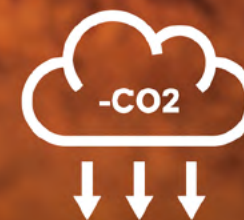


CO₂RK

Roteiro para a descarbonização
de processos industriais e logísticos
do setor transformador da cortiça

ROLHAS TÉCNICAS



Com a participação de



Financiamento



Ficha técnica

Propriedade:

Centro Tecnológico da Cortiça

Rua Amélia Camossa 4535-368 Santa Maria de Lamas

www.ctcor.com

Design gráfico:

BioRumo - Consultoria em Ambiente e Sustentabilidade, Lda

www.biorumo.com

Conteúdo



Contexto atual **4**



Porquê descarbonizar? **7**



Breve caracterização do setor
rolheiro da cortiça **9**



Como reportar emissões de
gases de efeito de estufa de
uma empresa **13**



Processo produtivo e consumos
médios por processo **17**



Pegada de carbono do produto
- análise do ciclo de vida **20**



Tendências futuras de
mercado e produção **24**



Metas de descarbonização **27**

- Metas âmbito 1 e 2
- Metas âmbito 3



Principais vetores de
descarbonização - análise
custo-benefício a longo prazo **30**



Biomassa **35**



Considerações finais **38**



Referências bibliográficas **39**

Contexto atual

Nos tempos atuais e com a saída dos EUA do acordo de Paris, o mesmo parece mortalmente ferido – os sinais apontam para desregulação e o tema do clima parece tomar um segundo plano para outras questões como, por exemplo, a Defesa.

Adicionalmente, o cenário que se pretendia combater, o de aumento da temperatura média acima de 1.5°C (resultado do acordo de Paris), aparenta estar já praticamente fora do alcance, se não forem tomadas medidas drásticas para acelerar o processo.

A geopolítica mundial, longe de ser o foco deste relatório, influencia inevitavelmente as tendências que marcam a atualidade e o futuro a curto e médio prazo. Para o âmbito deste roteiro é importante salientar uma tendência para criação de mercados protecionistas, um retrocesso na globalização devido a tarifas, por vezes mútuas, o que leva a menos consensos e capacidade negocial, pontos importantes para definir metas coletivas sem as quais a ação climática terá o seu impacto reduzido substancialmente.

No entanto, existem alguns sinais positivos que também não devem ser ignorados. Um dos mais importantes trata-se da declaração do governo

chinês, em Setembro de 2025, de reduzir as suas emissões de 7 a 10% até 2035 face ao seu pico assim como atingir 30% de consumo energético a partir de fontes renováveis e atingir neutralidade carbónica em 2060. Pese embora esta ambição peque por ser pouco ambiciosa, é tida como uma perspetiva e uma promessa conservadora que permite algum realismo para atingir os valores. É expectável que a China exceda as suas próprias ambições até 2035 devido a outra tendência global – o preço das fontes renováveis.

Devido a fenómenos de economia de escala e melhorias constantes no processo, o preço de energia solar reduziu em mais de 50% de 2010 a 2020 enquanto a energia eólica já se tornou na fonte de energia mais barata, seguida da solar e da hidroelétrica, sem contabilizar apoios estatais. Adicionalmente, os sistemas de bateria que permitem estabilizar a produção de energia renovável intermitente têm vindo a ter uma redução de 94% desde 2010.

Em muitos casos, a energia renovável é agora a opção mais económica, independentemente de considerações ambientais.

Existem, no entanto, dois grandes limitadores a esta tendência positiva:

1. a tensão existente a nível de restrições ao comércio poderá limitar a capacidade de produzir e distribuir estas (e outras) tecnologias à escala;
2. o aumento também exponencial no consumo energético – em 2024 a produção mundial de energia renovável superou, pela primeira vez, a produção de energia a carvão; ao mesmo tempo que a produção de energia a carvão foi a mais alta de sempre.

Assim, é igualmente importante reduzir o consumo ao mesmo tempo que se descarboniza as fontes de energia, para permitir que novas centrais de energia renovável venham a ter um papel de substituição de fontes poluentes e não meramente de adição de energia.

Consumo energético não é apenas consumo de eletricidade – na verdade na União Europeia a eletricidade representa apenas 23% do consumo energético total. Um importante vetor energético são os combustíveis, sejam gasolina ou gásóleo para transporte ou gás natural para uso em fábrica, e por norma mais difíceis de descarbonizar.

Uma das recomendações para reduzir o consumo de combustíveis é a eletrificação, criando um paradoxo face ao problema anterior – aumentando a eletrificação aumenta a necessidade de produção de eletricidade que não está ainda a descarbonizar à velocidade apropriada. Este paradoxo, no entanto, deve ser visto como uma motivação para otimizar consumos e aumentar oferta de eletricidade verde e não como motivação para evitar a eletrificação – apesar das suas limitações, permite transformar a energia de um vetor de difícil descarbonização para um vetor em que é mais simples a longo prazo.

Adicionalmente, outras considerações para além das alterações climáticas devem ser tidas em conta como vantagens da eletrificação, como por exemplo a poluição atmosférica que mata mais de 200 mil pessoas anualmente na UE e afeta a qualidade de vida de milhões - poluição essa que também é gerada por algumas fontes de energia renováveis, como é o caso da biomassa.

Eletrificação em particular e o afastamento do uso de combustíveis até para a produção de eletricidade primária tem também uma motivação geopolítica – independência energética. A guerra na Ucrânia veio provar a preocupante dependência da União Europeia em combustíveis fósseis – ainda hoje, mais de 3 anos após o início de sanções, a UE ainda compra quantidades significativas de gás (19% do seu consumo em 2024) e petróleo à Rússia. A principal alternativa de mercado e que tem vin-

do a aumentar é o gás liquefeito proveniente dos EUA – um parceiro crescentemente instável e que tem exigido contrapartidas várias nas relações comerciais.

Fontes de energia renováveis, das quais se destacam a eólica, a solar e a hidroelétrica, quando em plena operação, não precisam de fluxos constantes e de transporte marítimo de matérias primas a preços voláteis e instáveis, com emissões associadas a esse próprio transporte – mais de 1/3 da capacidade mundial de transporte marítimo é dedicada a combustíveis fósseis (ainda que uma pequena percentagem seja usada para outros usos finais que não combustível).

Focando numa perspetiva mais regional, na União Europeia, o tema das alterações climáticas em particular e questões ambientais no geral têm sofrido alterações recentes que ainda se encontram num limbo legislativo e regulatório.

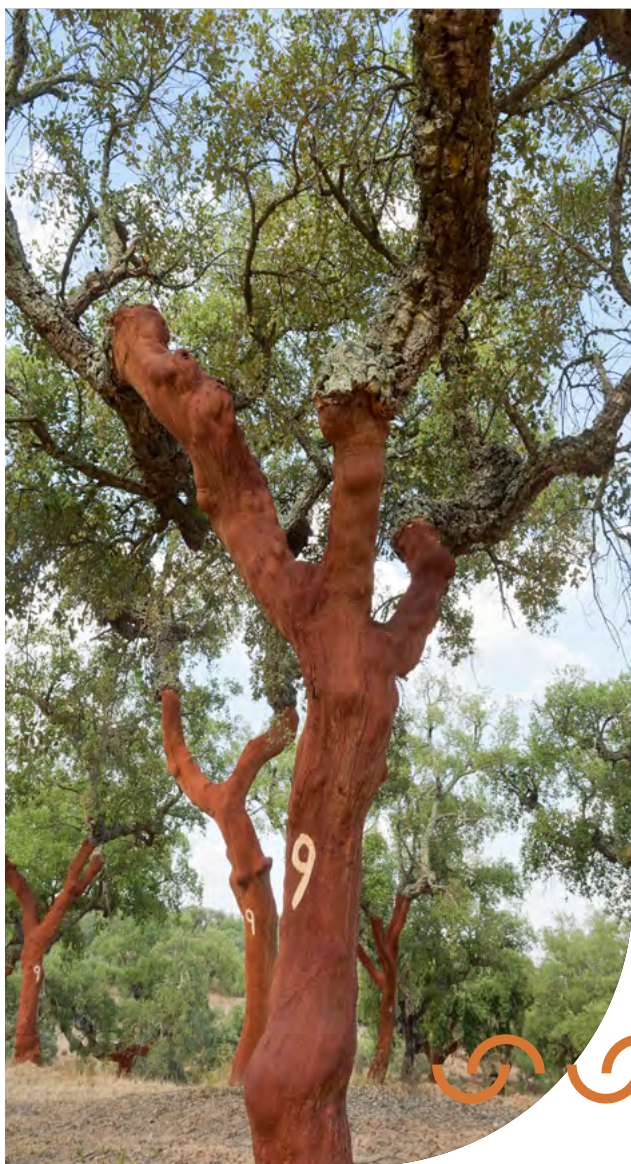
Independentemente de juízos políticos concretos, a tendência e intenção declarada da extrema-direita, que se encontra numa tendência crescente, é, no mínimo, de ceticismo quanto à escala e à importância do combate às alterações climáticas e mesmo em alas mais moderadas existe uma tendência para privilegiar competitividade económica europeia face à qual algumas medidas ambientais deverão ser suavizadas em pacotes de simplificação regulatória (por vezes denominados de Omnibus) em diversos temas

desde reporte ambiental à política agrícola comum. Existe, de momento, uma grande incerteza regulatória, seja em que sentido for, limitando a resposta das empresas a legislação que poderá mudar ou deixar de ser relevante em breve, levando a uma paralisia e indecisão no momento de agir.

Independente dessa incerteza, a União Europeia fez uma revisão das suas metas para 2040, pretendendo atingir 90% de redução de emissões das quais 85% será uma redução interna e até 5% poderá ser atingido através da aquisição de créditos de carbono internacionais o que permitirá ainda atingir a meta de 1.5°C.

Trata-se de um objetivo ambicioso que, apesar da maior flexibilidade como novidade, irá repercutir-se em cada Estado Membro e respetiva indústria. Críticos consideram que possa não fazer sentido quando outros países, por vezes até mais poluidores, não estabelecem ou não cumprem metas. No entanto, existem alguns fatores e formas em que a União Europeia pode (e comprovadamente já o fez) influenciar positivamente mercados que lhe sejam externos – o chamado efeito Bruxelas:

- 1. Capacidade negocial direta** – como um mercado de 450 milhões de potenciais consumidores a União Europeia tem capacidade negocial quanto a requisitos mínimos a cumprir a nível ambiental como requisito de acesso ao mercado.



2. Legislação aplicada a importações – uma das grandes fontes de emissões são todas as matérias primas e produtos que a União Europeia importa. No sentido de incentivar à descarbonização dos fornecedores e também de equilibrar a competitividade, a UE tem mecanismos próprios dos quais o CBAM, ou Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço, é o mais importante – uma regulamentação que ajusta o preço do carbono para certos produtos para serem equiparáveis em custos de carbono à produção europeia.

3. Liderar por exemplo – outros países e empresas de fora da União Europeia poderão ter que adaptar-se à legislação europeia para poder operar dentro da mesma e vender os seus produtos. É frequente que empresas vejam valor ou simplesmente considerem mais prático que toda a sua produção cumpra os requisitos da União Europeia, mesmo para produtos que serão vendidos noutros mercados. Adicionalmente, esquemas regulatórios e legislativos testados na União Europeia e com resultados positivos são frequentemente copiados por outros países.

Talvez a melhor forma que a União Europeia (ou qualquer outro país) pode influenciar os restantes em termos de políticas climáticas positivas é demonstrando que competitividade económica e combate às alterações climáticas é uma falsa escolha, criando medidas que incentivem e demonstrem a dissociação (o termo em inglês sendo decoupling) entre aumento do PIB e aumento de emissões, isto é, que para existir melhorias económicas substanciais não é necessário aumentar as emissões.

Em Portugal, a política climática de descarbonização centra-se no Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNS 2050) sobre o qual este roteiro se baseou nas suas linhas orientadoras principais (a par do Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC 2030) e com o qual se encontra alinhado.

Neste breve contexto foi avaliada a situação mundial e na União Europeia e Portugal, as suas motivações para descarbonizar e limitações existentes. Na próxima seção serão discutidas as motivações de empresas, em particular do setor rolheiro, em descarbonizar.

Porquê descarbonizar?

Com base na contextualização acima, poderá ser difícil compreender ao certo a importância da descarbonização para uma empresa, em particular para empresas do setor das rolhas de cortiça, cuja sustentabilidade intrínseca, dado a sua matéria-prima principal, é já de si elevada.

É importante salientar que a nível regulatório as grandes empresas têm obrigações diferentes face a PME e em questões de combate às alterações climáticas aplica-se o mesmo critério. No entanto, nesta seção, serão apresentados, na sua maioria, motivos que se aplicam a qualquer empresa do setor rolheiro, seja de que natureza for.

Pressão de mercado – seja por pressão regulatória indireta, isto é, por obrigações legais dos clientes e que depois se repercutem em empresas do setor rolheiro como fornecedores ou seja por competição interna (com outros produtores de rolhas de cortiça) ou externa (com vedantes alternativos) que alegam ser mais ecológicos como estratégia de marketing, a contabilização de emissões assim

como um plano de transição é cada vez mais exigido como medida de acesso a mercados maduros.

Redução de custos operacionais – a esmagadora maioria das medidas de descarbonização tendem a levar a menores custos operacionais nos consumos energéticos a longo prazo assim como maior eficiência no uso de matérias-primas, com consequentes poupanças.

Aumento da resiliência económica – a criação deste roteiro é financiada pelo Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), e resiliência é de facto um ponto fulcral da descarbonização - medidas como auto produção de consumo energético ou eletrificação reduzem a dependência externa da empresa de mercados com preço voláteis como é o caso do gás natural ou outros combustíveis. A guerra na Ucrânia e outras fontes de instabilidade geopolítica têm levado a aumento de preços e variações bruscas, difíceis de absorver. De notar que aumentar a resiliência também envolve outras medidas para além da descarbonização, em resposta aos riscos

climáticos das agora inevitáveis mudanças do clima e impacto nos negócios.

Incentivos fiscais e de financiamento – o financiamento da descarbonização de uma empresa seja ele através de investimento público a fundo perdido ou através de mecanismos como green bonds apresentam oportunidades de descarbonizar e simultaneamente adquirir novo equipamento de melhor qualidade e eficiência, prestando assim dois benefícios.

Motivações legais – como anteriormente referido, ainda que a contabilização de emissões assim como planos de transição são ainda apenas obrigatórios¹ para grandes empresas em alguns dos mais respeitáveis sistemas de certificação, é expectável que a política se estenda com maior ou menor intensidade ao resto do tecido empresarial. Esta expansão legal poderá envolver limitação de emissões (sob pena de multa por incumprimento) ou taxas de carbono à semelhança do que já se paga na compra de combustíveis. Nesse sentido a descarbonização não é só importante como também deverá ser conside-

¹A votação no Parlamento Europeu realizada a 13 de Novembro de 2025, ainda que não completamente oficializada, visou reduzir os requisitos técnicos a grandes empresas no âmbito do CSRD e nas quais esta incluído a obrigatoriedade de reportar um plano de transição climático.

rado como economicamente benéfica que se inicie em força o mais rapidamente que seja possível para a empresa.

Co benefícios ambientais – a descarbonização frequentemente leva a outros benefícios ambientais múltiplos por vezes distantes como por exemplo menor exploração mineira de recursos em outros países mas também locais como por exemplo a redução de poluição atmosférica por evitar a queima de combustíveis fósseis seja em fábrica seja em viaturas de logística, assegurando melhorias de saúde à população local e à força laboral da empresa.

Atração de talento – cada vez mais existe uma consciencialização coletiva para a questão das alterações climáticas e pode ser um fator de atração ou repulsa de mão-de-obra altamente qualificada, particularmente para cargos de gestão.

Sentido de missão e legado – um argumento mais emocional que racional, mas que se afigura apropriado num setor onde o provérbio:

Quem pensa em si planta um eucalipto.

Quem pensa nos filhos planta um pinheiro.

Quem pensa nos netos planta um sobreiro.

É muitas vezes citado e tido como perspetiva e filosofia de negócio.

As empresas deverão pensar na respetiva missão social para além apenas da prestação de um serviço ou produção de um produto. Também na descarbonização e noutros aspetos ambientais, é preciso pensar nas gerações futuras e no legado que coletivamente iremos deixar.



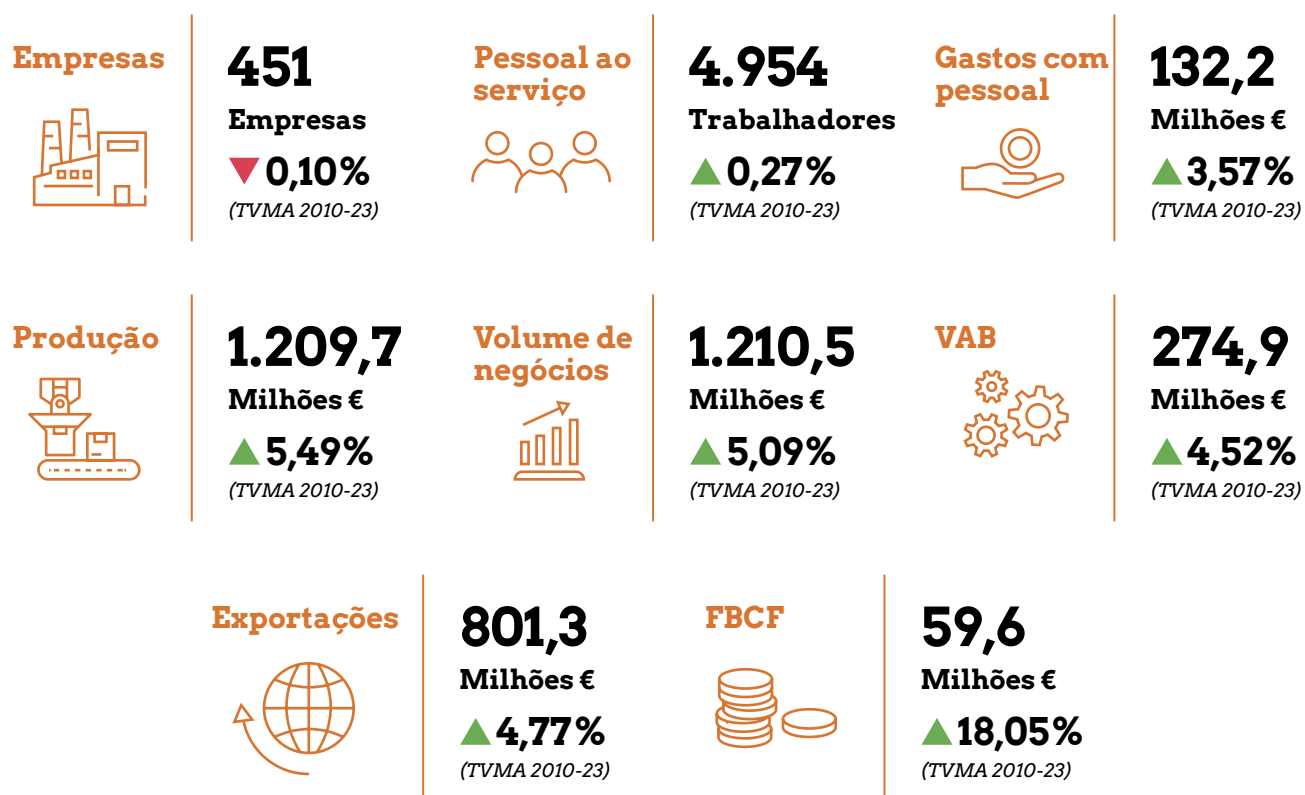
Breve caracterização do setor rolheiro da cortiça

Considerando que existem vários outros estudos que detalham o setor da cortiça, esta secção irá focar-se nos dados principais e relevantes na perspetiva de descarbonização do setor (figura 1).

Os dados mais recentes, de 2023, indicam uma descida no número de empresas face a 2010 mas um aumento ligeiro no número de pessoal ao serviço, acompanhado por um aumento maior com gastos com pessoal, reflexo, em parte, de inflação e aumentos consequentes do salário mínimo nacional (que têm correspondência direta no salário mínimo setorial).

Figura 1 – Principais dados económicos do setor de fabrico de rolhas (CAE: 16294)

Fonte: Análise EY-Parthenon com base no INE e BdP.



TVMA = taxa de variação média anual

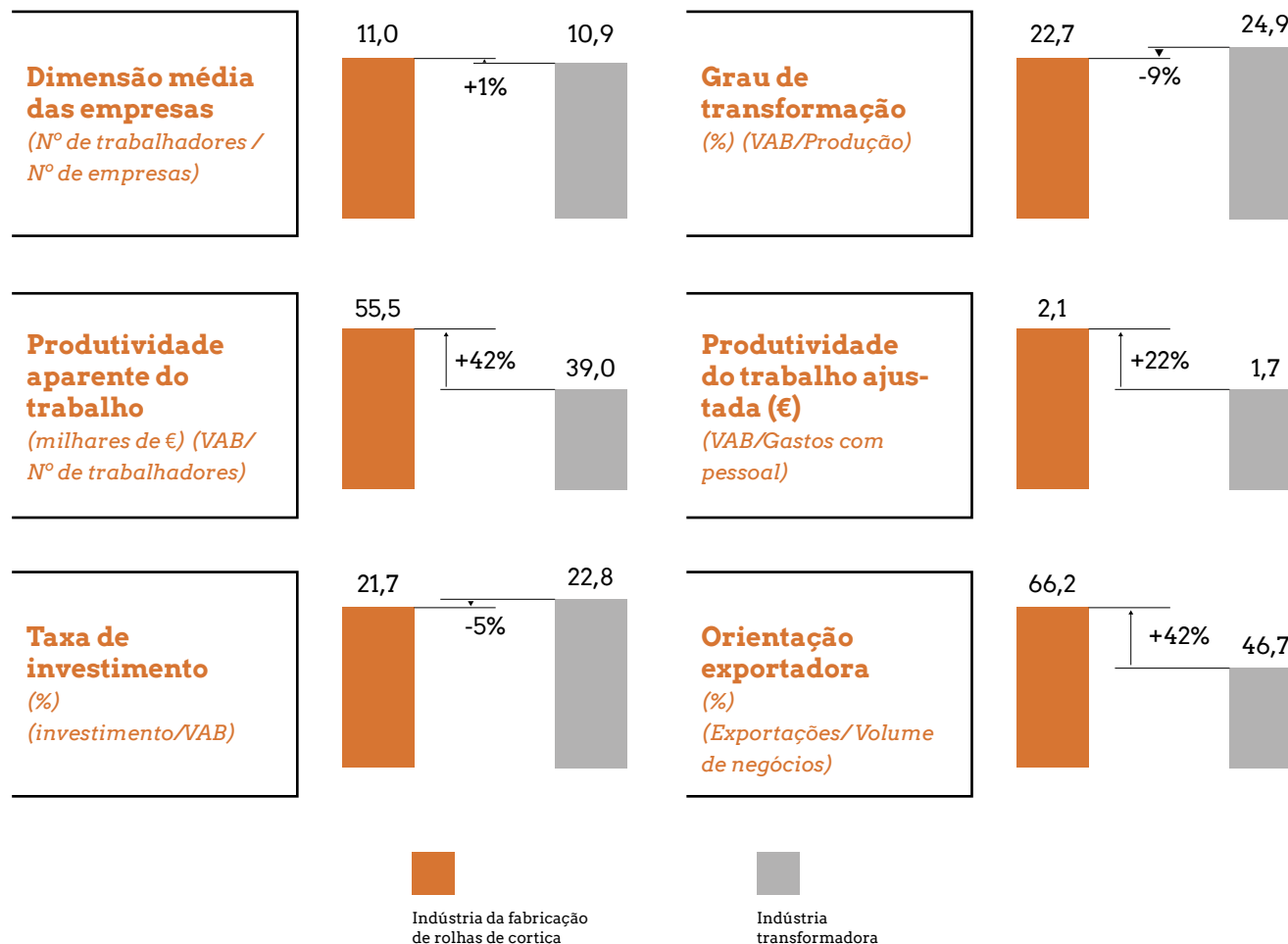
A produção e volume de negócios seguem a mesma tendência de também aumento face a 2010, atingindo 1210,5 milhões de euros de volume de negócios em 2023. Já o valor acrescentado bruto (VAB), indicador que resulta da diferença entre o valor da produção e o valor dos consumos intermédios também tem vindo a aumentar atingindo o valor de 274.9 milhões em 2023. As exportações tendem também sempre a aumentar, representando a maior percentagem do volume de negócios. Por fim, a Formação Bruta de Capital Fixo, indicador de investimento em bens de capital como equipamento e infraestruturas sofreu um aumento bastante significativo face a 2010, denotando uma atualização tecnológica do setor com novos processos e equipamentos.

É igualmente relevante comparar o setor da fabricação de rolhas de cortiça com outros setores transformadores da economia portuguesa (figura 2).

Analisando a figura 2 pode-se compreender que o setor do fabrico das rolhas tem uma dimensão média assim como taxa de investimento semelhante ao restante tecido empresarial português, com um grau de transformação ligeiramente abaixo potencialmente derivado à fragmentação da cadeia de valor do setor – existem empresas que apenas produzem rolha semi acabada e outras empresas que apenas realizam acabamento.

Figura 2 – Indicadores de competitividade comparando indústria da fabricação de rolhas de cortiça com as restantes indústrias transformadoras portuguesas

Fonte: Análise EY-Parthenon com base em dados do INE e Eurostat



Já a produtividade aparente e ajustada do trabalho é significativamente maior que outras indústrias transformadoras demonstrando uma eficiência e uso de tecnologias adequadas aos processos para potenciar o trabalho desenvolvido pelos recursos humanos, também eles devidamente qualificados

para produzir valor.

Por fim é possível perceber a forte orientação exportadora, significativamente maior que outras indústrias transformadoras. Na tabela 1 é possível verificar mais detalhes da exportação em 2024:

Tabela 1 – Dados da exportação de rolhas a partir de Portugal em 2024

Fonte: Análise EY-Parthenon com base em dados do Eurostat

	França	EUA	Espanha	Itália	Alemanha	México
Total % exportação	22,5	10	16	17,6	2,5	3,1
(em milhões kg)	23,9	18	14	13,6	2,7	4,8
Total % exportação	47	74	42	30	64	28
(em milhões €)	53	26	58	70	36	74
Rolha natural % exportação	48,3	65	39,5	72,4	65,5	43,1
Rolha técnica % exportação	12	13	10,6	10	11,6	25,1
Rolha natural (€/kg)	48,3	65	39,5	72,4	65,5	43,1
Rolha técnica (€/kg)	12	13	10,6	10	11,6	25,1

Tem havido uma mudança na predominância das rolhas naturais na exportação, com a exceção dos EUA, o que explica a discrepância entre exportação por peso e exportação em valor que se verifica para este mercado. A rolha técnica tem um valor por kg mais estável comparada com a rolha natural com a exceção do mercado mexicano. Em suma, França, EUA, Espanha e Itália permanecem os principais mercados exportadores das rolhas de cortiça.

A nível de distribuição espacial do setor, a esmagadora maioria da indústria corticeira em geral e indústria rolheira em particular foca-se no Norte, mais especificamente em Santa Maria da Feira, enquanto a nível da produção de matéria-prima o foco é a Sul, no Alentejo em particular em Portugal, onde algumas empresas maiores já focam o processo de cozedura antes do seu transporte para a transformação a Norte, mas também no Sul de Espanha

O setor como um todo representa cerca de 0.7% do PIB nacional assim como 2.2% das suas exportações, sendo que Portugal é o maior produtor e transformador de cortiça do Mundo. Apesar desta importância é colocado num CAE (CAE 16) em junção com a indústria da madeira, limitando o tipo de informação que é agregada a esse nível por parte das autoridades.

Por exemplo, relatórios de balanços energéticos realizados pela Direção Geral de Energia e Geologia

(DGEG) com dados agregados por este CAE 16 limita a interpretação dos impactos da indústria corticeira de forma isolada. A própria fragmentação do processo produtivo contribui para a dificuldade na recolha de dados de relevância para uma análise mais detalhada.

Por fim, o setor corticeiro centraliza-se muito em Portugal e Espanha, os maiores países produtores e transformadores da cortiça o que, apesar de positivo em certos aspetos, é limitador na I&D e transferência de tecnologias – existe apenas poucas centenas de artigos científicos internacionais na área da cortiça. Enquanto outras indústrias beneficiam de investigação em parceria com outros países com outras valências assim como de investigações que ocorram em paralelo em várias partes do Mundo, Portugal e Espanha devem e têm que forçosamente liderar na área da investigação na cortiça.

O setor rolheiro tem uma ligação forte com um outro componente que constitui a embalagem no seu total – o vidro. Rolhas de cortiça tendem a ser quase exclusivamente usadas para garrafas ou outras embalagens de vidro e em muitos aspetos, inclusive a nível de emissões, a ligação deverá ser simbiótica – a rolha de cortiça com melhor performance ambiental do mundo nunca será capaz de neutralizar os impactos negativos a nível de emissões de uma embalagem de vidro fabricada sem considerações ambientais.

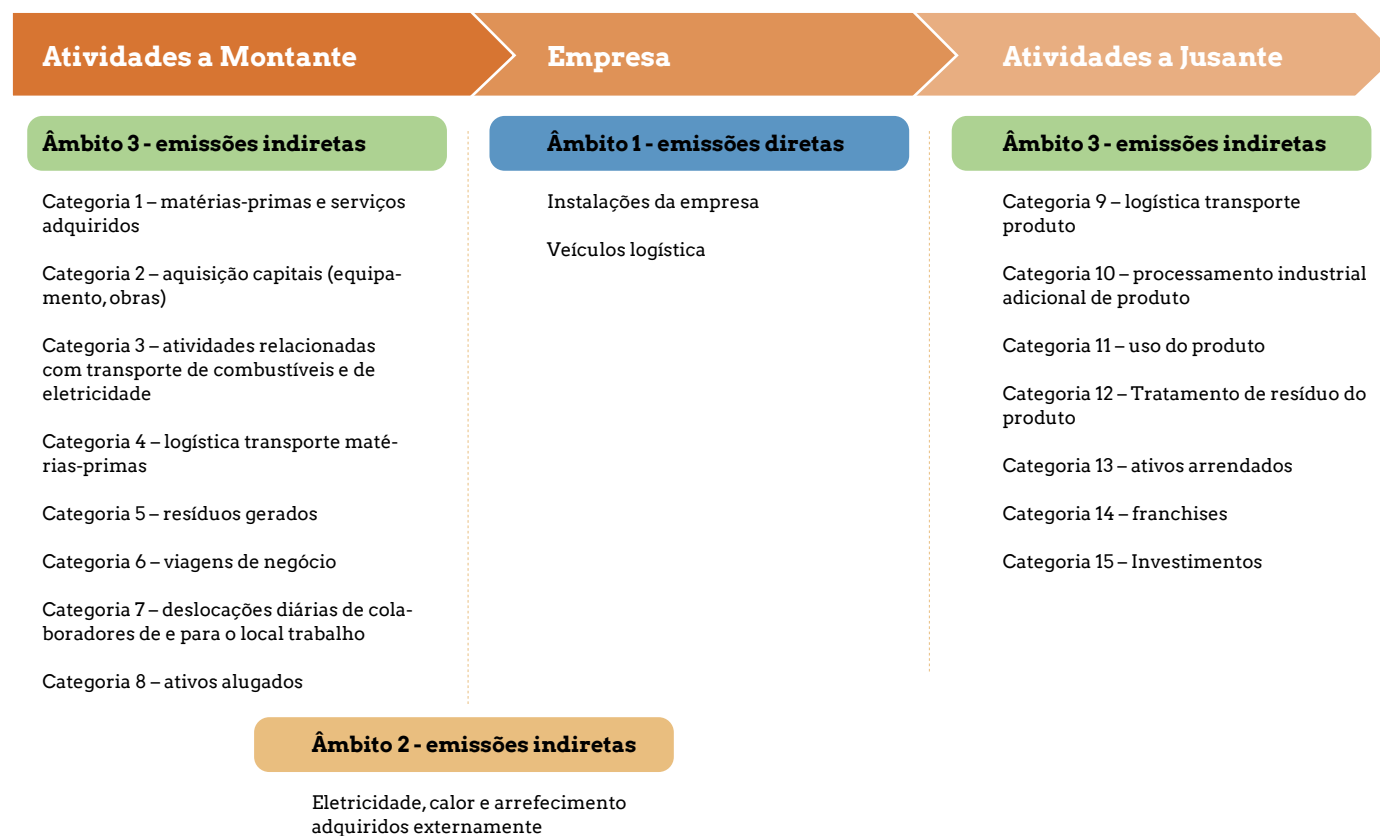
Outra forte ligação e que será explorada mais à frente neste roteiro é a ligação com o mercado de vinho e bebidas espirituosas. Como um dos principais produtos a que a rolha se associa, a sua produção e escoamento encontra-se altamente dependente da estabilidade ou aumento da procura, e do valor acrescentado que a rolha poderá aportar.



Como reportar emissões de gases de efeito de estufa de uma empresa

As emissões de gases de efeito de estufa (GHG) de uma empresa ou entidade podem-se dividir em 3 tipologias principais: âmbito 1, 2 e 3 (figura 3).

Figura 3 – Esquema representativo da tipologia de emissões



As emissões mais imediatas, são de âmbito 1, as emissões diretas, que fisicamente saem das chaminés das empresas e dos tubos de escape dos veículos dedicados à logística assim como emissões fugitivas de sistemas de ar condicionado (o gás refrigerante usado é um GHG extremamente potente e qualquer pequena fuga deve ser contabilizada como emissão direta). Também neste âmbito incluem-se, apesar de indicadas em separado e sem contabilizar para metas de redução as emissões de CO₂ biogénicas, isto é, as emissões de CO₂ resultantes da queima de biomassa. Outras emissões de GHG em que não exista um balanço, como por exemplo metano, são contabilizadas em junção com as iniciais e têm que ser consideradas para o atingir de metas.

Já as emissões de âmbito 2 tratam da questão complexa do consumo de eletricidade (mas também de calor e refrigeração adquirido por tubagem a uma entidade externa, um conceito menos habitual no setor industrial português). Trata-se efetivamente, de uma emissão indireta a montante da empresa propriamente dita. Dado à sua complexidade, existem dois métodos de avaliação deste âmbito²:

1. Método localização – baseia-se nas emissões do mercado eletroprodutor local onde as instalações de uma empresa estão localizadas.

Trata-se de uma ligação mais estritamente física entre o consumo e as emissões e qualquer redução no consumo leva a uma redução mais tangível das emissões.

2. Método mercado – reporta os consumos de eletricidade e respetiva emissões mediante fatores específicos da empresa fornecedora de eletricidade que tem em conta contratos, por exemplo, de eletricidade verde onde, mediante pagamento adicional, a empresa garante a origem renovável da eletricidade fornecida.

Muito sumariamente, existem vários instrumentos contratuais no mercado para redução especificamente da pegada de carbono de uma empresa sob o ponto de vista do seu consumo de eletricidade. Por exemplo, as garantias de origem (GO) que incluem certificado de energia renovável (também conhecido como REC), contabilizam a energia renovável já produzida no sistema e aloca a empresas que tenham este contrato sendo que a energia restante (energy mix) aumenta as emissões dado que a energia renovável foi, contabilisticamente, retirada da mistura. Isto quer dizer que as emissões das empresas que têm este tipo de contratos diminuiu enquanto as das empresas restantes aumenta. No balanço, não existe, no imediato, uma redução efetiva das emissões mas sim um incentivo financeiro para

as empresas geradoras de eletricidade para aumentar a sua oferta de energia renovável dado que estes contratos permitem um preço mais elevado. No entanto, existe uma tendência para considerar esse impacto como insuficiente e meramente contabilístico.

Já um contrato de compra de energia (PPA – power purchase agreement) é um contrato diferente no sentido que se trata de um contrato de compra e venda a longo prazo onde é estabelecido um preço base que o fornecedor de energia irá receber por cada MWh gerado de forma renovável por novos ativos e não pelos atuais, levando a uma adicionalidade de produção energética de emissões nulas em CO₂_{eq}. Como seria de esperar os valores neste tipo de contrato são consideravelmente superiores aos praticados pelas garantias de origem mas o impacto ambiental é também tido como superior dado a uma redução física das emissões.

Para as emissões de âmbito 1 e 2, e até algumas de âmbito 3, existe uma variedade significativa de calculadoras online que permitem obter uma estimativa. Pese embora o cálculo do âmbito 1 e 2 ser tendencialmente simples, existem nuances que podem ter impacto pelo que acreditamos que flexibilidade e adaptabilidade no cálculo é importante. Nesse caso recomenda-se sempre, como base de trabalho,

²A entidade GHG protocol encontra-se em processo de revisão das metodologias de cálculo, em particular para o âmbito 2 e em fase de consulta prévia pelo que poderá haver mudanças nesta descrição.

as ferramentas criadas (e devidamente atualizadas) pela entidade oficial GHG protocol <https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance> ferramentas estas devidamente validadas e com fatores de emissão comparáveis a nível mundial. A mesma entidade tem também cursos, alguns dos quais gratuitos, a explicar os conceitos em mais detalhe e permitindo o uso mais eficiente da calculadora. Recomenda-se por isso que as entidades investam na

O Centro Tecnológico da Cortiça (CTCOR) realiza estudos de cálculo de âmbito 1 e 2 (e também de âmbito 3) e/ou de verificação dos cálculos, à medida das necessidades de cada empresa.

Contactar geral@ctcor.com para mais informações.

formação num dos seus colaboradores nesta área, para assegurar um cálculo correto e devidamente personalizado à empresa ou usar serviços externos especializados, com a vantagem adicional de ter uma validação externa (e que pode comunicar externamente como neutra e independente) dos valores de consumo em que o cálculo se baseia.

Por fim existem as emissões de âmbito 3, que englobam todas as outras emissões indiretas, sejam a montante ou a jusante da empresa produtora de rolhas. Das várias categorias descritas na figura 3. a maior parte contabiliza apenas as emissões âm-

bito 1 e 2 do processo em descrição – por exemplo, as emissões de viagens de negócio apenas contabilizam as emissões correspondentes do meio de transporte usado para o efeito.

No entanto, a categoria 1 em grande parte e também a 2 inclui as emissões de todo o ciclo de vida da matéria-prima, equipamento ou infraestrutura em análise. Isto é, 1 kg de cortiça comprado a uma empresa preparadora tem as emissões associadas não só a esse fornecedor direto (ou fornecedor Tier 1) como todos os outros que possam existir até ao sobreiro de onde foi extraída – inclui as emissões do seu crescimento, extração e transporte até ao preparador. O mesmo aplica-se a qualquer matéria-prima, como por exemplo poliuretano onde todas as emissões até à extração do combustível fóssil que lhe serve de base são incluídas. No fundo, são valores de carbono incorporado (*embodied carbon*), obtidos a partir de análises de ciclo de vida desde berço até à porta da fábrica (*cradle-to-gate*).

É nestas duas categorias em que se foca a maior parte das emissões de âmbito 3 das empresas do setor rolheiro já analisadas (e a esmagadora maioria de empresas de qualquer outro ramo indústria por regra também) e onde a necessidade de dados fidedignos é mais importante – as empresas do setor rolheiro precisam de requisitar e de certa forma pressionar os seus fornecedores para possuírem

análises de ciclo de vida (ACV) dos seus produtos como também precisam, elas próprias, de preparar a sua análise de ciclo de vida dos seus produtos para transmitir dados aos seus clientes – a questão da ACV é detalhada mais abaixo.

Já a categoria 3 inclui também, de certa forma, uma análise de ciclo de vida estimada para todos os combustíveis e eletricidade produzida, com a exceção do seu uso pela empresa, uso esse que se encontra já no âmbito 1 e 2. Para eletricidade tal traduz-se em estimativas de perdas por transmissão e/ou distribuição enquanto para combustíveis inclui toda a análise de ciclo de vida como a sua extração, refinação e transporte até à empresa.

As categorias de logística 4 e 9, mas principalmente a 9 pela tendência exportadora do setor rolheiro, também tendem a ter valores relativamente elevados. Os valores podem ser estimados de uma forma mais grosseira numa fase inicial, como por exemplo tendo apenas o valor de km percorridos para cada tipologia de transporte, como podem ser mais refinados se houver necessidade, onde se terá em conta uma modelação da logística tendo em conta as cargas e as viagens de regresso com ou sem carga, etc. Para esta questão e para empresas maiores recomenda-se contactar as empresas de logísticas fornecedoras deste serviço para que possam dar detalhes cada vez mais precisos para o cálculo.

Também de salientar, em particular para o setor rolheiro, as categorias 10 e 11. A categoria 10 inclui as emissões associadas ao processamento adicional que uma rolha possa vir a ter, sendo por isso particularmente relevante a empresas que produzem rolhas semi-acabadas; por norma o processamento de uma rolha acabada, como por exemplo no processo de engarramento, não é tido em conta dado o seu valor residual. Já a categoria 11, as emissões resultantes do uso das rolhas, também tendem a ser consideradas nulas, dado que a função da rolha é vedar e durante o seu uso como vedante não tem atividade ou emissões resultantes.

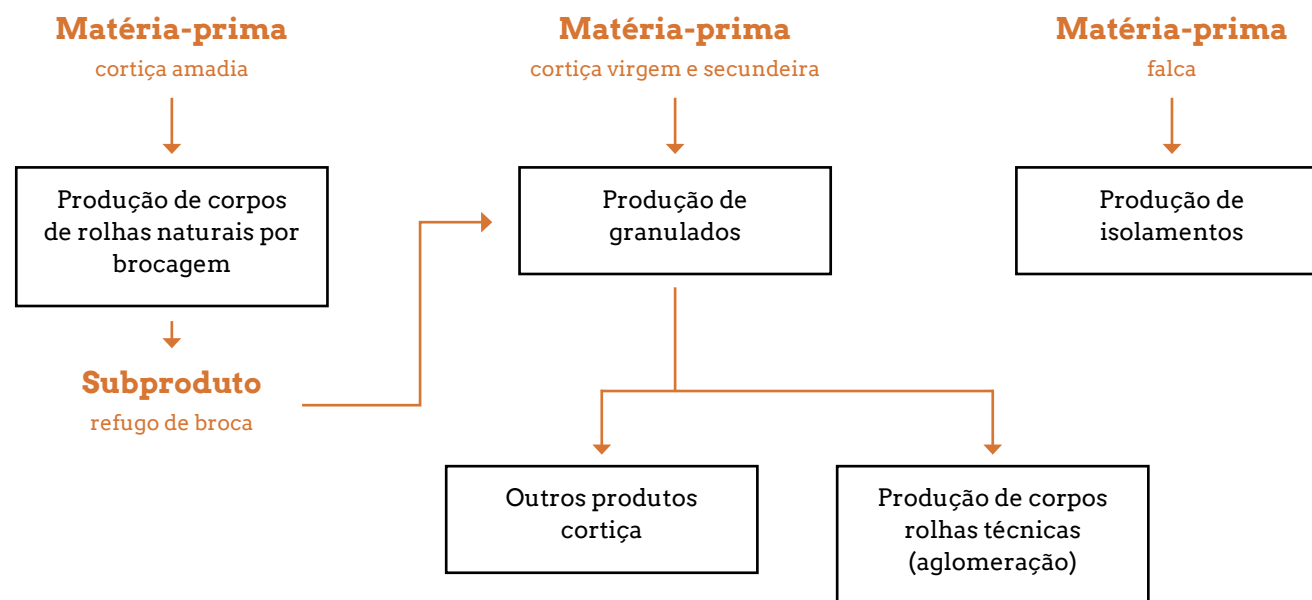
Por fim, salienta-se também a categoria 12, sobre os impactos e emissões de carbono associadas ao tratamento final dos resíduos dos produtos vendidos. Mais uma vez, a questão é tornada mais complexa pela exportação diversificada do setor, para países e regiões com regras muito dispares no que toca à gestão de resíduos e até na forma diferente de gestão e tipologias de aterros sanitários. Para complicar ainda mais a questão, o comportamento da cortiça em condições de aterro e até de incineração é ainda alvo de pouca investigação que dificulta a criação de fatores de emissão específicos – esta questão será explorada na próxima secção sobre ACV.



Processo produtivo e consumos médios por processo

Para providenciar um contexto importante, é preciso primeiro perceber os fluxos básicos das diferentes matérias primas de cortiça (figura 4)

Figura 4 – Matérias primas com base em cortiça e destinos diferentes no processo produtivo:



Adicionalmente, ao longo de todos os processos de preparação e posterior produção de rolhas ou outros produtos de cortiça, é produzido pó de cortiça que é por norma usado como fonte de combustível.

Para o roteiro em causa, é importante ter em conta que a matéria-prima para a produção de rolhas técnicas, das quais a rolha microaglomerada é a sua maior representante, é uma combinação de refugo de broca com cortiça virgem e secundária de qualidade controlada. De notar também que as produções de granulados destinados à produção de rolhas técnicas sofrem um tratamento de desinfeção mais intensivo que outros produtos de cortiça não destinados a rolhas.

Estabelecer um esquema dos processos produtivos da **rolha técnica** depende do que se pretende retratar nesse mesmo esquema. Neste caso, trata-se de um esquema geral que não pretende retratar todas as possibilidades de processos e sub-processos existentes, mas de, grosso modo e simplificado, estabelecer uma linha dos processos mais comuns, na ordem mais comum e respetivos consumos energéticos.

Adicionalmente, são omitidos processos de maior variabilidade na sua frequência, como colagem de discos. Processos, como o de retificação, poderão ter vários sub processos diferentes incluídos e unificados para simplificação como topejamento, etc. Os processos principais de produção são represen-

tados por quadrados, enquanto que os processos auxiliares de consumo elevado se encontram representados por círculos.

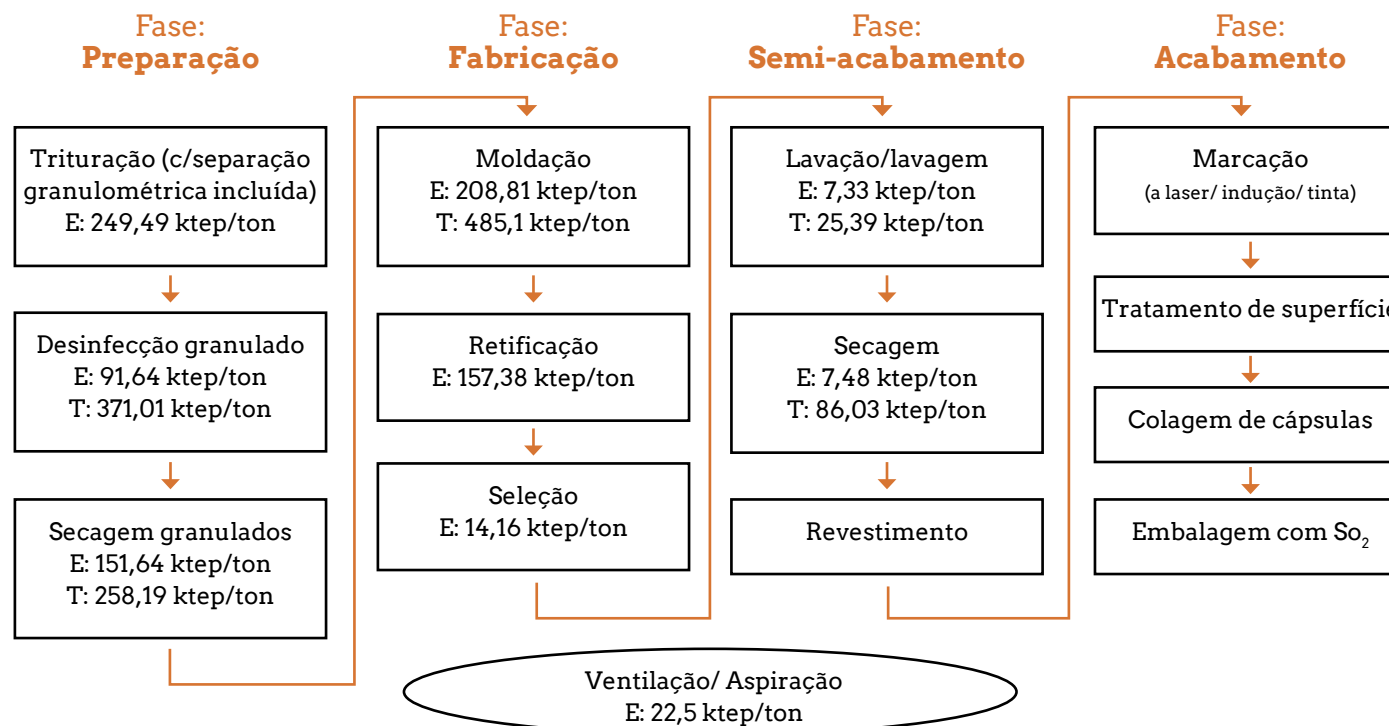
Os valores apresentados (figura 5) para os consumos específicos por tonelada produzida foram obtidos

em colaboração com o INEGI, com medições *in situ* dos consumos dos equipamentos associados aos processos em causa, tanto da componente de electricidade como da componente térmica, medidos numa fração representativa (e estimada em mais de 70%) de produção de rolhas técnicas do país.

Figura 5 – Processo produtivo de rolhas técnicas micro e respetivos consumos energéticos:

E = consumo electricidade
T = consumo térmico

NOTA: para trituração, o valor de consumo está dividido por toneladas de matéria-prima triturada; para desinfeção e secagem de granulado, o valor esta dividido por tonelada de granulado; nos restantes processos, o valor de consumo está dividido por toneladas de produto final acabado (rolhas).



Como é possível verificar na figura, a fase de preparação tem consumos consideravelmente elevados tanto na sua componente de eletricidade como na sua componente térmica. Ainda que os valores de consumo reportados na trituração são em função da quantidade triturada e não em função do produto final, diluindo um pouco as suas emissões face aos restantes processos, o valor continua bastante elevado e com uma tendência semelhante para a desinfeção e secagem de granulados.

Os processos de fabricação, por outro lado, têm um foco no processo de moldação, sendo bastante intenso a nível térmico pela necessidades de processos de cura de adesivos usados para aglomerar os granulados de cortiça usados.

Já na fase do semi-acabamento, os processos podem e são frequentemente partilhados com as rolhas naturais sendo menos intensivos.

Por fim, a fase de acabamento não foi o foco das medições, dado a estimar-se que o consumo energético é reduzido e também pela grande diversidade de processos entre empresas diferentes e até mediante clientes diferentes da mesma empresa.



Pegada de carbono do produto

Análise ciclo de vida

A pegada de carbono de um produto trata-se de um método de cálculo incorporado no pensamento análise de ciclo de vida ('life cycle thinking') focado nas emissões de CO₂ equivalente. De forma simplificada, é semelhante ao somatório de âmbito 1, 2 e 3 de uma empresa mas focado num produto em particular dessa empresa. Este foco num produto apenas acaba por complicar o cálculo dado que é preciso ter estimativas de consumos específicos de energia e materiais.

Para um produto qualquer, a pegada de carbono inclui dados de pegada de carbono de todas as matérias-primas usadas pela cadeia de valor toda até à sua origem na extração na natureza – por exemplo, o valor a usar para parafina deve refletir o valor acumulado de toda a sua cadeia produtiva desde a extração do petróleo, passando pelo transporte do mesmo para uma refinaria e todos os outros processos de transformação e transporte que possam ter ocorrido. Por outro lado, um cálculo de pegada de carbono pode também incluir tudo o que ocorrer após a venda do produto final – como emissões ligadas ao seu uso e principalmente ao transporte

para o cliente final e ligada ao seu tratamento como resíduo no fim de vida.

As cadeias de valor de algumas matérias primas podem ser extremamente extensas, pelo que é comum usar bases de dados complexas para estimar os valores de pegada de carbono destas mesmas matérias primas e usar tanto para a pegada de carbono de produtos como para a categoria 1 do âmbito 3. Estas bases de dados permitem, para matérias primas com maior quantidade de dados, escolher o mais representativo a nível de tecnologia usada para a produção assim como a região em que a matéria prima é produzida, se essa informação estiver disponível. A escolha destes fatores de emissão é um aspeto complexo, de compromissos técnicos e compreensão do valor relativo de estimativas de qualidade variável, e deve ser realizada por especialistas na área com experiência adequada.

No caso concreto das rolhas de cortiça, a matéria-prima principal (cortiça) tem uma cadeia de abastecimento relativamente curta. No entanto, sendo um produto com emissões (positivas e negativas)

ligadas ao uso do solo florestal, tem aspetos que complicam a análise de ciclo de vida e pegada de carbono significativamente.

Iremos abordar os pontos de maior complexidade e indicar recomendações de como lidar com estas limitações analíticas de acordo com dois estudos sobre análise de ciclo de vida realizados no âmbito deste roteiro, um realizado por parte do INEGI e outro realizado pelo Itecons (estudo mais dedicado ao CO₂ biogénico), realizado por especialistas reconhecidos na área com publicação científicas de importância na mesma.

O ponto principal de diferenciação do setor corticeiro é que, ao contrário dos produtos de madeira, que geralmente requerem o abate das árvores e a consequente perda de carbono biogénico na floresta, a extração da cortiça não implica o abate do sobreiro e argumenta-se que a descortiçamento não tem influência no potencial global de acumulação de carbono no montado.

Como princípio geral, as emissões e remoções de

carbono resultantes quer de uso do solo quer de alterações diretas de uso do solo devem ser tidas em conta, considerando todos os reservatórios de carbono. Emissões e remoções devidas a alterações indiretas de uso do solo (i.e., conversões de solo devido a alterações no uso do solo noutras locais), devem ser excluídas, pois atualmente não há uma metodologia harmonizada para realizar a avaliação.

No que respeita ao uso do solo e alteração do uso do solo, apenas os fluxos líquidos de carbono (i.e., absorção/emissão líquida de carbono) em comparação com o uso do solo de referência devem ser contabilizados.

Os potenciais benefícios do armazenamento de carbono só devem ser contabilizados se avaliados como variações líquidas nos stocks de carbono resultantes da gestão antropogénica do solo, em comparação com a situação sem intervenção humana e com base em evidências científicas credíveis, que devem ter em conta as principais características da região onde a cortiça é extraída. A existência dessas evidências científicas está fora do âmbito deste estudo mas o CTCOR participa em projetos com medição direta de CO₂ em montados e florestas de sobreiros no sentido de ter dados mais específicos.

Além disso, em conformidade com a norma ISO 14067, a absorção de carbono pelo solo só deve ser considerada se forem aplicadas medidas para garantir a permanência do armazenamento de carbono

no solo. Se as práticas de gestão do solo e/ou a alteração do uso do solo resultarem em remoções líquidas de carbono, estas devem ser comunicadas separadamente como informação adicional.

No que diz respeito ao carbono biogénico armazenado na cortiça, este deve ser contabilizado como uma remoção de carbono na etapa de exploração florestal e reportado como uma emissão negativa, enquanto, no final da vida útil, o CO₂ biogénico (ou CO ou CH₄) que é libertado ou o conteúdo de carbono que é transferido para um sistema de produto subsequente (no caso da reciclagem) deve ser contabilizado como uma emissão positiva. O teor de carbono nos produtos de cortiça deve ser declarado separadamente como uma propriedade do material.

Outro aspeto a ter em conta relativamente às emissões é o que é chamado de alocação – isto é, num sistema complexo com múltiplos produtos, como se deve distribuir o impacto, seja ele positivo ou negativo, da produção. No caso de montados, para além dos diferentes tipos de cortiça que podem ser extraídos (cortiça virgem, cortiça secundária, cortiça de reprodução e «falca»), o sistema agroflorestal também pode gerar outros produtos (e.g., madeira, carne, cogumelos, mel). A distribuição das emissões e/ou remoções de carbono associadas ao montado deve ser realizada considerando todos os produtos do montado, uma vez que todos eles são coprodutos com valor económico (i.e., não são considerados resíduos).



Quando for possível atribuir emissões e/ou remoções a determinadas funções (e.g., extração de cortiça, exploração de gado), i.e., evitar a alocação subdividindo o processo, esta deverá ser a primeira abordagem, mas se tal não for possível, a alocação com base no valor económico dos coprodutos será preferencial (exceto no caso do carbono armazenado nos produtos de base biológica, que não deve ser alocado, mas refletir o teor de carbono inerente ao material).

Outras complexidades surgem durante o processamento para produção de rolhas. Resultante da perfuração da cortiça no processo de brocagem, gera-se aparas de broca. Estas aparas são trituradas na própria fábrica ou vendidas para outras unidades industriais, onde são utilizadas na produção de rolhas aglomeradas ou outros produtos de cortiça. Quando vendidas externamente trata-se de um subproduto com valor económico pelo que se deve alocar emissões dos processos até a esse ponto.

Relativamente à fração maioritária do pó de cortiça, que é isenta de contaminantes, é frequente que, em fábricas dedicadas exclusivamente à produção de rolhas naturais, a quantidade gerada seja insuficiente para justificar a instalação de um sistema próprio para a sua queima como biomassa. Nestas situações, o pó de cortiça é geralmente destinado à venda, pelo que se aplica os mesmos princípios de alocação económica mencionados anteriormente para as aparas.

O cálculo de emissões de fim de vida de qualquer produto trata-se de uma questão complexa de modelar e estimar, em particular quando o produto tem como principal matéria prima um material de origem biológica e renovável como é o caso da cortiça. Maioritariamente existem 3 possibilidades de destino final: incineração, aterro e reciclagem.

No caso de incineração deve-se avaliar se existem sistemas com recuperação ou valorização energética, tornando-se assim um sistema multifuncional e que preferencialmente deve ser resolvido por expansão do sistema ou abordagem de impactes evitados que neste caso se traduz em créditos igual aos impactes da produção energética que vai substituir, assumindo-se para isso o mix energético do país em análise. Assim, rolhas incineradas em locais com valorização energética terão uma emissão de gases de efeito de estufa ligeiramente inferior a outros locais de incineração sem este sistema.

No entanto, é também preciso ter em conta que a estimativa de emissões de outros gases de efeito de estufa que não o CO₂ é de 8,2 kg CO₂eq por cada MWh e que o CO₂ do produto também volta à atmosfera o que, pese embora seja neutro, deve ser descontado se o sistema de cálculo é na base de -1/+1.

Dependendo também do tipo de produto em análise, nem toda a composição de produtos da área da cortiça são 100% de origem biogénica. Assim, aquando da sua incineração, as emissões de componentes de

origem fóssil, como por exemplo o poliuretano de rolhas microaglomeradas, têm que ser tida em conta como uma emissão e não uma neutralização de CO₂ capturado no início do ciclo de vida do produto em análise. Assumindo 8% de poliuretano com um teor de 64.13% de carbono e assumindo uma combustão perfeita estima-se emissões de 220 kg de CO₂eq por tonelada de rolha micro queimada, se também incluirmos o valor de 8,2 kg CO₂ por MWh cortiça propriamente dita incluída na rolha. Este valor em muito que supera o valor de compensação por geração de eletricidade, sendo que assim a incineração como fim-de-vida para rolhas técnicas aumenta sempre as emissões de CO₂eq fóssil.

Deposição em aterro é também uma das mais alternativas usadas para a gestão de resíduos urbanos. No entanto, o fator de degradação da cortiça em aterro é ainda uma incógnita mas usando madeira como uma aproximação tendo em conta as características semelhantes entre os dois materiais, é de cerca de 3%. Assumindo 60% de metano e 40% de dióxido de carbono produzido e teor de carbono médio de 56.2% de teor de carbono em cortiça, o cálculo é simples e dependente da percentagem de cortiça no produto final. O metano daí resultante poderá ser usado para produção de eletricidade, aplicando-se os mesmos princípios de impactes evitados que os descritos acima para a incineração.

Por fim, a reciclagem de rolha e os seus benefícios dependem principalmente da distância da recolha.

Para o efeito deverá ser feito um levantamento dos centros de reciclagem distribuídos mundialmente dedicados à cortiça e definir limites de distância que façam sentido a nível de emissões. Já o próprio processo, trata-se de uma simples triagem de outros vedantes ou rolhas de cortiça com excesso de manchas, sendo que as restantes entram depois como matéria prima de um novo produto e um novo ciclo de vida que se torna responsável pela retenção do carbono capturado e a sua continuidade na economia circular.

No caso da reciclagem da cortiça, é expectável que a resposta do mercado à entrada de matéria-prima proveniente da reciclagem seja diferente do que é esperado noutros produtos – é assumido que a reciclagem de plástico leve a uma redução de necessidade de produção de plástico virgem, com benefícios ambientais associados. No caso da cortiça é importante salientar que se trata de um produto de origem florestal com expressão limitada geograficamente no Mundo, e que, por motivos de controlo de qualidade alimentar, a cortiça provenientes de rolhas recicladas não pode ser usada em novas rolhas.

Assim sendo, esta matéria prima secundária não irá competir com a cortiça amadia e assim não irá provocar qualquer pressão de mercado para reduzir a produção primária de cortiça no montado ou na floresta.

Após toda a análise, seja ela *cradle-to-gate* (berço até à saída de fábrica) ou *cradle-to-grave* (berço até à cova) deve-se indicar os seguintes parâmetros relativos às emissões de gases de efeito de estufa:

- **CO₂ fóssil;**
- **CO₂ biogénico;**
- **CO₂ incorporado no produto;**
- **CO₂ do uso de solo e/ou mudança de uso de solo – no caso em análise incluir também as emissões sequestradas no sobreiro que não é abatido.**



Tendências futuras de mercado e produção

Para ser possível ter uma avaliação de tendências futuras de mercado, foi realizado um estudo pela EY-Parthenon focada em 3 pontos fulcrais de incerteza na produtividade futura de rolhas técnicas nos principais mercados (ainda que a distinção estatística nas tendências verificadas entre rolhas naturais e rolhas técnicas seja por vezes difícil):

- **Situação económica geral;**
- **Mercado de produção de vinho;**
- **Mercado de embalamento de vinho.**

Figura 6 – Evolução do PIB e crescimento do peso de consumo privado no PIB para os principais mercados de rolhas de cortiça em dois períodos – 2024 a 2030 e 2030 a 2050. CAGR = taxa de crescimento média anual

Fonte: Análise EY-Parthenon com base em dados do International Monetary Fund e Oxford Economics

Perspetivas futuras		Portugal	França	Espanha	Itália	EUA	México
2024 - 2030	PIB per capita CAGR 2024-2030P	42.225\$ 1,8%	56.038\$ 0,8%	47.903\$ 0,8%	53.810\$ 0,7%	75.493\$ 1,4%	22.059\$ 0,9%
	Crescimento do peso do consumo privado no PIB Variação 2024-2030P	61,27% 1,2 p.p.	54,61% 0,0 p.p.	55,86% 1,4 p.p.	57,16% 1,1 p.p.	67,93% 0,4 p.p.	70,22% -2,09 p.p.
2030 - 2050	PIB per capita CAGR 2030-2050	1.1%	0.8%	0.7%	0.6%	1.5%	1.2%
	Crescimento do peso do consumo privado no PIB Variação CAGR 2030-2050	0.9 pp	0.7 pp	1.2 pp	1,8 pp	1,9 pp	-0.3 pp



A trajetória do PIB real per capita dos cinco países analisados tem sido, em geral, semelhante desde 2012, marcada por crescimentos ligeiros e uma quebra acentuada em 2020, associada ao impacto da pandemia. As projeções até 2050 apontam para um crescimento sustentado em todos os países, com especial destaque para os Estados Unidos, que apresenta as perspetivas mais favorável.

Ao contrário do PIB real per capita, a componente do consumo privado no PIB registou oscilações mais acentuadas entre 2012 e 2024, com trajetórias distintas entre os países, apesar do impacto transversal da pandemia. Para 2050, projeta-se um aumento do peso do consumo privado em todos os

países analisados, à exceção do México, no entanto, esta evolução não será linear ao longo do período. Já relativamente ao mercado de produção de vinho em específico (figura 7) as tendências recentes denotam uma redução na produção de vinho entre 2015 e 2024, com reduções mais significativas em França e Espanha.

Já a evolução da superfície vitícola tende a não seguir, necessariamente a tendência de decréscimo da produção de vinho ora ocorrendo a uma escala diferente (como é o caso de França) ou até em contra-corrente à produção (como é o caso de Itália e México).

Quanto a tendências futuras, isto é, de 2024 até 2050, é prevista uma estagnação dos valores em análise, pese embora uma previsão nesta área em concreto é complexa dado à exposição a riscos climáticos do setor do vinho e da variabilidade climática que se antevê.

Por fim, a análise do mercado do embalamento de vinho, também realizada pela EY-Parthenon e com base em dados do International Monetary Fund, Oxford Economics e OIV, foca-se em 3 parâmetros ou tendências:

- **Substituição do vinho por bebidas mais saudáveis;**
- **Crescimento do consumo de wine-in-box (bag-in-box e latas);**
- **Aumento da penetração de screwcaps.**

Figura 7 – Evolução recente da produção de vinho e da superfície vitícola nos mercados em análise.

Perspetivas futuras	Portugal	França	Espanha	Itália	EUA	México
Evolução da produção de vinho mil hL (CAGR 2015-2024)	6.924 -0,2%	36.052 -3,1%	31.026 -2,1%	44.066 -1,4%	21.124 -1,4%	400 -0,7%
Evolução da superfície vitícola (ha) (CAGR 2015-2024)	172.994 -1,8%	783.049 -0,02%	930.495 -0,5%	728.255 0,7%	385.000 -1,6%	36.494 2,1%

Impacto positivo Impacto negativo

Para uma análise dos riscos climáticos e impacto na produção de cortiça assim como nas fábricas de processamento em rolhas, consultar o estudo de riscos climáticos criado pela seguradora Marsh, Lda para o setor no âmbito deste roteiro e disponível em <http://co2rk.ctcor.com>

A substituição de vinho ou bebidas alcoólicas no geral por bebidas mais saudáveis é ainda algo com pouca expressão nos mercados português, francês e mexicano mas já emergente entre os jovens nos mercados espanhol e italiano e particularmente no mercado norte-americano.

O crescimento de consumo de *bag-in-box* e latas poderá também levar a reduções nas vendas e consequentemente na produção de rolhas. Novamente, os mercados português, francês e também o italiano aparentam ter alguma imunidade para já, sendo que o mercado é dominado pelo vidro enquanto que no mercado mexicano ainda tem uma expressão muito reduzida também.

À semelhança um pouco com a substituição de vinho por outras bebidas, o mercado espanhol apresenta um consumo crescente enquanto que no mercado norte-americano já é aparente uma robustez destas opções - Em 2023, o mercado global de *bag-in-box* era de US\$ 3,5 mil milhões, sendo esperado que atinja os US\$ 6,1 mil milhões em 2033 com uma taxa de crescimento anual de 5.7% durante esse período.

Por fim, o aumento de uso de *screwcaps* não se verifica no mercado português, italiano ou mexicano, com um crescimento gradual mas pequeno no mercado francês e espanhol e uma elevada penetração no mercado norte-americano.

Com base na análise holística destes drivers de crescimento e em função particularmente do mercado europeu, é expectável uma taxa de crescimento anual de:

- 0.45 % na produção de rolhas técnicas em **Portugal**;
- 1.25 % na produção de rolhas técnicas na **União Europeia**.

Em suma, e na perspetiva de um roteiro de descarbonização, é expectável um ligeiro aumento da produção de rolhas técnicas em Portugal e na União Europeia como um todo, nenhum dos valores sendo preocupante no que toca a dificultar o processo de descarbonização de uma empresa.



Metas de descarbonização

Para definir metas e trajetórias de descarbonização até 2050 é preciso ter em conta o nível de ambição que é adequado assim como o ritmo de descarbonização para que a meta final seja atingível.

No roteiro para a neutralidade carbónica 2050, documento estatal, é criada uma visão e trajetória para o país como um todo, focando-se em indústrias com emissões muito elevadas e assumindo uma posição conservadora.

No entanto, o mesmo exercício de alinhamento para uma empresa afigura-se diferente podendo e devendo ser mais ambicioso e adaptável à ciência mais recente. A regulamentação europeia recomenda, de entre outros métodos, a metodologia baseada em ciência, conhecida como *science-based targets*, da entidade com o mesmo nome (SBTi). Esta metodologia tem a vantagem de se encontrar totalmente enquadrada com os objetivos nacionais indicados no roteiro para a neutralidade carbónica 2050 e ainda permitir o alinhamento com normas internacionais, relevante para empresas exportadoras. Não sendo possível nem sequer desejável fazer uma transcrição completa da metodologia para o setor de rolhas como um todo, os princípios básicos como definidos pela SBTi serão aplicados e discutidos nesta seção do roteiro.

Deve ser tido em conta que esta entidade se encontra numa fase de consulta pública de novas regras, mas que não é expectável que haja mudanças estruturais muito significativas que afetem a forma simplificada em como as metas serão aqui definidas.

Adicionalmente, deve-se notar que a adesão parcial ou completa às recomendações aqui descritas, **não significa**, em forma alguma, o cumprimento de *science-based targets* de acordo com SBTi **nem se deve sequer indicar** que são inspiradas em SBTi, dado que se trata de um processo de certificação complexo com auditoria e regras próprias. Recomenda-se, no entanto, que empresas particularmente empenhadas no processo de descarbonização e em particular as grandes empresas do setor, se informem sobre a metodologia SBTi e como certificar o seu plano de transição porque poderá ser uma ferramenta de comunicação externa importante e até, em alguns casos, exigência mínima por parte de clientes já incluídos no sistema SBTi.

As principais divisões nos objetivos podem ser definidas da seguinte forma:

a. Temporal – objetivos a curto prazo (*near term*) vs longo prazo (*long term*) tradicionalmente traduzindo-se nos limites temporais 2030 vs 2050

b. Por setor – ainda que não exista regras específicas para o setor rolheiro, algumas empresas do setor poderão ter que ter metas específicas para emissões florestais (mais detalhes mais à frente)

c. Por âmbito – ainda que seja possível combinar os 3 âmbitos numa única meta, é recomendável, dado a regras diferentes, a estabelecer metas diferentes para âmbito 1 + 2 e para âmbito 3.

d. Por tipologia de empresa – regras diferentes e mais simplificadas para PMEs face a grandes empresas.

A nível de enquadramento para o presente roteiro o foco primário será em metas a curto prazo ou uma combinação fortemente recomendada de metas a curto e a longo prazo. Isto porque vários especialistas acreditam que estabelecer apenas metas a longo prazo nem sempre transmitem um sentido de urgência relevante para a gestão da estratégia de descarbonização de cada empresa – estabelecer metas a cumprir apenas daqui a 25 anos é difícil de conceptualizar quando existem assuntos mais urgentes, ainda que provavelmente menos importantes. Ainda assim, e se a opção for apenas em metas a curto prazo, pretende-se que estas metas sejam ambiciosas o

suficiente para preparar qualquer empresa para uma transição simples para metas a longo prazo e a meta mais importante – neutralidade carbônica em 2050.

Idealmente, para qualquer tipo de metas, a mesma deverá abranger toda a empresa mãe e não apenas uma ou várias das suas subsidiárias, semelhante ao que indicado anteriormente para o reporte das emissões âmbito 1, 2 e 3. No entanto, isto não impede que as subsidiárias estabeleçam as suas próprias metas desde que alinhadas com as da empresa mãe e pode até ser desejável que assim o façam para facilitar a gestão do processo de descarbonização.

Em baixo será discutida uma lista não-exaustiva (tendo sido excluídas tipologias de metas sem particular interesse à indústria rolheira) de metas e valores recomendados de redução a atingir.

Metas âmbito 1 e 2

Para metas para o âmbito 1 e 2, sejam a curto ou longo prazo, as mesmas deverão cumprir no mínimo 95% destas emissões, isto é, o valor percentual de redução a definir irá ser em função de pelo menos 95% de todas as emissões destes 2 âmbitos. O objetivo a atingir para metas de âmbito 1 e 2 tanto para curto e longo prazo é limitar o aumento de temperatura até 1.5°C até 2050.

As metas descritas abaixo aplicam-se a pequenas e

médias empresas sendo que grandes empresas terão obrigações maiores por definir mediante as suas características específicas, pese embora possa usar estes valores como ponto de partida já relevante.

Os objetivos a curto prazo deverão ser criados para um mínimo de 5 anos e um máximo de 10 anos. Para uma empresa que inicie o processo em 2026 (com valores de 2025 como base) e usa este ano como ano base, os objetivos de redução mínimos a atingir em 2030 são calculados usando a fórmula:

Percentagem mínima de redução=4.2 (ano,alvo-2020)

Aplicando a fórmula obtêm-se os valores de 42% de redução face a 2025 para 2030 e de 4.2% ao ano a partir daí, resultando em, por exemplo, 63% para 2035.

Recomenda-se que empresas que tenham dados guardados referentes a anos anteriores a 2025 com qualidade suficiente para cálculo de âmbito 1 e 2 e tenham incorporado medidas significativas de descarbonização entre 2020 e 2025 usem o ano mais próximo de 2020 possível como ano base para que essas medidas sejam contabilizadas. Assim, terão o seu esforço prévio reconhecido e uma taxa de redução atualizada menos penosa para os anos 2030 e 2035 (mecanismo denominado por *forward-looking ambition adjustment*)."

Pese embora não exista recomendações oficiais re-

lativamente à redução de emissões de CO₂ biogénico, recomenda-se incluir uma meta modesta para esta componente, para incentivar o uso responsável e crescentemente eficiente de biomassa residual.

Para as empresas que pretendam já estabelecer metas a longo prazo (até 2050) os objetivos mínimos para âmbito 1 e 2 são simples:

- **redução de 90% das emissões** (48% em 20 anos, assumindo redução 42% atingida em 2030);
- **compromisso de compensar 10% das emissões remanescentes** (a ser detalhado mais à frente).

Estas metas vão muito para além das metas definidas no RNS 2050 para o setor industrial como um todo que indica uma redução de 72 a 73% em 2050 face a 2005.

Metas âmbito 3

As metas para âmbito 3 são bastante diferentes. Para começar só é indicado que se estabeleçam metas se o âmbito 3 se o mesmo representar 40% ou mais de todas as emissões combinadas. Para metas de redução absolutas a curto prazo o objetivo mínimo a **5 anos** é de **22.5%** de redução e cobrindo **67%** de todas as emissões de âmbito 3.

Devido à sua natureza mais complexa, as emissões de âmbito 3 podem ter metas medidas em função da produtividade, seja a mesma medida por unidade de produção, tonelagem ou valor acrescentado bruto, tendo um valor mínimo de **7% de redução** anual para metas a curto prazo. Trata-se, por vezes, de um indicador mais apropriado dado que acompanha a produção da empresa, sendo capaz de absorver aumentos e reduções de produção sem influenciar o valor de redução.

Metas desta natureza podem até ser vistas como um indicador de eficiência de descarbonização e de comparação entre fábricas da mesma empresa ou empresas diferentes, dado que se obtém uma redução constante de intensidade carbónica por unidade de produção.

No caso do setor rolheiro, recomenda-se o indicador de emissões de âmbito 3 por valor acrescentado bruto, dado que permite uma melhor comparação entre entidades diferentes e permite dissociar, em parte, as emissões da produtividade física isto é, pode-se reduzir as emissões aumentando o valor acrescentado sem mudar nenhum processo.

Quanto a metas de âmbito 3 de longo prazo, as mesmas são em muito semelhantes às de âmbito 1 e 2:

- **redução de 90%** das emissões até 2050, cobrindo 90% das emissões âmbito 3

E/OU

- **redução de 97%** das emissões por intensidade de produção

E

- Compromisso de **compensar 10%** das emissões remanescentes (a ser detalhado mais à frente)

Existem igualmente metas para emissões de origem florestal, terras e agricultura (emissões FLAG) para empresas produtoras nessas áreas ou para empresas que, como clientes, adquiram matérias primas dessa natureza e que as mesmas representem mais de 20% das suas emissões totais. Da análise de ACV existentes na literatura, é pouco provável que empresas produtoras de rolhas possuam 20% de emissões FLAG. De qualquer das formas as emissões removidas pela componente florestal, a existir, não podem ser usadas para atingir objetivos de redução, e mesmo para compensação seria mediante regras específicas.

Por fim, a neutralização refere-se à compensação de emissões de carbono com remoção de CO₂ da atmosfera e armazenamento permanente para atingir a neutralidade carbónica. Pelas normas da SBTi só é possível neutralizar até 10% das emissões até 2050. O mercado voluntário português <https://mv-carbono.pt/> poderá ser uma ferramenta para fornecer créditos de carbono para este propósito mas ainda se encontra num estado embrionário e não é claro como será a sua aceitação internacional. Tendo isso em conta assim como os problemas de credibilidade que o conceito de créditos de carbono

no em geral tem vindo a enfrentar, recomenda-se que, a curto prazo, esta opção não seja considerada pelas empresas do setor, particularmente as PME, até porque pode desviar investimentos que são necessários para a redução. Por outro lado, é possível que as PME deste setor, se o processo de descarbonização for bem gerido, não tenha que neutralizar emissões em 2050, atingindo neutralidade apenas por medidas internas.

É expectável que, nos próximos 5 anos, exista melhorias significativas nesta questão e nesse sentido recomenda-se que as empresas, PME e grandes empresas do setor, permaneçam vigilantes a novos mercados com especial incidência ao conceito de carbono + ou pagamento de serviços de ecossistema com créditos de carbono associados. Nessa fase futura, recomenda-se às empresas do setor rolheiro que procurem investir em neutralização de carbono com outros serviços de conservação combinados e estrategicamente em montados ou sobreiros produtivos, tendo a vantagem adicional de apoiar e estabilizar em parte o fornecimento da sua própria matéria-prima.

Para formas otimizadas de reduzir emissões de âmbito 3 através de uma política de compras adequada, pff consultar o guia de boas práticas em green procurement, disponível no site do projeto <http://co2rk.ctcor.com> criado pelas empresas especializadas, Circular e 3drivers para este roteiro.

Principais vetores de descarbonização

análise custo-benefício a longo prazo

Apesar de existirem variadas possibilidades de aplicação de tecnologias para reduzir as emissões no setor rolheiro, o foco da análise realiza-

da para este roteiro pela EY-Parthenon foi em 8 medidas com maior potencial para o setor e que se encontram definidas na tabela abaixo, assim

como o seu estado de maturidade tecnológica atual (TRL):

Tabela 2 – Vetores de descarbonizações principais e respetiva descrição e TRL atual.

Vetor de descarbonização	Descrição	TRL atual
Hidrogénio verde	Combustível produzido através de eletrólise, utilizando energia renovável. Tem potencial para substituir combustíveis de origem fóssil, como o gás natural, sem necessidade de alteração significativa da tecnologia para misturas até 20%.	7-9
Biometano	Biocombustível produzido a partir da digestão anaeróbica de matéria orgânica. Potencial para substituir, a 100% o gás natural sem necessidade de alteração significativa da tecnologia.	8-9
Eólicas em regime industrial	Produção de energia elétrica a partir do vento, através da utilização de turbinas eólicas.	10
Energia solar fotovoltaica	Produção de eletricidade através da utilização de painéis fotovoltaicos que convertem a radiação solar. Várias tecnologias emergentes de maturação diferente mas crescente por exemplo de filme fino orgânico ou perovskite	5 - 10
Eletrificação processos	Como tecnologia de eletrificação dos processos térmicos, as bombas de calor industriais destacam-se.	7-9
Baterias elétricas	Proporcionam flexibilidade na utilização de energia, em contexto industrial. Várias tecnologias existentes em simultâneo, algumas das quais emergentes, como baterias de sódio.	7-9
Cogeração e Trigerção	A cogeração possibilita a produção simultânea de calor e eletricidade. A trigerção permite a produção simultânea de calor, eletricidade e frio.	9
Logística elétrica	Modelos de camiões elétricos encontram-se disponíveis para autonomias superiores a 500 km, a maioria destes camiões utilizam baterias do tipo Li-ion.	9

Após a identificação das medidas de maior interesse e levantamento dos respetivos TRL, foi efetuada uma análise qualitativa ou quantitativa sempre que possível dos custos de investimento (CAPEX) e operacionais (OPEX) e a sua evolução prevista até 2050 para as tecnologias em análise o que, comparando com as estimativas de toneladas de CO₂ evitadas, permitiu estimar o custo-benefício da aplicação das tecnologias. Quanto menor o custo de descarbonização, mais custo-benéfica será a tecnologia adotada em particular valores negativos de custos de descarbonização são sinónimo de ganho económico associado á redução de emissões de GHG (ver Tabela 3).

É importante salientar que a evolução do custo-benefício das tecnologias analisadas depende de tendências com um grau de incerteza associado considerável, como a competição pelo acesso a tecnologias e recursos entre setores industriais, incentivos regulatórios ou padrões de consumo.

A viabilidade da adoção das tecnologias analisadas depende da disponibilidade de capital inicial para o investimento. Esta disponibilidade é significativamente influenciada pelo contexto industrial e pode ser facilitada através de fundos e apoios governamentais.

Tabela 3 – Resumo de análise custo-benefício dos principais vetores de descarbonização para o setor rolheiro.

Vetor de descarbonização	Custo-benefício [€/tCO _{2eq}]			
	2025	2030	2040	2050
Hidrogénio verde (20% incorporação)	1 499	1254	1216	1190
Biometano	361	302	253	203
Eólica em regime industrial *	-624	-991	-3724	-81
Energia solar fotovoltaica *	-426	-422	-2410	-63
Bombas de calor industrial (Até 80°C)	85	-33	-33	-14
Bombas de calor industrial (Até 125°C)	103	-17	-18	-1
Bombas de calor industrial (Até 150°C)	125	2	-2	14
Baterias (Li-on, 4 horas, combinado com painéis) *	-87	78	-863	-37
Logística elétrica Camião rígido tradicional sem reboque **	343	145	-155	-536
Logística elétrica Camião com reboque **	-257	-590	-547	-518
Logística elétrica Camião trator com semirreboque **	-326	-541	-503	-477
Co-geração e trigeração (com pó de cortiça)	Análise qualitativa indica que não é favorável			

* Valores com base no custo nivelado de energia que representa o custo total de produção por unidade de energia ao longo da vida útil de um sistema de geração, considerando os custos de capital e os custos operacionais

** Considerada a substituição de veículos pesados de mercadorias a diesel por veículos elétricos semelhantes

Mediante a tabela 3, é possível verificar que o biometano mas especialmente o hidrogénio verde, mesmo em incorporação a 20% apenas e sem custos CAPEX modelados (assumindo-se que a empresa de rolhas iria comprar estes combustíveis ao mercado), nunca atingem um ponto de custo-benefício desejável (i.e. valor negativo).

Já a energia solar fotovoltaica mas especialmente a energia eólica em regime industrial, envolvem investimentos CAPEX significativos, mas levariam a reduções de emissões custo-eficientes em qualquer altura (inclusive em 2025) atingindo picos em 2040. De salientar que para medidas em que existe valores benéficos de custo-eficiência imediatos, apesar de ser expectável reduções de CAPEX maiores no futuro, existem argumentos a favor de antecipar o máximo possível o investimento, se possível e que deverão ser tidos em conta:

- 1. Redução de custos operacionais** – quanto mais cedo se implementar uma medida que leva a redução de custos operacionais, maior será a poupança acumulada ao longo do tempo com claras vantagens competitivas associadas;
- 2. Apoios e respetivos timings** – apoios ao investimento em produção sustentável são condicionados por vários fatores, inclusive o impacto positivo acumulado ao longo do tempo da redução de emissões. Quanto mais cedo for implementada uma medida, maior será a redução

cumulativa de emissões e maior probabilidade de encontrar cofinanciamento estatal.

Relativamente à análise do custo-benefício da eletrificação através do uso de bombas de calor, é perceptível, como seria de esperar, que quanto maior é a temperatura que se pretende que atinja, menor é o custo-eficiência, ainda que a análise é limitada pela não combinação com a produção de eletricidade através de painéis fotovoltaicos ou energia eólica em regime industrial. Tomando o caso de bombas de calor que atinjam 125°C, o que permitiria usar na cozedura de cortiça, o custo benefício é favorável a partir de 2030 e até 2040, sendo reduzido a partir de 2050 dado que é expectável um aumento de custo de eletricidade adquirida externamente.

No caso das baterias, apesar da existência de várias tecnologias, a análise foi feita com base nas baterias de lítio e respetiva evolução ao longo do tempo e em combinação com painéis fotovoltaicos. Dado a uma redução mais acelerada do custo de eletricidade face ao custo nivelado de energia do sistema bateria + painéis para 2030, o custo-benefício é prejudicial inicialmente, mas em 2040 já tem valores bastante benéficos. Adicionalmente, a utilização combinada de painéis fotovoltaicos e baterias pode permitir uma gestão mais eficiente da energia gerada, especialmente em relação à sua utilização em períodos de maior procura.

Quanto à logística elétrica, existe uma tendência clara para o camião tradicional elétrico não ser custo eficiente até 2040, mas com reboque ou camião tractor com semi-reboque já se apresentam como medidas custo-eficientes a curto-prazo. Mesmo para empresas que não possuam logística interna, pelo que os valores de emissão da logística estão ligados ao âmbito 3, a aquisição de veículos desta natureza para assegurar parte ou a totalidade da logística poderá fazer sentido económico mediante uma avaliação do investimento de verticalizar mais o negócio aumentando ligeiramente as margens e reduzindo emissões ao mesmo tempo (que passariam de âmbito 3 para 2 mas reduzidas, sendo que o total seria diminuído).

Para uma análise detalhada de medidas de economia circular aplicáveis ao setor rolheiro, pff consultar o guia de boas práticas em economia circular, disponível no site do projeto <http://co2rk.ctcor.com> criado pelas empresa especializada Simbiente.

Por fim, a cogeração e a trigeriação, mesmo utilizando pó de cortiça, não parece ser favorável, ainda que tenha sido a medida em que a aquisição de dados é mais limitada, dado à natureza complexa da sua aplicação e especificidade para cada empresa.

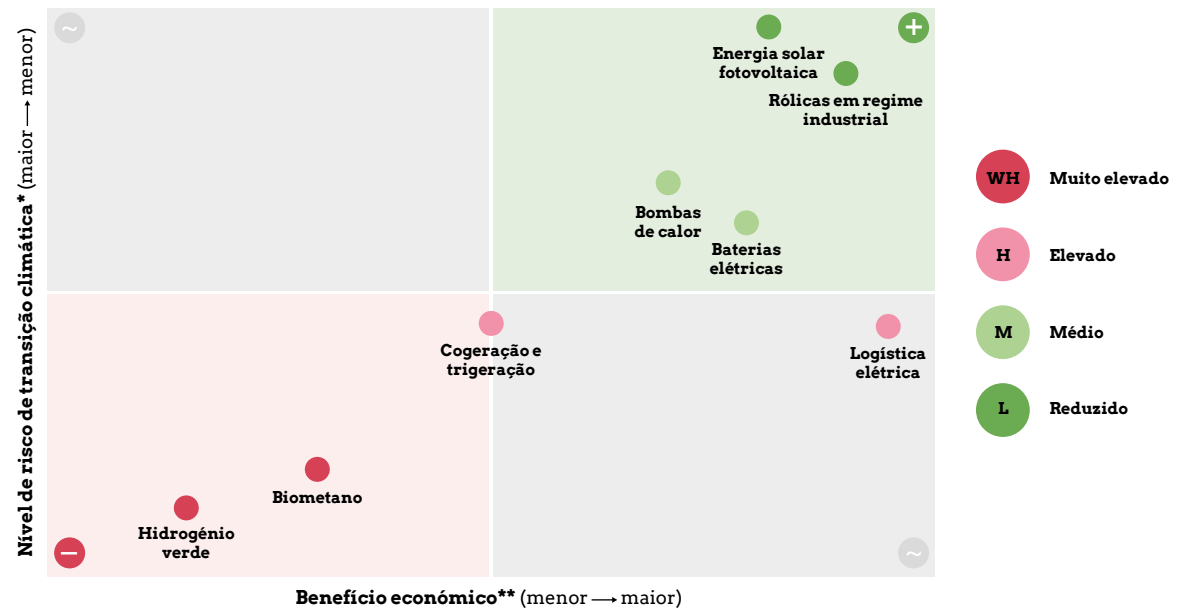
Foram também levantados os potenciais riscos de transição, nas suas diferentes vertentes (a nível regulatório, de mercado, financeiros etc.) e construída uma matriz que relaciona o risco de transição acumulado com o benefício económico (figura 8).

Ao analisar a figura, é possível verificar que a análise comparativa entre o nível de risco de transição e o benefício económico das tecnologias sugere uma tendência aproximadamente linear. Isto implica que tecnologias com benefícios económicos projetados mais elevados tendem a apresentar níveis mais baixos de riscos de transição climática.

Os riscos mais relevantes para os combustíveis hidrogénio verde e biometano prende-se com desafios operacionais associados ao armazenamento e transporte destes combustíveis e instabilidade no fornecimento. No caso do hidrogénio verde é importante referir ainda que esta limitado a 20% de mistura na análise dado que misturas superiores levariam a problemas de adaptação dos equipamentos de queima e também de transporte dado que os gasodutos não estão preparados para mixes superiores. Adicionalmente, a produção de hidrogénio verde encontra-se dependente de outras fontes de energia renováveis, aumentando a competição.

Por todos estes motivos, o uso de hidrogénio (pelo menos no cenário analisado de mix de 20% e adquirido externamente) assim como o biometano (se

Figura 8 – Matriz de avaliação risco de transição climática vs. benefício económico.



* O nível de risco de transição climática tem em conta as incertezas no horizonte temporal 2025 – 2050 vs
 ** Benefício económico em 2050. Cores indicam nível de risco.

adquirido externamente) não são medidas que sejam recomendadas para o setor rolheiro.

A cogeração e trigeração necessita de mais estudo e mais dados, sendo uma medida altamente específica às características de cada empresa. De momento, e tendo em conta que a energia térmica produzida

tende a ser toda aproveitada pelas empresas, a cogeração e trigeração não são medidas que são recomendadas nesta fase, em parte devido aos investimentos elevados.

A logística elétrica também acarreta riscos elevados, apesar do seu custo-benefício aceitável,

nomeadamente relativos a alguma perda de autonomia para determinadas tipologias de veículos e distâncias, o que pode implicar reconfigurações na cadeia de distribuição assim como limitações em infraestruturas de carregamento. Para empresas do setor rolheiro que possuam toda ou parte da logística internalizada, a aplicação desta medida pode ou deve ser feita

Uma outra medida que foi analisada mas para a qual não existem dados suficientes para qualquer análise considerada apropriada é a substituição dos adesivos de poliuretano por colas biológicas, sejam parcialmente ou totalmente. Trata-se de uma medida que necessita de mais investigação-base mas que é expectável que traga benefícios de redução de pegada de carbono do produto assim como as emissões de âmbito 3, categoria 1.

Avançando para as medidas de risco médio, a eletrificação por bombas de calor e as baterias, quando tomadas como medidas isoladas de autoprodução, possuem como risco comum a flutuação do preço de eletricidade da rede, particularmente ao longo do tempo. Ambas as medidas possuem também como risco, as potenciais dificuldades na aquisição, por parte das empresas fornecedoras, de componentes em quantidade suficiente para as necessidades do mercado, em particular no caso das baterias e metais críticos que lhe são associados.

Por fim, as medidas de baixo risco, ligadas à auto-

produção de energia elétrica seja por eólicas em regime industrial ou painéis solares também tendem a partilhar riscos – tratam-se de investimentos avultados, em particular as eólicas, com produção intermitente e dependente de condições climáticas que levam à necessidade de um planeamento complexo dos consumos.

Importante salientar que muitas destas medidas nomeadamente em termos de autoprodução e uso de baterias têm programas de apoio recorrentes com cofinanciamentos a percentagens elevadas o que substancialmente reduz o risco financeiro e os custos de capital CAPEX. A aplicação de medidas de autoprodução e armazenamento de eletricidade também assistem em reduzir os riscos de outras medidas como é o caso da logística elétrica e bombas de calor, possuindo ainda a possibilidade de participar em comunidades energéticas, compensando em parte custos operacionais.

Para produtores de rolhas técnicas em concreto, em particular os que incorporam o processo de trituração é importante focar na biomassa e no seu uso potencial como um aspeto à parte e que será discutida em detalhe na secção seguinte em baixo. O leque de medidas potenciais de redução de emissões não se limita às analisadas nesta secção, mas outras medidas tendem a ser mais específicas a cada empresa e ao seu estado atual de maturação tecnológica. Segue em baixo uma lista não-exaustiva de outras medidas de interesse, focada nas medi-

das com maior potencial de redução (para âmbito 1 e 2, medidas de âmbito 3 encontram-se enumeradas nos documentos acessórios disponíveis no site do projeto):

- Aquisição de variadores de velocidade;
- Atualização de motores para motores mais eficientes;
- Utilização de amoníaco verde;
- Armazenamento térmico por energia térmica latente ou termoquímica;
- Energia solar térmica.



Biomassa do setor

Considerando a contribuição do pó de cortiça como fonte de energia no setor das rolhas técnicas (na fase de produção de granulados) é importante focar em formas de otimizar este recurso e minimizar os impactos do seu uso na medida do possível.

Pese embora seja uma fonte de energia renovável e considerada neutra em emissões de CO₂ (apenas por se tratar de um resíduo, sem qualquer outro tipo de uso), emite pequenas quantidades de metano e N₂O, gases de efeito de estufa particularmente potentes assim como poluentes como partículas e NOx.

Ainda que, em valores de CO₂ equivalente, seja quase 30 vezes menos poluente que o gás natural por cada unidade de energia produzida, o setor da produção de rolhas técnicas usa quantidades consideráveis de pó de cortiça, pelo que o CO₂ proveniente do mesmo possa representar uma percentagem significativa das emissões diretas de uma empresa.

De salientar também que por vezes existe uma necessidade de misturar outra biomassa como pellets, que o setor deverá assegurar que se trata de pellets produzidas a partir de biomassa residual para garantir a neutralidade do CO₂ emitido. Adicionalmente, pellets de fontes diferentes têm emis-

sões diferentes, algumas atingindo até 3 vezes mais emissões de metano que outras fontes (ainda que mais investigação nesta questão seja necessária, particularmente para avaliar as emissões específicas relacionadas com o pó da cortiça, que ainda não foi avaliado em isolamento).

Alterações ou melhorias de eficiência em sistemas de queima de pó de cortiça levarão não só à redução de emissões de CO₂ e fóssil mas também a reduções de CO₂ biogénico e ainda a reduções em outros poluentes pelo que são medidas a ter em conta, pese embora possam não ser necessariamente prioritárias face a outras medidas com maior potencial de redução de emissões de CO₂ e fóssil.

Existem 3 opções de gestão alternativa de biomassa a explorar:

- 1. Gaseificação**
- 2. Incorporação da biomassa noutros produtos**
- 3. Queima tradicional altamente otimizada**

Através da gaseificação é possível criar vários produtos, sendo que o foco é o biometano. Este apresenta vantagens para o setor dado que a sua quei-

ma é igualmente neutra em CO₂, mas com menores emissões poluentes em termos de partículas. Também permite o seu armazenamento e venda. Como analisado na seção anterior, a compra de biometano não é uma medida custo-eficiente mas a sua produção com matéria-prima gratuita como o pó de cortiça poderá ser.

No entanto, a análise realizada pela a EY indica que a gaseificação teria custos mais elevados que o uso direto do pó de cortiça em caldeira pelo que, apesar de ser mais custo-eficiente que o uso de hidrogénio verde ou biometano adquirido externamente, continua a não ser uma medida custo-eficiente, sendo muito dependente da eficiência técnica de conversão, da qualidade dos produtos acessórios como biochar e bio-óleo e a sua valorização económica futura.

Foi igualmente realizada, no âmbito deste projeto e pela entidade LNEG, uma análise ao potencial do pó de cortiça em termos da produção de biochar ou bio-óleos e produtos associados através de pirólise (processo físico) e conversão por digestão anaeróbica. De notar que a gaseificação, produção de biochar assim como a incorporação de biomassa noutros produtos, podem também ser opções a explorar para a reciclagem de rolhas em fim-de-vida

em mercados distantes de recicladores de cortiça, pelo que os ensaios foram também realizados com amostras trituradas de rolhas naturais e de rolhas técnicas.

Para o caso da pirólise, os resultados da caracterização das amostras indicam logo alguma limitação no seu uso - A baixa humidade inviabiliza o processo de liquefação hidrotérmica e a baixa densidade inviabiliza o processo de gasificação e pirólise rápida. Os ensaios foram por isso de pirólise lenta, a temperatura da reação 450 °C, a pressão inicial de azoto (N₂) de 0,7 bar e tempo de reação de 30 minutos. Já os resultados do ensaio em si indicam que granulometrias mais pequenas, como as de pó de cortiça, produzem biochar de menor qualidade, sendo que as rolhas trituradas apresentaram melhores resultados. Biometano também foi produzido em quantidades consideráveis, ainda que menores que pelo método tradicional de gaseificação e pode ser aproveitado.

Já no caso da conversão termoquímica por digestão anaeróbica dado a natureza lignocelulósica do material é necessário um pré-tratamento alcalino assim como acerto de pH. Esse pré-tratamento foi capaz de produzir amostras com uma razão entre carbono e azoto dentro da gama desejável para digestão anaeróbia ainda que o valor de carbono não seja particularmente elevado. A produtividade de biogás e metano seguiu a lógica de pó de cortiça > rolhas técnicas recicladas > rolhas naturais recicla-

das. No entanto, o rendimento de metano foi reduzido comparado com outras fontes como folhas ou relva, mesmo após o pré-tratamento.

Em suma, produção de biochar com produção concomitante de biometano a partir do pó de cortiça poderá vir a fazer sentido tecnicamente por pirólise lenta, mas a conversão termoquímica apresenta rendimentos muito baixos. A nível económico, mesmo a pirólise tem limitações importantes pelo que mais desenvolvimento, em particular a nível da criação de um mercado de valor acrescentado para os produtos como biochar, é necessário para rentabilizar e criar um custo-benefício adequado.

A segunda opção para novos usos para o pó de cortiça trata-se da incorporação da biomassa noutros produtos. Apesar de ser algo aplicável também a rolhas recicladas, o pó de cortiça, pela sua granulometria extremamente reduzida, tem maiores limitações nesta opção. Um caso específico analisado também no âmbito deste roteiro pelo LNEG foi a incorporação de pó de cortiça em argamassa, cimentos e geopolímeros.

Com base numa revisão bibliográfica intensiva combinada com o seu conhecimento técnico, a equipa do LNEG conclui que o pó de cortiça pode ser incorporado em argamassa com capacidade adicional de anti corrosão, isolamento, anti fúngica ou em cimentos (para usos não estruturais e uso em interiores). Já o seu uso em geopolímeros, é ca-

paz de produzir compósitos quimicamente estáveis, apesar de que teores elevados de pó levem a uma redução da força compressiva, limitando o uso do compósito a apenas aplicações não-estruturais.

Para usos práticos e específicos destas argamassas, geopolímeros ou cimentos é necessário estudo dedicado de otimização mas, apesar de por vezes o pó de cortiça reduzir a força do material, também traz propriedades novas pelo que a sua incorporação para certos usos é plausível e pode trazer benefícios. Adicionalmente, a incorporação do pó de cortiça levaria a uma redução de emissões no setor da cortiça (desde que seja substituído por um vetor energético de menor intensidade como por exemplo energia verde solar auto produzida ou adquirida) assim como reter, num produto de longa duração e resistente, carbono biogénico e ainda reduzir ou eliminar emissões poluentes como partículas ou NOx resultantes da queima.

Por outro lado, para a empresa produtora destas argamassas ou cimentos, a pegada de carbono do seu produto é também reduzida ao incorporar e de certa forma capturar num armazenamento longo, carbono biogénico, tornando o seu produto mais competitivo num mercado que procura produtos com pegada cada vez mais reduzida.

Por fim, a última opção é, para muitas empresas do setor, melhorar o status quo atual – manter a queima de pó de cortiça mas com melhorias. As medi-

das de melhoria, neste caso, dependem muito do ponto de partida da empresa, que pode variar. A nível de boas práticas no uso de pó de cortiça ou outra fonte de biomassa, algumas das quais já aplicadas em algumas empresas do setor, destacam-se:

1. Limpeza adequada da caldeira;
2. Controlo fino de níveis de oxigénio;
3. Recuperação de calor da água de cozedura ou dos gases de exaustão;
4. Instalação ou melhoria de isolamentos térmicos tanto nos tanques de água como nas tubagens;
5. Melhorar arranque substituindo gás natural com arrancador elétrico;

Estas medidas irão reduzir o consumo energético, um objetivo que se encontra frequentemente a par da descarbonização nos planos de transição o que leva a menor emissões mas também leva a maior disponibilidade de uma fonte de energia renovável com menores emissões para ser vendido a outros setores e assim substituir fontes como gás natural nesses outros setores.

Outras tecnologias emergentes, como flares de baixa calorías usados em aterros que permitem queimar metano em concentrações muito baixas, podem eventualmente ser adaptados a centrais de biomassa para reduzir as emissões de metano e N_2O . Adicionalmente, novos métodos de adsorção destes gases instalados em chaminés poderão também contribuir. No entanto, estas soluções precisam de mais investigação dado que os seus TRL são ainda em valores baixos.

A curto prazo recomenda-se esta 3ª opção de procurar formas de otimizar o uso de biomassa e reduzir emissões resultantes, seja de metano, N_2O seja de poluentes atmosféricos como NOx e partículas.



Considerações finais

Como considerações finais reitera-se o conselho a gestores e donos de empresas deste setor da aplicação de medidas de descarbonização, iniciando por medidas com um alinhamento mais direto com a vertente financeira e económica da empresa – focar nos benefícios da descarbonização, numa primeira fase, permite alinhar com a conjuntura atual de maior retração do investimento como é o caso de medidas de eficiência energética e/ou outras medidas organizacionais de investimento reduzido.

É compreensível, no entanto, que investimentos mais avultados, ainda que apresentando oportunidades para redução de custos operacionais a médio ou longo prazo, apresentem desafios e para estes casos as empresas deverão explorar as medidas de apoio a esta tipologia de investimento tanto proveniente dos governos português e europeu assim como, com menor incidência, proveniente do setor privado com empréstimos de melhores condições, etc..

A aquisição de equipamento novo é, mais tarde ou mais cedo, uma inevitabilidade e o processo de descarbonização deverá decorrer em simultâneo com o processo de modernização – as empresas deverão ter critérios ambientais e visão estratégica a longo prazo na aquisição de equipamentos de valor avultado.

A palavra e objetivo chave deste roteiro e do seu programa financiador (PRR) é criar e aumentar a resiliência das empresas do setor às inevitáveis mudanças que se avizinham e criar uma rede de segurança que assegura a sobrevivência da empresa e do setor como um todo, ainda que por vezes levando a sacrifícios financeiros a curto prazo (este princípio aplica-se a todos os temas ligados a uma empresa do setor e não apenas a questões ambientais).

Todo e qualquer setor ligado à cortiça encontra-se numa situação estranha relativamente à sustentabilidade – dado a reputação, merecida, de sustentabilidade da matéria-prima e do setor ao longo de várias décadas existe uma maior exigência para que a indústria acompanhe a trajetória e as melhores práticas ambientais, sendo esperado, por parte de clientes e público em geral, mais do que seria a quase qualquer outra indústria.

É um desafio que o setor deve (e tem vindo a) abraçar tendo em conta a missão, visão e valores que as empresas privadas também deverão ter em consideração, particularmente num setor que, por circunstâncias do crescimento lento da árvore que lhe fornece a matéria-prima, sempre teve que pensar a médio e longo prazo.

Referências bibliográficas

(Lista não exaustiva, documentação mais relevante)

IRENA (2025), Renewable power generation costs in 2024, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Jul/IRENA_TEC_RPGC_in_2024_2025.pdf

IEA (2025) Supply: Renewables grow the most, followed by gas and nuclear Electricity Mid-Year Update International Energy Agency
<https://www.iea.org/reports/coal-2024/executive-summary>

European Commission. (2025). EU Electrification Action Plan. In Electrification. Obtido em Novembro 2025
https://energy.ec.europa.eu/topics/eus-energy-system/electrification_en

European Environment Agency. (n.d.). Health impacts of exposure to environmental hazards – Air pollution. Obtido em Novembro 2025
<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/health-impacts-of-exposure-to>

Kühne Foundation (2024). Fossil fuel carrying ships and the risk of stranded assets in the transition to a low-carbon economy - Key Findings and Implications for Financiers and Industry Actors. Schindellegi, Switzerland.
https://www.ucl.ac.uk/bartlett/sites/bartlett/files/shipping_fossil_fuels_report_final_20240530.pdf

APA (2024) Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030)
<https://apambiente.pt/clima/plano-nacional-de-energia-e-clima-pnec>

APA (2019) Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050)
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RNC2050_PT-22-09-2019.pdf

APCOR (2023) O Setor da Cortiça – Caracterização, Portugal
https://apcor.pt/uploads/Media/Estudos/estudo-tecnologico-2023/231212_APCOR_estudo_tecnologico_2023_REDUIZ_PT_F.pdf

Aarti Bagekari Europe Heat Pumps Market Report 2025. Obtido em Novembro 2025
<https://www.cognitivemarketresearch.com/regional-analysis/europe-heat-pumps-market-report>

International Organization for Standardization, “ISO 14040:2006 - Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework,” 2006.

International Organization for Standardization, “ISO 14044:2006 - Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines,” 2006.

A. C. Dias, J. Boschmonart-Rives, S. González-García, M. Demertzi, X. Gabarrell, and L. Arroja, “Analysis of raw cork production in Portugal and Catalonia using life cycle assessment,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 19, no. 12, pp. 1985–2000, 2014, doi: 10.1007/s11367-014-0801-7.

S. González-García, A. C. Dias, and L. Arroja, “Life-cycle assessment of typical Portuguese cork oak woodlands,” *Sci. Total Environ.*, vol. 452–453, pp. 355–364, 2013, doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.02.053.

J. S. Pereira et al., “Net ecosystem carbon exchange in three contrasting Mediterranean ecosystem – the effect of drought,” *Biogeosciences*, vol. 4, no. 5, pp. 791–802, Sep. 2007, doi: 10.5194/bg-4-791-2007.

ISO, ISO 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification. International Organization for Standardization, 2018.

Instituto nacional de estatística INE - Statistics Portugal

Ruiz, P.; Nijs, W.; Tarvydas, D.; Sgobbi, A.; Zucker, A.; Pilli, R.; Jonsson, R.; Camia, A.; Thiel, C.; Hoyer-Klick, C.; et al. ENS-PRESO - an Open, EU-28 Wide, Transparent and Coherent Database of Wind, Solar and Biomass Energy Potentials. *Energy Strategy Reviews* 2019, 26, 100379, doi: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100379>.

Costa-e-Silva, F.; Correia, A.C.; Piayda, A.; Dubbert, M.; Rebmann, C.; Cuntz, M.; Werner, C.; David, J.S.; Pereira, J.S. Effects of an Extremely Dry Winter on Net Ecosystem Carbon Exchange and Tree Phenology at a Cork Oak Woodland. *Agric. For. Meteorol.* 2015, 204, 48–57, doi: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.01.017>.

CTCOR CENTRO
TECNOLÓGICO
DA CORTIÇA

