



**Politécnico
Castelo Branco**
Escola Superior Agrária

**Planeamento, Gestão e
Monitorização de Recursos
Agroflorestais**

Ferramentas de apoio à decisão

Cristina Alegria

Dezembro 2024

Resumo

Os artigos apresentados mostram uma trajetória de investigação centrada no desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão para o planeamento, gestão e monitorização sustentável dos recursos agroflorestais.

A investigação iniciou-se com uma questão fundamental: como estimar de forma rigorosa o volume comercial das árvores de pinheiro-bravo sem recorrer ao seu abate? Para responder a este problema foram desenvolvidos modelos de volume, perfil do tronco e volumes mercantis adaptados aos povoamentos da região de Castelo Branco, fornecendo informação essencial para a valorização económica da madeira.

A partir desta base, surgiu uma nova questão: como prever a evolução dos povoamentos ao longo do tempo? O desenvolvimento do modelo PBIRROL permitiu simular o crescimento e a produção de povoamentos irregulares de pinheiro-bravo originados por regeneração natural, ultrapassando as limitações dos modelos existentes para estruturas regulares.

Dispondo de modelos de crescimento, a investigação evoluiu para a avaliação de cenários silvícolas. Procurou-se determinar quais as opções de gestão mais produtivas e economicamente rentáveis, demonstrando que diferentes objetivos de produção exigem diferentes estratégias de intervenção.

Seguidamente, o foco deslocou-se para a realidade da floresta privada portuguesa, analisando os impactos dos incêndios, do abandono da gestão e da expansão do eucalipto. Os resultados evidenciaram a necessidade de políticas mais eficazes e de mecanismos de monitorização da implementação das orientações florestais.

A investigação expandiu-se depois para a escala da paisagem, procurando identificar fatores de sucesso na arborização, promover a recuperação de áreas degradadas e integrar objetivos de produção, biodiversidade e mitigação do risco de incêndio através do planeamento multifuncional da paisagem.

Posteriormente, foram comparadas as florestas de pinheiro-bravo e de eucalipto, avaliando produção, impactos ambientais e alterações na ocupação do solo. Esta linha conduziu à modelação da distribuição potencial das espécies sob cenários de alterações climáticas, fornecendo ferramentas para orientar futuras decisões de arborização.

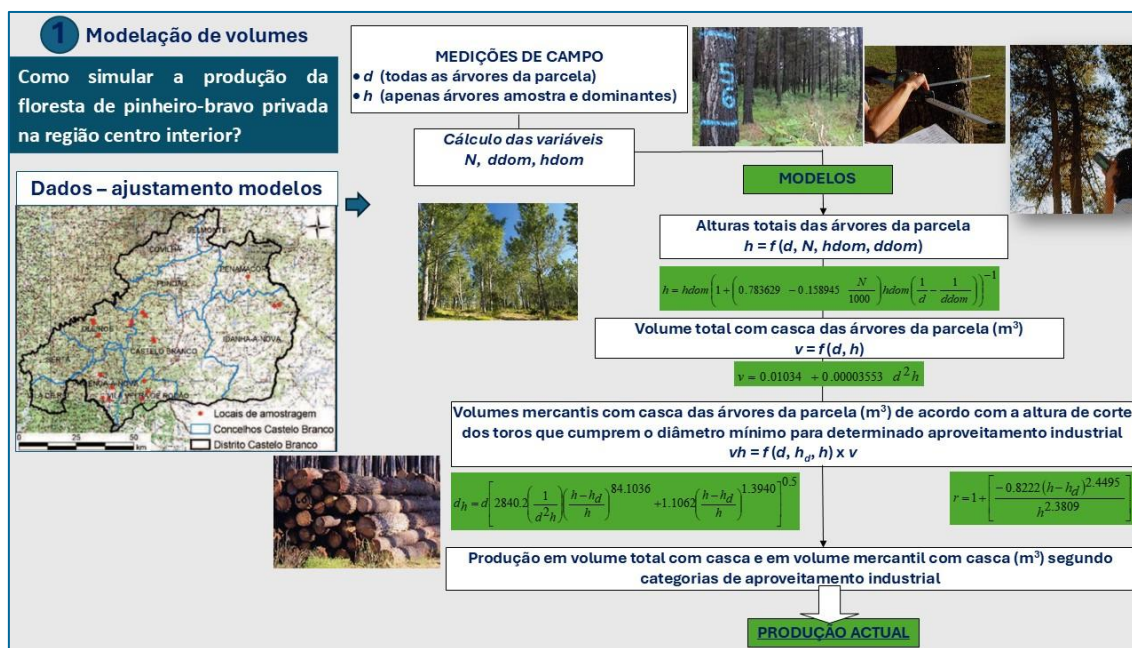
Finalmente, a investigação integrou técnicas de deteção remota e imagens Sentinel para monitorizar vegetação, biomassa, incêndios e qualidade da água, consolidando um sistema de apoio à decisão baseado em modelação, sistemas de informação geográfica e monitorização contínua dos recursos naturais.

Índice

1.	Modelação de volumes – pinheiro-bravo	1
2.	Modelação do crescimento e produção – pinheiro-bravo	3
3.	Modelos de simulação – ferramentas de apoio à gestão.....	5
4.	Floresta de pinheiro-bravo privada – gestão	7
5.	Arborização – fatores de sucesso.....	9
6.	Planeamento integrado da paisagem	11
7.	Florestas de pinheiro-bravo e de eucalipto – produção e incêndios	17
8.	Modelação biofísica – distribuição das espécies e alterações climáticas	19
9.	Monitorização de recursos – técnicas de deteção remota	23

1. Modelação de volumes – pinheiro-bravo

Resumo gráfico



Sinopse

No início da década de 90 do século 20, o pinheiro-bravo era a espécie mais representativa da floresta de Portugal Continental (40%; 1252,3 mil ha). Esta floresta situava-se principalmente na região Centro do País constituída por uma grande mancha florestal contínua. É sabido que a Norte do rio Tejo o regime de propriedade é essencialmente privado e de pequena dimensão. Assim, a floresta de pinheiro-bravo da região Centro, embora ocupando geograficamente uma extensa área contínua, é no plano cadastral um imenso retalho de pequenas propriedades privadas (minifúndio), que tem dificultado a execução de estudos nesta floresta.

Numa perspetiva do proprietário florestal, um dos procedimentos que se revelam de marcado interesse é a cubagem das árvores, com vista à determinação do seu volume. A avaliação do volume da árvore, e consequentemente o volume do povoamento, é vital para a comercialização da madeira. Porém, a determinação do volume da árvore por medições diretas implica o abate das árvores o que nem sempre é possível. Assim, os volumes da árvore são estimados recorrendo a modelos de simulação, tendo por base a medição de variáveis expeditas e de recolha pouco dispendiosa, como sejam o diâmetro da árvore e a altura da árvore.

Existem diversas tipologias de modelos (e.g., para simulação do volume total, dos volumes percentuais e do perfil de tronco), que de forma integrada permitem simular o volume total da árvore e os volumes mercantis de acordo com a toragem desejada e dimensão comercial dos diâmetros dos toros, exigidos para um determinado fim industrial. Tal, é de extrema importância na medida em que o preço de venda da madeira de pinheiro-bravo varia consoante o seu destino industrial (e.g., madeira, rolaria e lenha).

Quando da realização deste estudo os modelos existentes para o pinheiro-bravo eram generalistas, aplicáveis para Portugal Continental ou para grandes regiões do País, e não permitiam obter os volumes mercantis da árvore de forma flexível e detalhada. Assim, foi objetivo deste estudo realizar o ajustamento de várias tipologias de modelos, designadamente, modelos de volume total, de volume percentual e de perfil de tronco, para os povoamentos puros de pinheiro-bravo no distrito de Castelo Branco. Para o efeito, teve-se por base os dados recolhidos entre 1987 e 1989 em 146 árvores (1588 observações) em povoamentos puros desta espécie na área em estudo.

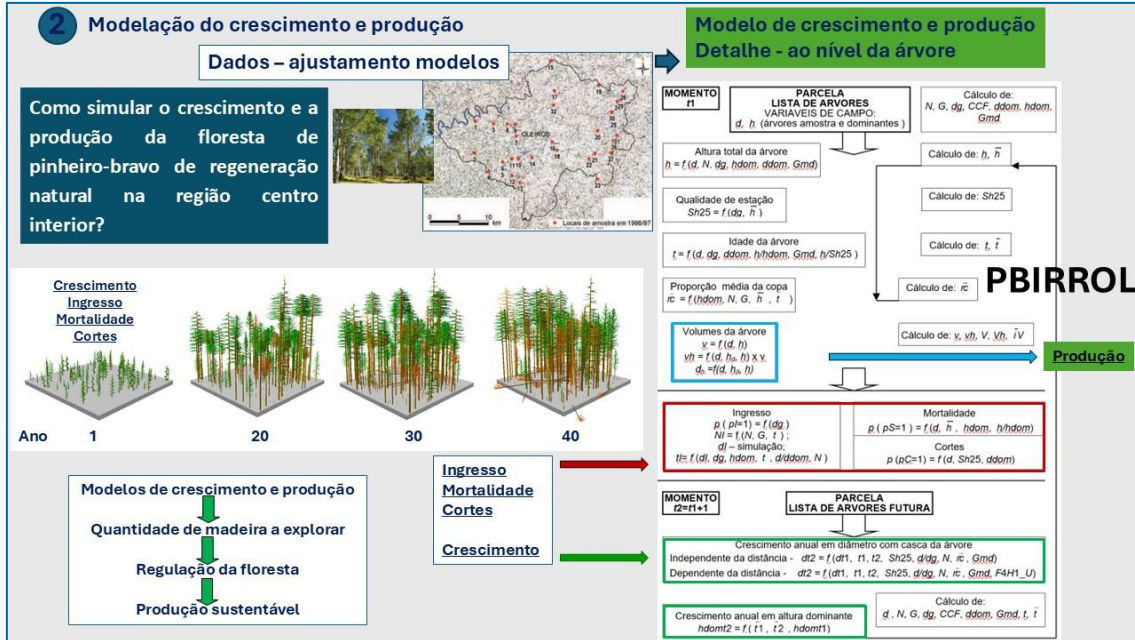
Os modelos de simulação obtidos são ferramentas indispensáveis para apoiar a decisão e rentabilizar economicamente a venda da madeira de pinheiro-bravo na região em estudo de acordo com as especificações comerciais para o destino industrial pretendido. Estes modelos são ainda uma das componentes necessárias para o desenvolvimento de um modelo de crescimento e produção para a espécie e área de estudo.

Referências

- Alegria, C. M. M. 1993. Predição do Volume Total, Volumes Mercantis, Perfil do Tronco e Sistemas de Equações Compatíveis para a *Pinus pinaster* Aiton no Distrito de Castelo Branco. **Tese de Mestrado**. Curso de Mestrado em Produção Vegetal. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.11/329>
- Alegria, C. M. M. 2007. Modelos para a Predição de Volumes do Pinheiro Bravo na Região de Castelo Branco. Revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco. **Agroforum nº19 Ano 15, pg 17-22**. <http://hdl.handle.net/10400.11/178>
- Alegria, C. and Tomé, M. 2011. A set of models for individual tree merchantable volume prediction for *Pinus pinaster* Aiton in central inland of Portugal. European Journal of Forest Research: Volume 130, Issue 5 (2011), Page 871-879. <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s10342-011-0479-3>

2. Modelação do crescimento e produção – pinheiro-bravo

Resumo gráfico



Sinopse

Os modelos de crescimento e produção apresentam-se como uma das principais ferramentas para o ordenamento e gestão da floresta. Os modelos de crescimento e produção são constituídos por um sistema de equações integradas que simulam o crescimento e produção de um povoamento florestal sobre uma ampla variedade de condições.

Na década de 90 do século 20, para a floresta de pinheiro-bravo em Portugal Continental, dispunha-se apenas do modelo de crescimento e produção PBRAVO. O modelo PBRAVO foi desenvolvido a partir de dados obtidos em inventários florestais contínuos nos povoamentos de pinheiro-bravo da Mata Nacional de Leiria, que tiveram a sua origem por sementeira e por plantação, e portanto de estrutura regular. Esse modelo foi depois alargado para o País, a partir dos dados do Inventário Florestal Nacional de 1985.

Conceptualmente o PBRAVO é um modelo desenvolvido ao nível do povoamento, baseado na distribuição de frequências diamétricas, recorrendo para o efeito à distribuição de Weibull. Resulta assim, que o modelo PBRAVO permite simular a produção do povoamento, em volume total e volumes mercantis (e.g. volume de madeira, volume de rolaria e lenha), por classes de dimensão, ao longo de um período específico de idades, para determinada produtividade de estação e determinadas opções de desbaste (tipo, intensidade e periodicidade).

Porém, os povoamentos de pinheiro bravo da região Centro, são provenientes quase exclusivamente de regeneração natural. Consequentemente apresentam, na sua maioria, uma estrutura irregular, para além de uma quase ausência de gestão segundo

critérios técnicos. Nesse sentido, desenvolveu-se um modelo de crescimento e produção ao nível da árvore individual, o PBIRROL, que conseguisse traduzir a dinâmica do crescimento e produção dos povoamentos puros de pinheiro-bravo, de estrutura irregular, originados por regeneração natural. A área de estudo considerada foi o concelho de Oleiros. Os locais de amostragem tiveram por base o conhecimento da variabilidade das condições de crescimento destes povoamentos observada em estudos anteriores (e.g. densidade, idade e produtividade). As parcelas foram instaladas de setembro de 1996 a março de 1997 e acompanhadas durante 3 anos consecutivos.

O modelo PBIRROL foi desenvolvido considerando os seguintes sub-modelos: qualidade de estação, crescimento anual em diâmetro com casca de árvore individual, idade da árvore individual, crescimento anual em altura dominante, proporção média da copa, lista de árvores futura (ingresso, mortalidade e cortes), altura total da árvore individual e volume total e volumes mercantis da árvore individual.

Validou-se também o modelo PBRAVO para este tipo de povoamentos e área de estudo. Resultou que o modelo PBIRROL se comportou melhor, na simulação de várias variáveis do povoamento ao longo dos três períodos de medição, comparativamente com o modelo PBRAVO. Logo, demonstrando o interesse do modelo PBIRROL como ferramenta para a simulação do crescimento e produção dos povoamentos de pinheiro-bravo puros, de estrutura irregular, na área em estudo. O modelo PBIRROL encontra-se registado na plataforma Formodels do Instituto Europeu de Floresta Plantada.

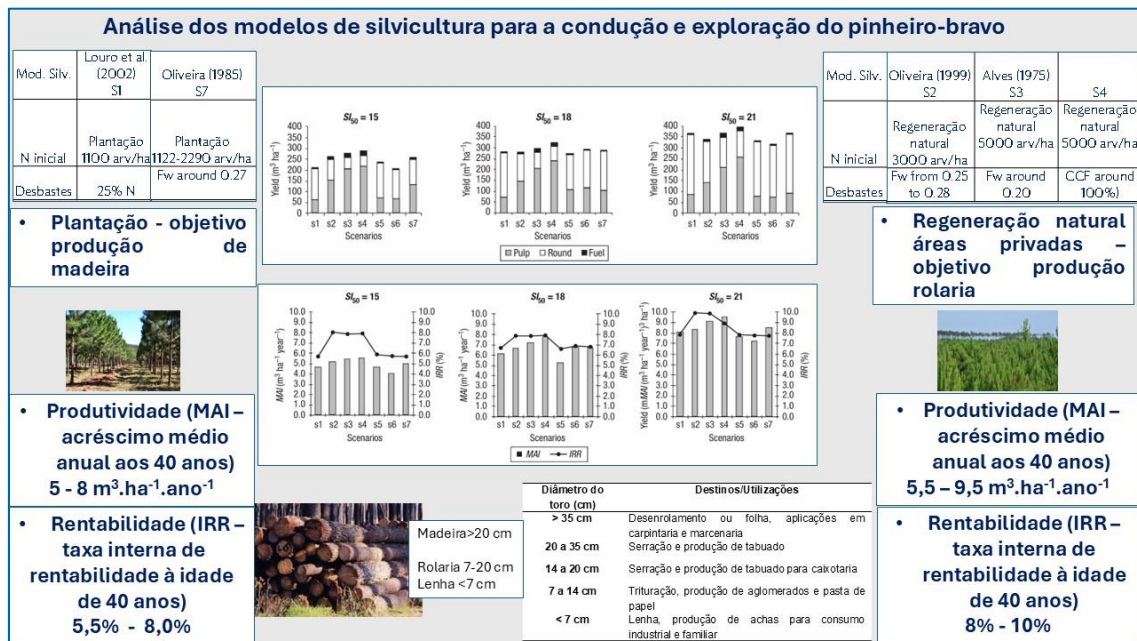
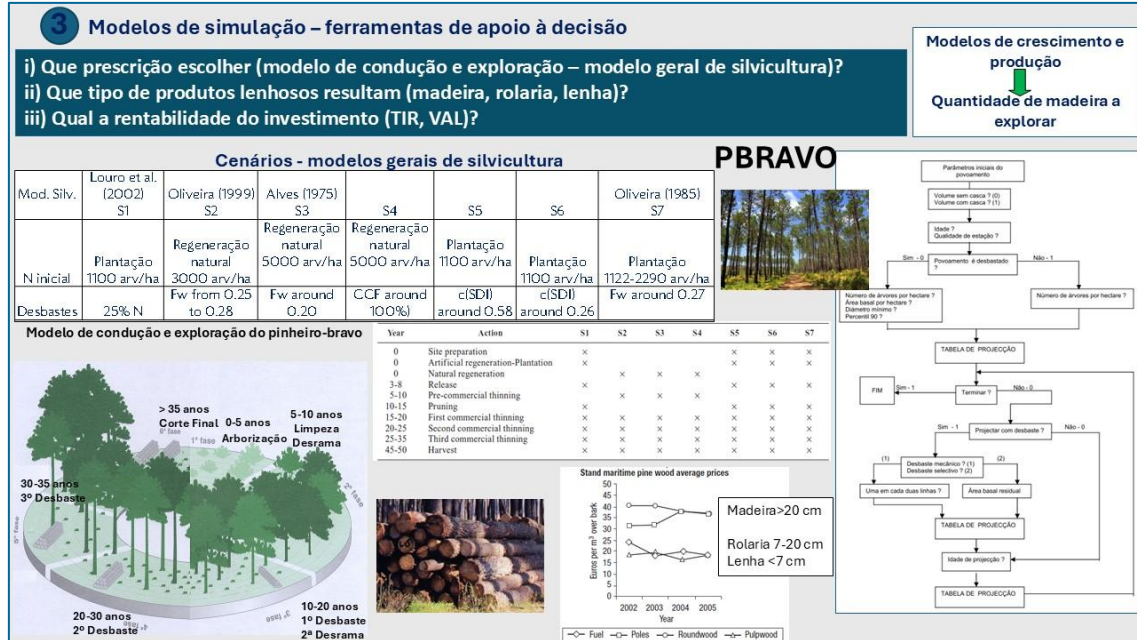
Dos usos mais importantes dos modelo de crescimento e produção incluem não só a capacidade de prever a produção futura mas ainda a de explorar as opções de intervenção silvícola, fornecendo um suporte técnico-científico de apoio à decisão.

Referências

- Alegria, C. M. M. 2004. Estudo da Dinâmica do Crescimento e Produção dos Povoamentos Naturais de Pinheiro Bravo na Região de Castelo Branco. **Tese de Doutoramento em Engenharia Florestal**. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.11/199>
- Alegria, C. M. M. 2007. PBIRROL Modelo de Crescimento e Produção para os Povoamentos de Pinheiro Bravo de Estrutura Irregular do Concelho de Oleiros. Revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco. **Agroforum nº18, Ano 15, pg 13-18**. <http://hdl.handle.net/10400.11/179>
- Alegria C., 2011. Modelling merchantable volumes for uneven aged maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) stands established by natural regeneration in the central Portugal. **Ann. For. Res.** 54(2): 197-214. <http://www.editurasilvica.ro/afr/summary.php?vol=54&nr=2&an=2011&l=alegria&p=197-214>
- Alegria, C. and Tomé, M. 2013. A tree distance-dependent growth and yield model for naturally regenerated pure uneven-aged maritime pine stands in central inland of Portugal. **Annals of Forest Science**: Volume 70, Issue 3 (2013), Page 261-276. doi:10.1007/s13595-012-0262-8
- IEFC. 2024. Formodels database. Register of models for forest. IEFC - Instituto Europeu de Floresta Plantada. https://www.plantedforests.org/pt/formodels_database_forest_modelos_liste/

3. Modelos de simulação – ferramentas de apoio à gestão

Resumo gráfico



Sinopse

Para a gestão da floresta de pinheiro-bravo em Portugal Continental diversos modelos de silvicultura têm sido propostos por vários autores ao longo do fim do século 20. No entanto, estes modelos de silvicultura nunca foram analisados quanto ao seu efeito na produtividade dos povoamentos e quanto à sua rentabilidade económica face ao

produto final obtido (dimensão das árvores e repartição do volume total em volumes mercantis). Assim, foi utilizado o modelo de crescimento e produção PBRAVO, desenvolvido para os povoamentos puros, de estrutura regular, de pinheiro-bravo em Portugal Continental, para simular a produção futura e explorar várias opções de intervenção silvícola.

Para o efeito, foram considerados sete cenários silvícolas (modelos de silvicultura) para três níveis qualidade de estação (baixa, média e alta). Primeiro, foi estimada a produtividade e analisada a dimensão das árvores e a repartição do volume total em volumes mercantis no momento do corte final (40 anos). Depois foi avaliada a rentabilidade económica de cada um dos setes cenários silvícolas para os três níveis qualidade de estação face ao produto final obtido (e.g. volume de madeira, volume rolaria e volume em lenha).

Obtiveram-se produtividades em volume total aos 40 anos entre os 5-9,5 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ consoante o cenário silvícola e o nível de qualidade de estação. Da análise da rentabilidade foram obtidos valores entre 5,5 a 10%, para a taxa interna de retorno do investimento, consoante o cenário silvícola e o nível de qualidade de estação.

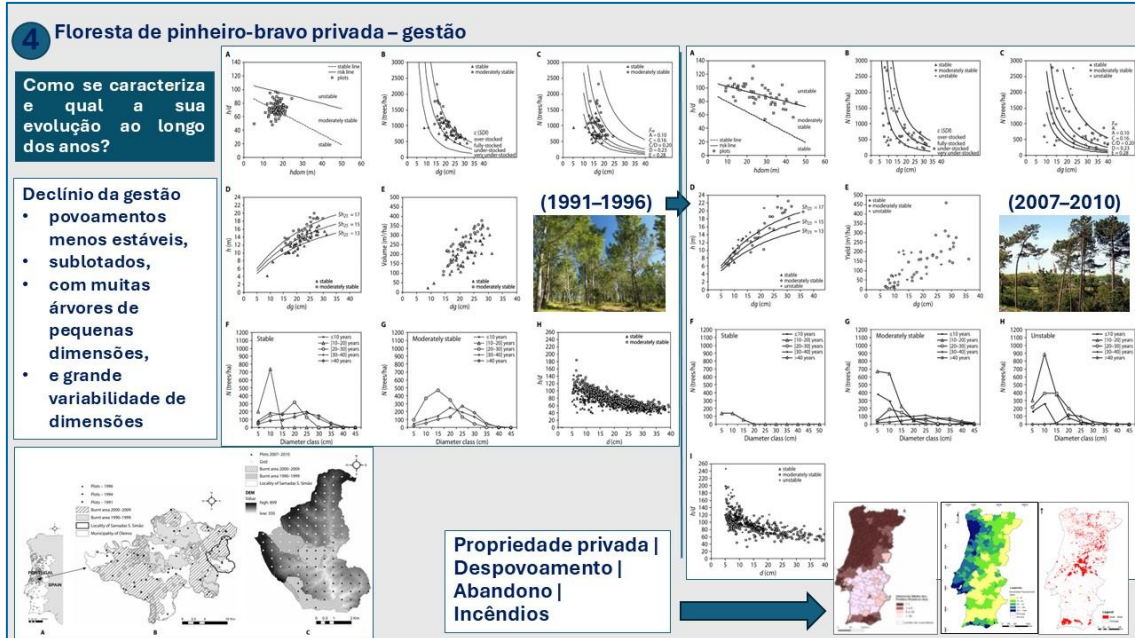
Face aos resultados obtidos, aconselha-se a escolha de um cenário silvícola intensivo, utilizando regeneração artificial por plantação, quando o objetivo de produção é obter madeira de grandes dimensões (e.g., volume de madeira). Enquanto que para as áreas de regeneração natural de pinheiro-bravo, se aconselha a escolha de um cenário silvícola de povoamentos bem lotados, que proporcionará a produção de madeira de pequenas dimensões (e.g., volume de rolaria). Este último cenário permite poupar nos custos de arborização, sendo por isso o mais rentável para a gestão dos povoamentos de pinheiro-bravo obtidos por regeneração natural existentes nas áreas florestais privadas portuguesas.

Referências

Alegria, C. 2011. Simulation of silvicultural scenarios and economic efficiency for maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) management in centre inland of Portugal. **Forest Systems** 20(3), 361-378. doi: <http://dx.doi.org/10.5424/fs/20112003-11070>

4. Floresta de pinheiro-bravo privada – gestão

Resumo gráfico



Sinopse

Em Portugal Continental a floresta de pinheiro-bravo é maioritariamente privada, não industrial. Desde o fim do século 20 que se vem observando uma diminuição da área de pinheiro-bravo em Portugal Continental. Dos fatores que vêm contribuindo para esta tendência salientam-se, designadamente, a incidência dos incêndios florestais e a reconversão florestal principalmente com eucalipto, uma espécie de crescimento rápido.

Na década de 90 do século 20 a reconversão florestal com eucalipto era ainda pouco expressiva na região Centro de Portugal. Esta situação decorre do facto da floresta de pinheiro-bravo desta região estar na posse de pequenos proprietários privados, que pouco ou nenhum investimento realizam nesta floresta. Assim, quer após o corte ou o fogo, devido à forte regeneração natural que a espécie aí apresenta, a floresta tem conseguido regenerar-se naturalmente. São exceções, apenas, as situações em que ocorrem fogos sucessivos na mesma área, que eliminam a regeneração natural existente. Nesse caso, visto que a produção de semente viável só ocorre quando a árvore atinge os 15 anos de idade, perde-se a capacidade do estabelecimento por regeneração natural de novos povoamentos de pinheiro-bravo.

Assim, realizou-se um estudo ao longo de um período de 19 anos (1991 a 2010), tendo por base os dados recolhidos na floresta de pinheiro-bravo do concelho de Oleiros, a qual foi afetada por vários incêndios desde o fim do século 20. O estudo teve os seguintes objetivos: (i) analisar a evolução/alteração das características desta floresta; (ii) analisar

as alterações na área de ocupação desta espécie; e por fim, (iii) explorar se as orientações contidas nos planos setoriais para a floresta têm estado a ser implementadas.

Os resultados deste estudo evidenciaram as seguintes tendências: primeiro, observou-se a diminuição das áreas de pinheiro-bravo e o declínio na sua gestão (os povoamentos estão agora com menor estabilidade à queda de árvores, estão sub-lotados, e são compostos por um grande número de árvores de pequena dimensão e apresentam também uma maior variabilidade na dimensão das árvores); segundo, observou-se o aumento das áreas de matos e de eucalipto em consequência dos incêndios; terceiro, observou-se o aumento de plantações de eucalipto em zonas de proteção; e, quarto, observou-se a ausência de medidas para a introdução de carvalhos nativos ou de outras folhosas, conforme preconizado pelas políticas setoriais para a floresta da região.

Embora Portugal disponha de um conjunto estruturado de políticas setoriais para a floresta, desenvolvidas tendo em conta aspetos cruciais, como por exemplo, as alterações climáticas, a vitalidade e sanidade dos povoamentos, a defesa contra incêndios, e a multifuncionalidade dos espaços florestais, não têm sido realizadas ações de monitorização quanto à sua implementação.

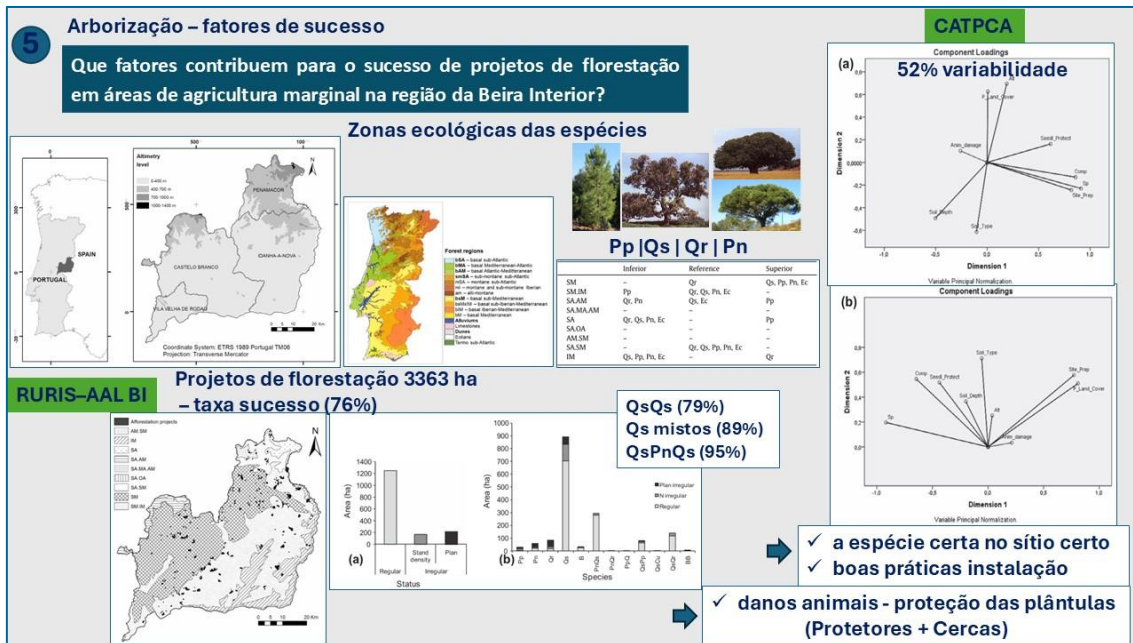
É sabido que grande parte dos estrangulamentos estruturais à produção florestal se mantêm, designadamente, a fragmentação da propriedade florestal que se observa nas zonas Norte e Centro do País, o despovoamento de vastas áreas do Interior, acompanhada pelo abandono da atividade agrícola e pelo envelhecimento da população residente, que necessitam de ser enquadrados na procura de soluções para promover a gestão ativa da floresta.

Referências

Alegria, C.; Teixeira, M.C. 2016. An overview of maritime pine private non-industrial forest in the centre of Portugal: A 19-year case study. **Folia Forestalia Polonica**, 58, 198–213, <https://doi:10.1515/ffp-2016-0023>

5. Arborização – fatores de sucesso

Resumo gráfico



Sinopse

Nos países mediterrânicos, o abandono das terras, a perda dos sistemas tradicionais de utilização dos solos, e o impacto dos incêndios, têm estado a provocar a degradação das florestas, o aumento do risco de erosão e de desertificação. O Programa de Desenvolvimento Rural – Florestação de Terras Agrícolas (RURIS-AAL) surge com o propósito de promover a arborização de terrenos agrícolas marginais e abandonados por forma a contribuir para a reabilitação de terras degradadas e para a mitigação dos efeitos da desertificação.

Neste estudo foram analisados os projetos de arborização realizados de 2002 a 2011 ao abrigo do programa RURIS-AAL, na região da Beira Interior Sul de Portugal Continental, uma região mediterrânica em risco de desertificação. Os objetivos do estudo foram os seguintes: (i) explorar os principais vetores de mudança na ocupação do solo nesta área de estudo e o impacto do RURIS-AAL na perda de área agrícola e na recuperação da área de carvalhos nativos; e (ii) avaliar a adequação das espécies utilizadas e os níveis de sucesso de arborização do RURIS-AAL.

Os resultados comprovaram que as mudanças na ocupação do solo da área de estudo ocorridas entre 2000 a 2006 se deveram principalmente em consequência dos incêndios florestais. Como resultado, observou-se uma diminuição das áreas de florestas (cobertura do solo superior a 30%), por oposição, a um aumento das áreas de florestas abertas (cobertura do solo entre 10% e 30%), cortes e novas áreas de plantações. O impacto do RURIS-AAL na perda de superfície agrícola foi muito fraco (0,6%; 1009 ha).

As espécies utilizadas no RURIS-AAL foram bem selecionadas em relação à sua zonagem ecológica e os níveis de sucesso da arborização foram elevados (76%). Foram

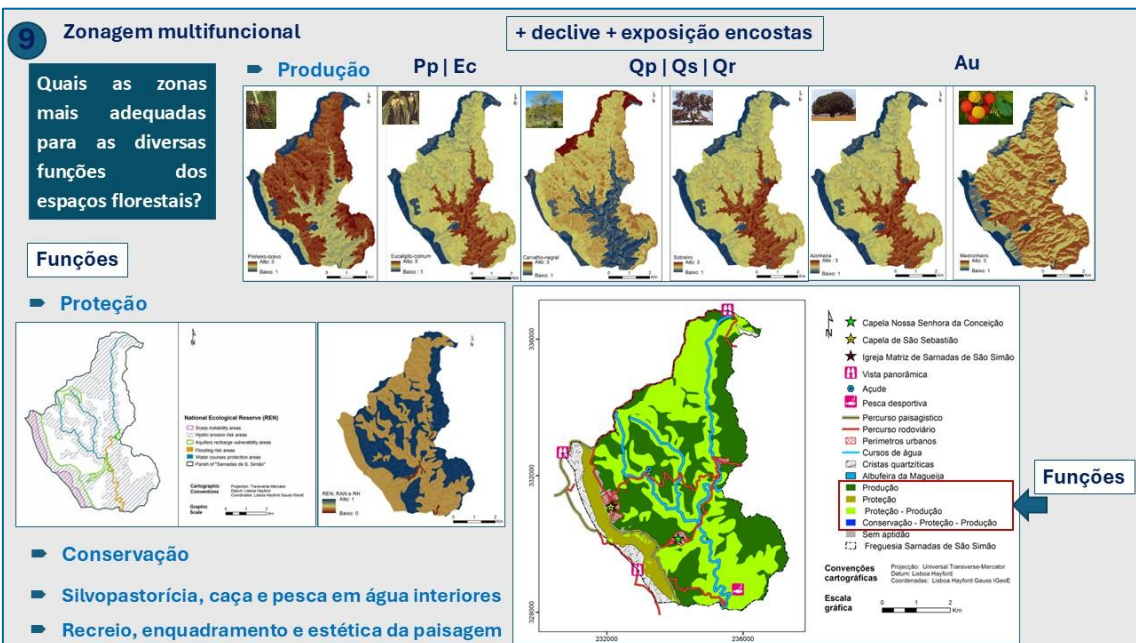
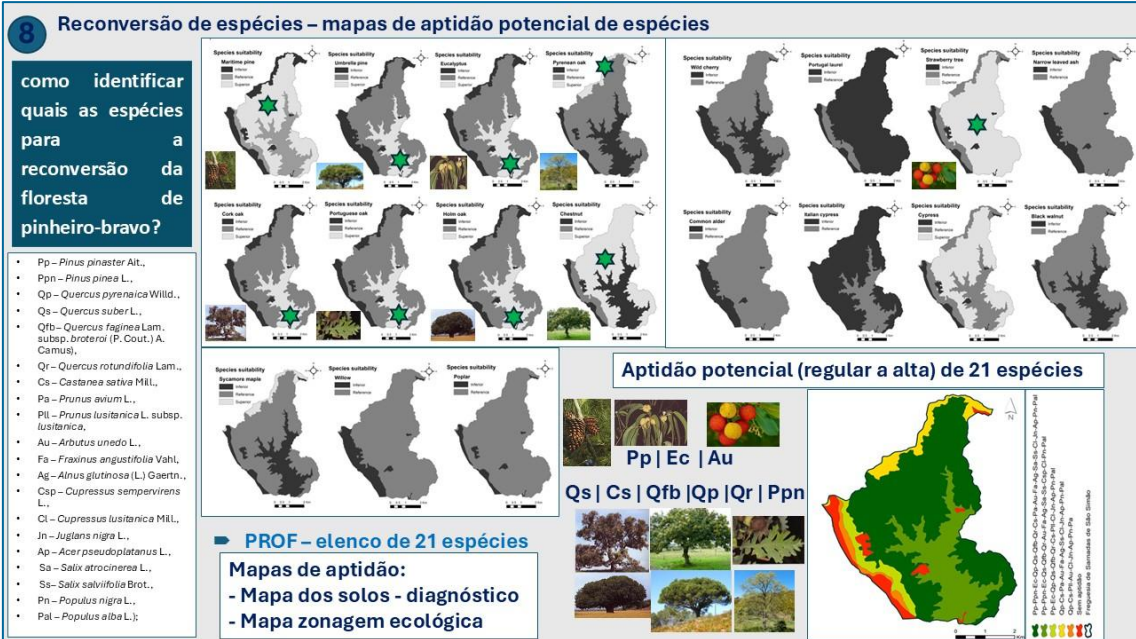
arborizados 3363 ha, maioritariamente com sobreiro puro e misturas de sobreiro e azinheira (86%), aspeto muito positivo para a recuperação da área de floresta de carvalhos.

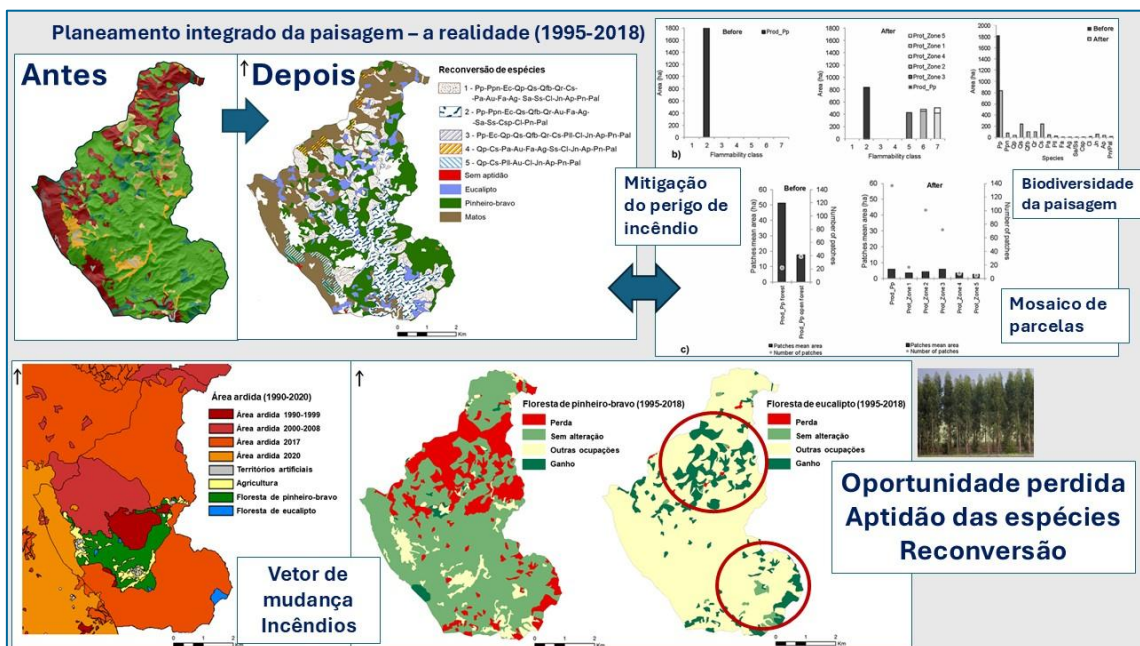
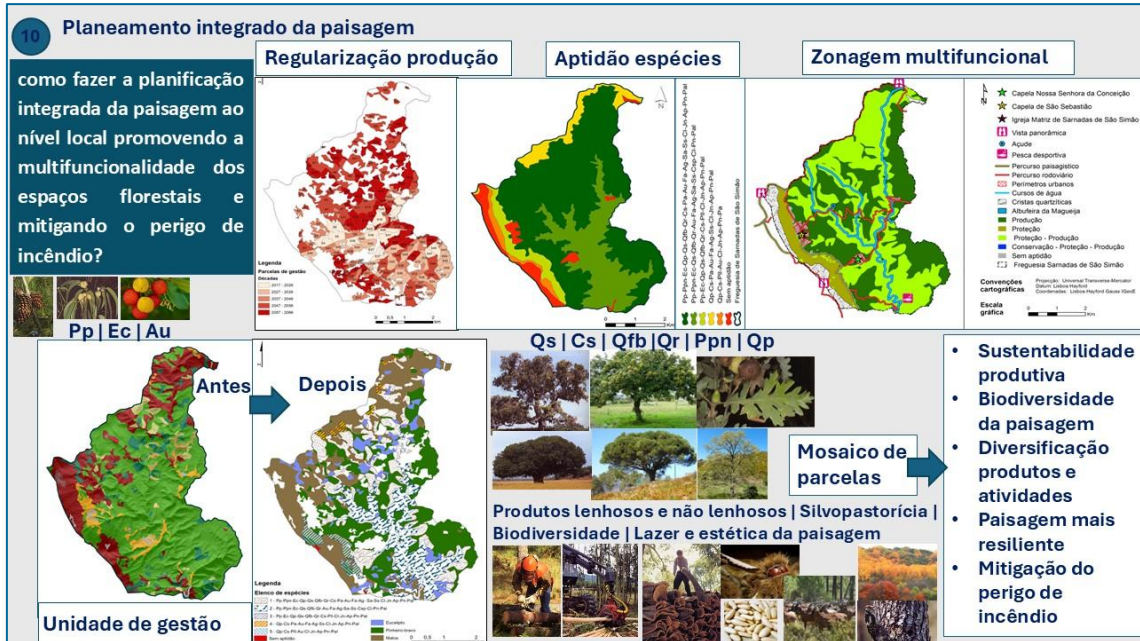
Além disso, da análise estatística realizada comprovou-se como cruciais para o sucesso dos projetos de arborização a observância das seguintes condições: (i) a seleção das condições ecológicas e edáficas necessárias para a arborização das espécie (ou seja, a escolha da espécie certa para o sítio certo); e (ii) o uso dos procedimentos mais adequados para o estabelecimento do povoamento, em que a proteção das plântulas dos danos pelos animais, quer usando cercas e/ou abrigos individuais de proteção, foram particularmente relevantes.

Obtiveram-se elevadas taxas de sucesso de arborização tanto para povoamentos de sobreiro puro (79%) como para povoamentos mistos de sobreiros (89%), nomeadamente, povoamentos mistos de pinheiro-manso e sobreiros (95%). Ambas as espécies, o sobreiro e o pinheiro-manso, estão muito bem adaptadas aos ambientes mediterrânicos e oferecem produtos não lenhosos (cortiça e pinhão) de elevado valor de mercado, o que melhorará a multifuncionalidade da exploração agrícola e proporcionará rendimentos adicionais a longo prazo. Estes resultados constituem orientações importantes a ter em conta para o sucesso futuros programas de arborização em regiões mediterrânicas.

Referências

- Tomaz, C., Alegria, C., Monteiro, J.M., Teixeira, M.C. 2013. Land cover change and afforestation of marginal and abandoned agricultural land: A 10-year analysis in a Mediterranean region. **Forest Ecology and Management**, Volume 308, 15 November 2013, Pages 40–49. <http://dx.doi:10.1016/j.foreco.2013.07.044>





Sinopse

Os incêndios florestais e a biodiversidade florestal são questões interligadas que suscitam grande preocupação nos países mediterrânicos e exigem uma abordagem integrada ao nível do planeamento da paisagem.

O planeamento integrado da paisagem foi ensaiado para uma área de estudo localizada no centro de Portugal, ocupada principalmente por floresta de pinheiro-bravo, que apresentava alto perigo de incêndio, baixa diversidade de espécies florestais, e uma extensa área de proteção. Este foi realizado tendo por objetivos a regularização da produção da floresta de pinheiro-bravo, a promoção da diversidade da paisagem e a mitigação do perigo de incêndio.

Assim, primeiro realizou-se a regularização da produção da floresta de pinheiro-bravo aplicando-se o método clássico do controlo da área. Para suportar a aplicação deste método produziu-se um mapa das classes de produtividade para a espécie a partir de dados de inventário (índice de qualidade de estação) e variáveis biofísicas (declive e exposição). Este mapa permitiu avaliar as áreas de pinheiro-bravo por classe de produtividade (e.g., baixa, intermedia, e alta) necessárias para a aplicação do método de controle de área. Como resultado, este método permitiu obter o número de parcelas de gestão e sua área em função da classe de produtividade. As parcelas de gestão obtidas são de igual produtividade e foram digitalizadas como uma camada SIG. Após, estas parcelas de gestão foram organizadas de acordo com a progressão temporal das idades dos povoamentos (dos mais velhos para os mais novos), identificando-se as que vão a corte cada ano ao longo de uma revolução de 50 anos (plano de cortes).

Seguidamente, para suportar a escolha de espécies para a reconversão da floresta de pinheiro-bravo foram elaborados os mapas de aptidão das 21 espécies florestais recomendadas para a arborização naquela área de estudo. A produção deste mapas teve por base a zonagem ecológica da espécie e as condicionantes edáficas ao seu desenvolvimento resultando numa classificação em três classes de aptidão (Inferior, Regular, Superior). Por fim, produziu-se o mapa síntese com o elenco das 21 espécies florestais nas classes de aptidão Regular e Superior.

O passo seguinte foi produzir o mapa do zonamento funcional da área de estudo (e.g., função de produção, função de proteção, função de conservação, função silvopastorícia, caça e pesca em águas interiores, e função de recreio e enquadramento e estética da paisagem). Tendo por base este mapa foi possível identificar e priorizar a função de proteção para propor a reconversão da floresta de pinheiro-bravo nestas áreas por outras espécies (e.g., carvalhos nativos e/ou folhosas) que simultaneamente possam melhorar o valor paisagístico e a biodiversidade da paisagem, mitigar o perigo de incêndio, diversificar a produção bens (lenhosos e não lenhosos) e promover os serviços dos ecossistemas (e.g., proteção e conservação do solo e dos recursos hídricos). As espécies para a reconversão foram propostas de acordo com o mapa síntese de aptidão das 21 espécies florestais produzido anteriormente.

Resultou assim, a regularização da floresta de pinheiro-bravo existente e a proposta de reconversão nas áreas de proteção, através da introdução de um elenco de 21 espécies florestais. À medida que se realiza o abate dos povoamento de pinheiro-bravo ano a ano, cria-se a oportunidade para avaliar qual a função a privilegiar nas áreas cortadas e as espécies a privilegiar consoante a aptidão do local, de forma a garantir a descontinuidade horizontal e vertical dos combustíveis florestais (p.e., alternância de parcelas de gestão com distinta inflamabilidade e combustibilidade, se possível favorecendo as espécies arbóreas caducifólias ou de espécies com baixa inflamabilidade e combustibilidade). Há ainda que ter em atenção as condições topográficas (p.e., inclinação e exposição da encosta) quando da seleção das espécies para a reconversão florestal, na medida em que estas têm um papel determinante no comportamento do fogo (p.e., a propagação e severidade do fogo está positivamente correlacionada com encostas íngremes e quentes).

Nessa nova paisagem é possível desenhar manchas florestais não contíguas, com perímetros irregulares, delimitados quer pela rede hidrográfica e/ou rede viária, de área

inferior a 30 ha e em diferentes estádios etários onde se podem introduzir novas espécies, que apresentam inflamabilidade inferior ao pinheiro-bravo, melhorando a biodiversidade da paisagem. Consequentemente, geram-se diferentes cargas de combustível e continuidades verticais de combustível entre parcelas de gestão. Por exemplo, após o abate de uma parcela de gestão ocorre uma diminuição do combustível. Mas ao longo do tempo, devido à instalação e crescimento do povoamento, a estrutura vertical irá evoluir de baixa e aberta (na fase de instalação) para baixa e fechada e, eventualmente, depois para alta e aberta (na fase de abate). Assim, nessa paisagem podem ser encontradas em parcelas gestão contíguas uma variedade de tipos/modelos de combustível, cargas de combustível e continuidades verticais do combustível.

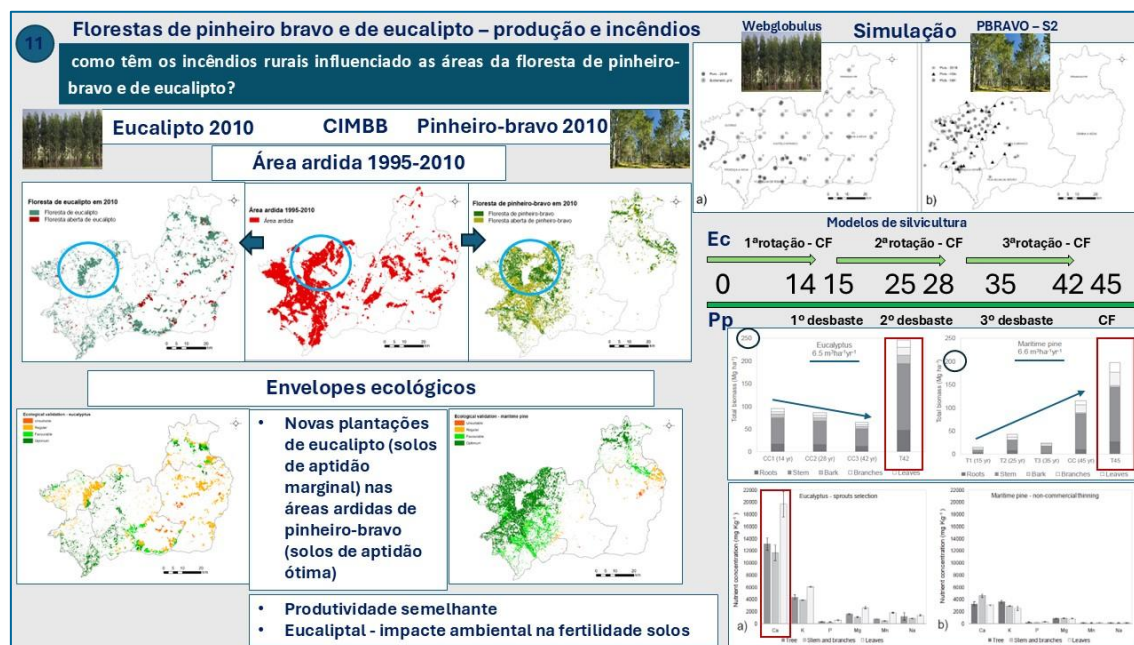
A metodologia apresentada providencia uma abordagem para a produção de mapas que são ferramentas cruciais de apoio à tomada de decisão no planeamento integrado da paisagem e na gestão florestal. Todavia, nenhuma medida foi implementada para mitigar o perigo de incêndio nesta área. Existem áreas percorridas pelos incêndios quatro vezes consecutivas (2003, 2005, 2017 e 2020). Atualmente, resta um pequeno núcleo de povoamentos de pinheiro-bravo adultos que se localizam na triangulação das três povoações da área de estudo que ficaram preservados em consequência das ações de defesa de bens e pessoas das povoações e não por quaisquer ações/medidas de defesa da floresta contra incêndios. Durante o período de 1995-2018 a área de plantações de eucalipto nesta área tem vindo a aumentar aproveitando a oportunidade criada pelos incêndios.

Referências

- Mestre, S., Alegria, C., Teresa, M., Albuquerque, D., & Goovaerts, P. (2017). Developing an index for forest productivity mapping – a case study for maritime pine production regulation in Portugal, **Revista Árvore** 41(3):e410306. <https://doi.org/10.1590/1806-90882017000300006>
- Navalho, I., Alegria, C., Quinta-Nova, L., Fernandez, P. 2017. Integrated planning for landscape diversity enhancement, fire hazard mitigation and forest production regulation: a case study in central Portugal. **Land Use Policy** 61 (2017) 398–412. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.11.035>
- Navalho, I., Alegria, C., Roque, N., Quinta-Nova, L. (2019). Mapping Forest Landscape Multifunctionality Using Multicriteria Spatial Analysis. **Revista Floresta e Ambiente**, 26(2): e20170702 <https://doi.org/10.1590/2179-8087.070217> ISSN 2179-8087 (online)
- Alegria, C. 2023. Planeamento integrado da paisagem a nível local: biodiversidade, multifuncionalidade, produção sustentável e resiliência aos incêndios. <https://florestas.pt/comentarios/planeamento-integrado-da-paisagem-a-nivel-local-biodiversidade-multifuncionalidade-producao-sustentavel-e-resiliencia-aos-incendios/> <http://hdl.handle.net/10400.11/8460>

7. Florestas de pinheiro-bravo e de eucalipto – produção e incêndios

Resumo gráfico



Sinopse

As florestas de eucalipto e de pinheiro-bravo fornecem a maior parte da madeira explorada em Portugal Continental. Devido principalmente aos incêndios florestais, as florestas de pinheiro-bravo têm vindo a ser convertidas em plantações de eucalipto.

No Centro Interior de Portugal Continental estas espécies estão bem representadas e têm produtividades semelhantes. Assim, neste estudo pretendeu-se realizar uma análise comparativa entre as plantações de eucalipto e os povoamentos de pinheiro-bravo de regeneração natural, na região da Beira Baixa. Os objetivos do estudo foram os seguintes: (i) avaliar a produção média em volume de madeira, em biomassa, e o teor de carbono para cada uma destas espécies; (ii) avaliar a concentração de nutrientes na biomassa em rebentos de toça de eucalipto resultantes da seleção de varas e na biomassa resultante de desbaste não comercial do pinheiro-bravo; (iii) analisar a evolução das áreas de ocupação destas espécies face às áreas ardidas no período de 1995-2010; e (iv) produzir os mapas dos envelopes ecológicos para estas espécies e prever impactos ambientais futuros resultantes da atual distribuição destas espécies.

Para avaliar a produção média em volume de madeira, em biomassa, e o teor de carbono de plantações de eucalipto e povoamentos de pinheiro-bravo de regeneração natural utilizaram-se os modelos de simulação disponíveis para as espécies e área de estudo, designadamente: o modelo de crescimento e produção WebGlobulus para o eucalipto e País; e o modelo de crescimento e produção PBRAVO juntamente com os modelos de biomassa por componentes ao nível da árvore para o pinheiro-bravo e País.

Adicionalmente, foram recolhidos dados de campo para avaliar a concentração de nutrientes da biomassa e validar os resultados das simulações. A análise das alterações da ocupação do solo teve por base os dados do inventário florestal nacional e a carta de ocupação e uso do solo. A produção dos mapas dos envelopes ecológicos das espécies foi produzido em ambiente SIG com recurso as variáveis ambientais (temperatura média anual, precipitação anual, altitude e solos).

Verificou-se que as plantações de eucalipto comparativamente com povoamentos de pinheiro-bravo de regeneração natural proporcionaram uma produção ligeiramente superior no termo da revolução (42-45 anos) respetivamente: em volume (335 vs. 297 m³ ha⁻¹ ha⁻¹), em biomassa (250 vs. 220 Mg ha⁻¹) e em teor de carbono (125 vs. 110 Mg ha⁻¹). Também, a concentração de nutrientes na biomassa dos rebentos de eucalipto foi superior à da biomassa do pinheiro-bravo, especialmente em cálcio e potássio.

No período de 1995 a 2010 não se observou um aumento substancialmente da área de eucalipto na região da Beira Baixa, porém os incêndios que ocorreram nas áreas de pinheiro-bravo de regeneração natural proporcionaram instalação de novas plantações de eucalipto nessas áreas ardidas, tendo ocorrido uma relocalização das áreas de eucalipto para a zona do pinhal. Esta situação impediu a oportunidade de introduzir folhosas nativas nas áreas ardidas de pinheiro-bravo com o propósito de responder às alterações climáticas, melhorar a biodiversidade da paisagem, e mitigar o perigo de incêndio.

Os mapas dos envelopes ecológicos destas duas espécies comprovaram que muitas das novas plantações de eucalipto na área em estudo se desenvolvem em áreas de aptidão marginal para esta espécie. Tal, poderá acarretar importantes impactos ambientais no futuro, sendo por isso, crucial a implementação de boas práticas de gestão para prevenir perdas de fertilidade do solo por exaustão de nutrientes, esgotamento de matéria orgânica ou erosão. É de notar que os impactos ambientais das plantações de eucalipto (espécie exótica, invasora e de crescimento rápido) são mais relevantes do que os da floresta de pinheiro-bravo de regeneração natural (espécie autóctone, pioneira e de crescimento médio).

Os mapas de envelope ecológico das espécies, assim como, os modelos de simulação de produção apresentam-se como ferramentas fundamentais de apoio à decisão no planeamento da arborização.

Referências

- Alegria, C., Pedro, N., do Carmo Horta, M., Roque, N., & Fernandez, P. (2019). Ecological envelope maps and stand production of eucalyptus plantations and naturally regenerated maritime pine stands in the central inland of Portugal. **Forest Ecology and Management**, 432(July 2018), 327–344. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.030>

8. Modelação biofísica – distribuição das espécies e alterações climáticas

Resumo gráfico

[illegible]

Modelação biofísica – distribuição das espécies e alterações climáticas

i) Qual a distribuição atual e potencial da floresta de pinheiro-bravo e de eucalipto?

ii) Qual o impacto das alterações climáticas nas suas distribuições potenciais futuras?

Dados presença espécies

Pinheiro-bravo

Atual

Produtividade

Machine Learning

COS 1995

IFN5

Dados pontuais - krigagem

Eucalipto

Dados climáticos (1960-1990)

Dados topográficos

Dados do solo

Pinheiro-bravo

Potencial

Presente

Futuro – menos grave | mais grave

Eucalipto

Envelopes ecológicos

Legenda Envelope ecológico

Excelente
Bom
Regular
Marginal
Inadequado

Legenda

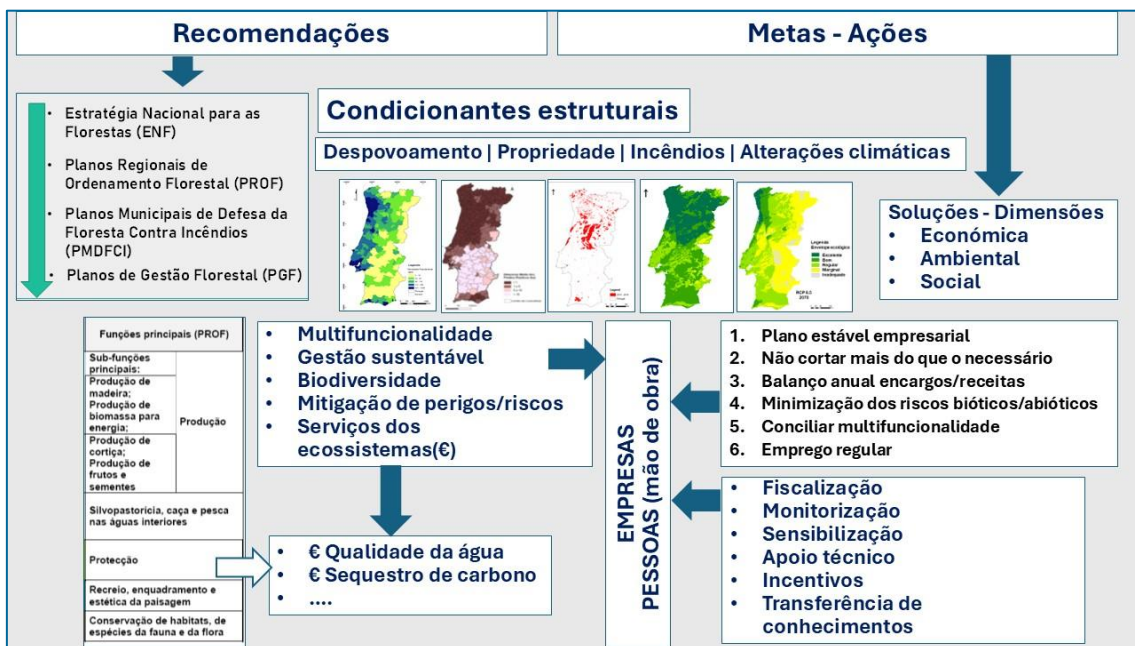
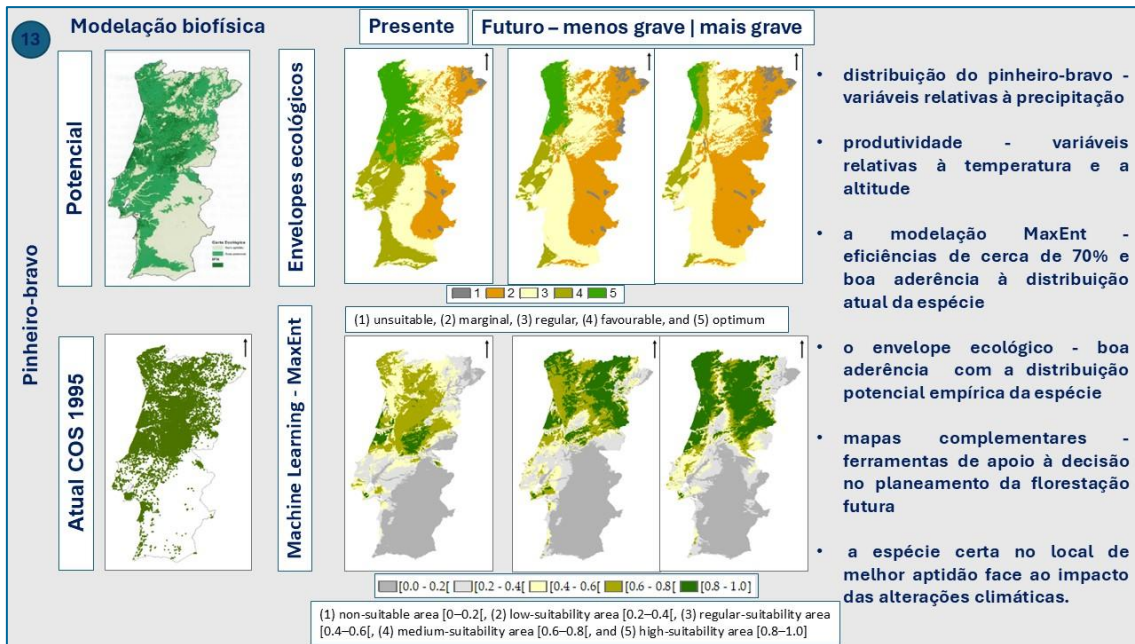
Excelente
Bom
Regular
Marginal
Inadequado

Legenda

Excelente
Bom
Regular
Marginal
Inadequado

Legenda

Excelente
Bom
Regular
Marginal
Inadequado



Sinopse

A área das florestas de pinheiro-bravo tem sofrido uma notável diminuição em consequência dos incêndios. Embora a regressão das áreas de pinheiro-bravo já se observassem desde a década de 60 do século 20, essa tendência tornou-se mais marcada durante o período de 1995-2010 (-263 mil ha), continuando a observar-se em 2015, com as áreas de pinheiro-bravo a serem convertidas principalmente em matos e pastagens (165 mil ha) e em plantações de eucalipto (70 mil ha). Acresce ainda, em consequência dos incêndios, uma alteração na distribuição das classes etárias destes povoamentos. Esta situação irá ter um efeito prejudicial na sustentabilidade da floresta de pinheiro-bravo, a médio-longo prazo. Em 1995 as áreas dos povoamentos de pinheiro-bravo, de estrutura

regular, apresentavam uma distribuição por classe etária bastante uniforme. Mas, em 2005 iniciou-se uma forte diminuição dos povoamentos maduros e velhos (>40 anos). O grande incêndio ocorrido em 2003 teve um impacto significativo no aumento dos novos povoamentos por regeneração natural (40 anos). Entre 1995 e 2015, observou-se um aumento de povoamentos de estrutura irregular devido à ausência de gestão (despovoamento, envelhecimento dos proprietários florestais e falta de investimento florestal devido ao elevado perigo de incêndio). Após o grande incêndio de 2017 (14 anos após o incêndio de 2003) será expectável que a área ardida dos povoamentos jovens (<10 anos; sem produção viável de sementes) já não tenha capacidade de se restabelecer por regeneração natural, resultando na continuada diminuição das áreas desta espécie. Por oposição, é provável manter-se a tendência de aumento das áreas de matos e/ou de novas plantações de eucalipto nessas áreas ardidas.

A produção de mapas de aptidão para a distribuição das espécies e sua produtividade no presente e da projeção da aptidão para a distribuição das espécies no futuro em cenários de alterações climáticas, são ferramentas indispensáveis ao apoio à decisão em planeamento e gestão florestal. Permitem avaliar se a distribuição atual da espécie se encontra nos locais da sua maior aptidão e apoiar a escolha das espécies mais adequadas para a arborização/rearborização. É de notar ainda, que os ciclos de vida das florestas são longos (p.e., o corte final na floresta de pinheiro-bravo pode ocorrer a partir dos 35 anos), por isso, é importante perceber no médio-longo prazo o impacto das alterações climáticas na alteração da aptidão para a espécie. Assim, com o propósito de providenciar apoio à decisão no planeamento da arborização em cenários de alterações climáticas foram produzidos os mapas de aptidão para eucalipto e para o pinheiro-bravo, as duas principais espécies portuguesas produtoras de madeira, para o presente e para o futuro considerando dois cenários de alterações climáticas (um menos gravoso – cumprindo as metas de Quioto; e outro mais gravoso – não cumprindo as metas de Quioto).

Os mapas de distribuição/aptidão das espécies foram produzidos usando duas abordagens metodológicas complementares: (i) por modelação dos dados de presença/ausência da espécie em função de variáveis ambientais (climáticas, topográficas e solo); e (ii) através dos envelope ecológicos os quais têm por base o conhecimento empírico das variáveis ambientais (climáticas, topográficas e solo) que condicionam a distribuição destas espécies. Posteriormente, aqueles mapas foram projetados para o futuro considerando os dois cenários de alterações climáticas atrás referidos.

A modelação revelou que a distribuição do pinheiro-bravo é determinada principalmente por variáveis relacionadas com a precipitação, embora as variáveis relacionadas com a elevação e a temperatura se tenham revelado importantes para diferenciar a produtividade da espécie. Enquanto que a distribuição do eucalipto é determinada principalmente por variáveis relacionadas com a temperatura, assim como a sua produtividade.

Os mapas dos envelopes ecológicos das espécies no presente confirmaram o alto potencial para ambas as espécies em Portugal Continental. Porém, em cenários de alterações climáticas antevê-se que no futuro esse potencial venha a diminuir e que ocorra uma recolocação das melhores áreas de aptidão para o Norte e para o Litoral do País.

Da análise das duas abordagens metodológicas ensaiadas o mapa obtido por modelação resultou numa maior dependência e aderência à distribuição atual da espécie enquanto que o mapa do envelope ecológico da espécie para o presente se aproximou mais da distribuição do potencial empírico da espécie. Da comparação entre as duas abordagens metodológicas, resultou uma concordância de 44% no presente, diminuindo para 30%–35% no futuro sob os cenários de alterações climáticas.

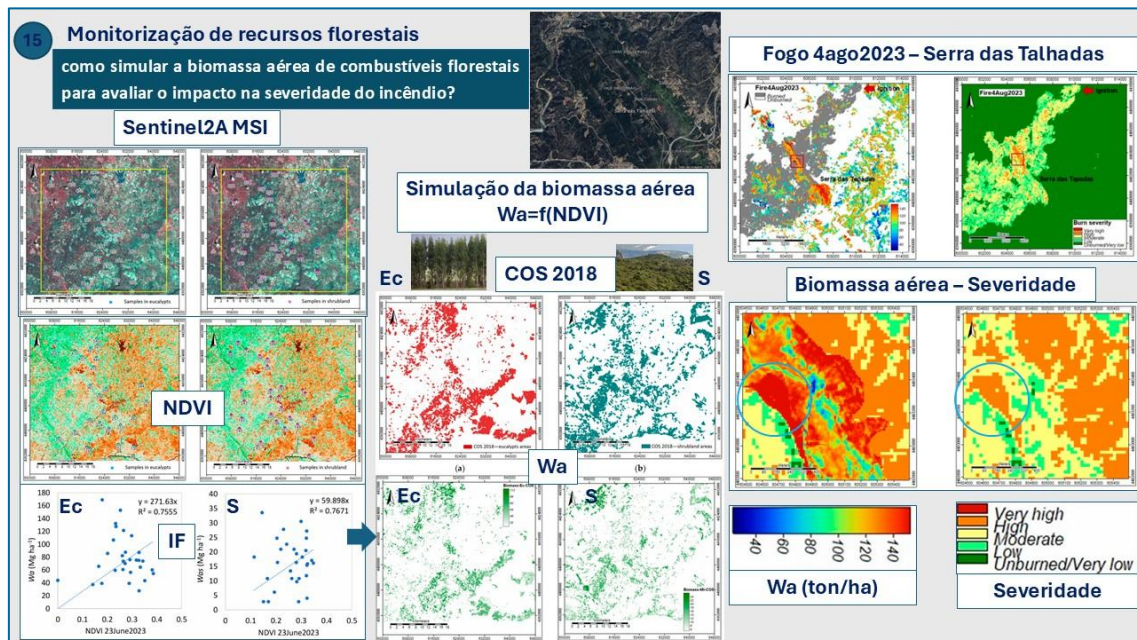
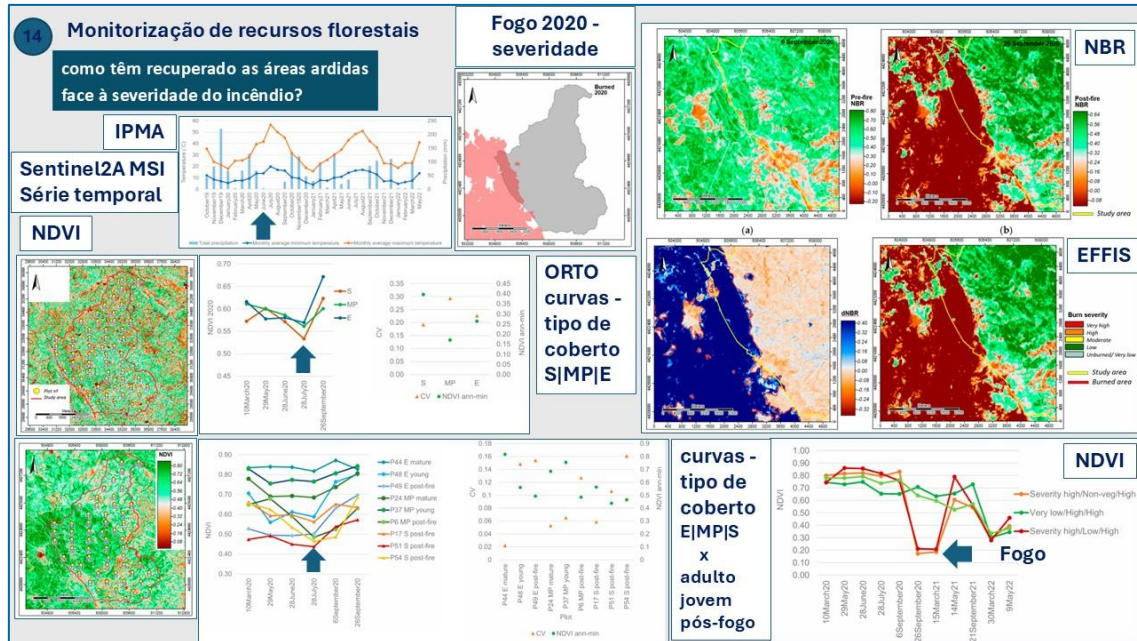
Ambas as metodologias provaram ser complementares para definir as áreas de melhor aptidão das espécies, sendo fundamentais como ferramentas de apoio à decisão para o planeamento da arborização e gestão florestal, com vista à manutenção da produtividade dos povoamentos destas espécies no futuro.

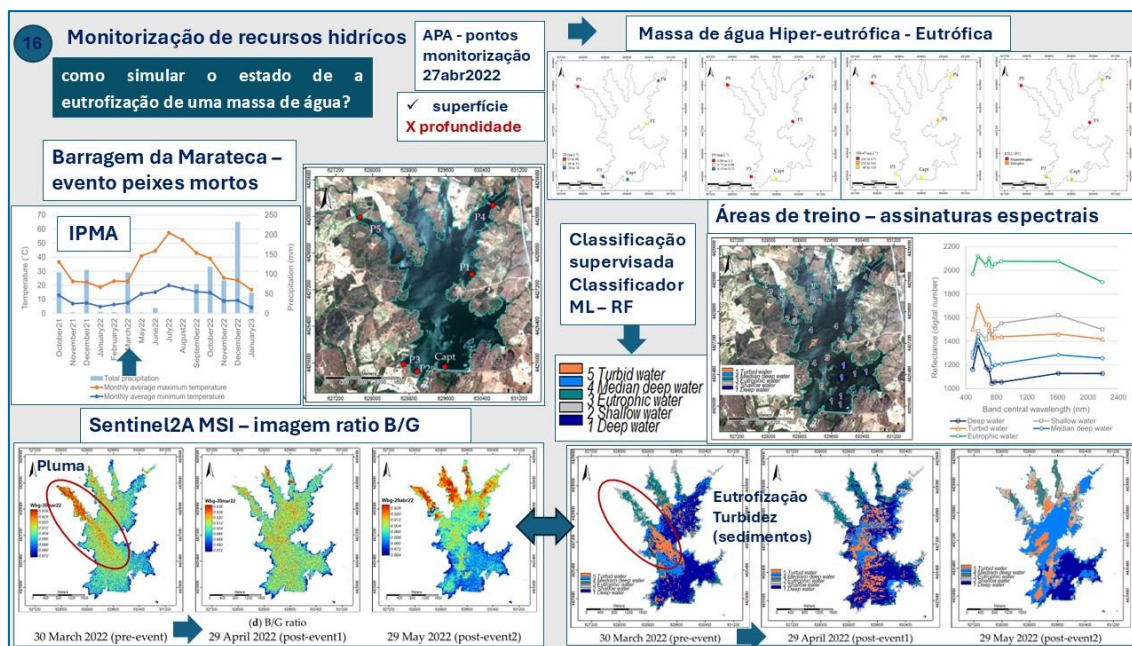
Referências

- Alegria, C.; Roque, N.; Albuquerque, T.; Gerassis, S.; Fernandez, P.; Ribeiro, M.M. Species ecological envelopes under climate change scenarios: A case study for the main two wood-production forest species in Portugal. **Forests**. 2020, 11, <https://doi.org/10.3390/F11080880>.
- Alegria, C., Roque, N., Albuquerque, T., Fernandez, P., Ribeiro, M.M. 2021. Modelling Maritime Pine (*Pinus pinaster* Aiton) Spatial Distribution and Productivity in Portugal: Tools for Forest Management. **Forests**, 12, 368. <https://doi.org/10.3390/f12030368>
- Alegria, C.; Almeida, A.M.; Roque, N.; Fernandez, P.; Ribeiro, M.M. 2023. Species Distribution Modelling under Climate Change Scenarios for Maritime Pine (*Pinus pinaster* Aiton) in Portugal. **Forests**, 14, 591. <https://doi.org/10.3390/f14030591>
- Alegria, C. M. M. 2022. Lição sobre "Sistemas de Informação Geográfica em Planeamento e Gestão Florestal". **Provas para a obtenção do título académico de agregado** na área científica "Sustentabilidade, Ambiente e Alterações Globais", subárea "Gestão Sustentável de Recursos". Universidade Aberta de Lisboa. Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.2/13098> e <http://hdl.handle.net/10400.11/8460>
- Alegria, C., Almeida, A., Roque, N., Fernandez, P., Ribeiro, M. 2023. Modelação da distribuição e produtividade do pinheiro-bravo em Portugal e o impacto das alterações climáticas. Recursos genéticos endógenos em estudo / O impacto das alterações climáticas em espécies Mediterrânicas / Pinheiro-bravo. **Plataforma Cultivar**. https://staging-icultivar.lis.ipn.pt/plataforma/endogenous_plant_genetic_resources/resources_under_study/tree_species

9. Monitorização de recursos – técnicas de deteção remota

Resumo gráfico





Sinopse

As técnicas de deteção remota fornecem de forma consistente informações valiosas sobre o tipo e o estado da vegetação em diferentes escalas espaciais e temporais. Atualmente, a grande variedade de imagens obtidas por deteção remota, com diferentes resoluções espectrais, espaciais, radiométricas e temporais, permite a escolha das imagens que melhor se adequam ao uso final pretendido.

O Programa europeu de Observação da Terra “Copernicus” dispõe de uma série de satélites chamados “Sentinels” para monitorar diversos fenómenos do planeta. Por exemplo, a missão do Sentinel-2 disponibiliza imagens de satélite de alta resolução para a monitorização da vegetação, solo e água.

As imagens obtidas por deteção remota podem ser processadas digitalmente para realçar e classificar os objetos/fenómenos em estudo. Uma das técnicas de realce mais comum é o cálculo de índices espectrais. Esses índices usam as bandas espectrais que permitem realçar objetos/fenómenos específicos (e.g., a determinado tipo de ocupação do solo e/ou a sua mudança e tendência temporal). Atualmente, os índices espectrais mais usados são o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e o NBR (Normalized Burned Ratio), respetivamente, para monitorizar a produtividade da vegetação e detetar áreas queimadas e a severidade do incêndio.

Nestes estudos as imagens do Sentinel-2 foram utilizadas para: (i) discriminar tipos de coberto florestal, monitorizar áreas ardidas e a sua recuperação pós-fogo; (ii) avaliar quantitativa a biomassa de plantações de eucalipto e de áreas de matos; e (iii) monitorizar parâmetros qualitativos da água e modelar as características do reservatório.

O primeiro estudo incidiu numa área no Centro Interior de Portugal Continental ocupada por florestas de pinheiro-bravo e de eucalipto que foram afetadas pelos incêndios de 2003, 2017 e 2020. Os objetivos do estudo foram os seguintes: (i) calcular o NDVI, e tendo por base dados de inventário florestal, ajustar um modelo de produção em biomassa aérea para o pinheiro-bravo, diferenciar florestas de resinosas de folha persistente (e.g., pinheiro-bravo), florestas de folhosas de folha persistente (e.g., eucalipto) e matos, e

monitorizar a vegetação e a sua recuperação pós-incêndio; e (ii) calcular o NBR entre as datas pré e pós-incêndio para avaliar os níveis de severidade dos incêndios e o seu impacto na recuperação pós-fogo.

Foram utilizadas parcelas de um inventário florestal em 2007 para correlacionar os valores do NDVI em 2007 e a biomassa aérea de pinheiro-bravo. Recorreu-se a imagens da cobertura aérea de 2007 para calcular o NDVI nos pontos de amostragem das parcelas de inventário em pinheiro-bravo. O modelo ajustado para simular a produção em biomassa aérea do pinheiro-bravo em função do NDVI transformado pela variável idade do povoamento obteve uma eficiência de 60%.

Para o período de 2020 a 2022 utilizaram-se as imagens do Sentinel-2 para obter a curva de temporal do NDVI nos pontos de amostragem do inventário florestal de 2007. Recorrendo à combinação do NDVI mínimo anual e o coeficiente de variação desta curva, foi possível discriminar os vários tipos de coberto de acordo com o seu estado de desenvolvimento e com a ocorrência de incêndio em 2007 e no período de 2020 a 2022. Foi possível também observar o impacto do fogo e da baixa precipitação.

Resultou a classificação por valores decrescentes de NDVI das seguintes tipologias de coberto: plantações de eucalipto adulto, regeneração de pinheiro-bravo jovem, pinheiro-bravo adulto, plantações de eucalipto jovem, mato de medronheiro, plantações de eucalipto pós-fogo, pinheiro-bravo pós-fogo, mato alto, e mato baixo.

A recuperação da vegetação pós-incêndio foi menor em áreas com maior nível de severidade de incêndio. As áreas de pinheiro-bravo perderam a sua capacidade de regeneração natural devido aos ciclos curtos dos incêndios.

Os índices espectrais demonstraram ser ferramentas eficazes para diferenciar os tipos de coberto e auxiliar na avaliação das condições dos povoamentos florestais e das áreas de mato.

O segundo estudo teve como objetivos: (i) calcular a curva anual do NDVI para dois tipos de coberto, áreas de plantações de eucalipto e áreas de matos; (ii) recolher dados de campo para estes dois tipos de coberto e estimar a sua biomassa aérea (AGB); e (iii) produzir os mapas de AGB para cada um destes tipo de coberto por modelação de AGB com NDVI.

O estudo foi desenvolvido para a área ardida no incêndio de 4 de agosto de 2023, na Serra das Talhadas, situada no Interior Centro de Portugal Continental. Usaram-se as imagens do Sentinel-2 para calcular o NDVI para os anos de 2022 e 2023 e para calcular o NBR nas datas pré-fogo e pós-fogo para avaliar a severidade daquele incêndio.

A curva anual do NDVI para 2022 mostrou um mínimo observado entre julho e agosto e permitiu diferenciar as áreas de plantações de eucalipto das áreas de matos. As curvas das assinaturas espectrais para estes dois tipos de coberto também confirmaram essa diferenciação. Os modelos de simulação de AGB em função do NDVI mostraram eficiências de ajustamento de 76% e 77%, respetivamente, para as áreas de eucalipto e para as áreas de matos. A análise dos níveis de severidade do incêndio na Serra das Talhadas mostrou estar correlacionado com a quantidade de biomassa existente nas áreas com eucalipto e com matos. Assim, os mapas de AGB ao proporcionarem uma estimativa da quantidade de biomassa apresentam-se como uma ferramenta relevante para o apoio à decisão na gestão florestal e na mitigação do perigo de incêndio e da severidade do fogo.

Por fim, no terceiro estudo, foram utilizadas técnicas de deteção remota para a monitorização de parâmetros qualitativos da água. Este estudo incidiu na albufeira da Marateca, a qual abastece a cidade de Castelo Branco, localizada no Centro de Portugal Continental, na sequência de um evento que resultou na morte um número considerável de peixes neste reservatório. Os objetivos deste estudo foram: (i) definir uma assinatura espectral para a poluição na barragem da Marateca de forma a clarificar o evento ocorrido; (ii) validar as características de qualidade da água de características óticas, utilizando os dados recolhidos em cinco pontos de medição; e (iii) modelar as características da água do reservatório, incluindo a sua profundidade, estado trófico e turbidez.

Utilizaram-se as imagens do Sentinel-2 no cálculo de índices espectrais e na obtenção curvas das assinaturas espectrais, para subsequente modelação das características da água do reservatório. Os parâmetros considerados para análise foram o fósforo total, o azoto total e a clorofila-a. Estes parâmetros permitiram avaliar o nível trófico do reservatório que foi classificado como hipereutrófico e eutrófico, indicando sua sensibilidade à contaminação. A modelação das características da água do reservatório permitiu identificar os locais de maior turbidez dentro do reservatório e o impacto dos sedimentos na contaminação da água.

A abordagem metodológica desenvolvida pode ser facilmente aplicada a outros reservatórios e apresenta-se como uma ferramenta relevante para o apoio à tomada de decisão, como por exemplo, na seleção dos locais críticos mais importantes para a monitorização da qualidade da água.

Referências

- Alegria C. Vegetation Monitoring and Post-Fire Recovery: A Case Study in the Centre Inland of Portugal. **Sustainability**. 2022; 14(19):12698. <https://doi.org/10.3390/su141912698>
- Alegria, C. 2023. Aboveground biomass mapping and fire potential severity assessment: A case study for eucalypts and shrubland areas in the Centre inland of Portugal. **Forests**, 14, 1795. <https://doi.org/10.3390/f14091795>
- Alegria, C.; Albuquerque, T. 2023. Remote Sensing for Water Quality Monitoring—A Case Study for the Marateca Reservoir, Portugal. **Geosciences**, 13, 259. <https://doi.org/10.3390/geosciences13090259>

CV RESUMIDO

[CRISTINA MARIA MARTINS ALEGRIA]

<https://www.cienciavita.pt/9311-1EE5-AB03>

[É professora coordenadora principal do Instituto Politécnico de Castelo Branco na Escola Superior Agrária (IPCB-ESA). É detentora do título académico de agregado na área científica de “Sustentabilidade, Ambiente, e Alterações Globais”, subárea de “Gestão Sustentável de Recursos”, tema “Sistemas de Informação Geográfica em Planeamento e Gestão Florestal” (2022). É titular do grau de Doutor em Engenharia Florestal (2004), do grau de Mestre em Produção Vegetal (Silvicultura) (1993) e do grau de Licenciado em Silvicultura (Ramo Produção Florestal) (1986) na Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Detém Certificado na Formação para a Docência Online da Universidade Aberta (2017) e Certificado em Advanced English (CAE - level C1) da Universidade de Cambridge (2012). É investigadora no Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade do IPCB (CERNAS-IPCB) desde 2007 (ORCID ID 0000-0002-6906-6660). As suas áreas de investigação e ensino são nas Ciências Agrárias - Agricultura, Silvicultura e Pescas - Silvicultura, designadamente: Inventário florestal e modelação do crescimento e produção florestal; Planeamento, ordenamento e gestão florestal sustentável; e Deteção remota aplicada à gestão de recursos agroflorestais. É coordenadora de curso da Pós-graduação em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Recursos Agroflorestais e Ambientais), em regime de ensino a distância, oferecido pela Unidade de Aprendizagem Ao Longo da Vida (UALV) da UAb, em parceria com o IPCB desde 2018. É coordenadora de curso da Pós-graduação em Ciências Florestais da UALV, em regime de ensino a distância, em parceria UAb-IPCB desde 2020. Foi coordenadora de curso do Mestrado em SIG - Recursos Agroflorestais e Ambientais do IPCB (2009-2018). Foi membro das comissões científicas do curso de Mestrado SIG em Planeamento e Gestão do Território do IPCB-IPT (2013-2014), do curso de Mestrado em Tecnologias e Sustentabilidade dos Sistemas Florestais (2009-2012), e do curso de Pós-graduação em Proteção Civil do IPCB (2014-2016). Atualmente, é membro eleito do Conselho Geral do IPCB (2021-2025) e Presidente do Conselho Técnico-científico da ESA (2022-2024). Foi membro eleito do Conselho Técnico-científico da ESA (2014-2022) e da sua Comissão Permanente (2020-2022). Foi Presidente do Conselho Pedagógico da ESA e da sua Comissão de Horários (2017-2019). Foi membro e secretária do Conselho de Coordenação Académica do IPCB (2015-2019). Foi Vice-Presidente do Conselho Pedagógico da ESA e membro da sua Comissão de Horários (2007-2010). Foi Vice-Presidente do Conselho Científico da ESA (1999-2001). Foi Presidente (2010-2012) e Vice-Presidente (2012-2014) da Unidade Departamental de Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável da ESA.]