

INOVAÇÃO



TRIBE Lab impulsiona a robótica e o IoT para uma agricultura mais sustentável

Criado em 2013 no INESC TEC, o TRIBE Lab tem desempenhado um papel central na transformação digital da agricultura e floresta em Portugal. Sob a liderança de Filipe Neves dos Santos, o laboratório desenvolve soluções de robótica e IoT adaptadas à realidade dos pequenos e médios produtores, com foco na sustentabilidade, eficiência e resiliência. Com uma forte ligação à academia, ao setor produtivo e às agendas europeias, o TRIBE Lab é hoje uma referência na investigação aplicada à agricultura de precisão inteligente.

O TRIBE Lab @ INESC TEC foi criado em 2013 com uma missão muito clara. Que lacunas ou necessidades motivaram a sua criação e como tem evoluído desde então?

Em 2013, realizámos uma prospeção sobre o estado da agricultura e da floresta em Portugal e no mundo, com o objetivo de identificar lacunas, necessidades e oportunidades para o setor. Constatámos que a agricultura, sobretudo em Portugal, é composta maioritariamente por pequenos proprietários, que operam com margens de lucro reduzidas e enfrentam custos operacionais elevados. Verificámos que a adoção de práticas de agricultura de precisão deixava de ser uma tendência para se tornar uma necessidade — uma **via essencial** para tornar a agricultura mais sustentável do ponto de vista económico e ambiental. Essa **sustentabilidade** exige aplicar a quantidade certa, **no local certo**, no momento certo e com o **produto correto** — o que só é possível com tecnologia **adaptada às** realidades portuguesas, desde sistemas de **sensorização** até soluções de automação, retrofit e **robótica**.

Identificámos ainda a crescente escassez de mão de obra especializada, o aumento dos custos de operação e os riscos associados à operação manual de tratores

agrícolas, muitas vezes com baixos índices de segurança e retorno sobre o investimento (ROI). A **inexistência de tecnologias acessíveis de robótica, IoT e automação**, adequadas aos pequenos e médios produtores, **agravava ainda mais este cenário. Foi neste contexto que nasceu o TRIBE Lab @ INESC TEC — com a missão clara de desenvolver soluções tecnológicas acessíveis, modulares e sustentáveis, que promovam a digitalização e automação da agricultura e da floresta.**

Desde então, o laboratório tem evoluído com a **constituição de uma equipa multidisciplinar dedicada ao desenvolvimento de máquinas autónomas de pequeno porte** (menos de 1 tonelada), seguras e **adaptadas à operação em culturas permanentes**. O **foco tem sido especialmente dirigido à viticultura de montanha/encosta, a estufas e à recolha de biomassa florestal**, respondendo às particularidades e **desafios operacionais destes contextos.**



Filipe Neves dos Santos, fundador e gestor do TRIBE - Laboratório de Robótica e Internet das Coisas (IoT) para a Agricultura e Floresta de Precisão Inteligente



INOVAÇÃO

Quais são atualmente os principais projetos ou tecnologias em desenvolvimento no laboratório e como respondem aos desafios da agricultura e floresta de precisão inteligente?

Atualmente, no laboratório do INESC TEC dedicado à agricultura e floresta de precisão inteligente, contamos com mais de trinta protótipos de IoT e Robótica em TRL7, quatro patentes submetidas e mais de dez projetos nacionais e europeus em curso. Entre as tecnologias em desenvolvimento, destacam-se soluções criadas no âmbito dos projetos Vine&Wine, Agenda Transform e Wine4Cast, como as plataformas robóticas Modular-E/X e WETA. Estas plataformas são capazes de realizar operações autónomas de pulverização de precisão, gestão do coberto vegetal, fertilização localizada e monitorização agrónómica, viabilizando a utilização de mapas de prescrição e atuação de precisão e inteligente. O objetivo é reduzir custos operacionais, aumentar a qualidade do trabalho e diminuir o impacto ambiental.

No domínio da IoT, destacam-se soluções como:

MoxoH: armadilhas inteligentes com o objetivo de serem integradas em redes nacionais de monitorização de pragas, promovendo uma resposta mais eficaz e sustentável e de forma colaborativa;

SharpMetrix: tecnologia que conecta tesouras de poda e baldes de vindima a um smartphone, permitindo a produção de mapas de produtividade em tempo real, com aplicação direta em viticultura de precisão;

Soluções para rastreabilidade em pecuária extensiva, ligadas aos sistemas de blockchain, incluindo cercas virtuais de baixo custo, adaptadas à realidade da produção nacional de gado bovino.

Estas tecnologias têm como missão comum aumentar a eficiência, sustentabilidade e resiliência dos sistemas agroflorestais, alinhando-se com os objetivos da agricultura inteligente e das políticas climáticas nacionais e europeias. O TRIBE trabalha com três ambientes distintos: culturas permanentes, biomassa florestal e cultivo protegido.

Como é feita a ligação entre a investigação desenvolvida no TRIBE e a sua aplicação prática no terreno? Há casos de sucesso que possa partilhar?

A ligação entre a investigação desenvolvida no TRIBE Lab @ INESC TEC e a sua aplicação prática no terreno é feita de forma estruturada e orientada à validação em contexto real. Todos os protótipos são inicialmente desenvolvidos e testados em ambiente controlado, nas instalações do INESC TEC no Porto. Após esta fase, os sistemas passam para testes em terreno real, em condições operacionais exigentes — como vinhas em socalcos no Douro, com elevada pedregosidade, ou em zonas florestais no centro e norte do país, representativas da diversidade e desafios do setor. Estes testes decorrem com a colaboração de entidades de referência como a SOGRAPE, AVELEDA, INIAV, The Navigator Company e outras, garantindo validação técnica, operacional e económica. As soluções são também demonstradas em eventos nacionais e internacionais, como a FIRA (Feira Internacional de Robótica para Agricultura, em Toulouse), a Agroglobal e o nosso evento bienal Synergy Day by INESC TEC.

Com base nos resultados obtidos no terreno e de vários prémios relevantes, foi constituído um consórcio nacional para a industrialização destas tecnologias, nomeadamente a solução Modular E/X, sob a designação ecoBots.pt.

Este consórcio integra fabricantes de maquinaria, empresas tecnológicas e utilizadores finais, incluindo a Herculano, Fravizel, Tomix, Pulverizadores Rocha, Navigator, Altri, Sogrape, ADVID, Strong Charón e ADAI.

Este percurso — da investigação à aplicação prática — tem permitido provar a robustez e o impacto das soluções desenvolvidas, e criar condições para a sua escalabilidade e comercialização, respondendo diretamente aos desafios da agricultura e floresta de precisão inteligente.

A vossa atuação está fortemente alinhada com agendas europeias e internacionais. Como esse

01-10-2025

enquadramento tem influenciado a vossa estratégia e colaboração com parceiros?

Sim, a nossa atuação está profundamente alinhada com agendas europeias e internacionais, como o Green Deal, a Missão “Soil Deal for Europe”, a estratégia “Farm to Fork”, a agenda da FAO para a digitalização da agricultura, e a plataforma euRobotics / Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA) para robótica e IA.

Este enquadramento tem tido um impacto direto e estruturante na nossa estratégia e nas colaborações que desenvolvemos, nomeadamente:

1. Definição de prioridades tecnológicas:

Orientamos o nosso roadmap de investigação para temas como agricultura de precisão e inteligente, agricultura regenerativa, automação adaptativa em culturas permanentes, IoT para rastreabilidade e sustentabilidade, e redução do uso de químicos, alinhando os nossos objetivos com metas concretas de descarbonização, eficiência e resiliência.

2. Construção de consórcios internacionais:

O alinhamento com estas agendas tem facilitado a criação de parcerias sólidas com universidades, centros de I&D, empresas e utilizadores finais de vários países, favorecendo a nossa presença em programas como o Horizonte Europa, PRIMA e Digital Europe.

3. Reconhecimento e credibilidade:

Esse enquadramento tem também reforçado o nosso posicionamento como parceiro estratégico em projetos europeus, conferindo-nos maior visibilidade internacional e influência crescente nas decisões de política científica e tecnológica, tanto a nível nacional como europeu. Um exemplo concreto deste reconhecimento foi a inclusão do INESC TEC como instituição de referência no relatório “2023 Crop Robotics Landscape”, produzido pela The Mix Bowl em colaboração com a Better Food Valley, destacando o nosso contributo no ecossistema mundial de robótica para a agricultura.

4. Escalabilidade e replicabilidade:

Pensar à escala europeia obriga-nos a desenvolver soluções modulares e adaptáveis a diferentes realidades agroecológicas e socioeconómicas, o que tem aumentado a maturidade tecnológica (TRL) dos nossos sistemas e acelerado o seu caminho para o mercado como solução diferenciadora.



Em resumo, o alinhamento com estas agendas não é apenas uma referência conceptual — é uma ferramenta estratégica concreta, que guia a nossa investigação, orienta as nossas colaborações e assegura que o impacto gerado pelas nossas tecnologias é amplamente relevante e sustentável.

Em que medida as tecnologias que desenvolvem, como robótica, sensores e IoT - podem contribuir para uma agricultura mais sustentável e resiliente às alterações climáticas?

As tecnologias que desenvolvemos — incluindo robótica de campo, sistemas inteligentes de retrofitting e IoT — têm um papel fundamental na transição para uma agricultura mais sustentável, inteligente e resiliente às alterações climáticas.

Otimização do uso de recursos: através de sensores de solo, clima e biomassa, e da utilização de robôs para pulverização e fertilização de precisão, conseguimos aplicar a quantidade certa, no local certo e no momento certo. Isto traduz-se numa redução significativa do consumo de água, energia e fitofármacos, diminuindo os impactos ambientais e os custos operacionais.

Monitorização contínua e adaptativa:

Os nossos sistemas permitem uma monitorização em tempo real de parâmetros agronómicos e climáticos, o que ajuda os produtores a antecipar riscos, como pragas, secas ou stress hídrico, e a ajustar práticas culturais com base em dados concretos — aumentando assim a resiliência das explorações agrícolas.

Redução da dependência de mão de obra: a automação de tarefas repetitivas e pesadas, especialmente em culturas permanentes ou regiões remotas e quentes, contribui para mitigar os efeitos da escassez de mão de obra e melhorar as condições de trabalho no setor.



Rastreabilidade e valorização da produção:

As soluções IoT que integram sensores, registos georreferenciados e plataformas digitais garantem transparência e rastreabilidade, o que é cada vez mais valorizado em mercados exigentes e conscientes do impacto climático.

Adaptação dinâmica ao clima:

Ao integrar modelos preditivos com dados de campo, as nossas soluções permitem ajustar estratégias de gestão em função de cenários climáticos extremos — ajudando a preservar o potencial produtivo mesmo em contextos de grande incerteza.

Além disso, estas tecnologias estão a ser desenvolvidas com foco na realidade da agricultura e floresta portuguesa, caracterizadas por pequena dimensão das explorações, grande heterogeneidade territorial, rendimentos historicamente baixos e impactos já significativos das alterações climáticas. Nesse sentido, o nosso trabalho procura adaptar e tornar acessíveis tecnologias que possam realmente ser adotadas por pequenos e médios produtores, con-

tribuindo para uma transição digital justa, inclusiva e economicamente viável.

Importa ainda sublinhar que estas soluções permitem melhorar a gestão agronómica e operacional, promovendo a produção de alimentos e matérias-primas com maior qualidade, consistência e valor acrescentado. Através da monitorização detalhada, rastreabilidade completa e controlo sobre variabilidade intra-parcela, os produtores têm melhores condições para atingir padrões de certificação (biológica, sustentável, DOP/IGP, etc.), e posicionar os seus produtos como diferenciados no mercado, permitindo assim aceder a canais de maior valor e aumentar os seus ganhos.

Em suma, estas tecnologias de robótica e IoT são instrumentos concretos para operacionalizar a sustentabilidade, transformando os objetivos climáticos em ações práticas e mensuráveis no terreno, e promovendo uma agricultura mais inteligente, resiliente e preparada para os desafios do futuro, com impacto direto na valorização económica e reputacional dos produtos portugueses, sobretudo os provenientes de pequenos produtores e territórios de baixa densidade.



O TRIBE Lab @ INESC TEC está sediado no Campus da FEUP. Que papel desempenha a academia e os estudantes neste ecossistema de inovação?

O TRIBE Lab @ INESC TEC está sediado principalmente no Campus da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), mas conta também com presença ativa na UTAD (Vila Real) e na FCUP (Polo de Vairão). Esta ligação à academia é estratégica e estruturante para a nossa missão de desenvolver tecnologia com impacto na agricultura e floresta de precisão inteligente. A investigação e desenvolvimento que realizamos depende, em grande medida, da formação avançada, da massa crítica de talento jovem e da capacidade de mobilizar equipas com visão científica, sentido crítico e espírito colaborativo. Para enfrentar os desafios complexos do setor agroflorestal, é essencial constituir equipas multidisciplinares, que integrem não apenas engenharias eletrotécnica e informática, mas também engenharia mecânica, agronómica, ciências da computação, biotecnologia e gestão ambiental.

Por experiência própria, sabemos que desenvolver protótipos de Robótica e IoT com elevado nível de

maturidade tecnológica (TRL) — prontos para testes em condições reais e que possam ser adotados por PMEs nacionais — exige equipas com mais de 30 elementos, bem como infraestruturas de investigação robustas, que garantam competitividade à escala internacional.

Neste contexto, a Universidade do Porto desempenha um papel central. A sua escala, diversidade e excelência académica tornam possível reunir os recursos humanos e científicos necessários para competir com laboratórios de referência mundial. Essa massa crítica permite-nos gerar resultados de I&D relevantes, com potencial para:

- Reduzir o innovation gap entre ciência e mercado,
- Desenvolver tecnologias endogenizáveis por empresas portuguesas,
- Alavancar a competitividade nacional em setores estratégicos,
- Contribuir para cadeias de valor mais tecnológicas e sustentáveis.

Ao mesmo tempo, a nossa presença na UTAD tem permitido consolidar polos de experimentação e validação em contexto real, nas fronteiras entre as engenharias e as ciências agronómicas. Este modelo de colaboração promove um desenvolvimento mais equilibrado entre universidade de referência no Norte e do território, fortalece os ecossistemas de inovação regionais e reforça o carácter complementar entre centros urbanos e zonas rurais, aproximando a ciência das reais necessidades do setor produtivo.

Em suma, a academia e os estudantes são peças fundamentais deste ecossistema de inovação, atuando como motor de conhecimento, criatividade e transformação tecnológica — com impacto direto na transição digital e ecológica do setor agroflorestal.