

---

# **ModisPinaster**

## **Caraterísticas e Aplicações do Modelo**

**Sumário do Seminário**

---

**Teresa de Jesus Fidalgo Fonseca**

**Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro**  
**Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias**

**Vila Real, 2021**



Concurso para Provas de Agregação no ramo de conhecimento em Ciências Agronómicas e Florestais, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Diário da República, 2.<sup>a</sup> série – N.º 133, Regulamento N.º 657/2016 de 13 de julho de 2016).

Sumário pormenorizado do seminário a que se reporta a alínea c) do Artigo 5º do Decreto 239/2007, de 19 de junho, para a obtenção do título de Agregado pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.



## Índice

<b>1. ENQUADRAMENTO DO SEMINÁRIO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. CONTEÚDO DO SEMINÁRIO .....</b>	<b>2</b>
2.1 Propósitos visados .....	2
2.2 Estrutura.....	3
<b>3. RECURSOS E ESTRATÉGIAS .....</b>	<b>9</b>
<b>4. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>9</b>



## 1. ENQUADRAMENTO DO SEMINÁRIO

Este documento destina-se a satisfazer a cláusula exigida na alínea c) do Artigo 5º do Decreto 239/2007, de 19 de junho, para a obtenção do título de Agregado, a qual refere como uma das provas exigidas “um seminário ou lição sobre um tema dentro do âmbito do ramo do conhecimento ou especialidade em que são prestadas as provas, e sua discussão”, requerendo-se aos candidatos a elaboração e a entrega de um sumário pormenorizado do seminário ou da lição, na instrução do processo. A opção da candidata foi pela apresentação de um **seminário**, num tema inserido no ramo de conhecimento das **Ciências Agronómicas e Florestais**.

A seleção do tema do seminário provém de um exercício de análise acerca da atividade realizada e da especialização adquirida no percurso académico. Procurou-se que o tema da exposição estivesse relacionado com a unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, cujo relatório integra o processo das provas, sem, todavia, ficar circunscrito à unidade curricular, permitindo expor atividades desenvolvidas pela candidata nas vertentes de **Investigação, Ensino, Extensão e Gestão**.

O tema escolhido, sob a designação de “**ModisPinaster: Características e Aplicações do Modelo**”, é, a nosso ver, uma seleção pertinente que garante a articulação ambicionada, referida no parágrafo anterior, dado ser a candidata a principal autora do modelo ModisPinaster.

Abreviadamente, o ModisPinaster é um modelo desenvolvido para a espécie pinheiro-bravo (*Pinus Pinaster* Ait.) que contempla as dinâmicas de crescimento e de mortalidade ao nível do povoamento. Foi concebido tendo como intuito apoiar a gestão florestal em pinhal-bravo (Fonseca, 2004). A implementação na plataforma CAPSIS (<http://www.inra.fr/capsis>) facilitou a concretização do objetivo, ao proporcionar o acesso gratuito ao modelo, em interface amigável para o utilizador.

A escolha do tema coaduna-se também com atividade da candidata na vertente de Gestão, dado o cargo desempenhado como Coordenadora da unidade 1.01.10 – Ecology and Silviculture of Pine, da International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), valorizando, no exercício do mesmo, a investigação em rede e a comunicação de resultados no domínio da silvicultura e ecologia de espécies do género *Pinus*.

Estando identificados o formato e o tema da apresentação, refletiu-se acerca dos objetivos basilares intrínsecos a uma comunicação em modalidade de seminário.

A etimologia da palavra seminário (do latim *seminarium*) enquadra os seminários como locais ou atividades, nos quais, ou através das quais, se semeiam ideias. Nada de mais natural que, em contexto académico, o semear seja admitido como uma metáfora, visando despertar a atenção e desenvolver (germinar) o discernimento e a compreensão acerca do tema abordado. É com a referida interpretação que se concebeu o seminário cuja descrição é feita neste documento.

Com este seminário pretende-se promover o conhecimento e a utilização de modelos aplicados a recursos florestais, usando como caso de estudo o ModisPinaster. No seminário serão expostas as aptidões que o modelo possui para auxílio à compreensão e descrição de dinâmicas populacionais, e para ensaio de opções silvícolas ao longo do desenvolvimento dos povoamentos. No seminário irá realçar-se a aplicação do ModisPinaster em contextos distintos, mas não divergentes, um dos quais de

suporte à tomada de decisão na gestão das florestas e um outro, no processo de ensino e de aprendizagem, como recurso e como estratégia em unidades curriculares de formação em Engenharia Florestal, pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

A apresentação a realizar incluirá referências a trabalhos realizados pela candidata, quer individualmente, quer em colaboração com outros docentes e investigadores da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e de outras instituições, ou entidades, nacionais e internacionais.

Compreenderá também menção a trabalho desenvolvido em atividade de orientação e cooperação com alunos, nas categorias de trabalho Projeto de Licenciatura e Dissertação de Mestrado.

Além da referência a exemplos de aplicações realizadas, dá-se conhecimento de utilizações pretendidas por parte de decisores ou investigadores de entidades externas, abrangidas por acordos de cedência de uso do ModisPinaster.

## 2. CONTEÚDO DO SEMINÁRIO

O sumário do seminário inclui a identificação dos propósitos visados, a organização da apresentação, com explicitação dos conteúdos abordados, e a referência a meios e estratégias utilizados na exposição.

### 2.1 Propósitos visados

O conteúdo planeado para o seminário tem como objetivos caracterizar e dar a conhecer o modelo ModisPinaster, em três eixos:

- enquanto **produto** desenvolvido pela candidata, no contexto de **modelação de recursos florestais**;
- como **recurso e estratégia**, nos **processos de ensino e de aprendizagem** em **Engenharia Florestal**;
- como **suporte** à tomada de decisão, em procedimentos de **gestão florestal**.

Os eixos identificados permitem exibir atividade de investigação (criação e desenvolvimento do modelo enquanto produto), prática de ensino (utilização do modelo enquanto recurso e estratégia) e atividade de extensão (partilha de conhecimento e acesso livre aos utilizadores).

Ao nível de desígnios a atingir, tratando-se de um seminário, considera-se apropriada a identificação das finalidades gerais, as quais são:

1. Destacar a importância da modelação de recursos florestais, com referência às etapas de desenvolvimento dos modelos;
2. Resumir informação quanto a modelos de apoio à gestão florestal de pinheiro-bravo em Portugal;

3. Enquadrar a conceção e identificação dos objetivos originais do modelo ModisPinaster, proporcionando informação quanto à sua evolução;
4. Identificar as componentes do ModisPinaster e caracterizar as funcionalidades do modelo enquanto simulador do crescimento e da produção;
5. Exibir o uso do modelo nas práticas pedagógicas;
6. Expor as aptidões do ModisPinaster para suporte à definição de orientações silvícolas;
7. Promover a reflexão acerca de perspetivas futuras de evolução e de integração efetiva do uso de modelos no quotidiano dos gestores florestais.

A apresentação do seminário segue a estrutura definida na secção seguinte, particularizando-se, nessa secção, os conteúdos abrangidos na exposição.

## 2.2 Estrutura

O seminário será constituído por cinco partes:

- uma parte inicial, na qual se contextualiza o desenvolvimento do modelo, integrando-o na linha cronológica dos modelos desenvolvidos para o pinheiro-bravo, em Portugal;
- uma segunda parte, na qual se caracteriza o ModisPinaster e as funcionalidades disponíveis na versão padrão;
- uma terceira parte, na qual se evidencia o seu uso em contexto de processo de ensino e de aprendizagem;
- uma quarta parte, em que se sumariam ensaios e resultados de aplicações que sustentam ou facilitam processos de tomada de decisão;
- por fim, serão apresentadas perspetivas de progresso, atendendo ao panorama de utilização presente dos modelos de crescimento para o pinheiro-bravo, em geral, e do ModisPinaster, em particular.

Providencia-se, de seguida, informação mais detalhada quanto aos tópicos identificados na estrutura do seminário, designadamente quanto ao enquadramento do modelo e respetivas características, aplicações executadas e propostas de evolução.

### **O modelo ModisPinaster: antecedentes, conceção e desenvolvimento**

A apreciável representação do pinheiro-bravo na floresta Portuguesa motivou o desenvolvimento de um conjunto numeroso de modelos de crescimento e de produção para apoio à gestão deste recurso florestal.

Fonseca (2011) resume em cerca de três dezenas os modelos desenvolvidos para a espécie, com início nas Tabelas de Produção de Santos Hall (1931) para a Mata Nacional de Leiria, atestando o interesse prestado, neste domínio da modelação aplicada à espécie, por investigadores e técnicos especialistas. Ainda que cada modelo contenha especificidades próprias, os modelos produzidos descrevem as dinâmicas de crescimento e vários deles possibilitam antecipar os resultados de opções silvícolas ou de cenários de condução, segundo objetivos pré-definidos ou a alcançar.

No âmbito do Projeto PAMAF IED 4004 "Ordenamento de povoamentos de pinheiro bravo na região do Alto Tâmega"<sup>1</sup> foi exposta a necessidade de dispor de um modelo de crescimento e produção que pudesse ser utilizado para atualização de inventários e simulação da produção, fornecendo suporte ao planeamento estratégico do pinhal público na região. À data de início do projeto, os modelos produzidos para a espécie eram em número expressivo (Santos Hall, 1931; Velez, 1954; Gomes e Alves, 1965; Santos Hall e Martins, 1966; Carrascalão, 1969; Martins e Amaral, 1970; Morais, 1971; Cosme, 1976; Gomes, 1982; Oliveira, 1982; Oliveira, 1985; Santos Hall e Martins, 1986a,b; Marques, 1987; Páscoa, 1987; Silva, 1987; Páscoa, 1988; Silva, 1989; Peres, 1990; Marques, 1991; Duarte, 1991), mas somente dois estudos estavam norteados para o Vale do Tâmega. Tratava-se dos modelos de crescimento em altura dominante e curvas de classe de qualidade desenvolvidos por Marques (1987 e 1991) e a calibração do modelo PBRAVO (Páscoa, 1987), realizada para o Perímetro Florestal de Mondim de Basto (Duarte, 1991).

A resposta inicial para atender à carência de um modelo específico para a região traduziu-se na elaboração de tabelas de produção provisórias (Moreira e Fonseca, 2000 e 2002), considerando um fator de espaçamento de Wilson (Wilson, 1946) compatível com a silvicultura média praticada na região. A estas tabelas sucedeu a conceção do ModisPinaster (Fonseca, 2003 e 2004), acerca do qual incide a exposição do seminário.

O ModisPinaster possui diversos módulos que possibilitam a simulação do crescimento em área basal, da dinâmica da mortalidade e da produção em volume, bem como a simulação de execução de desbastes. Na versão original, esta simulação é feita por especificação do número de árvores a remover no povoamento, permitindo reproduzir desbastes pelo baixo e mistos, em função do grau de desbaste. O ModisPinaster recorre aos modelos de Marques (1987 e 1991) para descrever o crescimento em altura dominante e caracterizar a qualidade de estação, os quais estão incluídos como módulo específico, complementando os anteriormente mencionados.

Algumas características do ModisPinaster que constituíram avanços em relação a modelos existentes à data de elaboração, são a modelação da mortalidade e a simulação da distribuição de diâmetros, razão pelo qual se lhes alude com mais detalhe.

Ainda que a dinâmica de mortalidade tenha sido recorrentemente considerada insignificante ou inexistente nos modelos desenvolvidos para o pinheiro-bravo, Fonseca (2004) não validou como verdadeira a hipótese, dada a mortalidade expressiva observada na região do Tâmega, aquando da colheita de dados. As causas da mortalidade estavam associadas a danos provocados por depressões severas e a fenómenos de competição, tendo sido proposto um modelo para prever a probabilidade de ocorrência de mortalidade, ao qual se conjugou um modelo de sobrevivência do número de árvores.

---

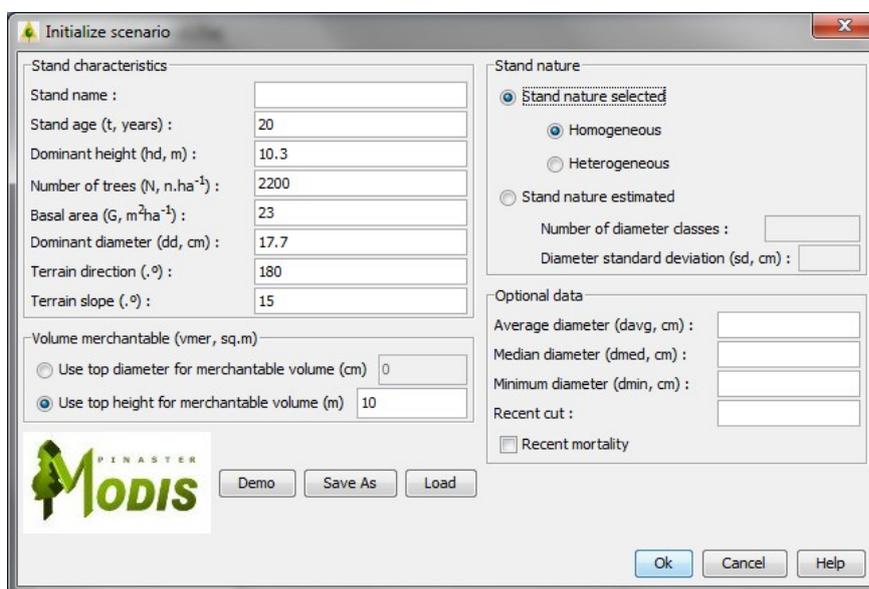
<sup>1</sup> Projeto coordenado pelo Professor Catedrático Carlos Pacheco Marques (UTAD) e financiado pelo Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA). Período de execução: 1996-2000.

A simulação da distribuição dos diâmetros adotada no ModisPinaster utiliza a distribuição  $S_B$  de Johnson (Johnson, 1949). O recurso a esta distribuição confere ao modelo maior flexibilidade para reproduzir distribuições de diâmetros do que a função de distribuição de Weibull, adotada em modelos anteriores, colmatando fraquezas apontadas às versões do PBRVAO que utilizavam essa função, detetadas para os pinhais do Tâmega (Ribeiro, 1991; Duarte, 1992; Sampaio, 1992).

Aquando da divulgação do ModisPinaster como resultado de investigação (Fonseca, 2004), considerava-se prioritário implementar o modelo em "ambiente amigável", de forma a tornar mais expedita a utilização do mesmo, dada a complexidade associada ao processo de estimação, designadamente na determinação dos parâmetros da distribuição  $S_B$ , para reconstituição das distribuições de diâmetros.

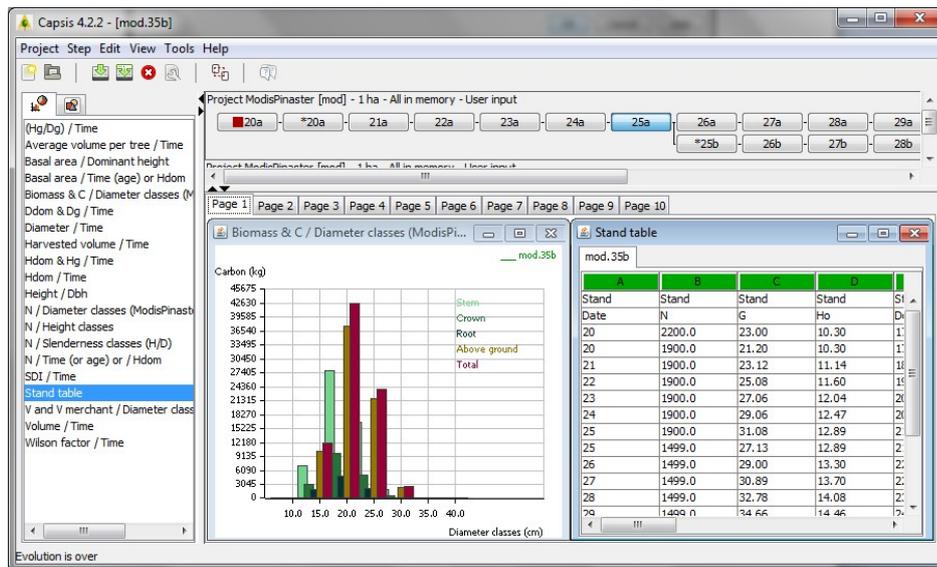
No decurso da Ação COST FP0603 "Forest models for research and decision support in sustainable forest management"<sup>2</sup> foi proporcionada a ligação da autora à comunidade CAPSIS, da qual resultou a integração, em 2009, do ModisPinaster na plataforma CAPSIS – Computer-Aided Projection of Strategies in Silviculture (<http://www.inra.fr/capsis>). Esta plataforma (Dufour-Kowalski *et al.*, 2012) é uma plataforma de simulação para modelos de crescimento e de dinâmicas florestais estabelecida pelo Institute National de la Recherche Agronomique (INRA, atual INRAE, França).

Nas Figuras 1 e 2 apresentam-se imagens do modelo ModisPinaster. O modelo está disponível para acesso livre na plataforma de simulação CAPSIS (<http://www.inra.fr/capsis>), mediante registo de pedido de utilização, podendo, em alternativa, ser solicitado diretamente à principal autora.



**Figura 1. Visualização do modelo ModisPinaster implementado na plataforma CAPSIS. Janela de inicialização com identificação das variáveis de entrada.**

<sup>2</sup> Ação COST coordenada pela Professora Catedrática Margarida Tomé (ISA/UTL), no período de execução 2007 a 2012, a quem se agradece a supervisão do trabalho realizado em programa de doutoramento, do qual resultou o ModisPinaster, e a facilitação de meios para implementação do modelo na plataforma CAPSIS, através da atribuição de duas bolsas de investigação em 2009 e em 2011 (COST-STSM-FP0603-04967 e COST-STSM\_FO0603\_090511-007846-7846).



**Figura 2. Visualização do modelo ModisPinaster implementado na plataforma CAPSIS. Exemplo de projeção de crescimento e de informação de saída disponibilizada.**

Uma síntese detalhada do modelo implementado na plataforma CAPSIS está descrita em Fonseca *et al.* (2012), juntamente com ilustrações de aplicação para objetivos distintos de gestão florestal.

Desde a implementação em ambiente amigável até à atualidade, foi prosseguida investigação visando incluir no modelo aperfeiçoamentos que expandissem o conjunto de funcionalidades iniciais e atendessem a observações realizadas pelos utilizadores, tornando o modelo mais abrangente nas aplicações e simulações que permite<sup>3</sup>. As funcionalidades da versão atual disponibilizada aos utilizadores serão identificadas no decurso do seminário, aquando da exposição do modelo, mencionando-se igualmente as alterações incluídas, em versão exploratória, de uso mais restrito, divulgadas por Le Moguédec *et al.* (2016).

### Utilização do ModisPinaster em processo de ensino e de aprendizagem

O modelo ModisPinaster é utilizado como recurso pedagógico na formação em Engenharia Florestal, em três unidades curriculares, sob regência da candidata, mais precisamente em: Dendrometria (no 2º ano do Curso de Licenciatura), Ordenamento Florestal (unidade curricular disponibilizada no 3º ano do Curso de Licenciatura desde 2018/2019, e anteriormente incluída no plano de estudos do Curso de Mestrado), e Modelação de Recursos Florestais (incluída no plano de estudos do Curso de Mestrado, atualmente lecionada no 1º ano do referido curso).

As utilizações concebidas para o ModisPinaster são distintas nas três unidades curriculares. Tradicionalmente, em Dendrometria, era feita menção ao modelo aquando da exposição do tema

<sup>3</sup> As contribuições mais próximas recebidas nas fases de desenvolvimento, de implementação ou de aperfeiçoamento estão reconhecidas no ModisPinaster, com realce para o Professor Catedrático Carlos Pacheco Marques (UTAD), Doutor Bernard Parresol (USDA Forest Service), Engenheiro François de Coligny (INRAE) e Professor Doutor Helder Viana (IPV).

“Crescimento e produção dos povoamentos florestais”. Com a inclusão de Ordenamento Florestal no ciclo de estudos em que se leciona Dendrometria, decidiu-se minimizar a alusão ao modelo em Dendrometria, privilegiando o seu uso na unidade curricular Ordenamento Florestal.

Em Ordenamento Florestal, a apresentação do modelo está integrada no tema “Intervenção Produtiva”, do Capítulo 5 do programa. Os conteúdos desse capítulo incluem a familiarização com modelos para suporte à gestão florestal das principais espécies da floresta nacional. No caso do pinheiro-bravo é feita uma síntese dos modelos existentes e analisa-se um subconjunto com mais detalhe, geralmente composto pelas Tabelas de Produção de Oliveira (1985), de Santos Hall e Martins (1986a,b) e de Moreira e Fonseca (2002), agora reunidas em Fonseca e Carneiro (2019) e de mais fácil acesso; o algoritmo de Gestão da Densidade AGD-PP desenvolvido por Fonseca *et al.* (2005), que integra o modelo alométrico desenvolvido por Luis e Fonseca (2004), e o ModisPinaster. A utilização do ModisPinaster, por parte dos alunos, sucede à experimentação dos modelos anteriores, orientando-se os alunos para examinarem o modelo, quanto aos requisitos de informação de entrada e quanto à informação de saída que proporciona, enfatizando o seu uso na simulação do crescimento e prescrição de desbastes.

Para apoio à prática oficial, é fornecido um guião com orientações de condução, para os alunos poderem seguir durante o processo exploratório de demonstração. Na prescrição de intervenção, os desbastes podem ser definidos com base em diferentes critérios: número de árvores, especificação do fator de espaçamento de Wilson, já referido, ou do índice de densidade dos povoamentos (Reineke, 1933). Neste caso, o índice tem como base a linha de máxima densidade estabelecida para a espécie, em Portugal, por Luis e Fonseca (2004). A regulação de desbastes a partir de diferentes critérios faz parte do conhecimento adquirido pelos alunos antes de procederem a experimentação com o ModisPinaster.

Nos ensaios realizados são considerados diversos modelos silvícolas, alguns sugeridos na bibliografia para o pinheiro-bravo (obtidos por pesquisa autónoma, por exemplo, em publicações do Centro Pinus), outros correspondendo à reprodução de orientações associadas às tabelas de produção mencionadas e, ainda, orientações definidas pelos próprios alunos. No final da prática oficial são analisados os resultados entre pares, em discussão supervisionada, para aprofundar o conhecimento.

Fazendo o vínculo do seminário ao programa da unidade curricular Modelação de Recursos Florestais, o ModisPinaster é apresentado como um exemplo de modelo de povoamento, sendo abordado no Capítulo 2 (Os modelos aplicados a dados de recursos florestais), e no tema “O Processo de modelação”, tratado em mais do que um capítulo, no decurso do programa. A referência ao ModisPinaster, em contexto de ensino e de aprendizagem, permite salientar diferentes etapas do processo de modelação, desde a obtenção e análise de dados à apresentação final do modelo e sua disponibilização aos utilizadores, incluindo a identificação de constrangimentos e estratégias para a respetiva resolução.

No âmbito da modelação, usando a experiência particular da docente com o ModisPinaster, realça-se no seminário a conveniência de sensibilizar os alunos para a observância de boas práticas no processo de modelação, entre as quais:

1. Conhecer o problema, definir objetivos (SMART), e planear o processo;

2. Articular objetivos com a informação requerida ou disponível para o desenvolvimento dos modelos, reconhecendo a importância de dispor de uma base de dados adequada e com qualidade;
3. Priorizar a análise exploratória dos dados e incluir a verificação dos pressupostos admitidos para o modelo, ensaiando ou avaliando a sua utilização antes de o disponibilizar;
4. Reconhecer a importância da comunicação e da acessibilidade, fornecendo a informação essencial ao seu correto uso e tornando o modelo acessível aos utilizadores.

Como se procurará mostrar, o ModisPinaster é usado como recurso e estratégia de métodos de aprendizagem ativos, sustentados na prática aprender-fazendo (“hands-on”). É também utilizado na preparação de projetos (“Project based learning”), como se exemplifica em continuidade. Estes métodos facilitam a participação e a intervenção do aluno no processo de aprendizagem e fomentam a criatividade na procura de soluções, em concretizações reais.

### Utilização do ModisPinaster para apoio à decisão

Os casos de estudo selecionados como aplicações específicas, a expor no seminário, respeitam a trabalhos supervisionados pela candidata, na qualidade de orientadora, ou desenvolvidos em linhas de investigação, complementando-se a informação com referência a utilizações externas. Os trabalhos que supervisionou foram desenvolvidos como Projeto ou como Dissertação de Mestrado, da formação em Engenharia Florestal oferecida pela UTAD, cumprindo uma função dupla, conciliar a consolidação de aprendizagem com uma desejável aproximação à atividade profissional. Entre as aplicações a apresentar no seminário, estão:

- A previsão do crescimento do pinhal bravo do Baldio de Paredes e Escariz (concelho de Vila Real) com recurso ao simulador ModisPinaster (Cabral, 2019; Cabral e Fonseca, 2020).
- A elaboração de propostas de gestão de pinhal-bravo em áreas baldias, direcionadas ao aproveitamento de material lenhoso (Cerqueira, 2020).
- A criação de Carta de perigosidade de danos provocados por intempéries para povoamentos de *Pinus pinaster* (Martinho, 2010; Martinho *et al.*, 2010).
- Sistemas de suporte à decisão aplicados à gestão florestal sustentável em povoamentos de pinheiro-bravo (Costa, 2017; Costa *et al.*, 2020).

Em termos científicos foram elaborados documentos que incluem aplicações ou inovações do ModisPinaster (Cerveira *et al.*, 2011; Fonseca *et al.*, 2012; Viana *et al.*, 2013; Cerveira *et al.*, 2014; Fonseca e Duarte, 2017), das quais, a mais recente reporta à definição de modelos de silvicultura para áreas de pinheiro-bravo regeneradas naturalmente, com densidades muito elevadas (Fonseca e Lousada, 2020). No seminário será facultada uma perspetiva destas utilizações.

Quanto ao emprego do ModisPinaster para apoio à gestão florestal, por parte dos técnicos gestores, será referida a ação de formação realizada na UTAD, enquadrada no encontro técnico-

-científico “Gestão do pinhal bravo: aplicação do modelo de simulação ModisPinaster”. O evento decorreu de 19 a 22 de novembro de 2011, no âmbito do Projeto INEF-PINUS, Informação Estratégica para a Fileira do Pinho, e contou com a participação do Eng. François de Coligny, responsável pela plataforma CAPSIS. Admite-se a possibilidade de utilização individual por parte dos participantes, bem como dos utilizadores que acedem ao modelo através da plataforma CAPSIS.

No seminário far-se-á referência às empresas ou entidades que solicitaram o ModisPinaster, estando presentemente reconhecida a autorização de uso, às firmas ou entidades: FLORESTGAL - Empresa de Gestão e Desenvolvimento Florestal, S.A.; Cooperativa Agrícola de Boticas – CAPOLIB; Floresta Projetos – Consultoria e Planeamento Florestal; Centre National de la Propriété Forestière (CNPF), Institut pour le Développement Forestier (França); Office National des Forêts (ONF), Research Department (França).

Está em curso, desde agosto de 2020, uma atividade de extensão com a CAPOLIB para utilização do ModisPinaster, como suporte à gestão florestal das áreas de pinhal-bravo dos baldios geridos pela cooperativa, atividade a que se aludirá no seminário.

Conclui-se o seminário com considerações finais, partilhando elementos de reflexão quanto à utilização do ModisPinaster no contexto do processo de ensino e de aprendizagem e para suporte à tomada de decisão, no panorama atual e perspectivas de progresso.

### 3. RECURSOS E ESTRATÉGIAS

O seminário será apresentado como uma comunicação oral, sustentada por um documento base preparado em Microsoft Office *Power Point*, usando como estratégia os métodos expositivos e demonstrativos. Serão exibidas ilustrações, em forma de gráfico, figura e fotografia com o objetivo de facilitar a exposição e a apreensão dos conteúdos abordados. Usar-se-á, em complemento, o método exemplificativo, no sentido de clarificar as matérias apresentadas.

Para apoio à exposição irá usar-se um computador pessoal e um projetor multimédia, prevendo-se a dispensa deste, caso haja necessidade de realizar a apresentação a distância, circunstância que levaria à utilização de sistema de videoconferência, e da respetiva funcionalidade de partilha de ecrã.

### 4. REFERÊNCIAS

Cabral, AM. 2019. Previsão do crescimento do pinhal bravo do Baldio de Paredes e Escariz (concelho de Vila Real) com recurso ao simulador ModisPinaster. Projeto. UTAD, Vila Real. 75p.

Cabral, M, TF Fonseca. 2020. Previsão do crescimento do pinhal bravo do Baldio de Paredes e Escariz com recurso ao simulador Modispinaster. Comunicação no Pinus Webcast: As tabelas de produção como ferramenta de apoio à gestão do pinhal-bravo, organizado pelo Centro Pinus.

Carrascalão, MV. 1969. Tabelas Empíricas de Produção para o pinheiro bravo (Mata Nacional de Leiria). Relatório Final do Curso de Engenheiro Silvicultor. ISA. Lisboa. 71p.

- Cerqueira, AN. 2020. Propostas de gestão de pinhal-bravo em áreas baldias, direcionadas ao aproveitamento de material lenhoso. Dissertação de Mestrado. UTAD, Vila Real. 101p.
- Cerveira, A, I Martins, A Mota, J Bento, TF Fonseca. 2014. Otimização de Planos de Exploração Florestal em Baldios do Norte de Portugal. Caso 1, p.17–56. In *Investigação Operacional em Ação – Casos de Aplicação*. RC Oliveira, JS Ferreira (Ed.). Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal. ISBN 978-989-26-0737-5. DOI: 10.14195/978-989-26-0738-2
- Cerveira, A, TF Fonseca, A Mota, I Martins. 2011. An integer programming model for the management of a forest in the North of Portugal. In *Numerical Analysis and Applied Mathematics ICNAAM 2011 AIP Conf. Proc.* 1389:1890-1893.
- Cosme, AB. 1976. Tabela de Produção para o pinheiro bravo. Relatório de Actividades do Curso de Engenheiro Silvicultor. ISA. Lisboa.
- Costa, PD. 2017. Sistemas de suporte à decisão aplicados à Gestão Florestal Sustentável em povoamentos de *Pinus pinaster* Ait.. Dissertação de Mestrado. UTAD, Vila Real. 131p.
- Costa, P, A Cerveira, TF Fonseca. 2020. Sistemas de suporte à decisão aplicados à gestão florestal sustentável em povoamentos de pinheiro-bravo. *APDIO. Boletim* 62: 17-20.
- Duarte, JPC. 1991. Modelo PBRADO: aplicação e desenvolvimento no Perímetro Florestal de Mondim de Basto. Esboço de um plano de gestão. Relatório Final de Estágio. UTAD, Vila Real. 146p.
- Duarte, JPC. 1992. Modelos de crescimento e de produção de pinheiro bravo. O caso do Vale do Tâmega. *DGF Informação* 11:16-18.
- Dufour-Kowalski, S, B Courbaud, P Dreyfus, C Meredieu, F de Coligny. 2012. Capsis: an open software framework and community for forest growth modelling. *Annals of Forest Science.* 69(2): 221-233. DOI: 10.1007/s13595-011-0140-9.
- Fonseca, TF. 2003. Contributo para o estado da arte em modelação da floresta: construção do ModisPinaster. In *I Jornada Técnica de Modelação da Floresta. Livro de Resumos*. Instituto Superior de Gestão. Lisboa, 29 de setembro de 2003. 3p.
- Fonseca, TF. 2004. Modelação do crescimento, mortalidade e distribuição diamétrica, do pinhal bravo no Vale do Tâmega. Tese de Doutoramento. UTAD, Vila Real. 248p.
- Fonseca, TF. 2011. A utilização de modelos de crescimento e produção como suporte à gestão florestal. Projeto INEF-PINUS. PinusPress nº 26. ISSN-0874-6109.
- Fonseca, TF, A Cerveira, A Mota. 2012. An integer programming model for a forest harvest problem with temporal and constraints. *Forest Systems.* 21(2):272-283. DOI: 10.5424/fs/2012212-02879
- Fonseca, TF, B Parresol, C Marques, F de Coligny. 2012. Models to Implement a Sustainable Forest Management – an Overview of the ModisPinaster Model. Chapter 18, p.321-338. In *Sustainable Forest Management / Book 1*. J Martín García, JJ Diez Casero (Ed.). InTech - Open Access Publisher, London. ISBN: 978-953-51-0621-0. DOI: 10.5772/29808
- Fonseca, TF, J Calçada-Duarte. 2017. A silvicultural stand density model to control understory in maritime pine stands. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 10:829-836. DOI: 10.3832/ifor2173-010

- Fonseca, TF, JL Lousada. 2020 Management of Maritime Pine: Energetic Potential with Alternative Silvicultural Guidelines. In Forest Biomass - From Trees to Energy. C Gonçalves (Ed.). IntechOpen, London. ISBN 978-1-83962-971-6 [13p. aceite p. publicação em 2020.05.20]
- Fonseca, TF, JS Luis, CP Marques. 2005. AGD\_PP: Um algoritmo de gestão da densidade dos povoamentos de *Pinus pinaster*. In R Silva, F Páscoa, SPCF (Ed.). Actas das comunicações do V Congresso Florestal Nacional. Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, 16 a 19 de maio de 2005. p.84. ISBN: 972-99656-0-9
- Fonseca, TF, S Carneiro. 2019. Ferramentas de Apoio à Gestão de Pinhal-bravo: Tabelas de Produção. Centro PINUS. 40p. ISBN: 978-972-98308-6-0.
- Gomes, MFFN. 1982. Análise das potencialidades produtivas dos povoamentos de pinheiro bravo - Administração Florestal de Gouveia - Viseu. Relatório de Actividades do Curso de Engenheiro Silvicultor. ISA. Lisboa. 56p.
- Gomes, AM, AAM Alves. 1965. Inventário florestal. Cartografia, áreas Florestais, inventariação, Tabelas de Produção (Salvaterra de Magos, Almeirim, Alpiarça, Chamusca, Coruche). DGSFA, Hidrotécnica. Lisboa.
- Johnson, NL. 1949. Systems of frequency curves generated by methods of translation. Biometrika 36: 149-176.
- Le Moguédec, G, TF Fonseca, F de Coligny, A Cerveira. 2016. Improved procedures for maritime pine management with ModisPinaster using the ModisOptimizer tool. Meeting CAQSI – 2016, 5 - 7 April 2016, CNRS CEFE, Montpellier, France.
- Luis, JS, TF Fonseca. 2004. The allometric model in the stand density management of *Pinus pinaster* in Portugal. Annals of Forest Science 61:807-814.
- Marques, CP. 1987. Qualidade das estações florestais – Povoamentos de pinheiro bravo no Vale do Tâmega. Tese de Doutoramento. UTAD, Vila Real. 201p.
- Marques, CP. 1991. Evaluating site quality of even-aged maritime pine stands in Northern Portugal using direct and indirect methods. Forest Ecology and Management 41: 193-204.
- Martinho, HFSF. 2010. Carta de perigosidade de danos provocados por intempéries para povoamentos de *Pinus pinaster*. Dissertação de Mestrado. UTAD, Vila Real. 52p.
- Martinho, H, TF Fonseca, J Aranha, L Martins. 2010. Climatic hazard assessment mapping for *Pinus pinaster* stands. In D Lopes, M Tomé, M Liberato, P Soares (Ed.) Book of Abstracts of Mixed and Pure Forests in a Changing World IUFRO Conference, Vila Real, Portugal, 6-8 October 2010. p.128.
- Martins, LS, CMA Amaral. 1970. Análise económica da produção de uma mata. DGSFA, Estudos e Informação 256. 26p.
- Morais, CJE. 1971. Análise financeira para determinação de um termo de explorabilidade dos povoamentos de pinheiro bravo. Aplicação ao Perímetro Florestal de Entre Lima e Neiva. Relatório Final de Curso de Engenheiro Silvicultor. ISA. Lisboa. 73p.
- Moreira, AM, TF Fonseca. 2000. Tabela de produção provisória para o pinhal do Tâmega In CP Marques (Ed.) Resumos das Comunicações das Jornadas Pinheiro bravo: ecologia e produção. UTAD, Vila Real, 19-20 de outubro de 2000. p.33.

- Moreira, AM, TF Fonseca. 2002. Tabela de produção para o pinhal do Vale do Tâmega. *Silva Lusitana* 10(1):63-71. ISSN 0870-6352
- Oliveira, AC. 1982. Curvas de classe de qualidade provisórias de povoamentos de pinheiro bravo da Serra da Estrela. *Anais do ISA*, vol. XL: 239-255. ISA. Lisboa.
- Oliveira, AC. 1985. Tabela de Produção Geral para o pinheiro bravo das regiões montanas e submontanas. DGF. Centro de estudos Florestais (INIC). Lisboa. 38p.
- Páscoa, F. 1987. Estrutura, crescimento e produção em povoamentos de pinheiro bravo. Um modelo de simulação. Tese de Doutoramento. ISA/UTL, Lisboa. 241pp.
- Páscoa, F. 1988. Using inventory data to build growth and yield stand models. In *Proceedings on the IUFRO Conference on Forest Simulation Systems*. 2-5 November 1988, Berkeley. p. 279-286
- Peres, AB. 1990. Análise de estruturas, crescimentos e produções em povoamentos de pinheiro bravo. DGF, *Estudos e Informação* 302. 32p.
- Reineke, LH. 1933. Perfecting a stand-density index for even aged forests. *Journal of Agricultural Research* 46: 627-639.
- Ribeiro, EM. 1991. Comportamento do modelo "PBRAVO" quando aplicado a situações de desbaste pelo alto. Relatório Final de Estágio. UTAD, Vila Real. 154p.
- Sampaio, JMR. 1992. Validação do modelo "PBRAVO" para o Vale do Tâmega. Relatório de Estágio. UTAD, Vila Real. 70p.
- Santos Hall, A, L Martins. 1966. Inventário Florestal Nacional. Tabelas de Volume e Produção. DGSA, Lisboa.
- Santos Hall, A, L Martins. 1986a. Tabelas de Produção para o pinheiro bravo. Projecto Florestal Português. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. Lisboa. 9p.
- Santos Hall, A, L Martins. 1986b. A previsão do volume do povoamento total para o pinheiro bravo. In SPCF (Ed.) 1º Congresso Florestal Nacional. 2-6 Dezembro de 1986, Lisboa. 7p.
- Santos Hall, FA. 1931. Tabela de Produção Lenhosa para o Pinheiro Bravo. Separata do Boletim do Ministério de Agricultura, Ano XIII, nº 1, 1ª Série. Lisboa.
- Silva, RFO. 1987. Um modelo de gestão individual de povoamentos florestais equiênicos. Dissertação de Mestrado. ISA. Lisboa. 162p.
- Silva, RFO. 1989. Gestão dinâmica de povoamentos florestais. Um modelo de simulação para os povoamentos de pinheiro bravo das Dunas do Litoral entre Mondego e Douro. INIA, EFN. Lisboa. 125p.
- Velez, JC. 1954. Tabela Normal de Produção para o pinheiro bravo na Mata Nacional de Leiria. Relatório Final do Curso de Engenheiro Silvicultor. ISA. Lisboa. 106p.
- Viana, H, CP Marques, TF Fonseca. 2013. Predição da biomassa aérea da *Pinus pinaster* Aiton por um sistema de equações aditivas integrado no simulador Open Source ModisPinaster. *Silva Lusitana*, Nº Especial 77-86. ISSN 0870-6352
- Wilson, FG. 1946. Numerical expression of stocking in terms of height. *Journal of Forestry* 44: 758-761.

