algumas limitações e riscos associados à sua utilização. Muito embora que as limitações passem no essencial pela capacidade real de armazenamento (quase todas apropriadas para alguns kWh e não para MWh) e pela fiabilidade dos sistemas (como é o caso, por exemplo, das pilhas de combustível), já os riscos têm aspetos que fogem ao controlo da maioria dos potenciais utilizadores. De facto, os riscos de mercado, associados quase exclusivamente às características do mercado de energia elétrica, aos riscos da regulação e das políticas energéticas, levam a manter o elevado potencial existente nos utilizadores finais como um potencial e não como uma realidade.

Acresce que os métodos convencionais de avaliação da viabilidade dificilmente podem ser considerados como próprios para este tipo de aplicações, o que retrai ainda mais a possibilidade de exploração conjunta dos “pequenos sistemas”.



## SÚMULA SUBTEMA 4

**Emissão de Gases com Efeito de Estufa:** Designam-se por gases com efeito de estufa (GEE) aqueles que, estando presentes na atmosfera, absorvem radiação solar, emitindo depois a maior parte dessa radiação em comprimentos de onda, que ficam retidos na atmosfera, levando ao seu aquecimento.

Para além do vapor de água, que não é contabilizado (associado ao ciclo hidrológico), os principais GEE são: o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e os chamados CFC e HCFC (gases com a presença de componentes fluorados usados, por exemplo, como propulsores ou em sistemas de refrigeração e ar condicionado).

O CO<sub>2</sub> representava, nas emissões contabilizadas entre 2010 e 2014, três quartos (~76%) do total de GEE; o CH<sub>4</sub> representou no mesmo período 16% e o N<sub>2</sub>O 6%, sendo os restantes 2% provenientes dos CFC. Vale referir que as emissões de CO<sub>2</sub> originadas pela queima de combustíveis fósseis representaram 85% do total associado a este gás sendo os outros 15% devidos a efeitos associados ao uso da terra como a deflorestação (a Europa é o único Continente em que a área florestal tem aumentado), ou a degradação dos solos.

O CH<sub>4</sub> é libertado para a atmosfera, na sua quase totalidade, por processos associados a: atividades agrícolas, uso dos combustíveis fósseis e decomposição dos lixos. Já a libertação do N<sub>2</sub>O está associada maioritariamente ao uso de fertilizantes na agricultura (cerca de 2/3), se bem que os processos de combustão representem uma quota-parte não desprezível.

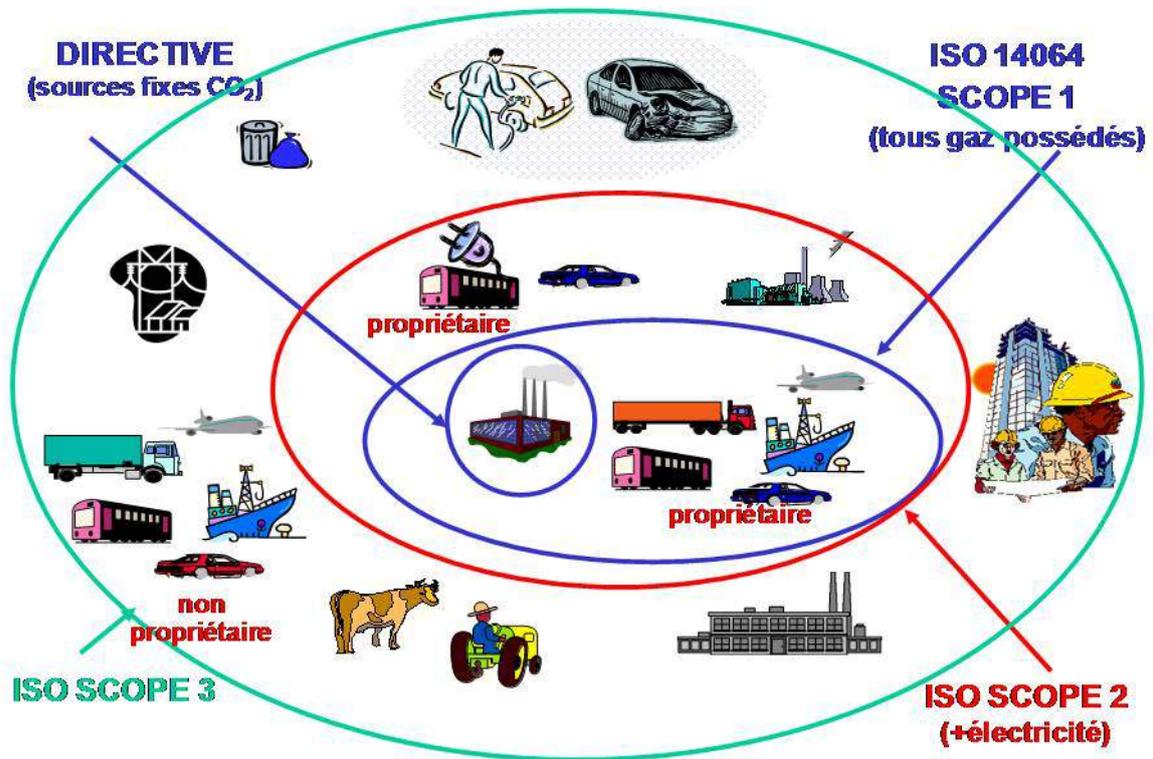
É importante ter em atenção dois aspetos complementares em relação a estes gases: o primeiro é a sua capacidade de absorção de calor (eficiência radiativa), sendo usual a comparação com o CO<sub>2</sub>; o segundo é o tempo médio de permanência na atmosfera. Pesando estes dois fatores com as emissões, é possível estabelecer a importância de cada um deles, sendo utilizado o termo "equivalente em CO<sub>2</sub>", que inclui o tempo de permanência médio na atmosfera (considerado tipicamente 100 anos, ainda que outros períodos de tempo possam e sejam usados).

O CO<sub>2</sub> tem um tempo médio de residência na atmosfera da ordem dos 100 a 150 anos; o do CH<sub>4</sub> é da ordem dos 10 anos, mas a sua eficiência radiativa é 21 vezes superior à do CO<sub>2</sub>; o N<sub>2</sub>O tem um tempo de permanência na atmosfera da ordem do do CO<sub>2</sub>, mas a sua eficiência radiativa é cerca de 270 vezes superior à deste; os CFC foram, durante muitos anos, considerados inertes no que se referia ao efeito de estufa, até que os seus efeitos na destruição da camada de ozono se começaram a fazer sentir (a destruição da camada de ozono na alta atmosfera significa que mais radiação, em especial na banda do ultravioleta, atinge a superfície da Terra, aumentando, por essa via, o efeito de estufa). A substituição dos CFC por HCFC diminuiu significativamente o problema da destruição da camada do ozono mas aumentou os problemas associados ao efeito de estufa, já que são eles próprios gases que contribuem diretamente para o dito efeito com uma eficiência radiativa superior à do N<sub>2</sub>O e com um período de permanência na atmosfera muito longo (as eficiências radiativas dos CFC e HCFC variam tipicamente entre 1 500 a 10 000).

Isto significa que, na realidade, apesar do CO<sub>2</sub> representar percentualmente a maior parte das emissões, pode não ser o GEE que mais contribui para o aumento da temperatura global do Planeta.

Por outro lado, é possível, com base no tipo de emissões, considerar formas de as reduzir ou evitar (mudando, por exemplo, o tipo de agricultura). Essa análise é mais facilmente feita conhecendo a forma como as emissões de GEE se repartem pelos diferentes setores da economia.

A produção de eletricidade e calor é responsável por um quarto do total de emissões e outro quarto está associado à agricultura, floresta e uso da terra. Segue-se o setor industrial com 20% (a eletricidade de uso industrial é contabilizada na produção de eletricidade e calor) e os transportes com 14%. O setor do edificado é responsável por 6% cabendo o restante (cerca de 10%) a outros processos (extração, refinação, transporte, ...) associados à energia. Existem vários procedimentos suportados por Diretivas, normas ISO (14064), que podem/devem ser seguidos por empresas, entidades públicas, regiões e países para estimarem a sua contribuição para as emissões globais. A figura ilustra algumas das fronteiras correntemente utilizadas nessas avaliações.



No que se refere a pessoas e agregados familiares existem dezenas de modelos simples, de utilização muito prática, que permitem a cada um estimar a sua própria pegada de carbono. Sem qualquer intuito publicitário sugere-se a consulta à página da Internet <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>

## SÚMULA SUBTEMA 5

**Energias Renováveis:** Há 30 anos, quem falava e escrevia sobre as Energias Renováveis e a sua utilização, nomeadamente visando minimizar o consumo de combustíveis fósseis e as consequências que esse consumo tinha para o Planeta, era visto como um visionário.

As primeiras ideias e desenvolvimentos tinham surgido, em algumas instituições dos países mais ricos do Planeta, associadas aos choques petrolíferos (enormes aumentos do preço) de 1974 e 1978. Pela primeira vez, tornou-se claro para políticos, e não só, que a energia (leia-se, basicamente a obtida através do consumo dos combustíveis fósseis) não podia ser “contabilizada” como uma matéria-prima: era (é) um bem essencial, completamente distinto, e um pilar fundamental no desenvolvimento da Humanidade. Não deixa de ser interessante verificar que as “grandes hídricas” não eram contabilizadas no grupo das renováveis e criou-se mesmo um termo específico que permitia serem contabilizadas como associadas, no plano energético, aos combustíveis fósseis: eram as chamadas “energias convencionais”.

Apenas década e meia depois, a questão complementar da “sustentabilidade” era levantada ao nível da Sociedade, na sequência da publicação, pelas Nações Unidas, do chamado relatório “Brundtland” (*Our Common Future*). Já nessa altura, uma unidade de investigação com dimensão significativa – mais de 80 pessoas em dois campus – o Departamento de energias renováveis do então Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, abrigava em Portugal trabalhos de investigação, desenvolvimento e demonstração na área das Energias Renováveis. A figura seguinte apresenta o logotipo desse Departamento, que foi concebido por “mestre” Cargaleiro.



Mais dez anos (transição do Séc. XX para o XXI) e a questão das energias renováveis tornou-se incontornável, se bem que, em muitos aspetos e para uma grande parte da Sociedade, a realidade seja afetada pela ignorância sobre o tema.

A primeira questão que deve ficar clara é o que se entende por “energias renováveis”. Trata-se de (formas de) energia produzida a partir de fontes renováveis, entendendo-se que estas são natural e integralmente recuperadas numa escala de tempos de uma vida humana. São exemplos clássicos a luz do sol, o vento, a chuva (ciclo hidrológico), as marés e as ondas, a biomassa e a geotermia (calor).

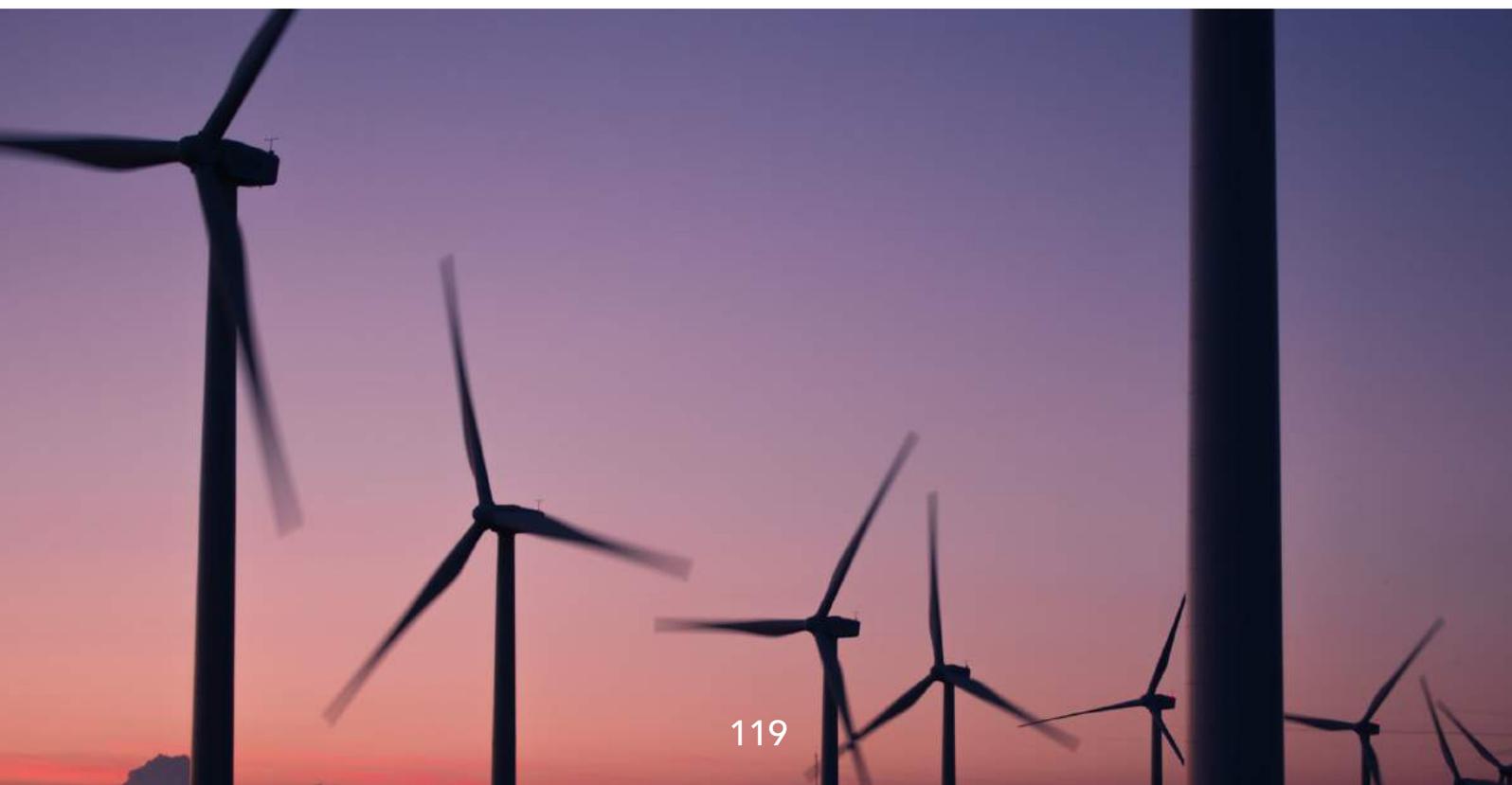
A utilização destas fontes exige tecnologias específicas para diferentes tipos de aproveitamentos e formas finais de entrega aos utilizadores (calor, eletricidade, energia mecânica, ...), sendo importante chamar a atenção para o facto de muitas dessas tecnologias serem integradas nas chamadas “*High Technologies*” como é, por exemplo, o caso das turbinas eólicas. Como contrapartida outras (em quantidade não despreciable no balanço global do consumo das renováveis) recorrem a tecnologias primitivas: é o caso da queima de biomassa para cozinha e aquecimento.

Vale referir um aspeto particularmente interessante associado a estas tecnologias: o seu estado de desenvolvimento. De facto, umas já estão hoje no mercado ou prestes a entrar, mas muitas há que estão ainda em diferentes fases de desenvolvimento e que poderão, mais tarde ou mais cedo, juntar a sua contribuição. Casos como a energia das ondas, o aproveitamento de algumas espécies de microalgas, o desenvolvimento de meios de transporte que recorrem a energias renováveis, processos artificiais de fotossíntese ou mesmo técnicas de dessalinização de água, são alguns exemplos de tecnologias que se espera que, a prazo não muito longo, passem a integrar o mercado.

O recurso crescente a fontes renováveis tem a vantagem de mitigar a rapidez com que as emissões de gases com efeito de estufa se verificam, criando um benefício económico adicional (custo das emissões).

Em 2017, as ER representaram cerca de 20% do consumo mundial de energia; cerca de um quarto está associada à produção de energia elétrica.

Não deixa de ser interessante notar que as barreiras mais importantes a uma implementação maior e mais rápida das energias renováveis e ao recurso de estratégias energéticas baseadas em baixas emissões de carbono sejam políticas e não tecnológicas: o "lobby" dos combustíveis fósseis, a inação política, os consumos crescentes e insustentáveis de energia, as infraestruturas energéticas ultrapassadas e as limitações financeiras juntam-se ao número (decrecente) dos que negam as alterações climáticas.



## 5.2 SUBTEMA PRINCIPAL - SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS EM EDIFÍCIOS

### INTRODUÇÃO

Portugal foi um dos países pioneiros na captação da energia solar com as realizações do Padre Himalaia, cuja intuição, de que a energia solar e outras energias renováveis poderiam vir a tornar-se as energias do futuro, o tornou percussor daquilo que hoje se pode definir como desenvolvimento ecologicamente sustentado.

Em 1904 na Exposição Mundial em St. Louis, no Missouri, o seu Pirelióforo, com 80 m<sup>2</sup> de espelhos atingiu 3500°C e recebeu o "Grand Prix".

Portugal é um dos países da Europa com maior disponibilidade de radiação solar, mas este recurso tem sido mal aproveitado.

No setor doméstico, a água quente é utilizada essencialmente em duchas e banhos de imersão, na lavagem de louça e da roupa.

Os equipamentos convencionais mais comuns utilizados no aquecimento da água são os esquentadores e caldeiras murais a gás e os termoacumuladores a gás e elétricos. Estes aparelhos são responsáveis por cerca de 50% do consumo de energia no setor doméstico.

A utilização de coletores solares em larga escala poderá contribuir para a redução substancial dessa fatura e do peso do setor no balanço energético global.

Por outro lado, a energia solar é um recurso endógeno gratuito que pode proporcionar uma importante poupança para os seus utilizadores e contribuir para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

De acordo com o levantamento efetuado para o programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas – Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001), no nosso País poderiam ser instalados 7 500 000 m<sup>2</sup> de coletores solares, proporcionando cerca de 4 900 GWh/ano de energia útil.

A incorporação de sistemas solares térmicos passou a ser obrigatória pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, em novas construções e grandes reabilitações, desde que haja área com exposição adequada (Ver Art.º 7).

Qual a razão para o mercado não estar florescente?

As dificuldades de integração arquitetónica e o preço, são um incentivo para se encontrarem justificações legais para a sua não utilização.

A certificação de componentes e de sistemas resolveu muitos problemas.

Abordaremos neste capítulo as principais Regras de Arte para a conceção, instalação e utilização destes equipamentos, sem esquecer os aspetos de integração arquitetónica.

## TIPOS DE SISTEMAS

Os sistemas solares mais utilizados para aquecimento solar de águas sanitárias, no setor doméstico são:

**Sistemas unifamiliares**, em termosifão ou com circulação forçada para satisfazer as necessidades de água quente de uma família.

**Sistemas coletivos**, que servem mais do que uma família num mesmo edifício.

Os sistemas solares são de grande fiabilidade, como o comprova o período de garantia de seis ou mais anos actualmente oferecido pelos principais fabricantes e instaladores, superior à dos equipamentos convencionais de aquecimento de águas sanitárias. Existem numerosos casos de sistemas solares a funcionar em boas condições há mais de 15 anos, o que dá uma perspetiva dos resultados satisfatórios que o utilizador pode esperar.

Independentemente da sua dimensão, os componentes básicos de um sistema solar para aquecimento de águas são os seguintes:

**Captador** - Um ou mais coletores que transformam a radiação solar incidente em energia térmica.

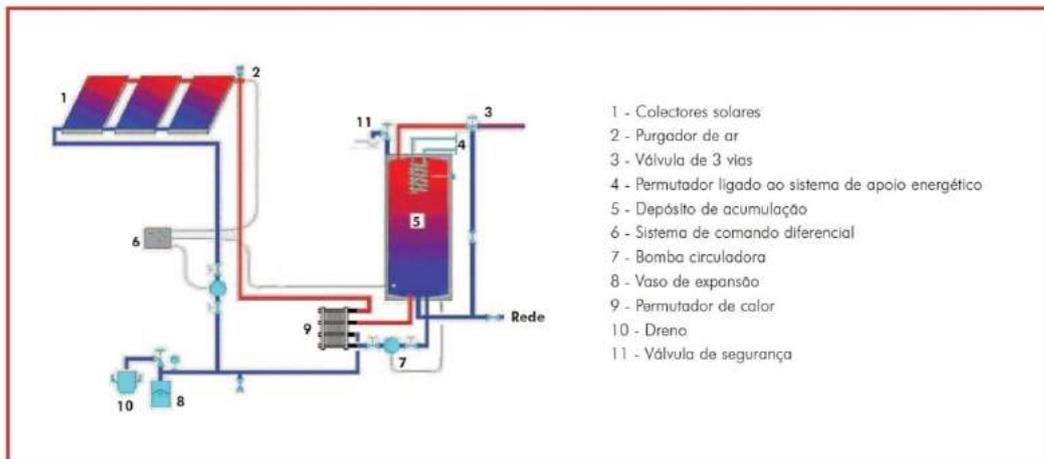
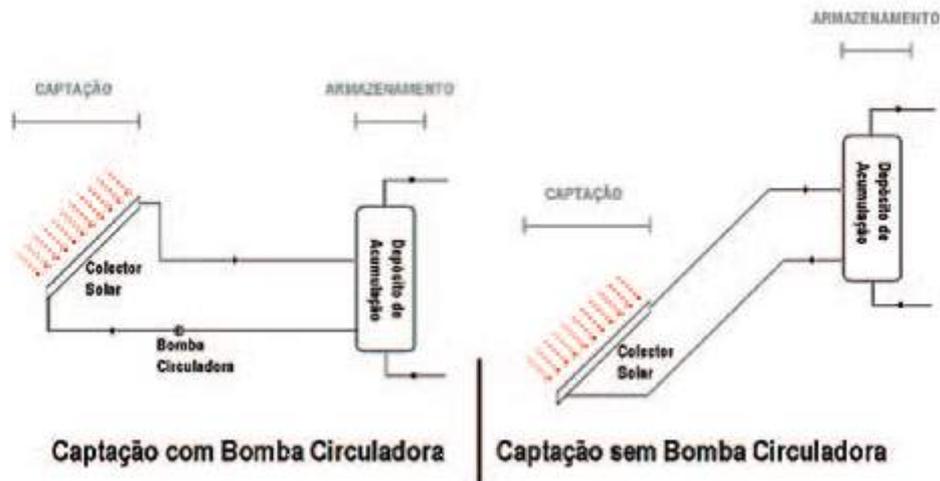
**Armazenamento** - Um ou mais depósitos que acumulam a água quente, permitindo desfasamento entre a captação e o consumo.

**Permutador** - Efetua a transferência da energia térmica captada pelos coletores para a água quente de consumo.

**Circuito hidráulico** - Tubagens, bombas, válvulas, etc..

**Regulação e controlo** - Elementos mecânicos e eletromecânicos que asseguram o correto funcionamento da instalação.

**Apoio energético** - Para fazer face a períodos de menor insolação, é utilizado um equipamento convencional de apoio que terá de garantir a "prioridade ao sol".



### Consumo de água e o desempenho dos sistemas solares

No setor doméstico, os coletores solares para a produção de águas quentes sanitárias (AQS) são geralmente dimensionados para fornecer a totalidade das necessidades de água quente durante os meses de verão. No resto do ano terá de existir um sistema de apoio, e a economia situar-se-á entre 50 a 80%.

Como regra básica, para instalações domésticas de pequena dimensão podemos considerar uma relação direta entre a área de coletores necessária (1 a 2 m<sup>2</sup> por pessoa) e o volume de armazenamento (50 a 70 litros por pessoa).

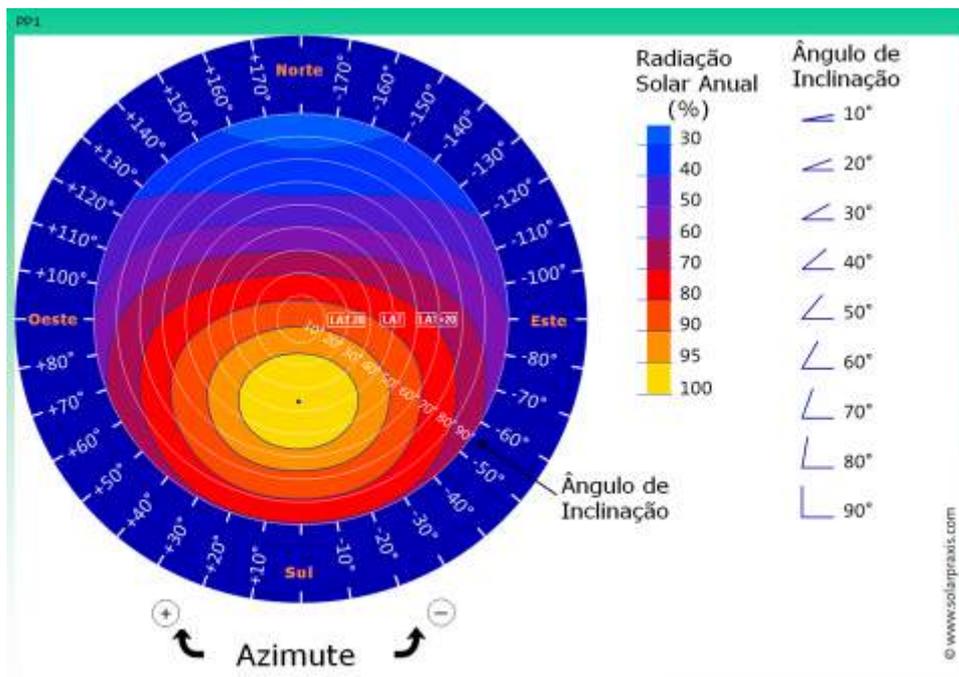
A economia vai depender da localização e da orientação dos coletores.

Muito importante será a repartição de consumos ao longo do ano, se constantes ou com alguma sazonalidade.

## INTEGRAÇÃO EM EDIFÍCIOS

Uma instalação solar pode envolver a colocação de alguns equipamentos em locais que possam ter um impacto arquitectónico, sendo importante minimizar esse impacto.

A orientação óptima (em Portugal) para os sistemas solares é o Sul e a inclinação vai depender da repartição de consumos ao longo do ano.



A quantificação dessa penalização pode flexibilizar soluções de maior integração.

Apresentamos de seguida alguns exemplos, de integração ou não:



## SEGURANÇA AO VENTO E A SISMOS

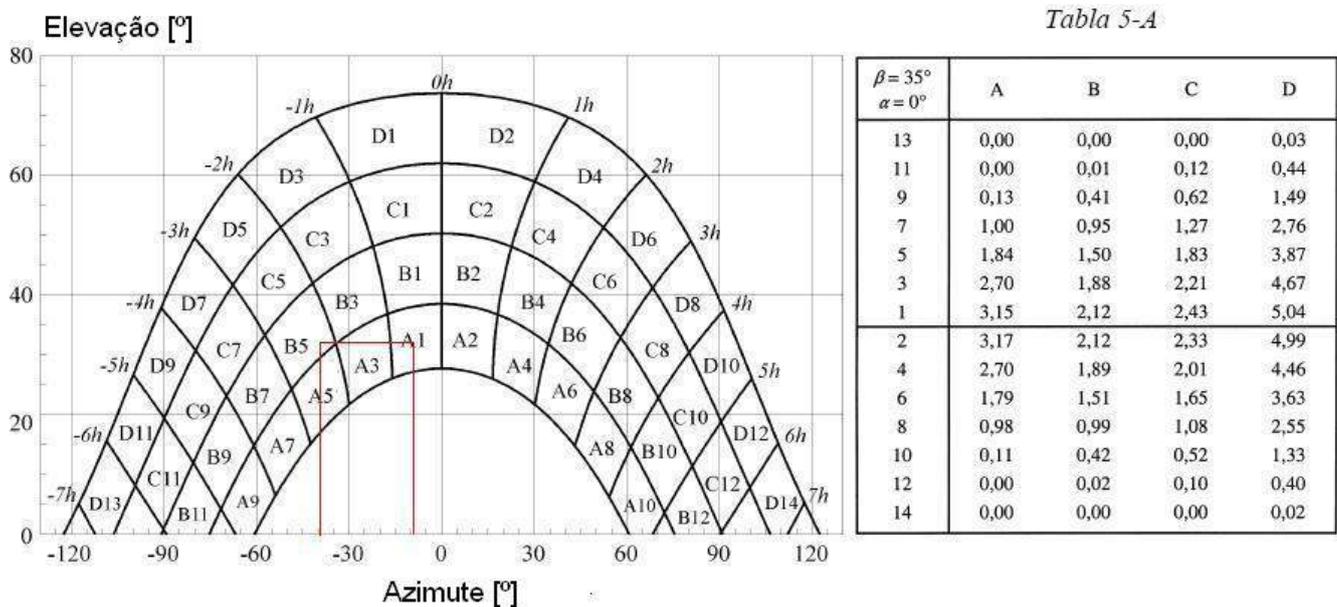
Há que ter particular atenção com as estruturas a colocar nas coberturas, designadamente no que respeita às ações do vento e de sismos. Há regulamentos que têm de ser cumpridos.

No entanto, a preocupação de integração dos coletores solares, minimiza a exposição ao vento e os problemas estruturais.

## OBSTÁCULOS QUE PROVOCAM SOMBRA

As sombras sobre os coletores são um fator de penalização. Os próprios coletores terão de ter um espaçamento adequado. Quanto maior for a latitude, maior tem de ser o espaçamento, pois o sol anda mais baixo.

Se num diagrama representarmos os obstáculos, é possível estimar a penalização devido às sombras:



Penalização = 0,25 A1 + 0,7 A3 + 0,5 A5 + 0,1 B5 = 3,75 %

Simulação c/ SOLTERM 5

Esolar (s/sombras) = 54722 kWh/ano

Esolar (c/ sombras) = 52662 kWh/ano

Penalização = 3,8%

FONTES: IDAE

As sombras podem transformar a instalação solar num armazém de colectores sem qualquer utilidade:



## TIPOS DE COLETORES

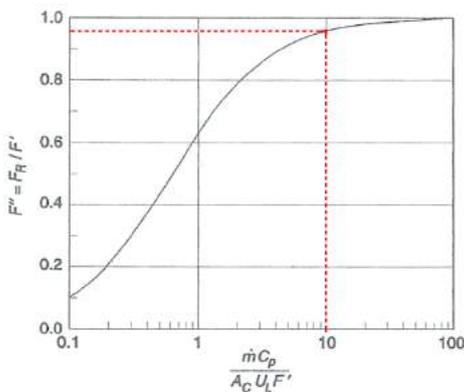
Há diversos tipos de coletores e a sua escolha dependerá da temperatura média de cada tipo de utilização.

## CIRCUITO HIDRÁULICO

O circuito hidráulico que assegura a transferência de calor dos coletores para o armazenamento é geralmente fechado, permitindo a utilização de um fluido que não congele no inverno.

A circulação pode ser natural (termossifão) ou forçada.

O caudal recomendado depende das características dos coletores. Nos quadros seguintes apresentam-se valores indicativos:



	CAUDAL RECOMENDADO. lg(l/m <sup>2</sup> )	Temp. de Entrada [°C]			
		10	20	45	65
corpo negro	172	15	24	47	65
cn + ef. estufa	69	20	30	52	70
c.sel. + ef estufa	43	25	34	57	75
CPC	34	28	37	59	77
Tubo de vácuo	17	47	56	78	96

Temperaturas de saída para diversos coletores em função da temp. de entrada

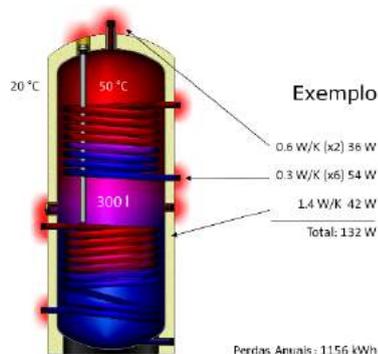
O isolamento térmico da tubagem é muito importante, mas deve ter em conta que as temperaturas no circuito primário podem ultrapassar os 100°C. Os coletores devem ser agrupados de forma a garantir o equilíbrio hidráulico, assegurando em todos o mesmo caudal específico (por m<sup>2</sup>).

Na distribuição, sempre que possível, devem evitar-se soluções "energívoras", como são os anéis de água quente. Em muitos casos serão possíveis soluções do tipo "radial".

## ARMAZENAMENTO

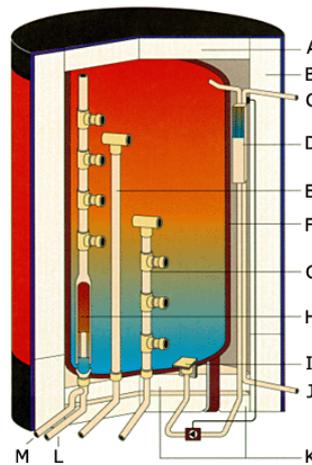
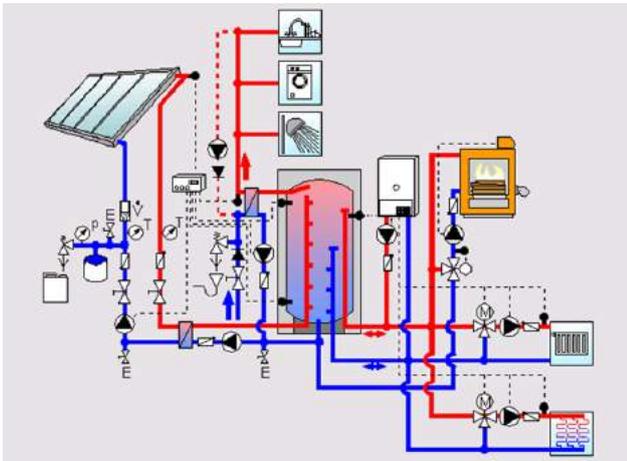
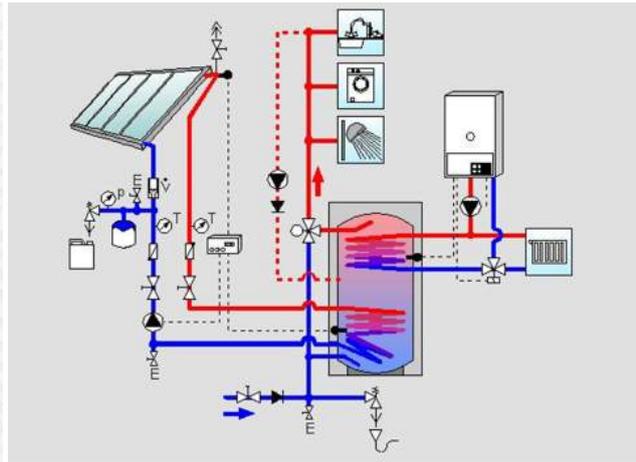
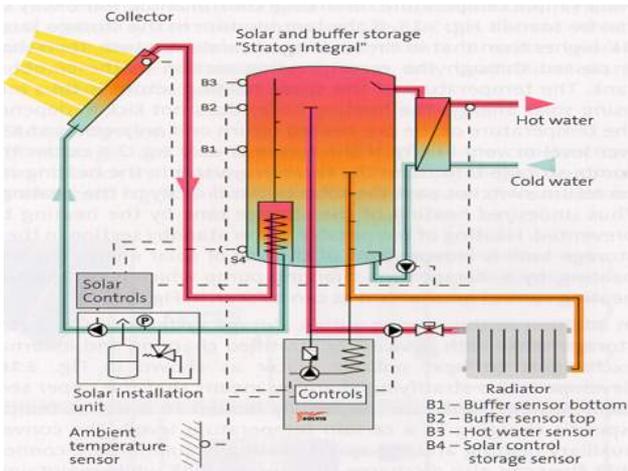
Para o armazenamento devem privilegiar-se as soluções que promovam a "Prioridade ao Sol" e a estratificação.

Sempre que possível, o apoio deve encontrar-se separado do solar e, se estiverem no mesmo depósito, o apoio só deve aquecer a parte superior e deve ser minimizada a agitação dentro do depósito.



## SISTEMAS COMBINADOS

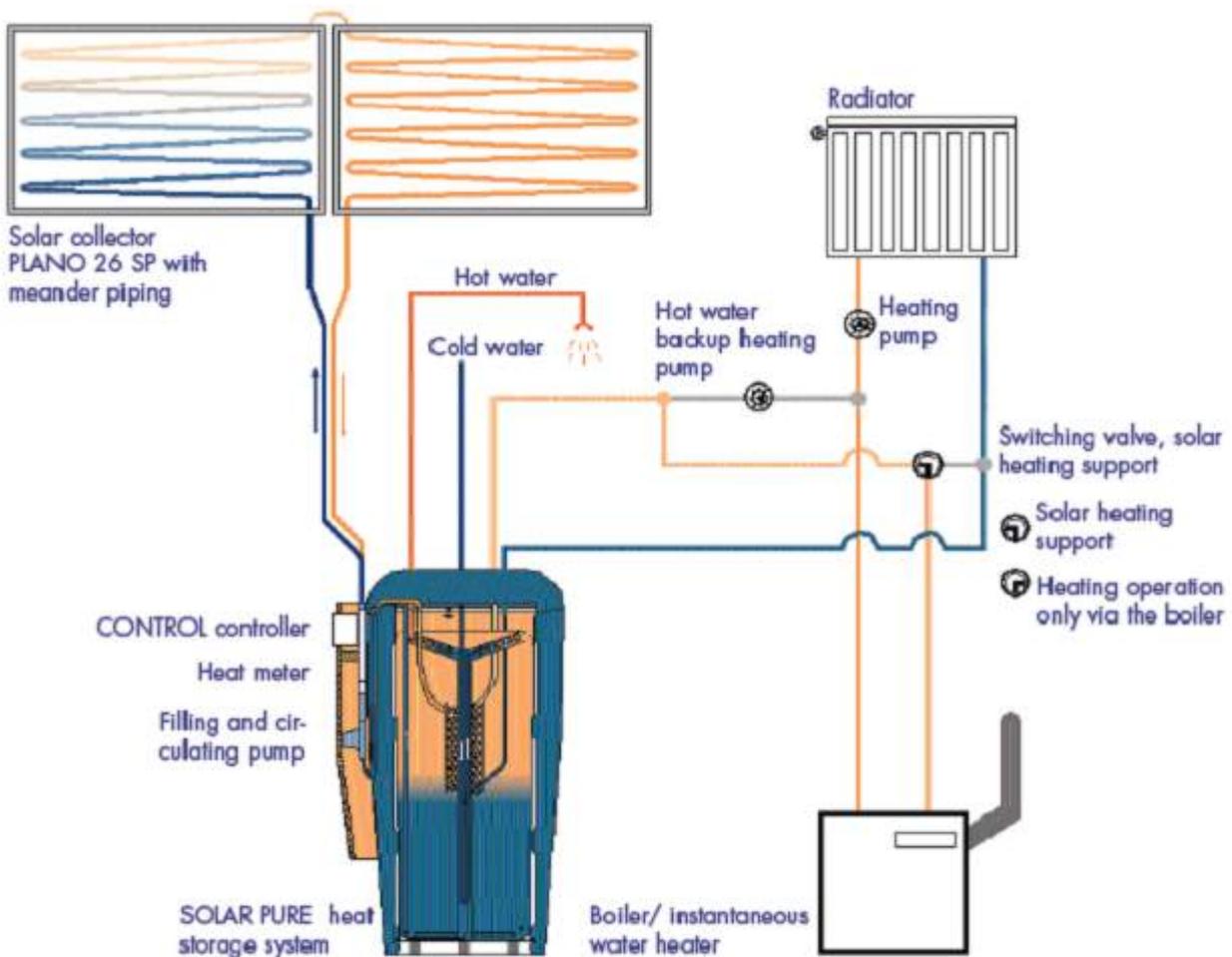
Mesmo os sistemas familiares podem ser bem mais complexos tendo em vista o fornecimento de energia ao aquecimento ambiente, com soluções muito interessantes para promoção da estratificação:



Fonte: Ineti

## SISTEMAS DE DESPEJO AUTOMÁTICO

Para evitar a utilização de anticongelante e minimizar os problemas de sobreaquecimento há sistemas em que os coletores ficam secos quando a circulação pára (falta de sol ou temperatura excessiva no depósito).



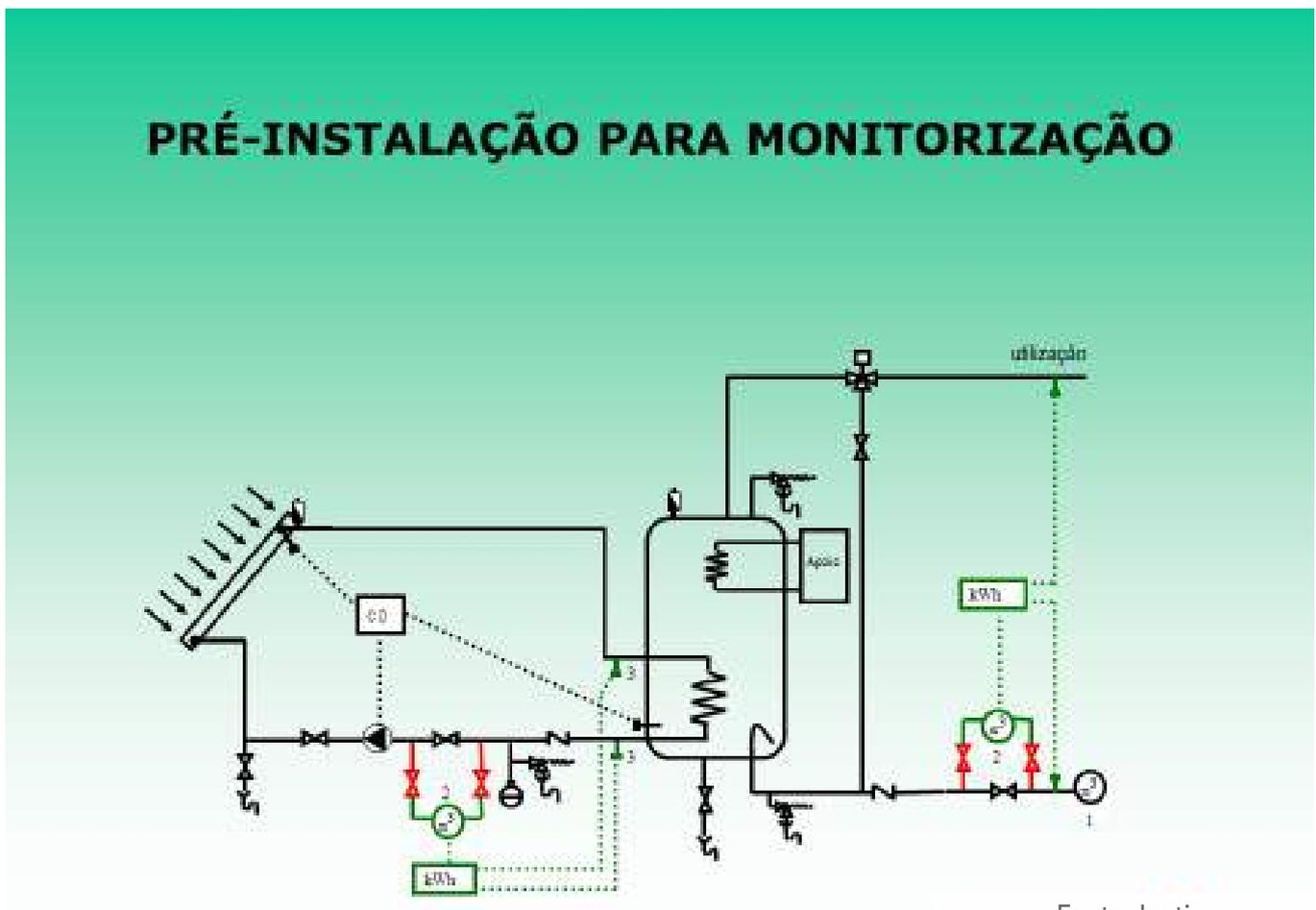
Function diagram with heating circuit of the drain-back system SOLAR PURE for gas and oil boiler

## MONITORIZAÇÃO

É importante monitorizar o comportamento das instalações, para otimizar o seu funcionamento e para saber qual a economia real.

Em pequenas instalações, no mínimo, interessa saber a água quente gasta. Numa instalação média, interessa saber a água quente gasta, mas pode haver uma pré-instalação que permita fazer uma monitorização durante um determinado período.

Em Instalações maiores, a monitorização deve ser permanente.

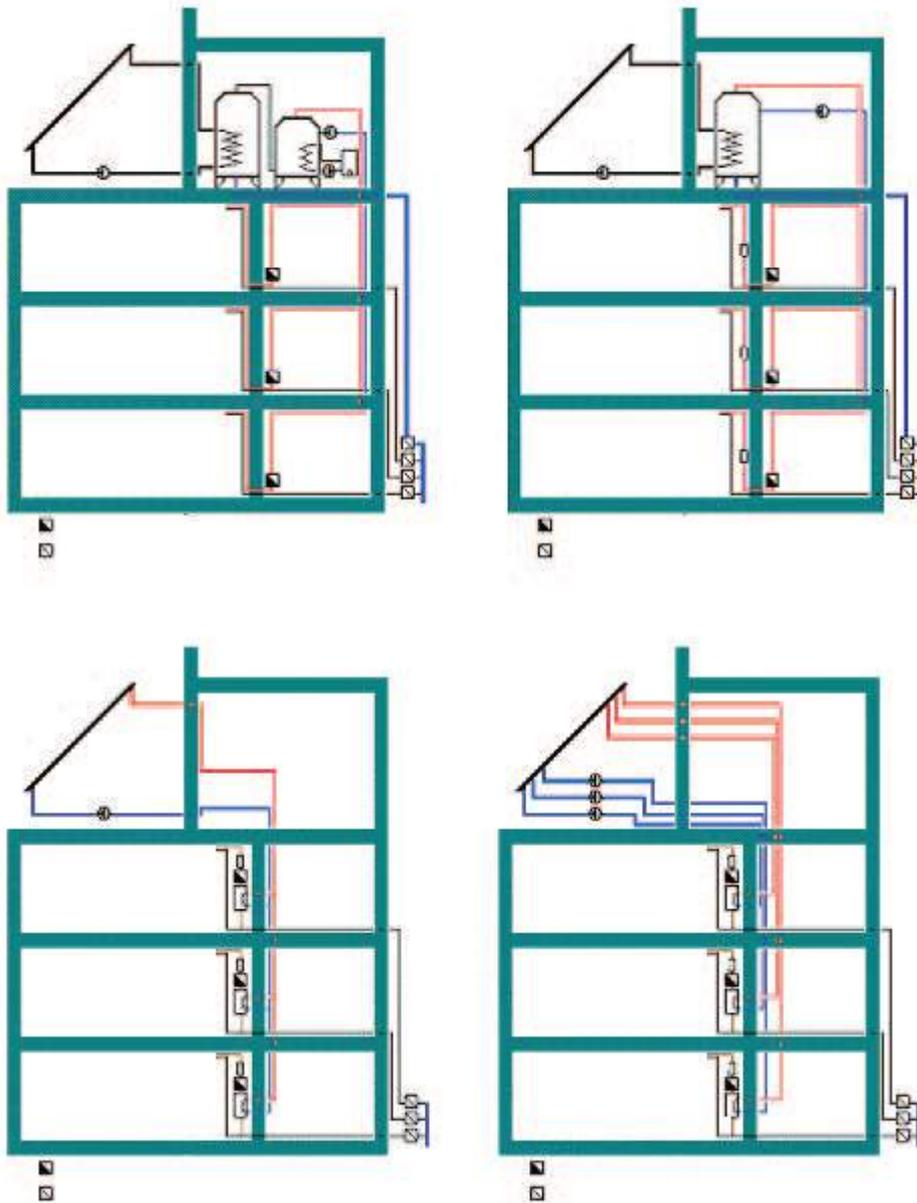


Fonte: Ineti

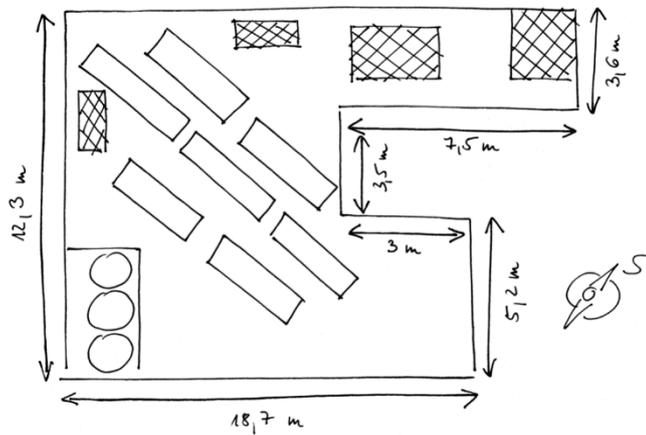
## INSTALAÇÕES EM CONDOMÍNIO

Há várias soluções possíveis:

- Solar e apoio coletivos com distribuição a temperatura constante. A repartição de encargos é proporcional ao consumo (simples contador de água).
- Solar coletivo e apoio individual. A repartição será baseada em contadores entálpicos.
- Solar com armazenamento e apoio individuais. Repartição com contadores entálpicos.
- Solar e apoio totalmente individualizados. É a solução mais cara e menos vantajosa.

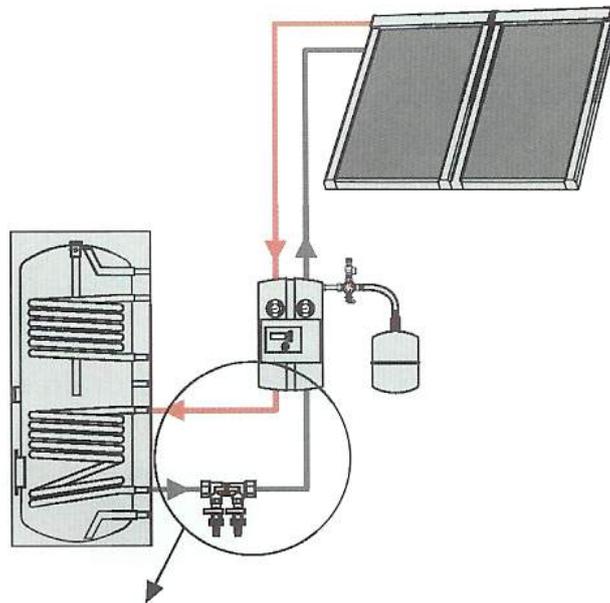


## EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO



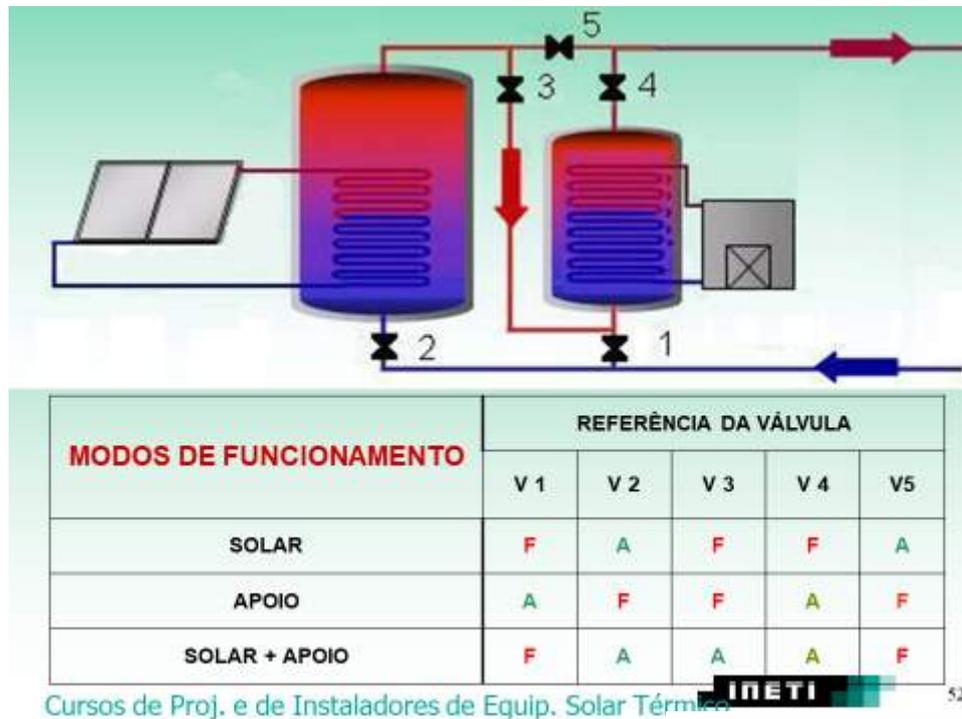
A manipulação, armazenamento e instalação dos coletores solares deve respeitar as seguintes recomendações:

- após desembalados, os coletores devem ser armazenados num ângulo entre  $20^\circ$  e  $70^\circ$ ;
- os coletores devem permanecer cobertos até ao enchimento do circuito primário;
- a utilização de estruturas de suporte, executadas por medida, carece de projeto para prevenir sobrecargas aerodinâmicas ou possibilidade de deslize e queda;
- o arranque da instalação deve respeitar as seguintes etapas:
  - limpeza, por enchimento e purga, dos circuitos primário e secundário
  - enchimento do circuito secundário, assegurando a completa exaustão de bolhas de ar do circuito
  - instalação do vaso de expansão
  - verificação do posicionamento de todas as válvulas (I/O)
  - arranque da bomba
  - descobrimento da área de captação



A entrega da instalação pressupõe a realização de algumas provas prévias, nomeadamente:

- Prova de estanquicidade: os circuitos hidráulicos devem permanecer durante um período não inferior a 30 minutos a  $1.5 \times$  a pressão normal de serviço sem redução de pressão no circuito, comprovando a inexistência de fugas,
- No circuito primário solar o teste deve ser feito com os coletores à sombra,
- Regular a pressão de pré-carga no vaso de expansão,
- Prova de aquecimento: O Delta T deve ser o recomendado, e num dia claro, sem consumo, a temperatura do depósito deve registar um aumento, entre  $30^{\circ}\text{C}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ ,
- Esquema identificando cada elemento,
- Informações sobre o uso da instalação,
- Modos de funcionamento,
- Operações de segurança,
- Operações de manutenção e conservação.



Fonte: Ineti

## OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO

COMPONENTE	INTERVENÇÃO	FREQUÊNCIA (Meses)	OBSERVAÇÕES
CAMPO DE COLECTORES	LIMPEZA	12	Com água e detergente. Realizar esta operação em horas de baixa insolação, ao amanhecer ou ao escurecer.
	ESTRUTURA	12	Recuperar partes da estrutura que apresentam indícios de corrosão, lixar e pintar, verificar o aperto dos parafusos.
	COLECTOR	6	Inspecção visual. Substituir em caso de rotura. Em caso de condensações acentuadas verificar a origem e corrigir.
	- Cobertura		Inspecção visual (aderência, deformações e degradação).
	- Juntas		Inspecção para detectar escamação de pintura, focos de corrosão; deposição de corpos estranhos, deformações. Substituir em caso de fugas.
	- Absorsora		Inspecção visual para a detecção de fugas.
- Tubagem	Inspecção visual para a detecção de deformações e oscilações.		
- Caixa			

COMPONENTE	INTERVENÇÃO	FREQUÊNCIA (Meses)	OBSERVAÇÕES
<b>CUITO PRIMÁRIO</b>	Fluido de Circulação	12	Comprovar, uma vez por ano, a sua densidade e pH (indicando o seu estado de degradação – pH<5 poderá implicar substituição).
		60	Substituição do fluido de circulação.
	Estanqueidade	24 (max.)	Efectuar provas de pressão a partir do segundo ano.
	Isolamento	12	Inspecção visual (humidade).
	Purgadores - automáticos - manuais	12 0,5	Limpar e confirmar o correcto funcionamento. Esvaziar o ar acumulado.
	Serpentina	60	Limpeza de desincrustação.
	Bomba	12	Estanqueidade e lubrificação.
	Termostato	12	Limpeza, controlo de funcionamento e regulação. Utilizar sondas de temperatura.
	Vaso de expansão	12	Comprovação da pressão.
Permutador	60	Limpeza e inspecção (12 meses para lugares com águas duras)	

COMPONENTE	INTERVENÇÃO	FREQUÊNCIA (Meses)	OBSERVAÇÕES
<b>CIRCUITO SECUNDÁRIO</b>	Válvula de corte	12	Lubrificar e apertar.
	Válvula de segurança	12	Movimenta-las para evitar encrustação ou calcificação.
		60	Comprovar a pressão.
	Acumulação (Depósito)	24 (max.)	Verificar o sistema de protecção corrosiva.
<b>COMPONENTES ELÉCTRICOS</b>	Interruptores	12	Limpeza e aperto dos bornos.
	Contadores	12	Limpeza e aperto dos bornos.
	Diferenciais	12	Controlo de funcionamento. Verificação da ligação à terra.
	Armário eléctrico	12	Limpeza.

## COLABORAÇÕES

A Ordem dos Engenheiros agradece aos grupos de coordenação de cada área temática e aos diferentes autores, as reflexões e orientações vertidas neste documento.

### TEMA 01

#### CIDADES INTELIGENTES

José Nunes do Vale, Miguel de Castro Neto, Paulo Vasconcelos Correia

### TEMA 02

#### INDÚSTRIA E SERVIÇOS

Aires Ferreira, António Dimas, Carlos Caxaria, Fernando Franco, Luís Pereira de Araújo, Luís Todo Bom, Ricardo Machado,

### TEMA 03

#### AGRICULTURA E FLORESTAS

António de Sousa Macedo, Ivo Gama, Marjan Jongen, Miguel de Castro Neto, Nuno Rodrigues, Ricardo F. M. Teixeira, Tatiana Valada, Teresa Sá Pereira, Tiago Domingos, Tiago G. Morais

### TEMA 04

#### MAR E LITORAL

Luís Ivens Portela, Paulo Vasconcelos Correia, Pedro Ponte, Teresa Sá Pereira

### TEMA 05

#### AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS

António Albuquerque, Jorge Cruz Costa, Jorge Gil Saraiva, Jorge Liça