



## **Desafios e oportunidades para o uso de novas tecnologias digitais nas operações de silvicultura e colheita florestal em Portugal**

Pedro Britto<sup>1</sup>  
Alexandra Marques<sup>2</sup>  
Mariana Amaro<sup>3</sup>  
José Luis Carvalho<sup>4</sup>  
Beatriz Lourenço<sup>5</sup>  
Francisco Manso<sup>6</sup>  
Carolina Catorze<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Laboratório Colaborativo ForestWISE (pedro.britto@forestwise.pt); <sup>2</sup>Laboratório Colaborativo ForestWISE (alexandra.marques@forestwise.pt); <sup>3</sup>Laboratório Colaborativo ForestWISE (mariana.amaro@forestwise.pt); <sup>4</sup>The Navigator Company ([carvalho@thenavigatorcompany.com](mailto:carvalho@thenavigatorcompany.com)); <sup>5</sup>Altri Florestal ([Beatriz.lourenco@altri.pt](mailto:Beatriz.lourenco@altri.pt)); <sup>6</sup>Trigger Systems ([francisco.manso@trigger.systems](mailto:francisco.manso@trigger.systems)); <sup>7</sup>INESC TEC ([carolina.catorze@inesctec.pt](mailto:carolina.catorze@inesctec.pt))

**RESUMO:** O uso de sensores que realizam automaticamente medições e registro de informações sobre produtividade nas operações florestais revelam oportunidades à otimização da gestão florestal. Entretanto, integrar os dados recolhidos das máquinas florestais em soluções operacionais é um grande desafio para as empresas. Em Portugal, as operações florestais, em particular a colheita de madeira, são majoritariamente realizadas por empresas terceirizadas que possuem maquinaria muito diversa. Novas tecnologias de recolha de informação e gestão das operações florestais precisam ser desenvolvidas na lógica “one-size-fits-all” (uma solução para tudo). Desta forma, uma solução inovadora está a ser desenvolvida no âmbito do projeto rePLANT. Esta solução objetiva uma forma de superar os desafios que tem limitado a adoção de novas tecnologias capazes de facilitar a tomada de decisão e a gestão florestal em Portugal. Novos atores e empresas de tecnologia foram introduzidas na arena florestal. Um novo equipamento de leitura dos arquivos “StandforD” foi desenvolvido e testes a campo estão em desenvolvimento. Novas tecnologias para medições de estoque de madeira baseadas em aplicativos de smartphones, também estão a ser testados e incluídos no sistema. Por fim, um novo modelo de negócios será apresentado para fomentar a comercialização em Portugal das tecnologias de melhor desempenho.

*Palavras-chave:* colheita florestal; apps para recolha de dados; tecnologias track-and-trace; Floresta 4.0, StandForD.

### **Introdução**

O uso de sensores para coleta automática de dados, em tempo real, sobre as operações florestais revela inúmeras oportunidades para um melhor planejamento e tomada de decisões. Estes sensores podem ser incorporados em máquinas de colheita combinados com aplicativos de smartphone para recolha de dados, com dispositivos de rastreamento usados em caminhões, com câmeras em parques de madeira e outros mecanismos dentro da fábrica que fornecem informações para o gerenciamento de estoques e produção (Marques et al., 2011; Sholz et al., 2018). Embora pesquisas recentes tenham trazido avanços significativos em termos da padronização de dados e interoperabilidade, a forma de integrá-los em soluções operacionais de fato ainda enfrenta desafios,



tanto tecnológicos quanto de negócios (Marques et al., 2020). Cabe ainda destacar que em Portugal, a frota de colheita é muito diversificada em termos de fabricantes e ano de fabricação (DGDR, 2013), portanto, as tecnologias devem ser desenvolvidas na lógica do "uma solução para tudo", com preocupação de compatibilidade.

Esta pesquisa foi elaborada no âmbito do Projeto rePLANt ([www.replant.pt](http://www.replant.pt)) e tem como objetivo encontrar formas de superar estes desafios que têm limitado a adoção das tecnologias digitais pelos diferentes atores da cadeia florestal Portuguesa. Estudos de caso, testes de campo e demonstradores foram estabelecidos para avaliar as vantagens de diferentes tecnologias quando comparadas com os processos atuais. Está em desenvolvimento um novo protótipo de dispositivo complementar a ser instalado nas máquinas florestais, garantindo a recolha de dados e compatibilidade entre diferentes modelos e fabricantes. É esperado ao final deste projeto que sejam implementados novos modelos de negócio para fomentar a comercialização em Portugal das tecnologias de melhor desempenho, selecionadas em processos de referência e com o envolvimento das partes interessadas.

### *O Setor florestal português*

A floresta é o principal uso do solo no território português, que, combinado com “espaços silvestres”, abrangem mais de 6 milhões de hectares (cerca de 70% do território Português). Das principais espécies produzidas em Portugal, destacam-se o Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) na indústria de papel, celulose e painéis; o Pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) na indústria de painéis, mobiliário e resina; e o Sobreiro (*Quercus suber*) para produção de cortiça – com respetivamente 26%, 22% e 22% da área florestal total (ICNF, 2022). A produção anual de madeira é cerca de 11 milhões de m<sup>3</sup> abastecendo principalmente as indústrias de painéis de madeira, mobiliário pasta e papel. Também se destaca a produção de cortiça. De acordo com o ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas), a maior parte do território florestal português pertence a proprietários privados não industriais (86%), seguido por comunidades locais ou baldios (5,4%), por empresas do setor de pasta e papel (5%) e pelo estado (1,2%) (BIOND, 2022; Feliciano et al., 2015). Em Portugal, 45% da área florestal são pequenas propriedades rurais (até 20 hectares) (Baptista & Santos, 2005).

### *O parque de máquinas florestais em Portugal*

A colheita florestal, quase que em sua totalidade, é realizada no sistema de toras curtas com o corte/abate sendo realizado por motosserras e *fellers* o processamento com *harvesters* e a extração com *forwarders* e/ou tratores com reboque. Apesar da maioria dos modelos de *harvesters* e



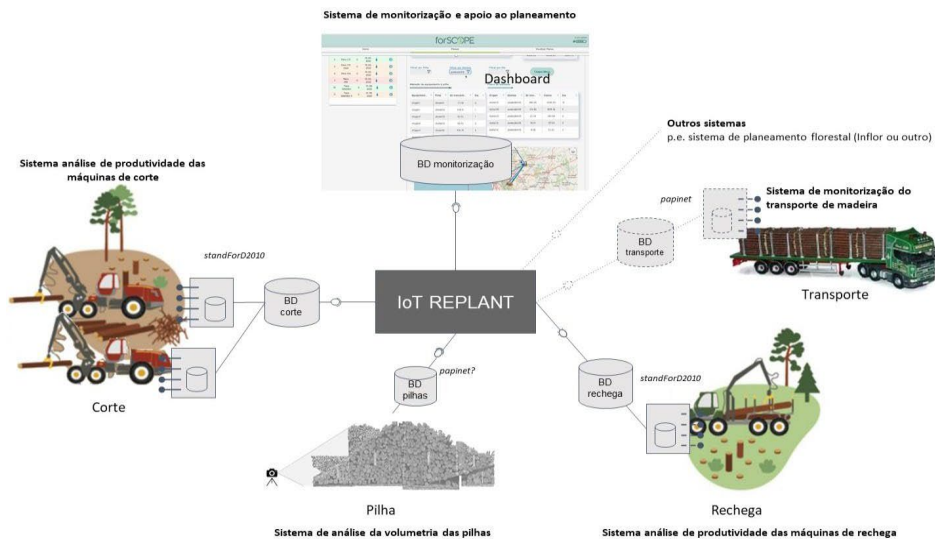
*forwarders* possuem sensores e tecnologias capazes de medir e controlar a produção florestal, em Portugal, muito pouco dessa informação é de fato utilizada. Empresas terceirizadas com máquinas de diferentes fornecedores e idades variadas tornam muito difícil a integração dessas informações. De acordo com a DGADR (2015), a frota de máquinas florestais a operar em Portugal em 2013 era cerca de 1.100 tratores dedicados a exploração florestal (*harvesters, fellers, forwarders*, tratores com reboque e *skidders*). Esses valores podem estar subestimados visto que em Portugal não existe uma legislação ou controle efetivo do registro de máquinas florestais. Operações de silvicultura e colheita florestal são realizadas predominantemente por empresas prestadoras de serviço de pequeno e médio porte, que, na sua maioria, possuem uma pequena frota de máquinas de idades e modelos muito diversos.

#### *Novas tecnologias de apoio a gestão florestal*

O novo paradigma da Floresta 4.0, assenta no desenvolvimento de soluções integradas, compostas por sensores acoplados aos equipamentos de corte e por sistemas avançados de planejamento. Estas soluções de “exploração florestal 4.0” dão visibilidade sobre o que acontecendo no teatro de operações aos seus vários intervenientes, permitem monitorar indicadores importantes de performance e sustentabilidade que são úteis para apoiar o planejamento e a tomada de decisão em tempo real de toda a cadeia (Marques et al., 2011).

#### Solução rePLANT para recolha de dados e otimização da produção

O Projeto rePLANT desenvolveu um protótipo de solução integrada para a colheita florestal em Portugal. Esta solução recolhe informação sobre as operações de abate, extração e processamento de rolaria a partir de vários tipos de sensores existentes nas máquinas de colheita florestal. A partir disso, a solução permite o acesso a localização e quantificação de volume de madeira e biomassa florestal recolhidos em tempo real, bem como a análise de rendimento e rastreabilidade dos fluxos ao longo da cadeia de abastecimento. Por fim, a solução inclui um sistema avançado de planejamento que permite monitorar e analisar toda a informação recolhida numa lógica de múltiplos-utilizadores (Figura 1).



**Figura 1.** Arquitetura das aplicações desenvolvidas no âmbito do projeto rePLANT.

Entre os processos desenvolvidos pela “solução rePLANT” é importante destacar: a) Sistema análise de produtividade das máquinas de corte: Consiste num protótipo do dispositivo para acoplar às máquinas de corte e processamento (*harvesters*), de baixo custo e multi-máquina e respetiva base de dados central “BD corte” onde ocorre a consolidação da informação. A análise realizada sugere que os sensores incorporados nas máquinas de corte para recolha automática dos dados a produção do StanForD. b) Sistema análise de produtividade das máquinas de extração: Sistema muito semelhante ao anterior, mas que deverá ser adaptado para equipamentos de extração de madeira (arraste e baldeio). c) Sistema de análise da volumetria das pilhas: Consiste em aplicativos para smartphone que fornece estimativa do volume de pilhas de madeira. No projeto rePLANT foram realizados estudos no sentido de verificar a precisão e produtividade destes aplicativos (já disponíveis no mercado europeu). Os resultados prévios indicam que as apps estudadas podem ser uma ferramenta de apoio viável na obtenção expedita de informações. d) Plataforma de interoperabilidade IoT REPLANT: Plataforma que faz a canalização dos dados provenientes dos sistemas de recolha de dados e disponibiliza-os ao sistema de monitorização e apoio ao planeamento. A compatibilidade dos dados será assegurada pela adoção padrões internacionais, nomeadamente, o StanForD. e) Sistema de monitorização e apoio ao planeamento: Será desenvolvido e adaptado o protótipo de investigação do “ForSCOPE” (Sistema de Optimização da Cadeia de Abastecimento Florestal) para monitorização da exploração florestal, e apresentação dos resultados e dashboards.



## Conclusões

Os resultados, ainda que no começo, já são percebidos pelos agentes da cadeia de fornecimento florestal. A solução desenvolvida no projeto rePLANT promove a integração e interoperabilidade das informações entre diferentes maquinarias florestais e fornece uma solução aos desafios que tem limitado a adoção de novas tecnologias capazes de facilitar a gestão otimizada das operações de colheita florestal em Portugal. No entanto, pesquisa e inovação adicionais são necessárias para a adoção deste sistema em tempo real e de maneira mais abrangente em Portugal. É preciso ainda ganho de escala e mudança de um protótipo de pesquisa para um sistema operacional, bem como a inclusão de novos fatores no sistema abordando os riscos de incêndio, critérios de sustentabilidade, eficiência de custos. entre outros.

## Referências bibliográficas

BAPTISTA, F., SANTOS, R. Os Proprietários Florestais: Resultados de um Inquérito (Forest Owners: Results of a survey. Pp Celta, Oeiras. Pp. 94, 2005.

BIOND, Associação das bioindústrias de base florestal. Boletim estatístico 2021. Rua Marques Sá, Lisboa. 105 pg, 2022.

DGADR, Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Níveis de Mecanização da Agricultura Portuguesa: Dados estatísticos relativos a 2013. Ministério da Agricultura e do Mar. Lisboa, 2015.

FELICIANO, D.; ALVES, R.; CARVALHO MENDES, A.; RIBEIRO, M.; SOTTOMAYOR, M. Forest Land Ownership Change in Portugal. COST Action FP1201 FACESMAP Country Report, European Forest Institute Central-East and South-East European Regional Office, Vienna. 50 pages, 2015.

ICNF, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Portugal Market Report, 2022. online disponível: <<https://www.icnf.pt/api/file/doc/4d12d4092a22765f>>

MARQUES A.F.; BORGES J.G.; SOUSA P. AND PINHO A. An enterprise architecture approach to forest management support systems design. An application to pulpwood supply management in Portugal. European Journal of Forest Research 130 (6): 935-948, 2011.

MARQUES A, CUNHA J, DE MEYER A, NAVARE K. Contribution Towards a Comprehensive Methodology for Wood-Based Biomass Material Flow Analysis in a Circular Economy Setting. Forests. 2020; 11(1):106. <https://doi.org/10.3390/f11010106>.

SCHOLZ J, MARQUES AF, DE MEYER A., PINHO T, Boaventura-Cunha J, Van Orshoven J, Rosset C, Künzi J, Kaarle J, and Nummila K. Digital technologies for Forest Supply Chain Optimization: existing solutions and future trends. Environmental Management Vol 62, N. 6, pp. 1108–1133, 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-018-1095-5>.

