renováveis magazine
revista técnico-profissional de energias renováveis
01-07-2025

aplicações de **Inteligência Artificial** na cadeia de **valorização da biomassa**

A IA está a transformar a cadeia da biomassa em Portugal, do inventário e logística à conversão, com Monitorização, Reporte e Verificação (MRV) digital. Projetos como BioDataCBE e Agenda transForm e casos industriais (Navigator, Sonae Arauco, LIPOR/Valorsul, INESC TEC) aumentam eficiência, rastreabilidade, sustentabilidade e competitividade

João Bernardo, Teresa Almeida e Sónia Figo
Centro da Biomassa para a Energia

A valorização energética da biomassa representa uma oportunidade estratégica para a promoção de uma economia mais circular, descarbonizada e resiliente. No entanto, a sua implementação eficiente enfrenta diversos desafios técnicos, logísticos e ambientais que requerem soluções inovadoras e tecnologicamente avançadas.

Neste contexto, a integração de ferramentas de Inteligência Artificial (IA) ao longo da cadeia de valor da biomassa, desde a produção até à conversão energética, assume um papel determinante.

A cadeia de valorização energética da biomassa compreende um conjunto de etapas interligadas, que incluem a produção e gestão da biomassa (florestal, agrícola ou agroindustrial), a sua recolha, tratamento e transporte, até à utilização final em processos de conversão energética como a combustão, pirólise ou gaseificação. Estes processos têm como objetivo gerar energia térmica, elétrica ou biocombustíveis, promovendo a transição energética com base numa maior neutralidade carbónica e contribuindo, em simultâneo, para uma economia mais sustentável e circular.

A valorização sustentável da biomassa ganha particular relevância num contexto marcado pelos desafios da transição energética, da gestão ativa do território e da prevenção estrutural de incêndios rurais. Contudo, apesar do seu elevado potencial e da valorização já existente, a utilização eficiente da biomassa, nomeadamente da biomassa residual de origem florestal e agrícola, continua a exigir respostas mais inovadoras face a obstáculos estruturais como a dispersão geográfica dos recursos, a complexidade logística, a sazonalidade da oferta e a necessidade de assegurar a sustentabilidade ambiental e económica da sua exploração.

A criação de infraestruturas digitais partilhadas, plataformas de dados abertos e soluções de monitorização em tempo real apresenta-se como uma resposta promissora. Estas soluções permitem ultrapassar limitações estruturais da cadeia de valor, como as assimetrias de informação, a reduzida rastreabilidade, a fraca integração digital e a dispersão de dados técnicos e territoriais.

O CBE, enquanto associação técnico-científica com décadas de experiência no sector, encontra-se em posição privilegiada para liderar este processo de transformação digital. Nesse sentido, está a desenvolver o projeto BioDataCBE – Plataforma Nacional de Inteligência da Biomassa, cujo objetivo principal é criar uma plataforma digital integrada para recolha, tratamento, visualização e partilha de dados sobre a disponibilidade, fluxos, valorização e rastreabilidade da biomassa florestal e agrícola em Portugal. Outros parceiros[1], reunidos na Agenda transForm, uma iniciativa coordenada do setor florestal português para a transição digital, resiliência energética e neutralidade carbónica, liderada pela Altri Florestal e pelo CoLAB ForestWISE.

A evolução das técnicas de *Machine Learning* (ML)[2] e da análise geoespacial abre novas possibilidades para a estimativa e previsão da disponibilidade sustentável de biomassa. A integração de dados históricos de inventário florestal, sensoriamento remoto (como imagens de satélite e dados da LiDAR[3]) e variáveis climáticas em modelos preditivos permitirá obter projeções mais precisas

[1] A Agenda transForm integra um consórcio de 56 parceiros, entre os quais o CBE, mobilizados na transformação digital da fileira florestal, suportado por tecnologias digitais, com um elevado grau de inovação (https://transform.forestwise.pt).

[2] "*Machine Learning*" é o "*motor*" estatístico que aprende padrões a partir de dados para prever, classificar ou otimizar sem regras fixas programadas. No contexto da biomassa, é o que transforma sensores, históricos de operação e SIG em previsões, alertas e decisões ótimas.

[3] "*Light Detection and Ranging*", é uma tecnologia de deteção por laser que mede distâncias muito rapidamente para reconstruir o mundo em 3D. Funciona de forma parecida ao radar, mas usando pulsos de luz em vez de ondas de rádio.

sob diferentes cenários de gestão e de alterações climáticas. Paralelamente, algoritmos de otimização logística contribuirão para a redução de custos e para o aumento da eficiência nas fases de recolha e transporte da biomassa.

Ao incorporar técnicas avançadas de IA, o projeto BioDataCBE pretende disponibilizar ferramentas de apoio à decisão para produtores, operadores logísticos, indústrias e decisores políticos, promovendo uma gestão mais inteligente, eficiente e sustentável da biomassa em Portugal.

Destaque também para outros projetos como a Agenda transForm, que reúne vários parceiros numa iniciativa coordenada do setor florestal português para a transição digital da fileira para uma economia resiliente e para a neutralidade carbónica, liderada pela Altri Florestal e pelo CoLAB ForestWISE.

Também do lado dos grandes utilizadores finais de biomassa, como as centrais termoelétricas, observa-se uma adoção progressiva de soluções baseadas em inteligência artificial na operação e gestão das instalações. Estão a ser implementadas plataformas de monitorização e análise preditiva que utilizam algoritmos avançados para detetar padrões de funcionamento, antecipar anomalias e otimizar o desempenho operacional. Estes sistemas inteligentes permitem a deteção precoce de desvios operacionais, fornecendo informação crítica em tempo real que suporta decisões mais céleres e fundamentadas, traduzindo-se em ganhos significativos de eficiência, fiabilidade e continuidade.

Em Portugal, existem já bastantes exemplos entre os utilizadores de biomassa, muitos deles associados do CBE, que já se encontram ativamente a aplicar Inteligência Artificial na cadeia de valorização da biomassa:

1. Recurso e planeamento

- Estimativa de biomassa com LiDAR + ML (UTAD & parceiros): estudo de 2025 mostra modelos para estimar biomassa em eucalipto e pinheiro no Norte/Centro do país com LiDAR embarcado em drones. Aplicação direta em inventário e planeamento de cortes.[4]
- ForestWISE (rePLANT/transForm): agendas colaborativas com empresas e academia a desenvolver algoritmos de IA a partir de satélite, nanosats e drones para gestão florestal (valor + redução de risco). Projetos a nível nacional com pilotos no terreno.[5]

2. Logística, receção e pré-tratamento

- Sonae Arauco (Oliveira do Hospital e Mangualde): "*fábrica digital*" já instalada em Portugal, com sensores ao longo da linha de produção e nos parques de madeira, com capacidade para analisar mais de 2000 variáveis, alarmística em tempo real e caminho para manutenção preditiva e um assistente de manutenção com IA/LLM[6].

3. Processo e conversão (pasta/papel/bioenergia)

- The Navigator Company (Cacia, Figueira da Foz, Setúbal, Vila Velha de Ródão): está num processo de consolidação do seu compromisso com a transição digital e a inteligência artificial, tendo desenvolvido mais de 30 projetos nestas áreas nos últimos dois anos, incluindo robótica, Visão Artificial, modelos de ML para decisão operacional, Advanced Process Control no segmento de pasta (melhor estabilidade/consumo químico) e otimização logística; a empresa tem forte geração renovável com biomassa nas unidades.[7]

4. Resíduos orgânicos / alimentação de AD

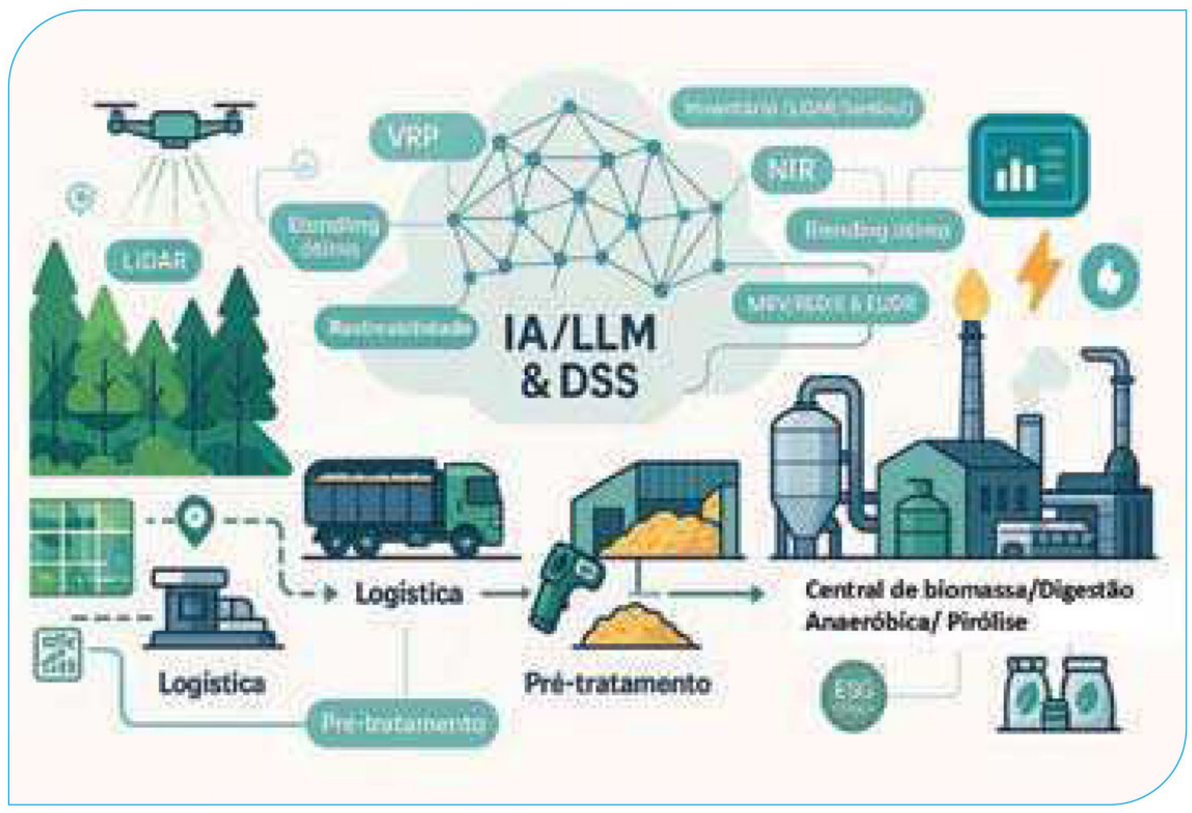
- Valorsul (EGF): investimento (mar. 2025) em *robot* de triagem com IA para melhorar separação de resíduos – relevante para limpar a fração orgânica que segue para valorização (AD/compostagem).
- LIPOR (Grande Porto): expansão da digestão anaeróbia e iniciativas públicas sobre IA na gestão de resíduos (capacitação e adoção tecnológica).

5. Otimização de cadeias de abastecimento

- INESC TEC (Porto) + parceiros industriais: trabalhos continuados desde 2018 em otimização da logística e cadeia de biomassa, incluindo estudos nacionais, DSS - Sistema de Apoio à Decisão (DSS) com simulação/otimização para Portugal).

6. Conformidade/MRV e cadeia de custódia

Produtores de *pellets*/biomassa certificados SBP (e.g. Unipellets, Pelletspor, Tec Pellets, Pinewells, BSL) com rastreabilidade digital exigida pela diretiva RED II, pela qual várias empresas estão a reforçar MRV com dados remotos/*analytics*.



Conclusão

A integração de soluções de Inteligência Artificial na cadeia de valorização da biomassa constitui um passo importante para ultrapassar alguns constrangimentos do setor e potenciar o seu contributo para a transição energética, a sustentabilidade ambiental e a valorização dos territórios. Projetos como o BioDataCBE ou a Agenda transForm demonstram o papel central da digitalização e da inteligência artificial na construção de uma bioeconomia mais inteligente, integrada e sustentável. A adoção destas tecnologias emergentes, aliada ao conhecimento técnico-científico e à colaboração entre agentes do setor, será determinante para garantir a resiliência, eficiência e competitividade do sistema energético baseado em biomassa em Portugal. rm

[4] https://www.mdpi.com/2073-445X/14/7/1460?utm.

[5] https://transform.forestwise.pt/.

[6] Large Language Models, são assistentes inteligentes que entendem linguagem natural, leem e estruturam documentos, interagem com sistemas (ERP/SCADA/SIG) e explicam decisões apoiando as equipas operacionais. Não substituem o ML clássico (sensores, predição numérica, otimização), mas orquestram esses modelos e dados, tornando-os utilizáveis por equipas operacionais.

[7] https://thenavigatorcompany.com/wp-content/uploads/2025/04/20250217-PR-Navigator--accelerates-digital-transformation-with-30-projects.pdf.