

# resinae

dezembro 2023

RESINA NATURAL  
NATURALMENTE RENOVÁVEL



@ ColLAB ForestWISE



**“O fator diferenciador da Proresina é a combinação da tradição com a inovação.”**  
Amílcar Aleixo

**Os novos mercados para a Resina Natural e os desafios do setor**  
Antônio Mendes Ferreira

**Digitalização e robotização na indústria de segunda transformação**  
Universidade de Aveiro



## 10

Erika Martínez e María Escudeiro | Entrevista

“A qualidade da resina é um fator determinante no seu posicionamento num mercado cada vez mais exigente”

## 26

Rogério Rodrigues | Opinião

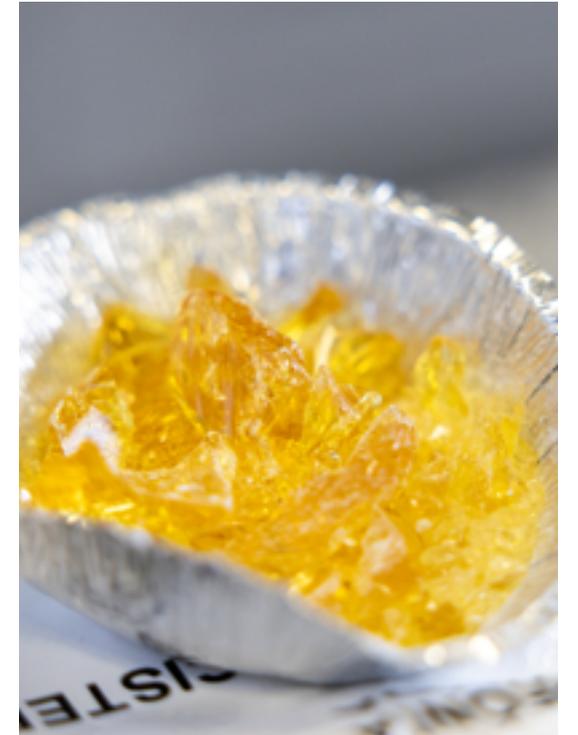
Contributo para a sustentabilidade económica da atividade da resinagem em Portugal



## 36

UC | Artigo

Modificação das Propriedades da Colofónia: Contributo da Química Orgânica e Computacional



- 6 Amílcar Aleixo | Entrevista  
“O fator diferenciador da Proresina é a combinação da tradição com a inovação.”
- 16 António Mendes Ferreira | Opinião  
Os novos mercados para a Resina Natural e os desafios do setor
- 22 Cristina Frutuoso | Opinião  
A Inovação para um mundo mais sustentável

- 30 Foresin | Artigo  
Inovação e otimização de sistemas de extração de Resina Natural
- 44 Universidade de Aveiro | Artigo  
Digitalização e robotização na indústria de segunda transformação da Resina Natural
- 52 Comunicação

### FICHA TÉCNICA

#### Direção Técnica

Carlos Fonseca, CoLAB ForestWISE  
Rogério Rodrigues, CoLAB ForestWISE  
Marta Martins, CoLAB ForestWISE

#### Editor Chefe

Joana Vieira, CoLAB ForestWISE

#### Revisão Técnico-científica

Joana Vieira, CoLAB ForestWISE

#### Design e Paginação

Joana Rodrigues, CoLAB ForestWISE

#### Corpo Editorial

Miguel Pestana, INIAV  
António Mendes-Ferreira, United Resins  
Firmino Rocha, KEMI Pine Rosins  
Marco Ribeiro, Resipinus  
Pedro Teixeira, Centro Pinus

#### Propriedade

@ Colab ForestWISE

#### Morada

Quinta de Prados, Campus da UTAD  
5001-801 Vila Real, Portugal

#### Contactos

geral@rn21.pt

#### Tiragem

750 exemplares

#### Periodicidade

Bianual

#### ISSN

2975-9595

Projeto Integrado RN21 - Inovação na Fileira da Resina Natural para Reforço da Bioeconomia Nacional, é cofinanciado pelo Fundo Ambiental através da Componente 12 – Promoção da Bioeconomia Sustentável (Investimento TC-C12-i01 - Bioeconomia Sustentável N.º 02/C12- i01/202), dos fundos europeus atribuídos a Portugal pelo Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), no âmbito do Mecanismo de Recuperação e Resiliência (MRR) da União Europeia (EU), enquadrado no Next Generation UE, para o período de 2021 - 2026.

# EDITORIAL

É com grande honra que apresentamos a segunda edição da Resinae, onde damos um maior destaque à indústria de transformação da Resina Natural em Portugal.

Num contexto mundial, a Resina Natural desempenha um papel vital na economia e na inovação. A nível europeu, as políticas definidas pela Comissão Europeia no âmbito da estratégia para a Bioeconomia, estão alinhadas com o uso e valorização de produtos bio, naturais, como a Resina Natural, a gestão dos recursos naturais de forma sustentável, a redução da dependência de recursos não renováveis e não sustentáveis, reforçando a competitividade europeia e a criação de emprego. Para além disso, esta estratégia dá um forte contributo para o Pacto Ecológico Europeu, bem como, para as iniciativas de inovação industrial e de economia circular.

Portugal, com suas condições edafoclimáticas, é um local privilegiado para a produção sustentável de Resina Natural, em linha com os grandes objetivos da estratégia Europeia para a Bioeconomia. Apesar das adversidades, como os incêndios florestais, a redução da área de pinhal e a concorrência global, a resiliência da indústria portuguesa é evidente. Em 2022, as empresas portuguesas de primeira e segunda transformação alcançaram vendas no valor de 1.377,4 milhões de euros, representando um aumento de 10.8% em relação ao ano anterior. Esta edição, proporciona uma visão abrangente das oportunidades que se aproximam, destacando a complexa e promissora evolução da indústria da Resina Natural, onde a tradição encontra a inovação, moldando o futuro deste setor tão vital em Portugal e no Mundo.

Carlos Fonseca  
CTO CoLAB ForestWISE

**Empenhados em expandir horizontes e explorar novos territórios, o RN21 concentra-se firmemente na exploração de novas aplicações e no fortalecimento dos mercados existentes. Pretendemos fomentar sinergias entre a primeira e segunda transformação, bem como, com entidades-chave em mercados emergentes.**

AMÍLCAR ALEIXO | ENTREVISTA

# “O FATOR DIFERENCIADOR DA PRORRESINA É A COMBINAÇÃO DA TRADIÇÃO COM A INOVAÇÃO.”

**A Prorresina é uma empresa de primeira transformação de Resina Natural localizada em Alvares, no Concelho de Góis. Esta empresa familiar opera ininterruptamente desde 1921, tendo sido fundada por Manuel Pedro Aleixo, o avô de Amílcar Aleixo, atual proprietário da empresa.**

Quando da sua fundação, a Prorresina era uma de catorze empresas de primeira transformação localizadas na região, sendo ainda hoje a única presente no território. Localizada onde outrora havia uma vasta floresta de pinhal-bravo, hoje, devido aos incêndios que assolaram a região, tem sido progressivamente substituída por espécies de crescimento rápido. A alteração da paisagem e a escassez de matéria-prima a ela associada, levaram ao encerramento de muitas das empresas de primeira transformação que dependiam do pinhal. A resiliência da Prorresina deve-se à capacidade de inovação e à relação de grande confiança dos seus consumidores e fornecedores. A matéria-prima que hoje transformam chega de todo o país, mas a qualidade dos seus produtos, terebintina e colofónia de pinheiro-bravo nacional, mantém-se. “O que uma empresa mais precisa é da confiança dos consumidores e dos fornecedores, isso é o fundamental”, refere Amílcar Aleixo.

Outro fator diferenciador da Prorresina é a combinação da tradição com a inovação. Nesta empresa, a transformação da Resina Natural faz-se pelo método tradicional, que consiste na limpeza da Resina Natural seguida da sua destilação apenas com recurso a vapor de água. A destilação é feita por métodos tradicionais, por injeção de vapor, sem recurso a reatores e sem adição de produtos químicos. Os produtos resultantes são a terebintina e colofónia, na sua maioria, para exportação. No caso da terebintina, pela sua superioridade em alfa-pineno (80 a 85%), a aguarrás do pinheiro-bravo é, não só, procurada pela indústria da perfumaria, como também para outras utilizações, tais como: vernizes, selantes, produtos de limpeza, indústria farmacêutica, cosmética, indústria de borracha, tintas, solventes e diluentes. No caso da colofónia, a vantagem prende-se com o seu ponto de fusão, que é superior ao de resinas provenientes de outras espécies e que pode ser utilizada em vários produtos e indústrias, tais como: indústria de cosméticos (por exemplo, ceras depilatórias e maquilhagem), solda para componentes eletrónicos, indústria musical (para instrumentos

de corda), indústria de sapatos, de revestimentos (tintas e vernizes), tintas para marcação de estradas e de impressão, fabrico de sabão, indústria de papel, capeamento de frutas, indústria de adesivos (pensos, autocolantes, fita-cola, etc.) e também indústria de fibras e têxteis. Estes produtos destacam-se no mercado pela sua origem natural e renovável, proveniente de pinheiro-bravo português. Como podemos verificar, as matérias-primas, devido às suas propriedades químicas, têm um grande potencial para várias indústrias, constituindo uma alternativa viável a matérias-primas de origem fóssil.

A Prorresina também se diferencia no mercado nacional e internacional de produtos resinosos pela oferta de aguarrás e colofónia, certificadas com Origem Biológica. Outra característica destacada por Amílcar Aleixo, como diferenciadora da Prorresina, é a proximidade ao mercado europeu, o principal consumidor de colofónia e terebintina a nível mundial. A Prorresina consegue expedir os seus produtos com rapidez, permitindo que estes cheguem ao cliente de forma rápida, algo impossível para os principais competidores do mercado internacional nomeadamente, empresas sediadas no Brasil ou na China. A possibilidade de disponibilizar produtos de elevada qualidade em pequenas quantidades, é também outro fator diferenciador da Prorresina, uma vez que permite a atuação em nichos específicos que consomem volumes mais pequenos.

Localizada no interior, esta empresa também contribui para a coesão territorial, diretamente através da criação de postos de trabalho, e indiretamente comprando a Resina Natural aos resinheiros. Trata-se de uma empresa familiar que emprega mão-de-obra local, onde os funcionários são vistos como parte da família, sendo esta proximidade um dos fatores para o seu sucesso e resiliência. A interioridade é também um desafio para a empresa. Nascida de uma oportunidade criada pela floresta de pinho que a rodeava, encontrava-se isolada e sem acessos para escoar o produto. Desta forma, a Prorresina tem lutado contra as adversidades e o

isolamento, que continua a ser um dos principais desafios identificados por Amílcar Aleixo. Outro dos desafios identificados, está relacionado com o território e com a alteração da paisagem que este sofreu. O proprietário da Proresina refere a esperança na recuperação da área de pinhal e a importância da condução das manchas de pinhal jovem para a resinagem. Alerta ainda para a falta de investimento na gestão florestal das manchas de pinhal existentes na região.

A identificação e seleção da Fileira da Resina Natural para apoio pelo PRR através da Componente 12, Bioeconomia Sustentável, tem de ser utilizada para diferenciar a Resina Natural nacional. Esta oportunidade única e sem precedentes no setor, tem de ser aproveitada para promover a Resina Natural nacional e para a diferenciar enquanto produto natural e renovável. O destaque que foi dado a esta fileira tem de ser utilizado para sensibilizar o público quanto ao potencial desta matéria-prima nas várias indústrias. Como referiu Amílcar Aleixo, ninguém quer uma pastilha elástica com goma feita à base de produtos químicos derivados do petróleo ou comer uma peça

de fruta lustrada com hidrocarbonetos. Esta é uma oportunidade única para alavancar o setor. A participação no Projeto Integrado RN21 trouxe ainda a oportunidade da Proresina se modernizar e adotar medidas de eficiência energética, contribuindo para a transição climática desta empresa. A Proresina participa ainda nas medidas de valorização dos resíduos provenientes da transformação da Resina Natural, o que demonstra a preocupação ambiental desta empresa e a procura de uma forma de rentabilizar o que é agora um resíduo, mostrando também a procura por soluções circulares e a criação de valor acrescentado. Amílcar Aleixo destaca ainda a necessidade de lutar pelo futuro e pela valorização e diferenciação da Resina Natural enquanto produto biológico, natural e renovável. Reforça que o futuro do setor passa por outras formas de posicionamento, uma vez que é impossível competir com os preços praticados pela concorrência. É urgente procurar nichos que valorizem a Resina Natural Nacional e aproveitar a proximidade à Europa. Portugal tem a possibilidade de fazer chegar os seus produtos aos principais consumidores localizados

na Europa Central em poucos dias, enquanto os produtos da concorrência demoram meses a chegar. É essencial usar esta vantagem a nosso favor.

Finalmente, resta destacar a Certificação da Resina Natural, pensada no âmbito do Projeto Integrado RN21. Com a marca/selo da Resina Natural, os nossos produtos vão ganhar mais visibilidade e aumentar o seu valor para os consumidores, na medida em que este vai distinguir os produtos que são feitos com um produto natural, saudável, sustentável, amigo do ambiente e com maior facilidade de ser reciclado. Isto deve-se ao facto de ser um produto de origem natural, do qual atualmente não existe diferenciação entre as resinas naturais e as derivadas do petróleo que, ao contrário das resinas obtidas do pinheiro, não são naturais, sustentáveis, recicláveis tão facilmente e principalmente, porque não é saudável consumir produtos derivados das resinas obtidas do petróleo.



@ CoLAB ForestWISE



@ CoLAB ForestWISE

**Amílcar Aleixo**  
Proprietário da Proresina

**Amílcar Aleixo destaca ainda a necessidade de lutar pelo futuro e pela valorização e diferenciação da Resina Natural enquanto produto biológico, natural e renovável.**

@ CoLAB ForestWISE

ERIKA MARTÍNEZ E MARÍA ESCUDEIRO | ENTREVISTA

**“A QUALIDADE DA RESINA É UM FATOR DETERMINANTE NO SEU POSICIONAMENTO NUM MERCADO CADA VEZ MAIS EXIGENTE.”**

**A FORESIN, SINERGIAS SOSTENIBLES RESIFOREST**, é uma empresa de consultoria e engenharia ambiental sediada na Corunha, Espanha, que tem apostado na promoção e inovação do setor resineiro na Galiza. A sua atividade centra-se no planeamento e gestão de projetos de I&D, na consultoria a proprietários florestais, técnicos e administração pública, e na formação, com o objetivo de alcançar uma gestão florestal sustentável.

**Como classificam a evolução do setor resineiro na Galiza? Quais são os principais desafios que enfrenta?**

À semelhança do que se observou em Portugal, em 2010 a exploração de resina ressurgiu em Espanha, e 5 anos depois na Galiza. Inicialmente com apenas 3 equipas de resineiros, e uma produção de 7.000 kg de resina, conta hoje com 16 grupos de resineiros e uma produção de quase 200.000 kg. Associado à exploração de resina, surgiram também vários negócios associados à atividade da qual se destaca a criação de uma unidade industrial de transformação de resina. O facto de na Galiza não existir tradição ligada ao setor da resina tem sido um obstáculo à evolução do sector. Desafios operacionais, como o desconhecimento das técnicas de resinagem, aos desafios sociais limitaram o arranque do setor.

Outro dos desafios encontrados foi a rejeição desta atividade por parte dos proprietários florestais, devido aos possíveis efeitos da extração da resina na qualidade da madeira. Numa zona onde o principal uso dos pinhais é a exploração madeireira, houve relutância quanto aos possíveis efeitos da resinagem na qualidade da madeira. Por outro lado, existia também

uma certa incerteza entre os proprietários, técnicos e administradores florestais quanto à compatibilidade da resinagem com a fitossanidade dos povoamentos, fator crítico no atual contexto de alterações climáticas globais, e das graves ameaças de agentes patogénicos invasores exóticos como o nemátodo do pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*) ou o cancro resinoso (*Fusarium circinatum*).

O principal desafio que temos em mãos, neste momento, é o mercado das resinas. A rentabilidade desta atividade está dependente dos preços das matérias-primas no mercado internacional, preços esses que sofrem bastantes oscilações e são por isso instáveis. Contudo, o potencial do nordeste da Galiza para a resinagem é considerável uma vez que há uma grande área de floresta de pinho que reúne as condições para ser resinada e que pode e deve ser aproveitada para esse fim.

**Que medidas de política regional foram promovidas para alavancar o setor?**

A promoção do setor resineiro por parte da administração pública galega tem sido evidente desde o início, tanto do ponto de vista legislativo como através de apoios económicos diretos ao setor.



© CoLAB ForestWISE

Do ponto de vista legislativo, em maio de 2020, a Consejería de Medio Rural da Galícia publicou o decreto 73/2020, de 24 de abril, que regula o aproveitamento de resinas em matas ou terrenos florestais da Comunidade Autónoma da Galícia. Através do qual é regulada a extração da resina de pinho de forma compatível com o aproveitamento da madeira do mesmo. Este decreto autoriza a resinagem nas espécies pinheiro-bravo, pinheiro-insigne e pinheiro-negro durante um período de 3 a 5 anos antes do corte final do povoamento, desde que o diâmetro normal seja de 25 cm.

A Lei 7/2012, de 28 de junho, das florestas e matos da Galícia, determina no seu artigo 79 as diferentes categorias dos instrumentos de ordenamento e gestão florestal, indicando os referentes de boas práticas e modelos silvícolas ou de gestão florestal orientativos como instrumentos de gestão florestal, para a gestão e aproveitamento das florestas e matos, com base na análise das espécies existentes e na gestão das mesmas em função do seu destino final.

Em fevereiro de 2021, é modificado o Anexo I da Ordem

de maio de 2014 que estabelece os modelos silvícolas para os distritos florestais da Galícia e incorporam-se novos modelos de gestão florestal, entre os quais se encontra o PMR, para a produção mista de madeira e resinas em pinhais.

No que diz respeito aos apoios económicos, destaca-se os apoios da Agência Galega de Qualidade Alimentar (AGACAL) para projetos de investigação e apoios, tanto da AGACAL como da Agência Galega da Indústria Florestal (XERA) para formação. Por último, a Consejería de Medio Rural publicou, este ano, uma linha de apoios para a gestão do sub-bosque em massas de pinheiro resinoso.

**Relativamente às inovações técnicas da atividade da resinagem, que inovações foram implementadas? E quais são os principais progressos nesta área?**

O noroeste da Galiza é uma zona onde os pinhais têm como principal aproveitamento a produção de madeira para serração e onde não existe tradição de resinagem, pelo que as inovações propostas até agora não foram

apenas tecnológicas, mas, em muitos casos, sociais. Do ponto de vista metodológico, o Grupo Operacional ACREMA, liderado pelo FORESIN, otimizou os sistemas de extração de resina, comparou diferentes métodos de extração (método tradicional, método mecânico com renova circular e *borehole*) e diferentes pastas estimulantes utilizadas na resinagem (Salicilica e *Cunningham - Ethephon*), tendo chegado às seguintes conclusões:

- a produção de resina foi superior em pinheiro-bravo do que em pinheiro-insigne;
- o uso de pasta estimulante aumenta a quantidade da resina produzida em 70%;
- a pasta estimulante Cunningham foi a que apresentou melhores produções de resina;
- o método tradicional produziu 40% mais resina, que o método mecânico.

Outra das questões estudadas pelo GO-ACREMA foi se a resinagem afetava a qualidade estrutural da madeira. O estudo concluiu que a resinagem nos últimos por 3 a 5 anos antes do corte das árvores não alterou as propriedades mecânicas e estruturais da madeira de pinheiro-bravo. Quanto à densidade da madeira, foi observado que a resinagem aumentou a densidade da madeira.

Relativamente à fitossanidade das árvores, a resinagem por 3 a 5 anos antes do corte final não mostrou evidências claras de que as árvores resinadas fossem mais suscetíveis a pragas e doenças, que as árvores não resinadas.

**No que se refere à qualidade da Resina Natural, em particular à de pinheiro-bravo, que propriedades químicas ou físicas podem diferenciar este produto?**

A qualidade da resina de pinheiro-bravo pode variar dependendo das suas propriedades químicas e físicas. Estas propriedades podem influenciar a sua aplicação e valor de mercado.

Do ponto de vista da resinagem, uma resina será de qualidade quanto maior for o seu conteúdo em colofónia e terebintina, e menor for o seu conteúdo de água e impurezas.

**“O principal desafio que temos em mãos, neste momento, é a instabilidade do mercado das resinas. A rentabilidade desta atividade está dependente dos preços das matérias-primas no mercado internacional, preços esses que sofrem bastantes oscilações e são por isso muito instáveis.”**



© CoLAB ForestWISE



**Erika Martínez Carreira**  
CEO da empresa de consultoria e  
engenharia ambiental Foresin

**María Escudeiro Rossignoli**  
Engenheira Florestal especialista em Gestão  
Ambiental e Sustentabilidade.

Com base nos resultados obtidos até à data no projeto GO-ACREMA, podemos afirmar que o método de resinagem tem efeito na percentagem de terebintina obtida (e, portanto, de colofónia), bem como no índice de acidez da colofónia correspondente. A resina recolhida em recipientes fechados, utilizando o método mecanizado, apresentou um teor de impurezas inferior ao da resina recolhida em recipientes abertos, e mais 20% de terebintina. Relativamente à colofónia, o índice de acidez não apresentou diferenças, contudo o índice de cor, segundo a escala de Gardner, é superior na colofónia resultante de resina recolhida em recipientes abertos. Esta colofónia é mais escura e acastanhada, tendo um valor de mercado inferior ao de colofónias com cores mais claras.

**As propriedades diferenciadoras desta resina poderão servir de alavanca para a sua valorização e potencial entrada em novos mercados?**

Esta é a premissa na qual se baseia o Grupo Operacional PICARE “Revalorização dos pinhais galegos através da qualidade da resina”, coordenado pelo FORESIN e no qual participam a Missão Biológica da Galiza,

a Fundação Centro de Tecnologia e Madeira (CETEMAS), a empresa Xagoaza Pinaster SL, a empresa Transformação Agrária (TRAGSA) e como profissional livre, Roberto Alfonso Touza.

A resina é usada há séculos numa ampla variedade de aplicações, desde a fabricação de perfumes e adesivos até a medicina tradicional. Contudo, a qualidade da resina é um fator determinante no seu posicionamento num mercado cada vez mais exigente. É fundamental conhecer a composição química da resina, e como essa composição pode impulsionar o seu posicionamento num mercado de qualidade. Compostos como terpenos, fenóis e outros produtos químicos aromáticos são cruciais na determinação da qualidade da resina. Conhecendo e destacando a sua composição, as empresas podem posicionar a resina como um produto de qualidade num mercado extremamente competitivo, criando um maior valor acrescentado. Ao compreender e promover as suas propriedades diferenciadoras, as empresas podem aproveitar ao máximo este recurso natural e renovável, e responder à crescente procura por produtos sustentáveis.

**No vosso entendimento, a qualidade poderá ser um aspeto que possa alavancar a valorização da resina natural, e a sua potencial entrada em novos mercados?**

A metodologia de extração é, no nosso entendimento, o aspeto chave que nos permitirá posicionar a resina em função das suas propriedades. Assim é fundamental continuar o trabalho de desenvolvimento e otimização de métodos de resinagem que recolham a resina em recipientes fechados, bem como o desenvolvimento de pastas estimulantes à base de compostos naturais ou mesmo o desenvolvimento de métodos de resinagem sem utilizar pastas estimulantes. Estes são os fatores chave que influenciam diretamente as propriedades da resina e que irão influenciar a sua valorização e aplicação industrial.

Por outro lado, é também importante continuar com o trabalho de caracterização e determinação da composição da resina com o objetivo de aumentar o valor acrescentado deste produto e potenciar a sua

entrada em novos mercados mais especializados. Para tal é essencial a colaboração de toda a cadeia de valor, desde o resineiro, a indústria de primeira e segunda transformação, até ao mercado.

A resina é um produto natural e renovável com o potencial de substituir matérias-primas de origem fóssil. Este é um fator diferenciador que deverá ser promovido para a entrada em novos mercados preocupados com a sustentabilidade e responsabilidade ambiental.

Em resumo, as propriedades diferenciadoras da resina podem desempenhar um papel fundamental na sua valorização e na entrada em novos mercados. Portanto, compreendê-las e promovê-las é essencial para aproveitar ao máximo o potencial da resina num mercado de qualidade.

**“Com base em resultados obtidos, podemos afirmar que o método de resinagem tem um grande efeito na percentagem de terebintina obtida (e, portanto, de colofónia). A resina recolhida em recipientes fechados, utilizando o método mecanizado, apresentou um teor de impurezas inferior ao da resina recolhida em recipientes abertos, e mais 20% de terebintina. A metodologia de extração é, no nosso entendimento, o aspeto chave que nos permitirá posicionar a resina em função das suas propriedades.”**



ANTÓNIO MENDES FERREIRA | OPINIÃO

# OS NOVOS MERCADOS PARA A RESINA NATURAL E OS DESAFIOS DO SETOR

**É** com grande sentido de responsabilidade que me apraz abordar o legado de uma matéria prima que nos rodeia há milhares de anos e que acredito terá muitas novas vidas no futuro. Refiro-me à colofónia de pinheiro e seus derivados.

Ao que se sabe, a sua primeira aplicação remonta ao Antigo Egipto, no processo de mumificação, cujo papel era o de garantir a preservação. Em Portugal, teve um papel significativo na indústria naval, tendo na época

dos Descobrimentos servido para calafetar as caravelas, que tão longe nos levaram a oriente e a ocidente. Ironia do destino, são esses pontos distantes onde a colofónia ajudou a chegar as caravelas, que hoje, vários séculos depois, são a proveniência da mesma, em contentores por via marítima.

Neste imenso interregno, a colofónia teve grande influência e protagonismo. No século passado, muitos químicos e engenheiros começaram a perceber

o enorme potencial reativo dos constituintes daquela matéria prima, que na sua constituição têm maioritariamente, ácidos do tipo abiético, sendo que a partir daí se dedicaram ao desenvolvimento dos seus derivados, um processo que prevalece nos dias de hoje. Para que tudo seja possível e resulte, há algo a montante que se deve garantir e que determina o fluxo em toda a restante cadeia de valor. É a floresta de pinheiro. Em meados do séc. XX, existia uma generosa

e abundante mancha florestal de pinheiro-bravo, com florestas maduras e capazes de garantir diâmetros estipulados nas consecutivas legislações, lavradas, mesmo antes dos anos 50. Portugal possui legislação sobre a atividade da resinagem, ainda que o Estado seja um pequeno proprietário, tornando-se assim no único país com essa vigência e aptidão. Como consequência dessa atenção dedicada à atividade, nas décadas de 60 e 70, tornou-se numa das principais

## “Será difícil encontrar matéria prima para a indústria, com o mesmo cariz renovável, (...) para o futuro das novas gerações.”



exportações que Portugal exhibia no seu *portfolio*, com dezenas de destilarias espalhadas por grande parte do nosso território e milhares de pessoas envolvidas operacionalmente com milhares de proprietários a terem retorno dos seus ativos florestais. Foi também nos anos 70 que se assistiu a um aumento significativo da capacidade de processamento das indústrias papeleiras, motivando uma substituição desenfreada do pinheiro, por espécies, como o eucalipto, com o argumento do aumento significativo de rentabilidade mais imediata.

Passadas algumas décadas, o protagonismo, no novo século, são as narrativas sobre desertificação de áreas interiores, floresta de pinheiro reduzida a um terço do que já foi, a falta de mapas cadastrais, omissão dos respetivos proprietários, e o flagelo dos incêndios sazonais, já social e politicamente assumidos como uma inevitabilidade que encontram no atual cenário

florestal, um *habitat* convidativo.

Como quase sempre e em tudo, os homens e os mercados, estão vinculados de forma indelével às diversas ocorrências, nomeadamente, ao declínio a que todos assistimos, que teve como base questões de organização profissional, corporativa e social, competitividade e desafios de outras tecnologias. Ora vejamos, apesar de toda a visibilidade do setor, até hoje, nunca se conseguiu organizar uma Associação da nossa fileira, que fosse suficientemente versátil, robusta, dotada de uma agenda representativa e agregadora dos interesses complementares de toda a cadeia de valor, de tal forma, que fosse capaz de chegar às várias tutelas que grassaram a Governação nas últimas décadas. É uma verdade que pode fazer contorcer alguns, mas que espelha a realidade e traduz mais um fator decisivo para o perfil declinante da atividade de intervenção florestal e destilação que todos experienciamos,



nomeadamente a partir da década de 80.

Na década anterior, ainda se assistiu a alguma consolidação salutar, com o aparecimento de destilarias com maior escala, em detrimento de várias pequenas produções, sendo talvez dos poucos movimentos de agremiação consistentes que se verificaram no setor, mas que não foram acompanhados a montante na parte florestal. Contudo, surgiram as empresas industriais de derivados, as chamadas de segunda transformação, com laboração no início da década de 80, apesar de que, no decorrer desse período, se tenha dado um fenómeno político determinante: Portugal adere à então CEE, hoje União Europeia.

Esse passo político, conjugado com a abertura da China aos mercados de exportação, aceleraram o declínio, com contornos distintos, mas ambos eficazes. Se por um lado, a entrada de fundos para infraestruturar o país, levou a maioria da mão-de-obra para as obras públicas, algo que perdura até aos nossos dias, a China conseguia colocar nos mercados europeus colofónia a preços deveras competitivos. Para que conste, na transição para o novo século, exibiam preços abaixo dos 400 dólares a tonelada.

A combinação destes dois movimentos simultâneos e a ausência de um plano estruturado de apoio estatal

ao setor levou ao quase desaparecimento da atividade de resinagem, e, conseqüente, à perda de influência comercial nos principais mercados europeus. Apesar dessa conjugação, a indústria de derivados continuou a florescer em Portugal.

Como deveríamos saber e considerar, os mercados são essencialmente dinâmicos, abrindo sempre espaço para materiais mais competitivos ou diversificados tecnologicamente, ou, idealmente ambos. Neste enredo desafiador e vibrante, surgiram alternativas credíveis à colofónia de pinheiro, nomeadamente a colofónia de *tall oil*, oriunda do licor negro das papeleiras nórdicas, motivadas pelo que já acontecia nos Estados Unidos, com grandes grupos papeleiros a potenciarem unidades de negócios de derivados deste tipo de colofónia. Também da área dos hidrocarbonetos surgiram propostas vencedoras, tendo como protagonistas empresas petroquímicas, europeias e americanas. No início da segunda década do século XXI, passados cerca de 25 – 30 anos, do apogeu da colofónia e seus derivados, estes foram secundados pelos de *tall oil* e versões de base hidrocarboneto. Por esta altura, já Portugal não tinha expressão na produção de colofónia, e a China, vinha, desde 2007 a perder fulgor na produção - este decréscimo fomentou o crescimento



de resinas derivadas de *tall oil*, a generalização do uso de resinas de origem fóssil, na maioria das aplicações típicas, e claro, a escalada da produção de colofónia no Brasil, onde, curiosamente, os principais intervenientes são empresários portugueses, situação que se mantém até aos dias de hoje.

Pode-se imaginar os sobressaltos competitivos e desafios logísticos, que esta dinâmica acarretou aos industriais de segunda transformação, que em várias ocasiões se reuniram, e se ergueram, perante Ministros, Secretários de Estado, bem como com várias organizações para relançar a atividade em Portugal, com vista a uma integração vertical a montante, mas as pretensões caíram definitivamente por terra, quando ainda nem um passo no terreno havia sido dado, e alguns organismos governamentais avançavam, para debater e fazer vingar um novo regime jurídico para uma atividade em convalescença.

Perante esta e outras impedências, não restou outra alternativa que continuar a alimentar as fábricas de derivados com colofónia oriunda, maioritariamente da América do Sul. Tal como disse anteriormente, as caravelas navegaram com ventos contra e a favor, e, nós, quais caravelas, em poucos anos passámos da

China, para o Brasil, sem esquecer passagens pelo Vietname e Indonésia.

Assistimos a consolidações na indústria de derivados, com a entrada de Fundos de Investimento a comprar e a vender companhias, o que gerou conglomerados a nível internacional com vendas a exceder largamente os mil milhões de empresas maioritariamente alocadas ao *tall oil* e aos hidrocarbonetos, oriundas das grandes papelarias e petroquímicas, sempre com a ambição de conquistar posições que naturalmente foram dominadas no passado pelos derivados de colofónia. Em contracorrente, sempre estiveram os empresários portugueses da segunda transformação, que se mantiveram resolutos e independentes, como que se de uma raiz genética intrínseca com vontade própria se tratasse, sendo os únicos neste século, a criar novas unidades de fabrico, a aumentar capacidade de produção nas existentes, enquanto outras corporações internacionais a reduziam ou sonegavam para manipular o mercado.

Foi pela via da resiliência, desenvolvimento de competências técnicas e tecnológicas, *know-how* e inovação, que nos mantivemos a disputar a nossa posição, que em Portugal tinha tudo para ser eclipsada

por todas essas movimentações, que mesmo assim chegaram para influenciar uma empresa portuguesa de referência a apostar no *tall oil* como alternativa. Contudo, a indústria de derivados manteve-se vitalizada e motivada para encontrar novos caminhos na sua cadeia de valor.

O Consórcio RN21, é mais um catalisador essencial que permitiu debelar e ultrapassar barreiras entre intervenientes e orientar o foco para interfaces setoriais até então omissas, criando sinergias e plataformas de desenvolvimento para novos *portfolios* e aplicações diversas, e alcançar novos segmentos de mercado. Esse é o desidrato que se impõe e se pretende para esta fileira, que com a sua longa história, já experimentou altos e baixos, mas que na minha opinião, encontra-se agora no lado oportuno do ciclo económico como há muito já não se verificava.

As metas da neutralidade carbónica, a narrativa da sustentabilidade, assentam na perfeição na colofónia. Será difícil encontrar matéria prima para a indústria, com o mesmo cariz renovável, remetendo em toda a sua essência o carbono verde que todos almejamos, para o futuro das novas gerações. Está na altura de todos, desde a intervenção florestal, primeira e segunda transformação, clientes finais, até às instâncias governamentais se identificarem com este bem maior. Em conjunto, de forma despretensiosa e construtiva, deveremos ser capazes de reduzir a pegada de carbono na logística de fornecimento, pois nunca é de mais lembrar que esta matéria-prima tem estado, nas últimas décadas, e continua, a 10.000 kms de distância a oriente ou a ocidente - nem o bacalhau tem paralelo, que dista 4.000 kms, das nossas mesas.

Temos de dissipar o que nos separa, pois é muito mais o que nos deve unir. Só assim, podemos enquadrar positivamente um projeto de beneficiação da área florestal ainda disponível, para garantir a produção e a produtividade e fazer face à expectável escalada futura na procura desta matéria-prima, com distinção novel, perante o carbono fóssil dos nossos atuais concorrentes líderes de mercado.

No início do Consórcio RN21, todas as empresas de segunda transformação, fizeram-se representar numa reunião, com o anterior Ministro do Ambiente, a manifestar preocupação com os cerca de 8.000 hectares de beneficiação previstos, argumentando que pelo menos, deveriam ser 50.000 hectares. Foi referido que neste programa PRR, alocado ao Fundo Ambiental, não existiria espaço para mais, mas que as nossas premissas estavam bem anotadas e que em futuros programas se deveria dar atenção ao aumento da beneficiação de áreas de resinagem. Historicamente, andámos quase sempre separados e chegamos até aqui, só posso acreditar que se caminhararmos unidos e em grupo, chegaremos mais alto e mais longe. Manter esta fileira consistente, coerente e equilibrada, será mais que um desígnio, é um dever!



CRISTINA FRUTUOSO | OPINIÃO

# A INOVAÇÃO PARA UM MUNDO MAIS SUSTENTÁVEL



**“A nossa participação no consórcio pretende elevar o nível tecnológico das resinas derivadas de colofónia produzidas em Portugal pelos parceiros para aceder a novas aplicações e substituir as resinas de hidrocarboneto.”**



**Cristina Frutuoso**  
Diretora Corporativa de ID&I

@ Colquímica

**A** Colquímica Adhesives é reconhecida no mercado global pela Inovação, com especial destaque ao nível da Inovação, Investigação e Desenvolvimento de produto e processo produtivo. Ao longo dos anos, esta vantagem competitiva tem resultado em parcerias sustentáveis com *players* relevantes de diferentes setores e ao longo de toda a cadeia de valor em que estamos envolvidos. Apresentamos um sólido *track record* de projetos com fornecedores na indústria de *hotmelts* e com clientes em novas e diversas soluções para segmentos de mercado distintos. Vivemos uma emergência ambiental, que exige a cooperação dos Governos, da Sociedade e das Empresas. As organizações precisam participar dessa transição, tanto nos seus processos quanto nos produtos disponibilizados ao mercado. A Colquímica Adhesives deu recentemente um passo significativo neste campo com o lançamento da nova marca de adesivos de base biológica. *Kmelt Essence* que apresenta um *portfolio* de produtos formulados com matérias-primas de base biológica. Uma nova linha de adesivos com certificação ambiental e melhor adesão devido a utilização de Resinas Naturais. Este passo representa uma grande ação rumo a uma economia mais circular e proporciona aos clientes da Colquímica Adhesives uma alternativa às matérias-primas de base fóssil.

Os produtos da gama *Essence* têm diversas aplicações industriais, nomeadamente na área das embalagens, higiene e área médica, colchões, filtros. Certificada pelo instituto DIN CERTCO, que avalia a percentagem de conteúdos biológicos na sua formulação, esta gama contempla também produtos, não só com matérias-primas *bio*, mas também polímeros mais sustentáveis (catalisados por metaloceno). Estes produtos, comparativamente aos comumente usados no mercado na indústria das colas (à base de polímeros EVA), são mais sustentáveis na sua aplicação, uma vez que apresentam redução nas temperaturas de fabrico utilizadas, menores consumos e permitem um aumento de eficiência com a redução do tempo de paragem das linhas produtivas.

A gama *Essence* que já se encontra a ser comercializada, pretende substituir componentes de origem não renovável, os combustíveis fósseis, por produtos de base biológica, tais como resinas provenientes do pinheiro. Deste modo, apoiamos e promovemos a economia circular, com redução de desperdícios e recuperação de produtos que seriam de outra forma descartados. Para além disso, com a utilização destas matérias-primas, estão a contribuir para a redução significativa das emissões associadas aos combustíveis fósseis.

Já na vertente económica da sustentabilidade, a gama *Essence* apresenta na sua formulação uma grande percentagem de componentes resinicos naturais. Sendo Portugal um país com uma indústria resinera bastante forte, no que toca a Resinas Naturais, a utilização destas matérias-primas na formulação dos nossos produtos irá contribuir, para o crescimento da economia destes *stakeholders* e, como resultado, a economia nacional. Desta forma, prevemos maior incorporação de matéria-prima nacional *bio*, e uma redução da pegada carbónica de transporte. Até 2030 pretendemos passar de um consumo de cerca de 7% de matérias-primas base *bio* para cerca de 20%. Esta foi uma das principais razões que motivou a Colquímica Adhesives a participar no Projeto Integrado

RN21 - Inovação na Fileira da Resina Natural para o Reforço da Bioeconomia Nacional.

A nossa participação no consórcio envolve o desenvolvimento de novos derivados de colofónia pelos parceiros que têm como objetivo resolver desvantagens tecnológicas face às resinas de base hidrocarboneto. As Resinas Naturais, pela sua natureza, apresentam características apelativas, tais como, a sua elevada adesividade a substratos difíceis, flexibilidade, compatibilidade com certos materiais naturais, etc. No entanto, as Resinas Naturais apresentam alguns obstáculos, tais como, a cor amarelada, odor, compatibilidade com certos polímeros e estabilidade térmica. No âmbito do Projeto vai existir um trabalho conjunto, entre as universidades e a indústria de segunda transformação da Resina Natural, ao nível molecular, com o objetivo de resolver estes problemas e atingir o sucesso desejado através da reengenharia dos produtos. Durante este processo, a Colquímica dará o necessário *feedback* para a otimização das novas resinas. Em suma, pretende-se elevar o nível tecnológico das resinas derivadas de colofónia produzidas em Portugal pelos parceiros para aceder a novas aplicações e substituir as resinas de hidrocarboneto! O nosso grande objetivo é ajudar a criar um futuro mais sustentável para as gerações vindouras e trabalhar continuamente em soluções de maior valor acrescentado.

ROGÉRIO RODRIGUES | OPINIÃO

# CONTRIBUTO PARA A SUSTENTABILIDADE ECONÓMICA DA ATIVIDADE DA RESINAGEM EM PORTUGAL

**A**tualmente, um conjunto alargado de parceiros estão profundamente empenhados no fomento da produção da Resina Natural nacional, em resposta aos grandes objetivos previstos na Componente 12 do PRR – Promoção da Bioeconomia Sustentável, bem como no Projeto Integrado RN21, particularmente no setor da produção, essencialmente apostando em três linhas de ação, a saber, no reforço da capacidade produtiva do pinhal, no aumento da produtividade da resinagem e na atratividade da resinagem enquanto atividade produtiva. A par das alterações tecnológicas que se pretendem introduzir neste Projeto, com novas técnicas de

exploração da Resina Natural, com o melhoramento genético do pinheiro-bravo para a produção de Resina Natural, com a formação de novos resineiros e com a maior atratividade desta atividade para o produtor, importa que ao mesmo tempo se olhe para o território em que esta atividade se desenvolve, maioritariamente em propriedade privada e comunitária (estando reservada uma pequena percentagem às Matas Nacionais), e ainda aos modelos de gestão florestal atualmente em uso para o pinheiro-bravo. Na verdade, a sustentabilidade económica da atividade da resinagem, que assenta essencialmente na espécie pinheiro-bravo, espécie pioneira, autóctone e de

elevada produtividade e interesse económico, está muito dependente de fatores externos que obrigam à implementação de uma estratégia nacional mais alargada, de fomento e apoio à gestão florestal. Numa observação mais rigorosa sobre o estado em que se encontra a floresta de pinheiro-bravo, apesar da sua extraordinária resiliência às perturbações conhecidas, facilmente verificamos que estamos a falhar ao nível dos principais critérios e indicadores de gestão florestal sustentável adotados por Portugal na 3ª Conferência Ministerial para a Proteção das Florestas na Europa (junho de 1998). De facto, nos últimos 25 anos, Portugal perdeu cerca de 30% da sua área de pinho, tendo esse declínio sido mais grave na última década pela recorrência de incêndios rurais e pela disseminação de pragas, ambas aliadas ao abandono e consequente falta de gestão ativa. Para além da regressão sentida ao nível da ocupação florestal com esta espécie, é preocupante o estado em que os povoamentos de pinheiro-bravo se encontram. Mais de 60% são constituídos por povoamentos irregulares e nestes, cerca de 50% apresentam diâmetros inferiores a 15 cm (6.º Inventário Florestal Nacional, 2015). Na verdade, este cenário não permite garantir as condições e processos a que a gestão florestal sustentável obriga, desde logo no respeito dos seus principais critérios: i) manutenção e aumento apropriado dos recursos florestais e o seu contributo para os ciclos globais do carbono; ii) manutenção da saúde e vitalidade dos ecossistemas florestais; iii) manutenção e fomento das funções produtivas das florestas (lenhosas e não lenhosas); iv) manutenção, conservação e fomento apropriado da diversidade biológica nos ecossistemas florestais; v) manutenção e fomento apropriado das funções protetoras na gestão das florestas (principalmente solo e água); vi) manutenção de outras funções e condições socioeconómicas. Por outro lado, considerando que a indústria europeia é a primeira consumidora mundial de derivados resinosos e que na Europa se produz menos de 1% da



**“Na verdade, a sustentabilidade económica da atividade da resinagem, que assenta essencialmente na espécie pinheiro-bravo, espécie pioneira, autóctone e de elevada produtividade e interesse económico, está muito dependente de fatores externos que obrigam à implementação de uma estratégia nacional mais alargada, de fomento e apoio à gestão florestal.”**

**Rogério Rodrigues**  
Diretor do Projeto Integrado RN21

Resina Natural mundial, no meu entender, Portugal deve fazer uma aposta estratégica proporcionando uma maior integração produtiva florestal neste setor, melhorando, conseqüentemente, a sustentabilidade empresarial. Para tal, é necessário realizar uma mudança estrutural na profissionalização da gestão florestal ativa das áreas com potencial para a produção de pinheiro-bravo, com especial atenção às áreas baldias (paralelamente também apoiando as áreas privadas de gestão conjunta), devendo centrar essa mudança: i) numa estratégia mais colaborativa e participativa na gestão ativa do território pelas organizações de produtores florestais e outras entidades vivas neles existentes; ii) no fomento e apoio de estruturas autónomas de gestão conjunta, incluindo a capacitação técnica dessas estruturas (Agrupamentos de Baldio e outras estruturas mais simplificadas para a gestão de áreas baldias); iii) na aposta em novos modelos de gestão florestal para a espécie que permitam a compatibilidade entre a resinagem e a produção de madeira; iv) no investimento contínuo e na simplificação das medidas de financiamento, baseadas

em apoios forfetários. Tais medidas permitirão, dinamizar a gestão florestal em áreas com escala (baldios), resolvendo a falta de gestão ativa em que muitas destas áreas se encontram, motivados pelo forte desgaste das estruturas e quadros dos serviços do Estado que os gerem (técnicos, guardas-florestais e operacionais) e melhorar a capacidade de execução do planeamento e orçamentação a que a gestão florestal obriga ao longo do seu ciclo de produção. Considerando, pelo menos, uma década de apoio continuado a uma estratégia dedicada e abrangente, baseada na partilha do esforço de gestão e no incentivo da aplicação das melhores práticas, permitir-nos-á caminhar para a sustentabilidade económica e social deste setor, com a multiplicação de unidades territoriais de gestão florestal ativa, conseqüentemente com um Estado menos “intervencionista” na gestão direta das áreas comunitárias, dedicando o seu esforço na maior dinamização, regulação, planificação e fiscalização, ao mesmo tempo que apresente nas suas Matas Nacionais os melhores exemplos de gestão florestal sustentável.

**“Considerando que a indústria europeia é a primeira consumidora mundial de derivados resinosos e que na Europa se produz menos de 1% da Resina Natural mundial, no meu entender Portugal deve fazer uma aposta estratégica proporcionando uma maior integração produtiva florestal neste setor, melhorando, conseqüentemente, a sustentabilidade empresarial.”**

Esta mudança de paradigma terá grande impacto económico, ambiental e social, permitindo a criação de emprego no mundo rural e a geração de valor económico, devendo suportar essa estratégia com princípios de eficiência e estabilidade nas medidas e apoios a implementar, centrados nas metas e na simplificação dos caminhos para as atingir, contribuindo também para a efetiva coesão e identidade territorial. Fechando o ciclo, a gestão florestal ativa a impulsionar nas áreas Baldias e nas áreas privadas de gestão conjunta (onde se deverão igualmente criar novos mecanismos e incentivos efetivos para a promoção da gestão florestal sustentável, em particular nas Zonas de Intervenção

Florestal), permitirão criar condições para a maior resiliência das florestas aos incêndios rurais e para o aumento da sua biodiversidade. Por último, para alavancar este setor, além da evolução tecnológica a implementar nas técnicas e métodos de extração da resina tendo em vista a sua otimização, parte já desenvolvida em alguns projetos presentes no Projeto Integrado RN21, o Estado deverá igualmente promover alterações legais que permitam a introdução de novas técnicas de extração e que permitam a introdução de novos modelos de gestão silvícola, que compatibilizem a produção de resina e madeira.



FORESIN

# INOVAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DE EXTRAÇÃO DE RESINA NATURAL

O Grupo Operacional ACREMA “Adaptação da resinagem a povoamentos de pinho para fins de produção de madeira” foi constituído em 2018 no âmbito da convocatória para Grupos Operacionais Supra-Autónomos, um instrumento para impulsionar e acelerar a inovação em áreas rurais através da Associação Europeia para a Inovação em Produtividade e Sustentabilidade Agrícola (AEI- agri), no âmbito do Programa Nacional de Desenvolvimento Rural Espanhol 2014-2020.

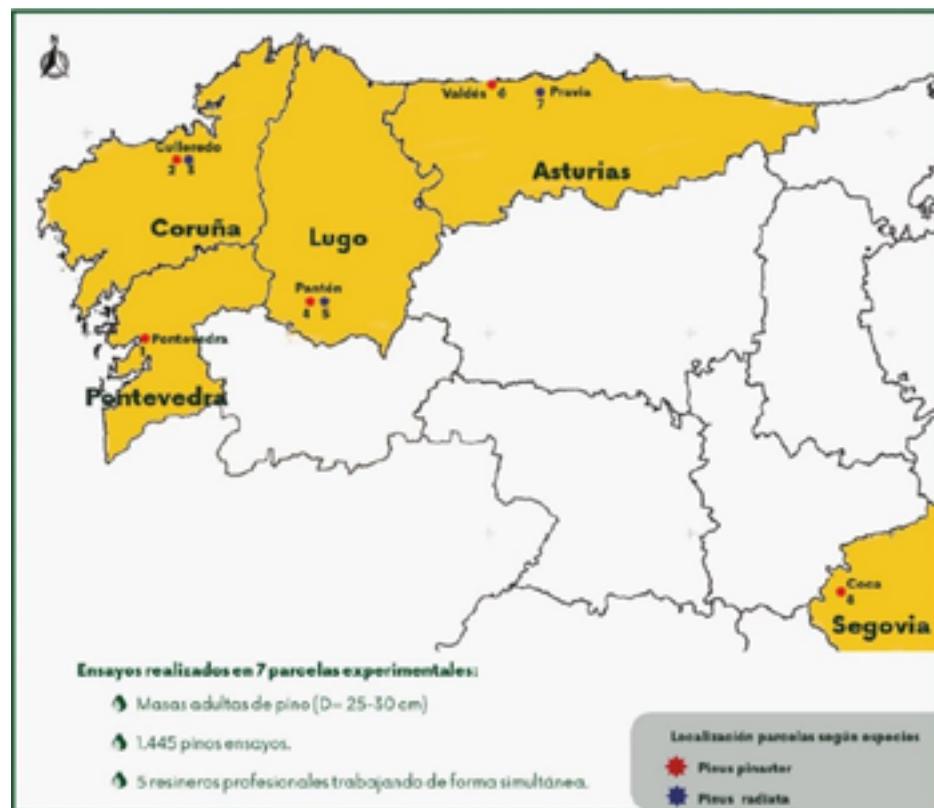


Figura 1. Localização dos povoamentos de pinheiro-bravo (*Pinus pinaster* Ait.) e pinheiro-insigne (*Pinus radiata* D. Don) monitorizados no âmbito do projeto GO-ACREMA

O projeto de inovação promovido pelo Grupo Operacional ACREMA (GO-ACREMA) foi aprovado em 2020, e esteve em curso de maio de 2021 a março de 2023, com o objetivo de aumentar a produtividade de povoamentos de *Pinus pinaster* Ait. (pinheiro-bravo) e *Pinus radiata* D. Don (pinheiro-insigne) através da integração da exploração inovadora de Resina Natural, com o objetivo de obter resina de qualidade como complemento à produção de madeira já existente, aumentando o rendimento do povoamento. O projeto foi integrado nos modelos silvícolas vigentes no nordeste de Espanha. Os resultados obtidos pelo GO-ACREMA foram organizados em quatro secções: i) inovação e otimização de sistemas de extração de Resina Natural para utilização em pinhais conduzidos para a produção de madeira; ii) simulação da produção de resina e da fitossanidade do pinhal; iii) inovação

na análise da qualidade de resinas e iv) complementos adicionais associados à exploração de resinas. Neste artigo vamo-nos focar nos resultados alcançados na primeira secção, inovação e otimização de sistemas de extração de resina para a sua adaptação aos pinhais para fins de produção de madeira. Para analisar e otimizar os sistemas de extração de Resina Natural, a primeira variável considerada nos ensaios foram as espécies presentes na área de atuação do GO-ACREMA, o noroeste de Espanha (Figura 1): *P. pinaster* (pinheiro-bravo) e *P. radiata* (pinheiro-insigne). A segunda variável considerada foi a localização, os ensaios conduzidos em pinheiro-bravo foram realizados em Godos (Pontevedra), Culleredo (Corunha), Ferreira de Pantón (Lugo), Valdés (Astúrias) e Coca (Segóvia), e os ensaios conduzidos em pinheiro-insigne em Culleredo (Corunha), Ferreira de Pantón (Lugo) e

Pravia (Astúrias).

Em cada uma destas 8 parcelas foram investigadas diferentes metodologias de extração de resina e testadas diferentes pastas estimulantes da resinagem. Foram testados dois métodos de extração de resina compatíveis com a produção de madeira de qualidade, o método mecânico de renova circular e o método tradicional (Figura 2). E um terceiro método de uso exclusivo para pinhais de baixa qualidade, para produção de madeira para trituração (aproveitamento de energia e/ou setor de painéis), o método *borehole* (Figura 3). O método de resinagem tradicional foi realizado no sentido ascendente, com renovas a cada 14 dias, com uma incisão de 16 cm. O método mecânico de renova circular foi também realizado em sentido ascendente e com uma periodicidade de 14 dias, contudo aqui foi também testada a área de renova, utilizando para isso brocas de diferentes diâmetros, 5 cm, 6 cm e 7 cm. O método *borehole* foi realizado em 3 fiadas ao mesmo tempo, conforme esquema da Figura 3, em sentido ascendente e com um intervalo de 14 dias entre cada nova incisão.

As pastas estimulantes testadas foram a pasta ASACIF (princípio ativo, ácido salicílico) e a pasta CUNINGHAM (princípio ativo, *ethephon*). Foram também resinadas árvores controle em que não foi aplicada pasta estimulante. Os dados de produção de resina foram recolhidos durante as campanhas de 2021 e 2022. A análise dos dados de produção revelou um aumento de 25% e 27% em 2022, para pinheiro-bravo e pinheiro-insigne, respetivamente. Contudo, este aumento de produção foi dependente do método de extração de resina utilizado, o método tradicional registou um aumento de 34.5%, o método mecânico de 30.22%, e o método *borehole* de 9%. Destes resultados pode-se concluir que o método *borehole* é o que apresenta menor variação entre campanhas, contudo são necessários mais estudos para justificar as diferenças observadas. A análise detalhada da produção por método de resinagem e pasta estimulante registada em 2022, é apresentada na tabela 1 para os 8 povoamentos estudados. A análise dos dados de produção nas duas campanhas



Figura 2 – Metodologias de extração de resina compatíveis com a produção de madeira de qualidade. Da esquerda para a direita, método tradicional e método mecanizado de renova circular.



Figura 3 – Metodologias de extração de resina em pinhais de baixa qualidade, *borehole*.

permitted to highlight the following results:

- The production of resin in pine-bravo was superior to that of pine-insigne between 15 and 30%, depending on the extraction method.

- The production of resin in pine-bravo was 22% superior to that recorded in pine-insigne using the salicylic and *Cunningham* pastes.

- The stimulant pastes increased resin production by 70% for non-invasive methods (traditional and mechanical) and by 40% for the *borehole* method.

- The analysis of field data indicates that the most efficient stimulant paste was the *Cunningham* paste, independently of the resin extraction method used.

- The *borehole* method produced 8.5% more resin than the traditional method in pine-bravo, and 15% more in pine-insigne, which demonstrates

the potential of this method for resin extraction in low-quality pine forests destined for wood production for grinding.

- The mechanical method presented 40% lower yields than those observed using the traditional method in pine-bravo, and 48% in pine-insigne (depending on the location and the stimulant paste used).

- Relatively to the different diameters tested for the mechanical method, no significant differences were observed.

In the GO ACREMA trials, a positive correlation was observed between tree diameter and resin production, both in pine-bravo (0.23) and in pine-insigne (0.31). This positive relationship was also observed for tree size (diameter, crown diameter and total height) and for the

temperature (average, minimum and maximum). It was also observed a negative relationship between resin production and stand density, which will indicate a decrease in resin production as competition increases.

The results obtained with the mechanical method are encouraging, since this method also reduces the physical effort of the worker, which improves working conditions and helps to make resin extraction a more attractive activity for young people. Another advantage of this method is the quality of the resin obtained. Using a closed bag, the resin has fewer impurities and a higher volatile content. It is necessary

to continue to optimize this resin extraction methodology, as well as the management of the residues produced, associated with the use of bags.

Erika Martínez e María Escudeiro Rossignoli  
Foresin

Tabela 1. Produção de resina natural, em gramas, nos 8 povoamentos de pinheiro-bravo e pinheiro-insigne estudados, utilizando diferentes métodos de resinagem e pastas estimulantes, para o ano de 2022.

Método Resinagem	Pasta Estimulante	Pinheiro-bravo					Pinheiro-insigne		
		ASTURIAS	CORUÑA	LUGO	PONTEVEDRA	SEGOVIA	ASTURIAS	CORUÑA	LUGO
Borehole	CONTROL	1429.2	1353.7	1247.2	2970.3	1963.7	543.7	1693.0	1248.3
	CUNNINGHAM	3471.7	3222.3	2565.7	4082.8	4435.3	2235.3	3792.8	2638.2
	SALICÍLICO	3682.2	2712.8	1229.8	3288.3	3724.0	1991.0	3737.7	2174.0
Método Mecânico	CONTROL	197.7	348.9	404.5	465.3	576.3	181.7	469.3	216.7
	CUNNINGHAM	1438.4	1844.7	1646.1	1453.0	2512.5	1090.9	1706.1	1289.9
	SALICÍLICO	753.8	2053.9	1910.5	1404.3	2779.3	988.1	1757.8	666.7
Método tradicional	CONTROL	412.7	644.5	698.7	851.3	1443.1	366.9	641.0	697.2
	CUNNINGHAM	2351.4	2841.3	2782.2	4030.0	3374.7	1824.7	2422.3	2860.1
	SALICÍLICO	1846.3	2846.1	2677.6	3038.0	3874.7	1688.6	2271.0	2970.6

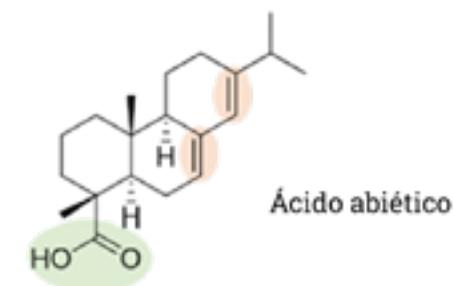
# MODIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA COLOFÓNIA: CONTRIBUTO DA QUÍMICA ORGÂNICA E COMPUTACIONAL



Figura 1. Principais aplicações industriais da colofónia e seus derivados.

Os ácidos resínicos caracterizam-se por possuírem um grupo carboxílico e ligações duplas carbono-carbono na sua estrutura, sendo estes grupos funcionais os principais responsáveis pela reatividade da colofónia (Figura 2). De facto, a síntese de derivados da colofónia envolve, usualmente, reações sobre o ácido carboxílico, incluindo esterificações, descarboxilações, reduções, formação de sais, entre outras, ou sobre as ligações duplas, englobando neste caso reações de adição, oxidação, redução, desidrogenação, etc. Os ácidos do tipo abiético apresentam duas ligações duplas conjugadas, que podem sofrer isomerização, geralmente por via térmica, e que por desidrogenação, comumente na presença de catalisadores metálicos, podem resultar na formação do ácido desidroabiético. A coloração amarelada das resinas é também devida à reatividade deste sistema conjugado que pode ser oxidado por ação da luz formando endoperóxidos, epóxidos ou produtos hidroxilados, resultando assim em derivados com cor.

Reações de adição  
Reações de oxidação  
Reações de redução  
Reações de desidrogenação



Reações de esterificação  
Reações de descarboxilação  
Reações de redução  
Formação de sais

Figura 2. Reações principais de modificação do ácido abiético. Grupo carboxílico identificado a verde e as ligações duplas carbono-carbono a laranja.

A colofónia é um produto natural, correspondente à fração não volátil da destilação da Resina Natural, resultando esta última da exsudação de pinheiros e outras coníferas. A colofónia pode ser igualmente obtida por destilação de um subproduto da indústria de produção de pasta de papel, o *tall oil*. Este produto é uma mistura complexa de compostos, constituída maioritariamente por ácidos resínicos, principalmente ácidos do tipo abiético e pimárico. A colofónia é uma matéria-prima de elevado

interesse do ponto de vista industrial, visto que se trata de um recurso abundante, de baixo custo, e que apresenta um grande potencial de derivatização, podendo assim dar origem a uma diversidade de produtos de valor acrescentado. Uma das principais aplicações da colofónia e derivados é no fabrico de adesivos, embora também seja utilizada em tintas de impressão, vernizes, no revestimento de superfícies, como isolante em eletrónica, pastilhas elásticas e detergentes, entre outras aplicações (Figura 1).

No entanto, apesar da literatura descrever uma panóplia de modificações possíveis dos ácidos resinicos, através de diversas reações químicas, algumas das quais acima citadas, nem todas as modificações apresentam rentabilidade a nível industrial. Assim, atualmente, a indústria centra-se apenas num leque mais restrito de transformações que, por norma, são mais acessíveis do ponto de vista sintético. Estas transformações permitem a modificação de determinadas características, tais como a hidrofobicidade ou a capacidade de interação com outros materiais, de acordo com as propriedades que se queiram incorporar no produto final e visando uma determinada aplicação. De entre todas as reações apresentadas na Figura 2, a formação de sais, as esterificações (sobre o grupo carboxilo), as reações de *Diels-Alder* (adição a ligações duplas) e as reações de polimerização são talvez as mais exploradas. Refira-se, a título de exemplo, os sais e ésteres derivados da colofónia, cuja principal aplicação se centra no desenvolvimento e melhoramento das propriedades de tintas, vernizes e fungicidas. No que respeita aos derivados provenientes de reações de ciclo-adição e polimerizações, estes originam materiais com aplicabilidade, por exemplo, na indústria do papel e em adesivos, respetivamente.

A esterificação do ácido abiético e dos restantes componentes da colofónia, consiste na reação destes com álcoois. Por norma, os álcoois utilizados nestas reações de esterificação são o trietilenoglicol, o glicerol e o pentaeritritol, dando origem aos di-, tri- e tetra-ésteres correspondentes, que possuem propriedades físico-químicas substancialmente distintas (ex: estado físico à temperatura ambiente, viscosidade, ponto de amolecimento, entre outras). Por sua vez, estas propriedades têm impacto nas características de adesivos termofusíveis, modificando as propriedades

adesivas e de aderência, flexibilidade, coesão, etc.

As reações de ciclo-adição, nomeadamente a reação de *Diels-Alder*, são muito utilizadas na síntese de novos derivados resinicos (Figura 3). Apesar de o ácido abiético ter na sua estrutura duas ligações duplas conjugadas, para que ocorra a reação de *Diels-Alder* é necessária a isomerização do ácido abiético em ácido levopimárico, conseguida com recurso a temperaturas elevadas, sendo este último posteriormente intercedido por um dienófilo (ex: ácido fumárico, anidrido maleico, p-benzoquinona). O ciclo-aduto mais estudado, e que é considerado um dos derivados mais promissores do ponto de vista industrial, é o ácido maleopimárico, proveniente da reação de ciclo-adição com o anidrido maleico. O ácido maleopimárico é um ácido resinico conhecido por ser facilmente obtido e por ser um intermediário com elevada importância na síntese de uma vasta gama de novos derivados resinicos. Algumas das transformações mais conhecidas deste aduto tiram partido da reatividade do grupo anidrido presente na molécula, permitindo, por exemplo, sintetizar imidas contendo uma vasta gama de substituintes. Além disso, por se tratar de um anidrido cíclico, as reações de abertura de anel, que levam à formação de dois grupos ácido carboxílico adicionais na molécula, e a possibilidade de funcionalização subsequente, podem permitir a síntese de polímeros a partir destes precursores. Utilizando o ácido maleopimárico como reagente de partida, é também possível preparar resinas de epóxido ou ligandos quirais.

As reações de polimerização permitem transformar o ácido abiético em polímeros de elevado peso molecular, que exibem propriedades mecânicas melhoradas e são, assim, ideais para aplicações nas quais a resistência e a durabilidade dos materiais são essenciais. De salientar que a presença de um grupo ácido na estrutura do ácido

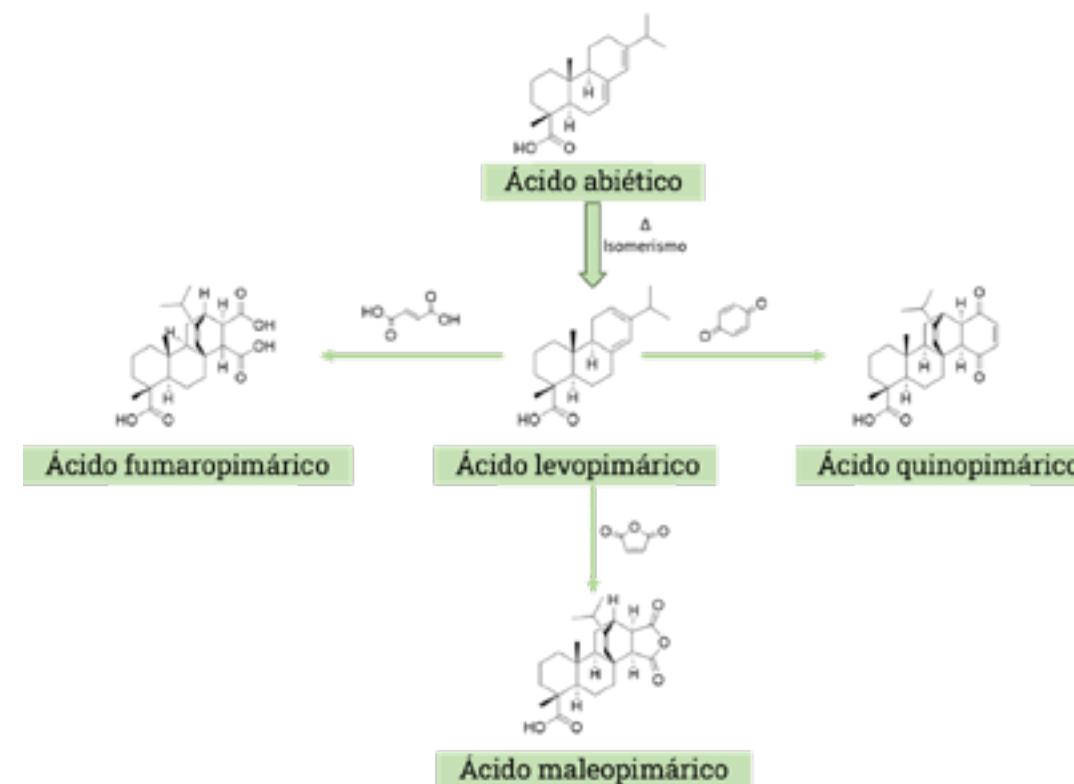


Figura 3. Alguns exemplos de transformações do ácido abiético em derivados.

maleopimárico também permite a funcionalização daquela posição, podendo levar à formação de outros derivados de grande interesse prático, nomeadamente ésteres derivados do glicerol e do pentaeritrol. Os exemplos acima referidos permitem verificar que a modificação estrutural do ácido abiético constitui um exemplo notável de como transformações químicas criteriosamente desenhadas podem ser usadas para alterar as propriedades da colofónia, permitindo criar materiais inovadores de valor acrescentado e produtos capazes de desempenhar papéis relevantes em diferentes aplicações industriais das resinas. A Química

Orgânica é, pela sua essência, a área da Química que de forma mais extensiva tem contribuído para o progresso neste domínio. A Química Computacional, partindo de modelos teóricos de estrutura e reatividade químicas, contribui para a elaboração da proposta, seleção e validação de abordagens experimentais. Conjugando a experiência laboratorial dos químicos orgânicos com a utilização de modelos computacionais, é possível otimizar processos de síntese e definir estratégias de sucesso para obtenção de um determinado produto num tempo muito mais curto, atuando de forma direcionada, e economizando recursos.

Os instrumentos teóricos e computacionais disponíveis atualmente são numerosos e muito versáteis e poderosos. Desde métodos mecânico-quânticos muito precisos, mas computacionalmente dispendiosos, que podem ainda assim ser utilizados para estudar sistemas químicos com uma complexidade apreciável, até aos métodos de modelação molecular clássicos que permitem estudar num tempo muito reduzido sistemas químicos e materiais complexos produzindo resultados que são também de excelente qualidade. As ferramentas teóricas disponíveis hoje em dia para utilização, quer na academia, quer em ambiente industrial, são muito diversas e polivalentes e podem ser facilmente adaptadas aos problemas que surgem durante o desenvolvimento de um produto ou processo industrial. Aos métodos de modelação molecular devem juntar-se modernos métodos de planeamento e optimização e de análise de dados baseados em inteligência artificial e estatística multivariada, que têm, progressivamente, vindo a instalar-se como ferramentas auxiliares com enorme potencial analítico em Química, incluindo Química Orgânica. Como já se referiu, a grande diversidade de compostos presentes na colofónia faz com que esta seja uma matéria-prima com um elevado valor científico e industrial. No entanto, o facto de a colofónia ser constituída por um número elevado de compostos faz com que as modificações estruturais a realizar, em particular as que requerem reações complexas, constituam um enorme desafio científico, indissociável à própria natureza química da colofónia. O mesmo se pode dizer quando se considera a aparentemente mais simples tarefa de caracterização das matérias-primas ou dos produtos, bem assim como os processos de purificação necessários à obtenção de um produto final de qualidade. De facto, todas estas operações são procedimentos complexos e dispendiosos, para os quais a utilização conjunta da Química Orgânica e da Química Computacional se torna fundamental para garantir uma estratégia eficaz para o desiderato último de alcançar uma melhoria dos processos



Figura 4. O projeto Resfinas.

sintéticos que levam à obtenção de novos produtos que apresentem uma maior diversidade e versatilidade estruturais e propriedades melhoradas.

Atualmente, os grupos de Química Orgânica e de Termodinâmica e Espectroscopia Moleculares do Centro de Química do Departamento de Química da Universidade de Coimbra participam em dois projetos de grande importância que visam valorizar a colofónia: o projeto **Resfinas** e o projeto **Resetfinas**, desenvolvidos no âmbito do Projeto Integrado RN21, em colaboração com a empresa United Resins, e financiados pela Componente 12 – Bioeconomia Sustentável, do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) – Fileira da Resina Natural.

O projeto **Resfinas** tem por objetivo a compatibilização

das resinas de colofónia com poliolefinas, produzidas por catálise com metalocenos, através da modificação estrutural dos componentes da colofónia. Com este projeto, pretende-se, ainda, promover a utilização de matérias-primas de fontes renováveis, a valorização das Resinas Naturais e obter produtos adesivos com elevada estabilidade, homogeneidade e transparência (Figura 4). O desenho das transformações químicas sustentáveis e inovadoras em desenvolvimento no âmbito deste projeto, tem vindo a envolver a utilização de métodos de Química Computacional avançados, cuja utilização tem permitido acelerar as estratégias laboratoriais, quer no planeamento das experiências, quer na interpretação dos resultados obtidos.



@ ColLAB ForestWISE

O projeto **Resetfinas** tem como objetivo o desenvolvimento de uma infraestrutura laboratorial para a produção de derivados de colofónia, mais flexível e robusta, e capaz de suportar variações de pressão e vácuo significativas, aliadas a perfis de temperatura distintos em diferentes ambientes de processamento. Pretende-se ainda desenvolver várias tipologias de reação e conjugar as mesmas em processos de polimerização controlados, com vista à obtenção de derivados com performance química e tecnológica diferenciados dos atuais

*standard*. Os atuais derivados não atingem o grau de modificação estrutural suficiente que lhes permita uma vasta compatibilidade com todos os elastómeros e copolímeros de bloco usados nas indústrias dos adesivos e borrachas, nomeadamente com as novas poliolefinas obtidas por catálise com metalocenos.

Américo J. S. Alves,<sup>a</sup> Jéssica Macedo,<sup>a</sup> Cláudia Alves,<sup>a</sup> Anna Luíza B. Brito,<sup>a</sup> Licínia L. G. Justino,<sup>b</sup> Cláudio M. Nunes,<sup>a</sup> António J. Lopes Jesus,<sup>b</sup> Dina Murtinho,<sup>a</sup> Marta Pineiro,<sup>a</sup> Rui Fausto,<sup>a</sup> Teresa M. V. D Pinho e Melo,<sup>a\*</sup>  
<sup>a</sup>CQC-IMS, Departamento de Química, Universidade de Coimbra  
<sup>b</sup>CQC-IMS, Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra  
<sup>\*</sup>tmelo@ci.uc.pt

**Agradecimentos:** O IMS-CQC é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (projectos UI0313B/QUI/2020, UI0313P/QUI/2020 e LA/P/0056/2020). Os autores agradecem ao Laboratório de Computação Avançada da Universidade de Coimbra (LCA-UC; <https://www.uc.pt/lca>) pelos recursos computacionais cedidos. Os projetos Resfinas e Resetfinas são financiados pelo Projeto Integrado RN21 – Inovação na Fileira da Resina Natural para o Reforço da Bioeconomia Nacional, financiado pelo Fundo Ambiental através da Componente I2 – Promoção da Bioeconomia Sustentável (Investimento TC-C12-i01 – Bioeconomia Sustentável N.º 02/C12- i01/202), com fundos europeus atribuídos a Portugal pelo PRR, no âmbito do Mecanismo de Recuperação e Resiliência (MRR) da União Europeia (EU), enquadrado no Next Generation UE, para o período de 2021 -2026. [Empresa Parceira: United Resins - Produção de Resinas S.A.]

- Kugler, S.; Ossowicz, P.; Malarczyk-Matusiak, K.; Wierzbicka, E. Advances in Rosin-Based Chemicals: The Latest Recipes, Applications and Future Trends. *Molecules* 2019, 24, 1651.  
- Zaoui, A., Mahendra, V., Mitchell, G. et al. Design, Synthesis and Thermo-chemical Properties of Rosin Vinyl Imidazolium Based Compounds as Potential Advanced Biocompatible Materials. *Waste Biomass Valor*, 2020, 11, 3723.  
- X. Q. Liu, W. B. Xin and J. W. Zhang, Rosin-based acid anhydrides as alternatives to petrochemical curing agents, *Green Chem.*, 2009, 11, 1018.  
- Malikova, R., Sakhautdinov, I. Maleated rosin-derived advanced materials: preparation, properties and application. *J Iran Chem. Soc.*, 2022, 19, 3229.  
- Silvestre, A.J.D.; Gandini, A. Chapter 4-Rosin: Major sources, properties and applications. In *Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources*; Elsevier: Amsterdam, the Netherlands, 2008; pp. 67–88, ISBN 978-0-08-045316-3.

UNIVERSIDADE DE AVEIRO

# DIGITALIZAÇÃO E ROBOTIZAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE SEGUNDA TRANSFORMAÇÃO DA RESINA NATURAL

A digitalização e robotização de processos na indústria de segunda transformação da Resina Natural, impulsionado pelo Projeto Integrado RN21, representam um avanço significativo no setor. Estas duas tendências tecnológicas, a digitalização e a robotização, estão a redefinir a forma como as empresas operam e promete melhorar drasticamente a eficiência, qualidade e competitividade das operações. A digitalização envolve a integração de tecnologias digitais em todos os processos das operações, enquanto a robotização emprega robôs industriais sofisticados para automatizar tarefas complexas. A integração destes elementos é essencial para a Indústria 4.0, onde a interconexão de máquinas, sistemas e seres humanos impulsiona a produção inteligente e eficiente. Além disso, a utilização do conceito de *Digital Twin* permite a criação de réplicas virtuais precisas dos processos, o que possibilita a simulação, análise e otimização em tempo real. No contexto do Projeto Integrado RN21, estas tecnologias convergem para melhorar a eficiência operacional, a qualidade dos produtos e a competitividade das empresas na indústria de transformação da Resina Natural. De seguida, apresentaremos em detalhes como a digitalização, a robotização e o *Digital Twin* podem ser aplicados com sucesso neste setor em transformação.

## Digitalização

A digitalização está a redefinir a maneira como vivemos e trabalhamos. Este processo de transformação envolve a integração de ferramentas e sistemas digitais em vários aspetos das operações de uma empresa. No

atual cenário competitivo, a digitalização tornou-se essencial para as empresas se manterem relevantes e prosperarem, permitindo que as organizações se adaptem às rápidas mudanças de condições de mercado, atendam às expectativas dos clientes e otimizem os seus processos para maior eficiência e produtividade. A digitalização é uma das principais características da indústria 4.0 e desempenha um papel fundamental nesse contexto. Na indústria 4.0, a digitalização refere-se à integração e utilização de tecnologias digitais avançadas em todos os aspectos da cadeia de produção. O Projeto Integrado RN21 promove a digitalização das empresas da indústria transformadora da Resina Natural em busca de uma maior eficiência e produtividade, rumo à indústria 4.0.

A digitalização é o uso de tecnologias digitais para mudar um modelo de negócios e fornecer novas receitas e oportunidades de geração de valor<sup>[1]</sup>, envolvendo a integração de ferramentas e sistemas digitais em vários aspetos das operações de uma empresa, desde a gestão e comunicação até à produção e atendimento ao cliente.

A digitalização traz benefícios significativos à indústria transformadora da Resina Natural, incluindo melhorias na eficiência operacional, otimização da qualidade do produto, rastreabilidade e sustentabilidade, tomada de decisões baseada em dados e integração da cadeia de abastecimento. Ao adotarem tecnologias digitais, as empresas podem aumentar a produtividade, a transparência e a inovação, ao mesmo tempo que satisfazem a procura do mercado de produtos sustentáveis e de elevada qualidade.

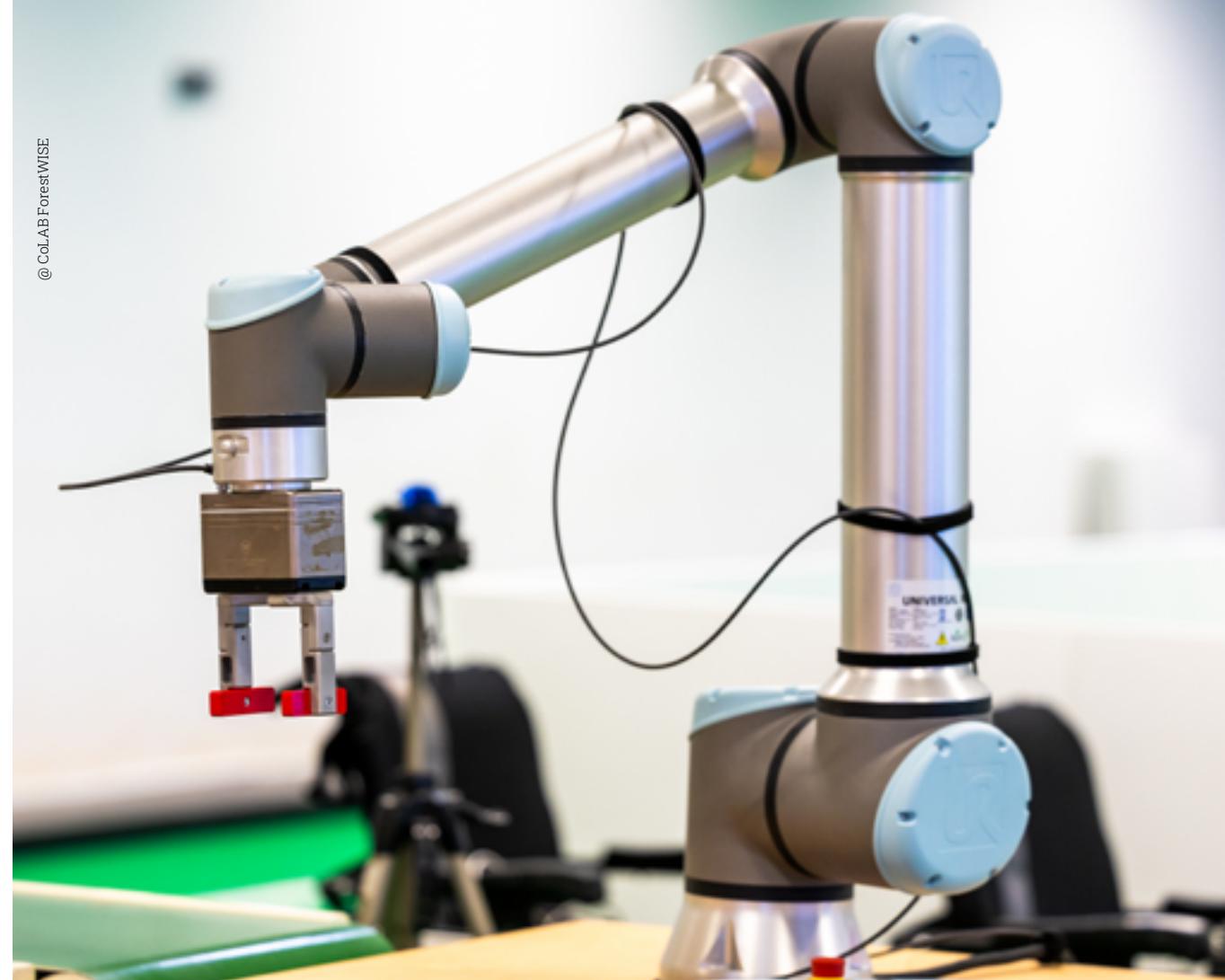
### Definição de Indústria 4.0

A Indústria 4.0 refere-se a uma nova fase da revolução industrial que combina avanços tecnológicos como a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), robótica avançada, impressão 3D, realidade aumentada e outras tecnologias digitais para criar sistemas de produção mais inteligentes, eficientes e conectados. Esta nova era industrial procura a interligação de máquinas, sistemas e seres humanos, através da digitalização e da automatização, para aumentar a produtividade, a flexibilidade e a personalização da produção<sup>[2]</sup>.

Na Indústria 4.0, as fábricas e os processos de produção caracterizam-se pela recolha e análise de grandes volumes de dados em tempo real, permitindo

uma tomada de decisão mais informada e preditiva. Para além disso, a comunicação entre máquinas (comunicação máquina-a-máquina) e a integração de toda a cadeia de valor são fundamentais, com o objetivo de criar uma rede de produção inteligente.

A Indústria 4.0 tem o potencial de transformar não só a forma como os produtos são fabricados, mas também a forma como as empresas operam e interagem com os seus clientes. Esta revolução industrial pode ser muito benéfica para a indústria transformadora da Resina Natural através do Projeto Integrado RN21, com aumento da eficiência, redução de custos, melhoria da qualidade, personalização de produtos e serviços, bem como abrindo caminho para novos modelos de negócio e oportunidades de inovação.



### Robotização

A robotização tem desempenhado um papel fundamental na automatização dos processos industriais em todo o mundo. Com o avanço da tecnologia, os robôs industriais tornaram-se cada vez mais sofisticados, eficientes e versáteis, proporcionando benefícios significativos às indústrias, como o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade dos produtos e a redução dos custos. A indústria transformadora da Resina Natural também beneficiará da robotização dos seus processos produtivos através do Projeto Integrado RN21, resultando no aumento da eficiência e produtividade operacional, e também abrindo caminho para um futuro cada vez mais automatizado e tecnologicamente avançado nesta indústria.

### Definição de Robótica Industrial

A robótica industrial é um campo da engenharia que lida com o *design*, desenvolvimento, implementação e controlo de robôs utilizados em ambientes industriais. Os robôs industriais são máquinas reprogramáveis, multifuncionais e capazes de executar tarefas complexas de forma autónoma ou em colaboração com os operadores humanos. São projetados para realizar uma ampla gama de atividades, desde a montagem de produtos, manuseamento de materiais, soldadura, pintura, e até controlo de qualidade<sup>[3]</sup>.



@ CoLAB ForestWISE

## Requisitos dos Sistemas de Robótica Industrial

A robotização dos processos produtivos implica a consideração cuidada de vários requisitos fundamentais, transversais a diferentes ambientes industriais. Para garantir o sucesso da implementação de sistemas de robótica industrial, destacam-se os seguintes requisitos:

- **Eficiência Operacional:** Os sistemas robóticos devem ser concebidos para otimizar a eficiência do processo, reduzindo o tempo de produção, minimizando o desperdício e maximizando a produtividade global.
- **Precisão e Repetibilidade:** A precisão dos robôs é crucial para garantir a conclusão precisa das tarefas ao longo do tempo, assegurando uma qualidade consistente do produto e minimizando os erros operacionais.

- **Segurança:** A integração de sistemas de segurança é essencial para proteger os operadores e outros equipamentos de possíveis colisões ou situações de risco durante a interação com os robôs.
  - **Flexibilidade:** Os sistemas de robótica devem ser adaptáveis a diferentes tarefas e processos de produção, permitindo uma rápida reconfiguração para responder a novas exigências e variações na produção.
  - **Comunicação e Integração:** A capacidade de integração com outros sistemas de automação e controlo é essencial para permitir uma comunicação eficiente entre robôs e outros dispositivos no ambiente de fabrico.
  - **Manutenção Simplificada:** Os sistemas robóticos devem ser concebidos tendo em conta a facilidade de manutenção, permitindo um diagnóstico rápido e uma substituição eficiente das peças.
  - **Custos e Retorno sobre Investimento (ROI):** A análise custo-benefício é crucial para determinar a viabilidade da implementação de sistemas robóticos e garantir um ROI favorável a longo prazo.
  - **Formação e Capacitação:** Os operadores devem receber formação adequada para operar, monitorizar e interagir com os robôs, maximizando a sua produtividade e segurança no local de trabalho.
  - **Conformidade Regulamentar:** Os sistemas de robótica devem cumprir os regulamentos e as normas de segurança relevantes para o sector industrial em que estão a ser aplicados.
- A consideração cuidada destes requisitos proporciona uma base sólida para a implementação bem-sucedida dos sistemas de robótica industrial em diversos processos produtivos, resultando em maior eficiência, produtividade e competitividade para as empresas da indústria transformadora da Resina Natural.

## Digital Twin

A utilização de *Digital Twin* tem vindo a tornar-se cada vez mais relevante e impactante na indústria em todos os sectores, incluindo a indústria transformadora de resinas naturais. Esta tecnologia permite a criação de uma réplica digital de um produto, processo ou sistema físico, possibilitando a sua monitorização, simulação e análise em tempo real. Com o *Digital Twin*, as empresas da indústria de transformação de Resinas Naturais podem ter uma visão aprofundada dos seus processos industriais para otimizar a tomada de decisões, aumentar a eficiência operacional e reduzir os custos de manutenção. Com isto, é possível prever falhas e realizar simulações antes de implementar uma mudança no processo industrial real, permitindo o teste de vários cenários e a otimização do processo produtivo.

Um *Digital Twin* é um modelo gerado por computador para representar objectos ou sistemas reais <sup>[4]</sup>. Este conceito foi introduzido pela primeira vez em 2002 por Michael Grieves e, desde então, os conceitos e tecnologias associados evoluíram significativamente <sup>[5]</sup>. O *Digital Twin* é criado a partir de dados relativos às características físicas e operacionais do produto, máquina ou processo. Estas características incluem a lista de materiais, as propriedades mecânicas, a lógica de controlo, o estado operacional, o desempenho e o diagnóstico do objeto físico. O conceito de *Digital Twin* consiste num espaço real com o objeto físico, um espaço virtual com o objeto virtual e uma troca de dados entre eles <sup>[6]</sup>. Desta forma, o *Digital Twin* pode ser visto como uma réplica digital do objeto ou sistema físico. A principal característica de um *Digital Twin* é a troca de dados em tempo real, permitindo a sincronização contínua ou periódica entre o objeto físico e o respetivo modelo virtual, conhecido como *Digital Thread*<sup>[7]</sup>. Isto permite ao *Digital Twin* não só replicar o objeto físico mas também imitar exatamente o seu comportamento. A direção da informação é principalmente do objeto físico para o objeto virtual. No entanto, o objeto virtual pode enviar dados e informações para o objeto físico. A

implementação de um *Digital Twin* apresenta muitas vantagens para a gestão e teste do objeto físico. Por exemplo, através da utilização de modelos e técnicas de aprendizagem automática, é possível prever comportamentos futuros para melhorar e otimizar a produtividade do processo associado ao objeto físico. Um *Digital Twin* pode também ser utilizado para efetuar uma monitorização contínua através da aquisição de dados em tempo real. Isto permite que o *Digital Twin* forneça informações para ajudar na tomada de decisões empresariais e no controlo do sistema físico. Os *Digital Twin* podem também fornecer uma plataforma de teste para verificar diferentes cenários, de modo a escolher o mais eficiente e, assim, aumentar o desempenho do sistema.



## Integração entre Digitalização e Robotização

No âmbito do Projeto Integrado RN21 prevê-se a instalação de plataformas digitais e sistemas robóticos para a melhoria de processos industriais, prevendo-se um aumento da eficiência e da qualidade destes processos. Neste sentido, o *Digital Twin* irá trabalhar no âmbito das plataformas digitais para criar um ambiente virtual para a simulação de sistemas robóticos reais, representando de forma fiável os processos associados a este sistema. Assim, o *Digital Twin* é a integração entre a digitalização e robotização descritos anteriormente, agregando as vantagens de cada um num sistema completo e versátil. Estes sistemas robóticos serão

utilizados para a produção de derivados de colofónia, e o *Digital Twin* será crucial para otimizar e aumentar a eficiência destes processos de produção. O *Digital Twin* trocará informações entre o sistema virtual e o sistema real, tais como taxas de produção, estrangulamentos do sistema, condições de funcionamento, avarias, parâmetros de controlo para otimização da produção, nível de integridade estrutural dos activos, modos e taxas de falha, bem como requisitos para reparações e substituições a curto prazo. Esta informação pode ser utilizada para realizar cenários de simulação "*what-if*", otimizando a produção e reduzindo os tempos de paragem, aumentando assim a eficiência produtiva do sistema robótico.



## CONCLUSÃO

Em conclusão, a digitalização e robotização de processos na indústria de segunda transformação da Resina Natural representam uma revolução tecnológica que promete transformar radicalmente a forma como as empresas operam neste setor. A digitalização está a abrir novas possibilidades, permitindo que as empresas melhorem a eficiência operacional, a qualidade do produto e a sustentabilidade, enquanto a robotização oferece uma automação avançada que impulsiona a produtividade e a redução de custos. A integração dessas tecnologias é essencial para atingir os objetivos da Indústria 4.0, criando ambientes de produção mais inteligentes e conectados. Além disso, a utilização do conceito de *Digital Twin* permite simular

e otimizar processos em tempo real, reduzindo o risco e aumentando a eficiência.

No âmbito do Projeto Integrado RN21, estas inovações estão a ser aplicadas de forma estratégica para melhorar os processos industriais na indústria de segunda transformação da Resina Natural. A combinação da digitalização, robotização e *Digital Twin* está a impulsionar a indústria de segunda transformação da Resina Natural em direção a um futuro mais eficiente, competitivo e tecnologicamente avançado. O Projeto Integrado RN21 é um exemplo inspirador de como a tecnologia pode ser aplicada com sucesso para impulsionar a transformação da indústria.

Lucas Dal'Col e Eurico Pedrosa  
IEETA, DETI, LASI, Universidade de Aveiro

<sup>[1]</sup> P. Parviainen, M. Tihinen, J. Kääriäinen, and S. Teppola, "Tackling the digitalization challenge: How to benefit from digitalization in practice," *Int. J. Inf. Syst. Proj. Manag.*, vol. 5, no. 1, pp. 63–77, 2017, doi: 10.12821/ijispm050104.

<sup>[2]</sup> B. P. Santos, F. Charrua-Santos, and T. M. Lima, "Industry 4.0: An Overview," in *Proceedings of the World Congress on Engineering - WCE 2018*, 2018, vol. II.

<sup>[3]</sup> B. Siciliano and O. Khatib, Eds., *Springer Handbook of Robotics*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008.

<sup>[4]</sup> M. Segovia and J. Garcia-Alfaro, "Design, Modeling and Implementation of Digital Twins," *Sensors*, vol. 22, no. 14, p. 5396, Jul. 2022, doi: 10.3390/s22145396.

<sup>[5]</sup> D. J. Wagg, K. Worden, R. J. Barhorpe, and P. Gardner, "Digital Twins: State-of-the-Art and Future Directions for Modeling and Simulation in Engineering Dynamics Applications," *ASCE-ASME J Risk Uncert Engrg Sys Part B Mech Engrg*, vol. 6, no. 3, Sep. 2020, doi: 10.1115/1.4046739.

<sup>[6]</sup> M. Grieves, "Digital Twin : Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication - A Whitepaper by Dr . Michael Grieves," White Pap., no. March, pp. 1–7, 2014.

<sup>[7]</sup> B. R. Barricelli, E. Casiraghi, and D. Fogli, "A Survey on Digital Twin: Definitions, Characteristics, Applications, and Design Implications," *IEEE Access*, vol. 7, no. MI, pp. 167653–167671, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2953499.

# COMUNICAÇÃO

Na vanguarda da inovação sustentável, o RN21 partilha conhecimentos e avanços, ligando os intervenientes na Resina Natural rumo a um futuro mais ecológico e próspero.



A apresentação pública do Projeto Integrado RN21, que ocorreu a 10 de outubro de 2023 nas instalações da United Resins na Figueira da Foz, foi um marco significativo na divulgação do projeto e na sensibilização do público para a importância do setor da Resina Natural. Reunindo o Consórcio RN21 e representantes da Indústria, Academia, Governo e Administração, entre outros, o evento foi uma oportunidade crucial para apresentar os objetivos, iniciativas e o impacto esperado do Projeto. A comunicação e divulgação são elementos fundamentais para alcançar os objetivos do Projeto Integrado. As ações de comunicação previstas irão

alcançar estes objetivos através da promoção do conhecimento sobre a Resina Natural, destacando as suas propriedades, benefícios e aplicações, bem como com a divulgação dos resultados alcançados no Projeto e a promoção de toda a cadeia de valor. A comunicação desempenha assim um papel central na consolidação da imagem da Resina Natural e dos seus derivados como um produto sustentável e de valor acrescentado. Para atingir os objetivos propostos, o RN21 pretende implementar uma estratégia de comunicação diversificada, abrangendo tanto ações *online* quanto presenciais. As atividades *online* incluem a criação de um *website*, *redes sociais*, *podcasts* e *webinars*,

utilizados para disseminar informações sobre o projeto, as suas iniciativas e resultados, além de serem canais para interação e discussões sobre a Resina Natural. O Projeto realizará ainda ações presenciais, como palestras, *workshops* e visitas de campo, proporcionando oportunidades valiosas para os parceiros se conhecerem, trocarem ideias e estabelecerem colaborações estratégicas. A divulgação das aplicações da resina e dos seus derivados é o principal objetivo da comunicação do Projeto Integrado. Esta divulgação tem como objetivo promover o caráter sustentável, natural e renovável dos produtos derivados de Resina Natural e com isso

estimular o mercado a integrar estes produtos. Assim, o RN21 propõe-se a criar e registar uma marca distintiva associada a um Selo de certificação que permitirá uma comunicação mais eficaz dos benefícios específicos que os produtos com esse Selo oferecem em relação aos restantes existentes no mercado, destacando a sua origem natural, renovável e sustentável. Esperamos com isto fomentar toda a cadeia de valor, criando emprego e coesão territorial, contribuindo assim para a transição climática.



## REDES SOCIAIS

As redes sociais do Projeto Integrado RN21, têm como objetivo estreitar a relação com o público e facilitar a comunicação. Esta iniciativa reflete o nosso compromisso em manter todos os intervenientes atualizados sobre os desenvolvimentos mais recentes do Projeto, proporcionando um espaço para interações mais próximas, partilha de informações valiosas e a criação de uma comunidade envolvida em torno da Resina Natural e da nossa visão de um futuro mais sustentável.

## PODCAST RN 360°

No mês de novembro lançámos o segundo episódio do nosso *podcast* Resina Natural 360°. Neste *podcast* convidámos o Presidente da Resipinus, Marco Ribeiro, a proporcionar aos ouvintes uma visão aprofundada sobre as "Inovações tecnológicas na exploração da resina e na gestão florestal de povoamentos de pinheiro-bravo". Este *podcast* é a oportunidade perfeita para explorar detalhes fascinantes e objetivos deste Projeto inovador, liderado pelo CoLAB ForestWISE.

## WEBINAR RN21

No próximo dia 12 de dezembro, pelas 14h30, será realizado o próximo *webinar* RN21. Iremos convidar Maria Emília Silva, Professora Auxiliar da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e investigadora do CITAB – Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas, como oradora, que irá falar sobre "Técnicas de extração da Resina Natural: métodos tradicionais e inovadores". Inscreva-se no *website* do Projeto.

