



Soluções Sustentáveis na Agroindústria

Implementando tecnologias verdes

Guia 3 de Capacitação · Primeira versão

Julho de 2026

Índice

Sobre este guia.....	6
Articulação deste guia com as restantes publicações técnicas da operação	6
Destinatários e utilização.....	6
Limites de utilização	7
Módulo 1 — Sustentabilidade como decisão operacional.....	9
1.1. Começar pelo processo e pelo resultado.....	9
1.2. A tecnologia digital como suporte da transição verde	9
1.3. Valor operacional para as PME	10
1.4. Responsabilidades e prudência técnica	10
Módulo 2 — Diagnóstico ambiental e linha de base	13
2.1. Delimitar processos, recursos e fronteiras	13
2.2. Energia, água e materiais.....	14
2.3. Resíduos, subprodutos, perdas e desperdício	14
2.4. Indicadores ambientais de base	15
2.5. Autoavaliação de maturidade	16
Síntese visual do diagnóstico	17
Módulo 3 — Soluções sustentáveis por área de intervenção	19
3.1. Famílias de soluções e papel do digital	19
3.2. Energia, água e utilidades: medidas iniciais.....	20
Energia	20
Água.....	21
Utilidades técnicas.....	21
3.3. Materiais, resíduos, subprodutos e embalagens	21
Materiais e rendimento produtivo.....	21
Resíduos e subprodutos	22
Embalagens	22
3.4. Energia renovável e economia circular	23
Energia renovável	23
Economia circular e simbiose industrial	24
3.5. Critérios para selecionar soluções.....	24
3.6. Medição energética e submedição	25
3.7. Monitorização de água, vapor, frio e ar comprimido.....	25
3.8. Logística verde e outras soluções emergentes	26
Módulo 4 — Dados, painéis de indicadores e verificação de resultados.....	29
4.1. Gestão digital de resíduos e subprodutos	29
4.2. Painéis de indicadores ambientais úteis para a decisão	29

4.3. Governação dos dados ambientais	30
4.4. Rotinas de medição e verificação	30
4.5. Qualidade dos dados e responsabilização	31
4.6. Integração com equipas e sistemas	31
4.7. Práticas sustentáveis suportadas por dados	31
4.8. Gestão de desvios e melhoria contínua	32
4.9. Exemplo aplicado: como verificar uma melhoria energética	32
Módulo 5 — Seleção, contratação e implementação em PME	35
5.1. Seleção técnica e contratação	35
5.2. Cenários de aplicação	36
5.3. Implementação gradual	36
5.4. Barreiras à adoção	37
5.5. Competências, manutenção e continuidade operacional	37
5.6. Comunicação ambiental e evidência	37
5.7. Fatores críticos de sucesso	38
5.8. Avaliação técnico-económica e decisão de investimento	38
Módulo 6 — Ferramentas de decisão e plano de ação	41
6.1. Definição de prioridades	41
6.2. Ficha de projeto-piloto	41
6.3. Expansão e replicação	42
6.4. Monitorização de resultados	42
6.5. Lista de verificação de autoavaliação	43
6.6. Matriz de prioridades	44
6.7. Plano de ação para 90 dias	44
Síntese final	45
O que será consolidado na versão final deste guia	45
Glossário	46
Recursos complementares	48
Bibliografia	50
Ficha técnica	53

Índice de figuras

Figura 1 - Imagem editorial de apoio: instalação agroindustrial com monitorização do processo. Fonte: imagem gerada por IA.	7
Figura 2 - Uma decisão sustentável começa numa pergunta concreta e termina na verificação do resultado. Fonte: imagem gerada por IA.	11
Figura 3 - Fluxos de materiais e correntes de saída numa instalação agroindustrial, representados de forma segregada e identificada. A imagem não constitui classificação jurídica dos fluxos como subproduto ou resíduo. Fonte: imagem gerada por IA.	13
Figura 4 - Hierarquia dos resíduos. Fonte: elaboração própria, com base na Diretiva 2008/98/CE, na redação em vigor [18]. Representação gráfica criada com recurso a IA para fins editoriais.	15
Figura 5 - Síntese do diagnóstico: uma linha de base deve identificar fronteira, período, unidade e responsável. Fonte: imagem gerada por IA.	17
Figura 6 - Monitorização de consumos e desempenho operacional. Fonte: imagem gerada por IA.	19
Figura 7 - Uma alteração de embalagem deve proteger o produto, ser validada, comparada e só depois decidida. Fonte: imagem gerada por IA.	23
Figura 8 - A seleção deve equilibrar benefício, viabilidade, risco, capacidade interna e qualidade da evidência. Fonte: imagem gerada por IA.	24
Figura 9 - Integração ilustrativa de medidas de energia, utilidades, materiais e logística numa instalação agroindustrial. Não representa uma empresa, instalação ou resultado real. Fonte: imagem gerada por IA.	27
Figura 10 - O dado só apoia a gestão quando é validado, convertido em indicador, usado numa decisão e registado. Fonte: imagem gerada por IA.	32
Figura 11 - Ciclo de implementação gradual: diagnosticar, priorizar, testar, verificar e integrar. Fonte: imagem gerada por IA.	35
Figura 12 - O custo total acompanha a solução desde a aquisição até à substituição. Fonte: imagem gerada por IA.	39
Figura 13 - A decisão deve resultar da comparação documentada entre a linha de base e o projeto-piloto. Fonte: imagem gerada por IA.	43
Figura 14 - Plano de 90 dias: delimitar e medir; testar e corrigir; verificar e decidir. Fonte: imagem gerada por IA.	45

Índice de tabelas

Tabela 1 - Exemplos de perguntas iniciais para sustentabilidade operacional.	9
Tabela 2 - Valor esperado de uma abordagem suportada por dados.	10
Tabela 3 - Delimitação prática da fronteira de análise.	13
Tabela 4 - Fontes iniciais de dados antes de investir em nova medição.	14
Tabela 5 - Indicadores de base sem metas predefinidas.	16
Tabela 6 - Autoavaliação inicial de maturidade.	16
Tabela 7 - Famílias de soluções sustentáveis e papel da tecnologia digital.	19
Tabela 8 - Aplicações de medição energética em PME agroindustriais.	25
Tabela 9 - Dados úteis para resíduos, subprodutos e perdas.	29
Tabela 10 - Critérios mínimos para um dado ambiental utilizável.	30
Tabela 11 - Exemplo de rotina de medição e verificação, a adaptar ao processo.	30
Tabela 12 - Erros comuns de interpretação.	31
Tabela 13 - Exemplos de práticas sustentáveis suportadas por dados.	32
Tabela 14 - Cenários ilustrativos de aplicação.	36
Tabela 15 - Barreiras e formas de mitigação.	37
Tabela 16 - Fatores críticos de sucesso.	38
Tabela 17 - Perguntas de avaliação.	39
Tabela 18 - Critérios para escolher a primeira prioridade.	41
Tabela 19 - Ficha de desenho de projeto-piloto.	41
Tabela 20 - Confirmar aspetos antes de expandir.	42
Tabela 21 - Lista de verificação de autoavaliação.	43
Tabela 22 - Matriz de prioridades para oportunidades de melhoria.	44
Tabela 23 - Plano de ação para 90 dias.	44
Tabela 24 - Recursos complementares para consulta.	48

Sobre este guia

O **Guia 3 — Soluções Sustentáveis na Agroindústria: Implementando tecnologias verdes** apoia pequenas e médias empresas agroindustriais na identificação, seleção, teste e integração de soluções que reduzam consumos, perdas, resíduos, emissões e riscos ambientais, sem comprometer a segurança alimentar, a qualidade do produto ou a continuidade operacional.

Esta publicação corresponde à primeira versão do Guia 3 prevista no projeto AgroNet Forward e pode ser utilizada de forma autónoma. Em conformidade com a candidatura aprovada, a versão final consolidada integrará a atualização de casos e boas práticas recolhidos ao longo das atividades do projeto, sem alterar o objeto nem o percurso metodológico agora apresentado.

Articulação deste guia com as restantes publicações técnicas da operação

Publicação	Questão principal	Âmbito predominante
IoT Agrícola Prático	Como recolher e utilizar dados no campo?	Produção primária, sensores, conectividade e agricultura de precisão.
IoT Agroalimentar Avançada pela Cadeia de Valor	Como ligar dispositivos, dados e intervenientes ao longo da cadeia?	Rastreabilidade, qualidade, conservação, logística e integração de dados.
Blockchain na Cadeia Agroalimentar	Como reforçar transparência, confiança e integridade dos registos?	Registo distribuído, certificações, transações e rastreabilidade.
Big Data para Decisões Agroalimentares	Como transformar grandes volumes de dados em apoio à decisão?	Análise, previsão, visualização e decisões de produção, logística ou mercado.
Soluções Sustentáveis na Agroindústria	Que solução ambiental deve a empresa selecionar e como demonstrar o seu resultado?	Energia, água, utilidades, materiais, perdas, resíduos, subprodutos, embalagens, circularidade e evidência ambiental.

O Guia 3 utiliza tecnologias digitais como **meio de medição, controlo e decisão**. Não volta a explicar em detalhe a arquitetura de IoT, blockchain ou grandes volumes de dados, matérias desenvolvidas nas restantes publicações.

Destinatários e utilização

O guia destina-se a responsáveis de gestão, produção, manutenção, qualidade, ambiente, compras e sistemas de informação. Pode ser utilizado para preparar um diagnóstico interno, estruturar um caderno de requisitos, selecionar um projeto-piloto ou acompanhar uma solução já instalada.

Etapa	Pergunta de gestão	Resultado esperado
1. Delimitar	Que processo, recurso ou perda será analisado?	Fronteira e responsáveis definidos.
2. Diagnosticar	Onde ocorre o consumo, perda, resíduo ou desvio?	Linha de base e dados mínimos.

Etapa	Pergunta de gestão	Resultado esperado
3. Priorizar	Que medida apresenta melhor relação entre benefício, risco e capacidade?	Oportunidade selecionada.
4. Testar	A solução funciona à escala do processo e sem efeitos indesejados?	Projeto-piloto documentado.
5. Verificar	O resultado mantém-se quando se consideram produção, sazonalidade e alterações de processo?	Evidência comparável e validada.
6. Integrar	Quem opera, mantém, revê e documenta a solução?	Rotina operacional e plano de melhoria.

Limites de utilização

O guia não substitui auditorias energéticas, projeto de engenharia, avaliação de impacto, licenciamento, parecer da autoridade competente, validação de segurança alimentar, avaliação de riscos profissionais ou aconselhamento jurídico. As soluções devem ser confirmadas para a instalação, atividade, produto e localização concretos.

As referências legais, normativas e técnicas foram verificadas com referência ao fecho editorial de julho de 2026. A empresa deve confirmar a versão em vigor, as disposições nacionais aplicáveis e as condições do respetivo título de exploração, licenciamento, autorização ou título ambiental.

Princípio de prudência: Uma tecnologia não é sustentável apenas por ser digital, renovável, reciclável ou inovadora. A decisão deve considerar o ciclo de vida, o processo real, os efeitos indiretos, a manutenção, a segurança, a conformidade e a qualidade da evidência.



Figura 1 - Imagem editorial de apoio: instalação agroindustrial com monitorização do processo. Fonte: imagem gerada por IA.



Módulo 1

Sustentabilidade como decisão operacional



ADCEIDT

utad



Cofinanciado pela
União Europeia

Módulo 1 — Sustentabilidade como decisão operacional

1.1. Começar pelo processo e pelo resultado

Na agroindústria, a sustentabilidade não se resume a substituir equipamentos ou publicar indicadores. Envolve a forma como a empresa compra matérias-primas, as transforma em produtos, usa energia e água, gere frio, calor e limpezas, evita perdas e organiza resíduos e subprodutos. Esta leitura é coerente com a abordagem europeia para sistemas alimentares mais sustentáveis e com a valorização da economia circular [3] [4].

Para uma PME, o ponto de partida deve ser concreto: onde ocorrem consumos relevantes, perdas recorrentes, rejeições, retrabalho, quebras da cadeia de frio, lavagens excessivas, resíduos mal separados ou falta de evidência. A tecnologia verde só cria valor se apoiar uma decisão real.

Ideia-chave: Começar por uma pergunta operacional é mais robusto do que começar por uma solução tecnológica. Por exemplo: onde se perde energia no sistema de frio? que utilizações admitem água reutilizada sem comprometer requisitos legais, sanitários e de segurança alimentar? que fluxo pode, cumprindo os requisitos legais, ser classificado como subproduto ou encaminhado para uma forma adequada de valorização?

Tabela 1 - Exemplos de perguntas iniciais para sustentabilidade operacional.

Área	Pergunta útil	Tipo de evidência
Energia	Que equipamentos concentram consumo fora dos períodos esperados?	contador, submedição, horário de funcionamento, manutenção
Água	Que etapas usam água sem critério visível de necessidade?	caudal, duração, produto processado, registo de limpeza
Materiais	Onde surgem perdas, retrabalho ou rejeições?	lote, peso, motivo, etapa, decisão tomada
Resíduos	Que frações se misturam e perdem possibilidade de valorização?	separação, acondicionamento, documentação de transporte aplicável; operador e destino autorizados
Frio e calor	Que desvios estão associados a arranque, paragem ou portas abertas?	temperatura, tempo, alarme, intervenção

1.2. A tecnologia digital como suporte da transição verde

A transformação digital não torna uma operação sustentável por si só. O seu contributo está na capacidade de recolher sinais, consolidar registos, tornar exceções visíveis e apoiar decisões recorrentes. Um sistema simples, bem mantido e compreendido pela equipa pode ser mais útil do que uma plataforma complexa sem rotina operacional.

A transição verde pede melhoria contínua: planejar, medir, atuar, verificar e corrigir. A família ISO 14000 enquadra sistemas de gestão ambiental e avaliação de desempenho ambiental, enquanto a ISO 50001 enquadra sistemas de gestão de energia [9] [10] [11]. O guia usa estes referenciais como enquadramento conceptual, sem reproduzir requisitos normativos.

- digitalizar consumos ajuda a localizar desvios, mas exige unidade, fronteira e frequência de medição;
- um indicador ambiental deve ser compreensível para quem gere o processo;
- a comparação entre períodos exige contexto de produção, sazonalidade e combinação de produtos;
- a melhoria deve ser confirmada por dados, não apenas por perceção.

Prudência técnica: O guia evita expressões como “poupança garantida” ou “redução automática”. O potencial depende do processo, do estado dos equipamentos, da manutenção, dos hábitos operacionais e da qualidade dos dados.

1.3. Valor operacional para as PME

As tecnologias verdes digitais podem apoiar competitividade quando reduzem desperdício, melhoram previsibilidade, reforçam evidência perante clientes e ajudam a preparar investimentos. O valor não está apenas no custo evitado; está também em controlar melhor o processo, reduzir incerteza e organizar informação para decisões futuras.

Em cadeias agroalimentares, clientes, distribuidores e entidades financiadoras podem pedir evidência sobre práticas ambientais. A PME beneficia se conseguir explicar como mede, o que acompanha, quem valida e que ações resultam dos dados. Isto é diferente de fazer alegações ambientais genéricas sem base verificável.

Tabela 2 - Valor esperado de uma abordagem suportada por dados.

Dimensão	Contributo possível	Cuidado
Operação	detetar desvios, organizar manutenção, reduzir perdas recorrentes	não confundir correlação com causa
Gestão	comparar períodos, justificar prioridades, preparar investimento	validar fronteiras e pressupostos
Ambiente	acompanhar energia, água, resíduos e materiais	evitar indicadores sem unidade ou contexto
Mercado	responder a pedidos de evidência de clientes	comunicar apenas o que está documentado
Equipas	criar rotinas e responsabilidades claras	não concentrar conhecimento num único utilizador

1.4. Responsabilidades e prudência técnica

A sustentabilidade operacional envolve escolhas técnicas e legais. A gestão de resíduos deve respeitar a hierarquia estabelecida na Diretiva-Quadro dos Resíduos e no Regime Geral da Gestão de Resíduos português, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 102-D/2020, na redação em vigor [13] [18]. A eficiência

energética deve ser analisada em articulação com o enquadramento aplicável. O Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), regulado pelo Decreto-Lei n.º 71/2008, na redação em vigor, aplica-se, em regra, às instalações com consumo anual igual ou superior a 500 tep, sem prejuízo das exclusões legalmente previstas [6] [12]. A empresa deve confirmar o seu efetivo enquadramento junto da DGEG.

Algumas instalações agroindustriais, em função da atividade e da capacidade instalada, podem ficar abrangidas pelo Regime de Emissões Industriais, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto, na redação em vigor, e pelas conclusões relativas às melhores técnicas disponíveis (MTD/BAT) aplicáveis às indústrias alimentar, de bebidas e de leite. A Decisão de Execução (UE) 2019/2031 aplica-se às atividades abrangidas pela Diretiva 2010/75/UE, alterada pela Diretiva (UE) 2024/1785. O prazo de transposição da Diretiva (UE) 2024/1785 terminou em 1 de julho de 2026. As empresas abrangidas devem confirmar a legislação nacional aplicável e os eventuais reflexos no respetivo título ambiental. Para instalações não abrangidas, as conclusões MTD/BAT podem constituir uma referência técnica, sem criar obrigações que não sejam legalmente aplicáveis [5] [17] [28] [29].

As fontes de emissão para o ar não abrangidas pelo Regime de Emissões Industriais podem ficar sujeitas ao Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, na redação em vigor, incluindo as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 124/2026, de 26 de junho, com produção de efeitos em 26 de julho de 2026, em função da atividade, da potência instalada e dos poluentes emitidos [37] [39].

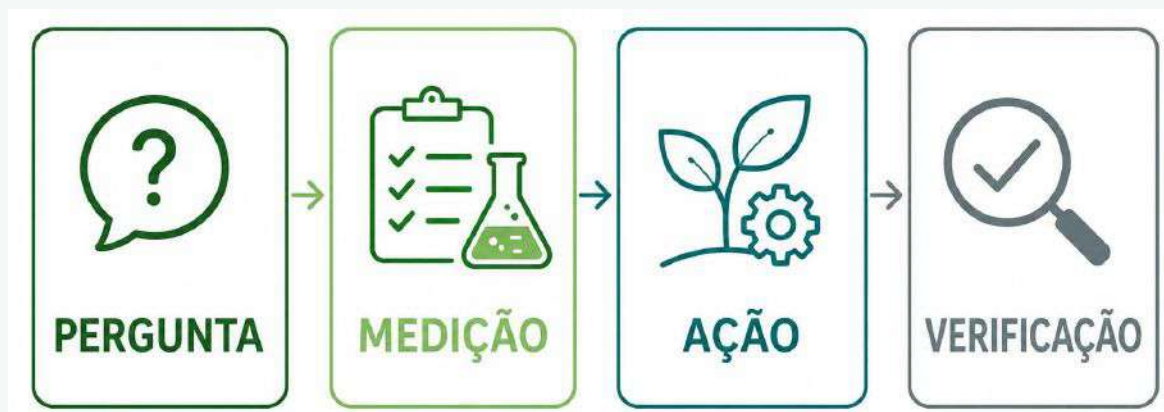


Figura 2 - Uma decisão sustentável começa numa pergunta concreta e termina na verificação do resultado. Fonte: imagem gerada por IA.

Não substituir avaliação especializada: Antes de alterar uma linha, promover a recirculação ou reutilização de água, valorizar resíduos, utilizar subprodutos, automatizar decisões ou comunicar benefícios ambientais, confirme os requisitos aplicáveis ao caso concreto, designadamente em matéria de segurança alimentar, higiene, licenciamento, ambiente, segurança e saúde no trabalho e responsabilidade contratual.



Módulo 2

Diagnóstico ambiental e linha de base



ADCEIDT

utad



Cofinanciado pela
União Europeia

Módulo 2 — Diagnóstico ambiental e linha de base

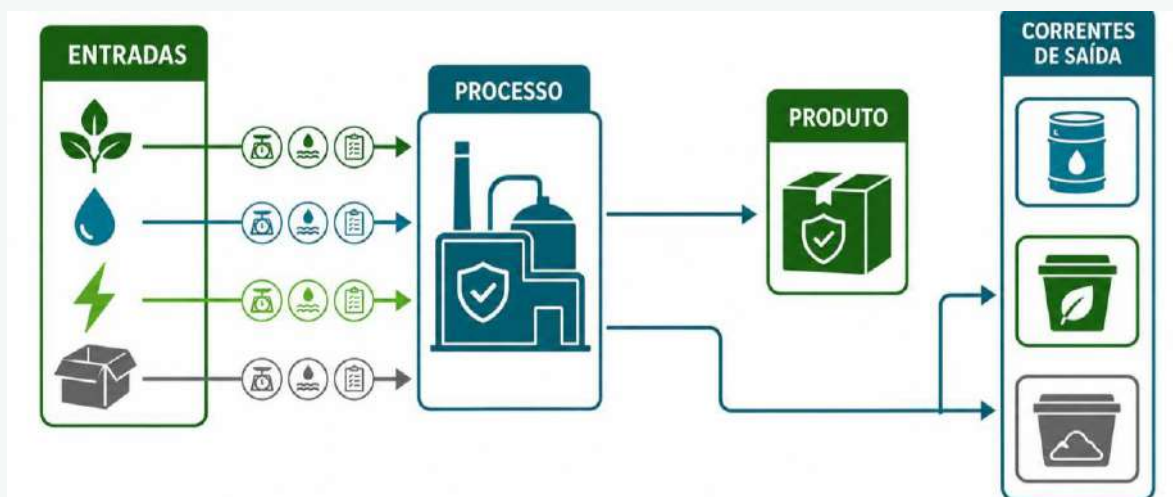


Figura 3 - Fluxos de materiais e correntes de saída numa instalação agroindustrial, representados de forma segregada e identificada. A imagem não constitui classificação jurídica dos fluxos como subproduto ou resíduo. Fonte: imagem gerada por IA.

2.1. Delimitar processos, recursos e fronteiras

O diagnóstico deve começar por uma fronteira simples: instalação, linha, etapa, produto, família de produtos ou utilidade. Sem fronteira, um indicador mistura realidades diferentes e perde utilidade para decisão.

Numa PME, é preferível começar por um processo bem conhecido e com equipa disponível para validar dados. A primeira versão do diagnóstico deve identificar entradas, saídas, perdas, resíduos, subprodutos e pontos de medição existentes.

Para delimitar a análise, devem ser definidos os seguintes elementos críticos:

Tabela 3 - Delimitação prática da fronteira de análise.

Pergunta	Resposta a obter	Risco se ficar indefinida
Que processo está em análise?	linha, etapa, armazém, câmara, lavagem, embalagem	dados dispersos e impossíveis de comparar
Que unidade operacional explica o consumo?	produto, lote, hora, turno, ciclo, tonelagem, encomenda	indicador sem contexto
Que dados existem hoje?	contadores, faturas, registos manuais, manutenção, qualidade	compra de sensores sem base
Quem valida os dados?	produção, manutenção, qualidade, ambiente ou gestão	números aceites sem verificação
Que decisão será tomada?	ajustar rotina, investigar desvio, planear investimento	painel de indicadores sem consequência prática

2.2. Energia, água e materiais

A análise da energia deve distinguir eletricidade, calor, frio, vapor, ar comprimido, combustíveis e períodos de funcionamento. A análise da água deve separar origem e abastecimento, processo, lavagem, arrefecimento, usos auxiliares, recirculação ou reutilização e descarga de efluentes. A análise dos materiais deve acompanhar matérias-primas, materiais auxiliares, embalagens, produto conforme, retrabalho e perdas. Nas instalações alimentares, qualquer recirculação ou reutilização de água deve ser avaliada para a utilização concreta e compatibilizada com os requisitos do Regulamento (CE) n.º 852/2004 e, quando aplicável, com o regime nacional de produção e utilização de água para reutilização [14] [23]. Quando a alteração possa afetar a segurança alimentar, deve ser integrada na análise de perigos, incorporada nos procedimentos baseados nos princípios HACCP e validada antes da utilização regular.

Nem sempre é necessário instalar sensores de imediato. Muitas PME conseguem começar com faturas, leituras manuais, registos de manutenção, mapas de produção e observação estruturada. A digitalização deve entrar quando melhora a frequência, fiabilidade ou utilidade do dado.

Sequência recomendada: 1. reunir dados existentes; 2. confirmar unidades e períodos; 3. cruzar consumos com produção e operação; 4. identificar lacunas de medição; 5. selecionar pontos de medição prioritários.

Tabela 4 - Fontes iniciais de dados antes de investir em nova medição.

Fonte	Pode revelar	Limitação típica
Faturas	tendência global de consumo e custo	pouca granularidade por processo
Contadores existentes	consumos por área ou utilidade	leituras irregulares ou sem contexto
Ordens de produção	volume, lote, produto e calendário	unidades diferentes entre áreas
Manutenção	paragens, avarias, limpezas, substituições	registo nem sempre estruturado
Qualidade	rejeições, retrabalho, reclamações, desvios	motivos pouco normalizados
Resíduos	frações, destinos, frequência de recolha	mistura de frações e descrição incompleta

2.3. Resíduos, subprodutos, perdas e desperdício

A prevenção deve orientar a gestão de perdas e de materiais com potencial de se tornarem resíduos. Quando um fluxo for classificado como resíduo, aplica-se a hierarquia de resíduos: prevenção, preparação para reutilização, reciclagem, outras formas de valorização e eliminação. Na agroindústria, esta lógica deve ser aplicada com prudência, respeitando segurança alimentar, higiene, rastreabilidade e destinos autorizados [18].

A distinção entre perdas alimentares, resíduos alimentares, subprodutos e outros resíduos deve ser efetuada caso a caso. A mera possibilidade de utilização posterior não basta para classificar um material como subproduto. A classificação como subproduto exige o cumprimento cumulativo dos requisitos legais, uma declaração sob responsabilidade do produtor e o procedimento de classificação e registo aplicável. Quando estes requisitos não se verificam e o detentor se desfaz, tem intenção ou obrigação de se desfazer do material, este deve ser tratado como resíduo [13] [18] [38].



Figura 4 - Hierarquia dos resíduos. Fonte: elaboração própria, com base na Diretiva 2008/98/CE, na redação em vigor [18]. Representação gráfica criada com recurso a IA para fins editoriais.

Cuidado sanitário: A utilização ou o aproveitamento de subprodutos agroalimentares nunca deve comprometer requisitos de segurança alimentar, higiene, rastreabilidade, licenciamento ou destino legalmente admissível.

Nota sobre subprodutos animais: Quando os fluxos incluam matérias de origem animal ou produtos derivados não destinados ao consumo humano, pode aplicar-se um regime sanitário específico, designadamente o Regulamento (CE) n.º 1069/2009 e o Regulamento (UE) n.º 142/2011, na redação em vigor. Nesses casos, devem ser confirmados a categoria, o acondicionamento, o armazenamento, o transporte, a transformação, a utilização ou a eliminação aplicáveis, com apoio técnico e junto da autoridade competente. A avaliação genérica de resíduo ou subproduto não é suficiente [25] [34].

2.4. Indicadores ambientais de base

Um indicador ambiental de base deve ser simples, estável e útil para a decisão. Não precisa de começar perfeito; precisa de ser compreendido, repetível e suficientemente documentado. A avaliação de desempenho ambiental deve articular indicadores com objetivos, responsabilidades e revisão periódica [10].

Indicadores absolutos ajudam a perceber escala. Indicadores relativos ajudam a comparar períodos ou produtos, desde que a unidade operacional seja coerente. Um indicador relativo sem contexto pode enganar: alterações na combinação de produtos, sazonalidade, arranque, manutenção ou volume produzido podem alterar o resultado.

Tabela 5 - Indicadores de base sem metas predefinidas.

Família	Indicador possível	Como interpretar com prudência
Energia	energia consumida por período, linha ou família de produto	comparar com produção, horário e condições de operação
Água	água usada por etapa, ciclo ou área	separar processo, lavagem e usos auxiliares
Materiais	perdas, retrabalho ou rejeição por lote/turno	normalizar causas antes de concluir tendência
Resíduos	frações geradas e destino	confirmar segregação, acondicionamento e documentação
Emissões de GEE	emissões por fonte e categoria, expressas em t CO ₂ e, quando exista inventário	utilizar metodologia reconhecida, explicitar a fronteira organizacional, documentar fatores de emissão e distinguir emissões diretas e indiretas [8]
Manutenção	desvios associados a avarias, fugas ou calibração	cruzar com registos técnicos e intervenção

2.5. Autoavaliação de maturidade

A maturidade não depende apenas da existência de sensores. Uma empresa pode ter poucos sistemas digitais e boa disciplina de registo; outra pode ter painéis de indicadores sem validação, sem responsáveis ou sem decisão associada.

Tabela 6 - Autoavaliação inicial de maturidade.

Dimensão	Inicial	Em desenvolvimento	Consolidada
Dados	leituras pontuais e dispersas	registos por área ou processo	dados consistentes, validados e comparáveis
Indicadores	unidades e regras de cálculo ainda não normalizadas	indicadores por processo prioritário	indicadores revistos e ligados a decisão
Tecnologia	equipamentos isolados	medição em pontos críticos	integração entre medição, painel de indicadores e ação
Pessoas	conhecimento concentrado	responsáveis definidos	rotinas partilhadas e formação contínua
Melhoria	ações reativas	pilotos e correções locais	revisão periódica e expansão controlada

Síntese visual do diagnóstico

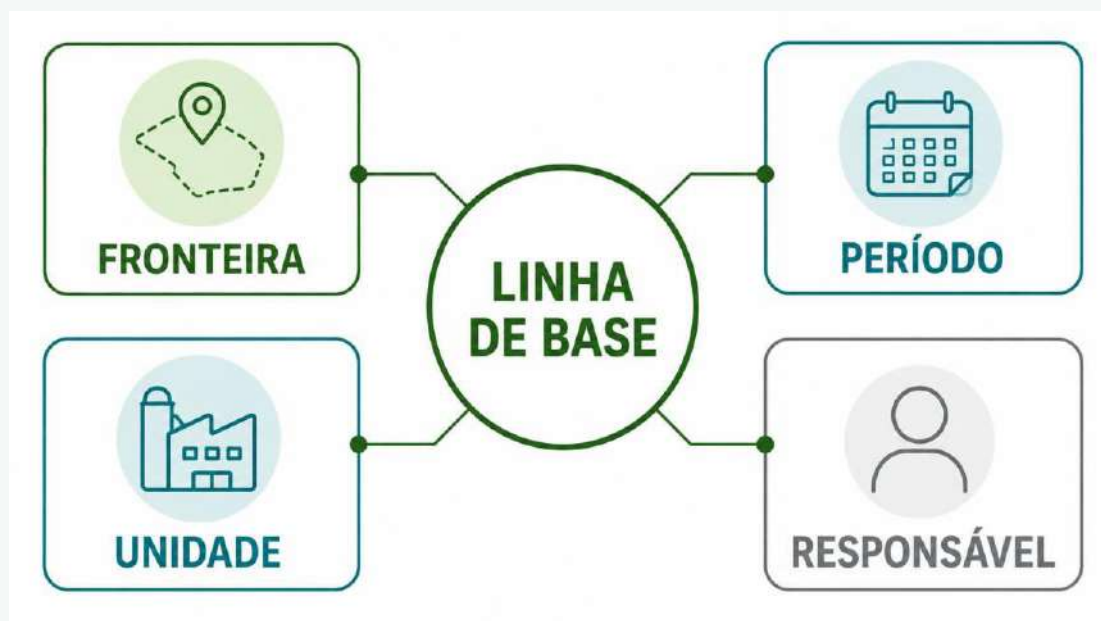


Figura 5 - Síntese do diagnóstico: uma linha de base deve identificar fronteira, período, unidade e responsável. Fonte: imagem gerada por IA



Módulo 3

Soluções sustentáveis por área de intervenção



ADCEIDT

utad



Cofinanciado pela
União Europeia

Módulo 3 — Soluções sustentáveis por área de intervenção



Figura 6 - Monitorização de consumos e desempenho operacional. Fonte: imagem gerada por IA.

3.1. Famílias de soluções e papel do digital

As tecnologias verdes na agroindústria não correspondem apenas a sensores, painéis de indicadores ou sistemas de medição. Estes instrumentos são importantes porque tornam os consumos, perdas e desvios mais visíveis, mas devem estar ligados a soluções concretas de melhoria ambiental e operacional [3] [4] [19].

Numa PME agroindustrial, as soluções sustentáveis podem envolver eficiência energética, uso racional da água, melhoria das utilidades técnicas, redução de perdas de matérias-primas, melhor gestão de resíduos e subprodutos, embalagens com menor impacto, energia renovável e práticas de economia circular. A escolha depende sempre do processo, da dimensão da instalação, dos produtos fabricados, dos requisitos legais, da segurança alimentar, da capacidade interna e da viabilidade técnico-económica [5] [17] [23].

A tecnologia digital tem aqui um papel de suporte: ajuda a medir, comparar, alertar, documentar e acompanhar resultados. No entanto, a melhoria ambiental resulta da combinação entre tecnologia, processo, manutenção, formação, decisão operacional e evidência.

Tabela 7 - Famílias de soluções sustentáveis e papel da tecnologia digital.

Área	Soluções a introduzir ou avaliar	Apoio digital possível
Energia	eficiência do frio industrial, motores eficientes, variadores de velocidade, recuperação de calor, otimização de horários de funcionamento	submedição, sensores, alertas, perfis de consumo, comparação entre turnos e linhas

Área	Soluções a introduzir ou avaliar	Apoio digital possível
Água	deteção de fugas, otimização de lavagens, controlo de consumos por etapa, reutilização admissível quando legal e sanitariamente adequada	caudalímetros, registo de ciclos, alarmes de consumo anómalo, painéis de indicadores por processo
Utilidades	vapor, ar comprimido, frio, calor, isolamento térmico, purgas, fugas e perdas em redes técnicas	medição de pressão, caudal, temperatura, tempo de funcionamento e perdas fora de período produtivo
Materiais	melhoria do rendimento, redução de rejeições, controlo de retrabalho, otimização de embalagens e redução de quebras	registo de perdas, balanço de materiais, rastreabilidade por lote, causa de rejeição e etapa
Resíduos e subprodutos	segregação, acondicionamento, utilização de subprodutos, valorização de resíduos, simbiose industrial e prevenção da mistura de frações valorizáveis	pesagem, identificação por fração, registo de origem, fotografias operacionais, rastreabilidade interna
Energia renovável	solar térmico, solar fotovoltaico e, quando exista justificação técnica e ambiental, biomassa ou outras fontes renováveis	monitorização da produção, energia autoconsumida, energia injetada na rede, energia adquirida à rede, alarmes e comparação com as necessidades reais
Embalagens	redução de material, melhoria da reciclabilidade, reutilização quando aplicável, escolha adequada de formatos e materiais	registo de consumo por produto, quebras de embalagem, indicadores por lote e análise de alternativas
Efluentes	redução na origem, controlo de descargas, separação de correntes e pré-tratamento quando aplicável	monitorização de caudal, periodicidade, parâmetros relevantes e relação com operações produtivas

Fonte: elaboração própria, com base em Comissão Europeia [3] [4], BREF/MTD para as indústrias alimentar, de bebidas e de leite [5] [17], eficiência energética [6] [11] [12] [19], resíduos e economia circular [1] [2] [13] [18] [24], higiene alimentar e reutilização de água [14] [23], métodos de Pegada Ambiental [20] e embalagens [26].

3.2. Energia, água e utilidades: medidas iniciais

Energia

Na agroindústria, a energia está frequentemente associada a frio, calor, bombagem, motores, iluminação, ar comprimido, vapor, fornos, câmaras refrigeradas e equipamentos auxiliares. Uma solução sustentável pode passar por ajustar horários de funcionamento, reduzir consumos fora do período produtivo, melhorar isolamento, substituir equipamentos ineficientes, instalar variadores de velocidade ou recuperar calor quando tecnicamente viável [5] [6] [11] [12] [19].

O apoio digital permite identificar onde ocorrem consumos anómalos. Por exemplo, a submedição de uma câmara frigorífica pode revelar consumos elevados durante períodos de paragem, associados a portas abertas, manutenção insuficiente, gelo acumulado, temperatura mal ajustada ou equipamento a trabalhar fora do regime esperado.

Exemplo de aplicação: Uma PME com armazenamento refrigerado começa por medir temperatura, tempo de abertura de portas, consumo elétrico e alarmes. A informação permite distinguir um

problema de comportamento operacional de um problema de equipamento. A solução pode envolver formação da equipa, revisão de rotinas, manutenção preventiva ou investimento posterior em equipamento mais eficiente.

Água

O uso racional da água pode envolver deteção de fugas, redução de lavagens excessivas, controlo de caudais, revisão de bicos e mangueiras, separação de usos, reaproveitamento técnico admissível ou reutilização sujeita a avaliação legal, sanitária e operacional. Em instalações alimentares, qualquer alteração no uso de água deve respeitar requisitos de higiene, segurança alimentar e enquadramento aplicável [14] [23].

O apoio digital é particularmente útil quando a empresa não sabe onde a água está a ser consumida. Caudalímetros, leituras por área, registo de ciclos de limpeza e alertas de consumo fora de horário ajudam a distinguir consumo necessário de consumo sem critério visível.

Exemplo de aplicação: Numa unidade de transformação hortofrutícola, a empresa regista duração de lavagens, caudal utilizado, produto processado e turno. A análise mostra grande variação entre equipas. Antes de investir em soluções complexas, a PME pode normalizar procedimentos, formar operadores e acompanhar se a alteração reduz a variabilidade sem comprometer higiene ou qualidade.

Utilidades técnicas

As utilidades técnicas — vapor, ar comprimido, frio, calor e redes auxiliares — podem concentrar perdas significativas. Fugas de ar comprimido, isolamento térmico degradado, purgas mal ajustadas, funcionamento de compressores fora de horas ou redes de frio sem manutenção adequada podem aumentar consumos sem que a causa seja evidente na fatura global [5] [6] [11] [17].

O apoio digital permite monitorizar pressão, caudal, temperatura, tempo de funcionamento e alarmes. Estes dados ajudam a priorizar inspeções e manutenção.

Exemplo de aplicação: Uma PME deteta que o compressor de ar funciona durante a noite, mesmo sem produção. A monitorização horária indica provável fuga ou uso indevido. A solução sustentável não é apenas medir: é reparar fugas, ajustar pressões, desligar circuitos quando possível e criar rotina de verificação.

3.3. Materiais, resíduos, subprodutos e embalagens

Materiais e rendimento produtivo

A sustentabilidade também depende do rendimento de matérias-primas, auxiliares e embalagens. Perdas, rejeições, retrabalho, produto fora de especificação e quebras de embalagem representam custos económicos e impactos ambientais [5] [7] [16]. A melhoria pode passar por ajustar doseamento, reduzir variabilidade, rever equipamentos, melhorar formação, reforçar controlo de qualidade ou alterar procedimentos.

O apoio digital pode incluir registo de perdas por lote, motivo, linha, operador, turno e destino. Esta informação permite perceber se a perda resulta de matéria-prima, equipamento, processo, embalagem, erro operacional ou requisito de qualidade.

Exemplo de aplicação: Numa linha de embalamento, a PME passa a registar quebras de embalagem por tipo de material, fornecedor, lote e equipamento. Os dados mostram que a perda ocorre sobretudo

numa mudança de formato. A solução pode ser ajuste de máquina, formação específica, alteração de parâmetros ou revisão da especificação de embalagem.

Resíduos e subprodutos

A gestão sustentável de materiais começa pela prevenção. Quando a prevenção não é possível e o fluxo é classificado como resíduo, importa assegurar segregação, acondicionamento, rastreabilidade, destino autorizado e a operação de valorização adequada [1] [2] [13] [18] [24]. A mistura de frações pode transformar um fluxo potencialmente valorizável num resíduo de menor valor ou de encaminhamento mais difícil.

A tecnologia digital apoia a pesagem, identificação, registo de origem, causa de geração, destino e responsável. Também permite acompanhar tendências e perceber onde a perda nasce, em vez de olhar apenas para o momento em que o resíduo sai da instalação.

Exemplo de aplicação: Uma empresa agroalimentar separa restos orgânicos por linha e por causa: aparas, produto fora de calibre, rejeição por qualidade, contaminação ou fim de validade. Com estes dados, consegue distinguir perdas inevitáveis de perdas evitáveis e avaliar destinos admissíveis, incluindo valorização material ou orgânica, utilização em alimentação animal, compostagem, digestão anaeróbia ou outras soluções, apenas após confirmação da classificação do fluxo, dos requisitos sanitários, da legislação dos alimentos para animais e das autorizações aplicáveis.

Quando estejam em causa matérias de origem animal ou produtos derivados não destinados ao consumo humano, deve ser considerado o regime específico dos subprodutos animais [25]. Nestes casos, a avaliação genérica de resíduo ou subproduto pode não ser suficiente, sendo necessário confirmar requisitos sanitários, categorias, transporte, transformação, utilização ou eliminação aplicável.

A Diretiva (UE) 2025/1892 estabelece que os Estados-Membros devem adotar as medidas necessárias para reduzir, até 31 de dezembro de 2030, em 10 % a produção de resíduos alimentares na transformação e no fabrico, face à média anual de 2021 a 2023. Trata-se de uma meta nacional e não de uma obrigação percentual automaticamente imputável a cada empresa. O diploma reforça, contudo, a necessidade de medir e prevenir os resíduos alimentares e de identificar, em paralelo, as perdas processuais evitáveis [24].

Embalagens

As embalagens têm uma função essencial de proteção, conservação, transporte, informação e segurança alimentar. A sua redução ou substituição deve ser avaliada com prudência, para evitar efeitos indesejados, como aumento de desperdício alimentar, perda de qualidade, contaminação ou redução da vida útil do produto [23] [26].

As soluções sustentáveis podem incluir redução de peso, melhoria da reciclabilidade, incorporação de materiais adequados, eliminação de componentes desnecessários, reutilização quando aplicável, melhor separação de resíduos de embalagem e revisão de formatos [26].

O apoio digital pode ajudar a medir consumo de embalagem por unidade produzida, quebras por linha, rejeições por defeito de embalagem, relação entre formato e desperdício, e desempenho de alternativas testadas.

Exemplo de aplicação: Uma PME testa uma embalagem com menor quantidade de material. O piloto acompanha quebras, reclamações, vida útil, rejeições, consumo de material por unidade vendida e evidência técnica sobre a reciclabilidade no sistema de gestão aplicável. Quando exista contacto com alimentos, acompanha também a conformidade do material, a integridade da embalagem e as condições previsíveis de utilização. A decisão final deve considerar o desempenho global da solução, a proteção do produto e o risco de aumento dos resíduos alimentares.



Figura 7 - Uma alteração de embalagem deve proteger o produto, ser validada, comparada e só depois decidida. Fonte: imagem gerada por IA.

Quando a embalagem ou qualquer dos seus componentes se destine a entrar em contacto com géneros alimentícios, a alteração deve respeitar o Regulamento (CE) n.º 1935/2004, as boas práticas de fabrico previstas no Regulamento (CE) n.º 2023/2006 e, quando aplicável, as medidas específicas relativas ao material utilizado, designadamente o Regulamento (UE) n.º 10/2011 para materiais e artigos de matéria plástica. A empresa deve obter e verificar a documentação de conformidade, avaliar as condições previsíveis de utilização, a migração de substâncias, a integridade da embalagem e os efeitos sobre a segurança e a vida útil do produto [31] [32] [33].

À data de fecho editorial, em julho de 2026, as obrigações nacionais aplicáveis às embalagens e aos resíduos de embalagens encontravam-se estabelecidas, designadamente, no Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro, na redação em vigor. O Regulamento (UE) 2025/40 entrou em vigor em 11 de fevereiro de 2025 e aplica-se, em regra, a partir de 12 de agosto de 2026, sem prejuízo das datas específicas nele previstas. Antes de alterar materiais, formatos, rotulagem, sistemas de reutilização ou fluxos de embalagem, a empresa deve confirmar o regime nacional vigente, as obrigações de registo e de responsabilidade alargada do produtor, bem como as disposições do regulamento aplicáveis ao tipo de embalagem e ao mercado de destino [26] [30].

3.4. Energia renovável e economia circular

Energia renovável

A energia renovável pode ser relevante em algumas PME agroindustriais, mas não deve ser apresentada como solução universal. O solar fotovoltaico, o solar térmico, a biomassa ou outras soluções devem ser avaliados em função do perfil de consumo, horários de operação, espaço disponível, necessidades elétricas e térmicas, investimento, manutenção, licenciamento e integração com o processo. A biomassa não é automaticamente uma solução de menor impacto: a decisão deve considerar a origem do recurso, as emissões atmosféricas, a qualidade do ar, o armazenamento, os resíduos gerados e a continuidade do abastecimento [6] [12] [19].

A tecnologia digital apoia a monitorização da produção renovável, da energia autoconsumida, da energia injetada na rede e da energia adquirida à rede. Permite ainda acompanhar falhas, taxa de autoconsumo, taxa de autossuficiência e adequação entre o perfil de produção e as necessidades reais da instalação.

Os projetos de produção para autoconsumo devem ser enquadrados no Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro, na redação temporalmente aplicável, com confirmação dos requisitos de registo, controlo

prévio, ligação à rede, medição e partilha de energia. Em julho de 2026, encontrava-se já publicado o Decreto-Lei n.º 130/2026, de 29 de junho, com entrada em vigor em 28 de agosto de 2026, que introduz alterações, designadamente, em matéria de autoconsumo e partilha de energia. Antes da implementação, a empresa deve confirmar o regime vigente [36] [40].

Exemplo de aplicação: Uma empresa com consumo elétrico relevante durante o dia avalia a instalação fotovoltaica para autoconsumo. A análise começa pelo perfil horário de consumo e não apenas pela fatura anual. O painel de indicadores permite comparar produção solar, consumo da instalação e excedentes, apoiando a decisão sobre dimensão, retorno esperado e operação.

Economia circular e simbiose industrial

A economia circular pode traduzir-se em prevenção de perdas, utilização de subprodutos, reutilização segura de materiais, partilha de recursos, valorização de resíduos, encaminhamento de fluxos para outras cadeias produtivas ou colaboração com empresas próximas [4] [15] [18]. Na agroindústria, estas oportunidades devem respeitar requisitos legais, sanitários, ambientais e contratuais.

A tecnologia digital pode apoiar a identificação de fluxos, quantidades, regularidade, qualidade, origem e destino. Estes dados são essenciais para avaliar se uma oportunidade circular é pontual, sazonal ou suficientemente estável para justificar acordo com outra entidade.

Exemplo de aplicação: Uma PME identifica um fluxo orgânico gerado regularmente. Antes de procurar um destino externo, caracteriza a quantidade, a variação sazonal, as contaminações possíveis, o acondicionamento, os requisitos de transporte e o destino admissível. A decisão pode passar por prevenir a geração do fluxo, promover a sua utilização interna quando juridicamente admissível, encaminhá-lo para valorização como resíduo através de operador autorizado ou manter o encaminhamento existente, consoante a classificação e o enquadramento aplicáveis.

3.5. Critérios para selecionar soluções

A seleção de soluções sustentáveis deve equilibrar benefício ambiental, viabilidade técnica, risco operacional, segurança alimentar, custo total, manutenção, competências internas e qualidade da evidência disponível [5] [10] [11] [17] [20] [23].



Figura 8 - A seleção deve equilibrar benefício, viabilidade, risco, capacidade interna e qualidade da evidência. Fonte: imagem gerada por IA.

Antes de avançar, a PME deve responder a cinco perguntas:

1. Que problema ambiental ou operacional se pretende resolver?
2. A solução reduz consumo, perda, resíduo, emissão ou risco?
3. Existem dados suficientes para comparar a situação antes e depois?
4. A solução é compatível com segurança alimentar, licenciamento e requisitos contratuais?
5. A empresa consegue operar, manter e documentar a solução depois do piloto?

A resposta a estas perguntas ajuda a evitar investimentos baseados apenas em promessa tecnológica. Uma solução sustentável é mais robusta quando resolve um problema real, tem responsável definido, produz evidência verificável e pode ser integrada nas rotinas da empresa.

3.6. Medição energética e submedição

A medição energética permite passar de uma leitura global para uma leitura por área, linha, equipamento ou utilidade. A submedição pode ser útil quando a fatura ou o contador principal não explicam onde ocorrem consumos, desvios ou oportunidades de atuação.

A ISO 50001 enquadra a gestão sistemática de energia, incluindo a necessidade de compreender consumo, desempenho e melhoria [11]. Para uma PME, a tradução prática é simples: medir onde a decisão existe, manter o equipamento de medição, validar dados e rever ações.

Tabela 8 - Aplicações de medição energética em PME agroindustriais.

Aplicação	Utilidade	Cuidados
Submedição elétrica	distinguir consumos por linha, câmara, compressor ou quadro	garantir instalação segura e leitura correta
Monitorização de frio	relacionar temperatura, abertura, carga e consumo	não usar temperatura isolada como prova de desempenho
Vapor ou calor	acompanhar perdas, purgas, arranques e isolamento	verificar instrumentos adequados ao fluido e à segurança
Ar comprimido	detetar funcionamento fora de horas, fugas e pressão inadequada	confirmar que alterações não afetam processo
Iluminação e auxiliares	separar consumos de operação e apoio	evitar conclusões sem horário e ocupação

DGEG [6], ISO 50001 [11] e Decreto-Lei n.º 71/2008 [12].

3.7. Monitorização de água, vapor, frio e ar comprimido

As utilidades são frequentemente transversais a várias áreas, o que dificulta atribuir consumos a uma causa. A monitorização pode ajudar a localizar fugas, tempos de funcionamento, ciclos de limpeza, perdas térmicas ou consumos fora do período produtivo.

A tecnologia deve respeitar o ambiente de instalação: humidade, lavagens, temperatura, vibração, poeiras, produtos de limpeza, acessibilidade e segurança. A escolha do ponto de medição é tão importante como a escolha do equipamento.

- água: caudal, volume, duração dos ciclos, área e finalidade do uso;
- frio: temperatura, tempo, alarmes, abertura de portas, carga térmica e manutenção;

- vapor e calor: pressão, temperatura, caudal, retorno de condensados, purgas, isolamento e perfil de utilização;
- ar comprimido: pressão, caudal, fugas, funcionamento fora do período produtivo e uso final;
- efluentes: caudal, carga poluente e parâmetros definidos no título, contrato ou enquadramento aplicável.

Em áreas de produção alimentar, a instalação dos equipamentos de medição não deve criar pontos de acumulação, dificultar a limpeza e a desinfeção nem introduzir risco de contaminação. Devem ser avaliados o grau de proteção, os materiais, a fixação, a acessibilidade, a calibração ou verificação e a compatibilidade com os agentes de limpeza.

Antes de medir: Confirme se o ponto de medição é acessível, seguro, representativo e permite manutenção adequada. Um sensor num local inadequado gera dados com aparência técnica, mas pouca utilidade.

3.8. Logística verde e outras soluções emergentes

Na logística, a redução de impactos pode resultar de melhor planeamento de rotas, consolidação de cargas, redução de viagens sem carga, adequação da temperatura de transporte, manutenção da frota, escolha do modo de transporte e coordenação com fornecedores e clientes. A tecnologia digital pode apoiar a localização, o planeamento, a monitorização da cadeia de frio e a análise de consumo energético, mas uma rota mais curta não é necessariamente a melhor se comprometer ocupação, conservação ou serviço.

As embalagens biodegradáveis ou compostáveis não constituem uma solução universal. A sua adequação depende da função da embalagem, da segurança alimentar, das condições reais de recolha e tratamento, da compatibilidade com os sistemas existentes e do comportamento no fim de vida. As alegações «biodegradável», «compostável» ou «de base biológica» devem identificar as condições e o meio em que a propriedade é demonstrada. Não devem sugerir ausência de impacto ambiental nem justificar o abandono da prevenção, da reutilização ou da reciclagem quando estas opções sejam tecnicamente mais adequadas [35].

Bioteχνologias, automação de processo e novos materiais podem contribuir para reduzir consumos ou perdas, mas exigem validação técnica, legal, sanitária e económica. Nesta primeira versão, são apresentados como famílias de soluções a avaliar e não como recomendações gerais de adoção.



Figura 9 - Integração ilustrativa de medidas de energia, utilidades, materiais e logística numa instalação agroindustrial. Não representa uma empresa, instalação ou resultado real. Fonte: imagem gerada por IA.



Módulo 4

Dados, painéis de indicadores e verificação de resultados



ADCEIDT

utad



Cofinanciado pela
União Europeia

Módulo 4 — Dados, painéis de indicadores e verificação de resultados

4.1. Gestão digital de resíduos e subprodutos

A digitalização da gestão de resíduos e subprodutos pode apoiar segregação, quantificação, rastreabilidade interna, destinos, frequência de recolha e evidência documental. O objetivo não é apenas saber quanto saiu da instalação; é perceber onde a perda nasce e que decisão a pode prevenir.

Soluções simples incluem formulários digitais, etiquetas internas, registo de peso, fotografias operacionais, listas de verificação e painéis de indicadores por fração. Soluções mais integradas podem ligar produção, qualidade, armazém e ambiente.

Tabela 9 - Dados úteis para resíduos, subprodutos e perdas.

Dado	Porque importa	Exemplo de decisão
Origem	identifica etapa ou linha onde surge a perda	alterar doseamento, corte, lavagem ou triagem
Motivo	separa avaria, rejeição, contaminação, excesso ou fim do prazo de validade	atuar na causa e não apenas no destino
Quantidade	permite acompanhar tendência	priorizar áreas recorrentes
Fração	mantém segregação e potencial de valorização	melhorar acondicionamento
Destino	organiza evidência e responsabilidade	confirmar encaminhamento adequado
Responsável	fecha o ciclo de decisão	atribuir ação corretiva ou preventiva

4.2. Painéis de indicadores ambientais úteis para a decisão

Um painel de indicadores ambientais (dashboard) deve transformar dados em informação útil para a ação. Para uma PME, a simplicidade é uma qualidade: poucos indicadores, unidades claras, responsáveis definidos, alertas compreensíveis e ligação direta a rotinas de operação.

A estrutura do painel de indicadores deve permitir distinguir tendência, exceção e evidência. Uma tendência ajuda a perceber evolução; uma exceção exige investigação; uma evidência suporta decisão, comunicação ou auditoria interna.

Boa prática: Cada indicador deve ter um responsável, uma unidade, uma fonte, uma frequência de atualização, uma regra de validação e uma ação associada. Sem estes elementos, o painel de indicadores tende a transformar-se num painel decorativo.

4.3. Governação dos dados ambientais

Dados ambientais devem ser tratados como parte do sistema de trabalho. A empresa deve definir quem regista, quem valida, quem interpreta, quem decide e como a ação fica registada. Esta governação evita que a tecnologia produza informação sem consequência.

Tabela 10 - Critérios mínimos para um dado ambiental utilizável.

Critério	Pergunta de validação	Consequência se falhar
Fonte	de onde vem o dado?	não é possível rastrear erro
Unidade	qual a unidade e a escala?	comparações inválidas
Frequência	com que periodicidade é recolhido?	perde-se tendência ou exceção
Fronteira	que processo representa?	mistura áreas diferentes
Validação	quem confirma a coerência?	dados errados entram no painel de indicadores
Ação	o que acontece perante o desvio?	indicador sem utilidade operacional

4.4. Rotinas de medição e verificação

A introdução de tecnologia verde exige rotinas. A empresa deve saber quando medir, quem verifica, que desvios exigem resposta e como se documenta a ação. Sem rotina, a solução fica dependente de entusiasmo inicial ou de um utilizador isolado.

Tabela 11 - Exemplo de rotina de medição e verificação, a adaptar ao processo.

Momento	Ação	Responsável típico
Arranque	confirmar equipamentos, contadores e condições iniciais	produção / manutenção
Operação	acompanhar valores e alertas críticos	produção
Fim de turno	validar leituras, eventos e anomalias	produção / qualidade
Semanal	rever tendências e desvios repetidos	gestão operacional
Mensal	avaliar indicadores e plano de melhoria	direção / ambiente / energia
Após manutenção	confirmar impacto da intervenção	manutenção

Periodicidade a definir: A frequência de medição e revisão deve ser proporcional ao risco, à variabilidade do processo, à criticidade do indicador e à capacidade de resposta da equipa. As frequências da Tabela 11 são ilustrativas e não constituem uma periodicidade mínima universal.

4.5. Qualidade dos dados e responsabilização

A qualidade dos dados depende de calibração, manutenção, contexto, acesso, formação e revisão. Um número tecnicamente apresentado pode estar errado se o sensor estiver mal instalado, se a unidade for ambígua, se a leitura estiver duplicada ou se a produção associada não for comparável.

- definir unidade e fronteira para cada indicador;
- separar dados medidos automaticamente de registos manuais;
- assinalar falhas de comunicação ou períodos sem leitura;
- documentar alterações de equipamento, produto ou processo;
- manter histórico de manutenção e calibração quando aplicável;
- atribuir responsável por validar e fechar desvios.

Tabela 12 - Erros comuns de interpretação.

Situação	Risco	Como prevenir
Comparar meses com volumes diferentes	concluir melhoria ou agravamento sem base	usar contexto de produção e combinação de produtos
Ignorar manutenção	atribuir poupança a tecnologia errada	registar intervenções e datas
Medir só consumo total	não localizar causa	avaliar a necessidade de submedição nos pontos prioritários
Alertas excessivos	equipa passa a ignorar o sistema	definir limites úteis e escalonamento
Unidades inconsistentes	indicadores incompatíveis	normalizar unidades e glossário interno

4.6. Integração com equipas e sistemas

A sustentabilidade suportada por dados atravessa funções. Produção conhece a realidade do processo; manutenção conhece equipamento e fiabilidade; qualidade e ambiente conhecem requisitos e evidência; gestão decide prioridades; equipa de sistemas de informação ou fornecedor assegura integração e continuidade.

A integração pode começar por procedimentos simples: reunião mensal de indicadores, quadro de ações, registo de desvios, pasta documental, exportação periódica e revisão de prioridades. Nem todas as PME precisam de integração avançada entre sistemas na primeira fase.

Modelo mínimo de governação Responsável pelo indicador: garante definição e leitura. Responsável pelo processo: decide a ação operacional. Responsável técnico: mantém a medição e o equipamento. Responsável pela documentação: guarda evidência e versões.

ISO 14031 [10].

4.7. Práticas sustentáveis suportadas por dados

Uma prática sustentável suportada por dados é uma rotina que usa informação para reduzir desperdício, prevenir desvio ou melhorar utilização de recursos. Pode ser tão simples como comparar

consumo de água por ciclo de lavagem ou tão integrada como relacionar temperatura, produção e consumo energético de uma câmara.

Tabela 13 - Exemplos de práticas sustentáveis suportadas por dados.

Prática	Dados necessários	Decisão associada
Arranque controlado de linha	tempo, energia, produto conforme, rejeição inicial	ajustar sequência e formação
Limpeza com critérios	duração, água, produto, validação higiénica	reduzir variação sem comprometer segurança
Frio monitorizado	temperatura, porta, carga, alarme, energia	investigar desvios e manutenção
Separação de resíduos	fração, origem, peso, destino	melhorar segregação e valorização
Manutenção preventiva	consumo, vibração/alarme, avaria, intervenção	agir antes da perda recorrente

4.8. Gestão de desvios e melhoria contínua

O valor do painel de indicadores aparece quando existe resposta. Um desvio deve conduzir a investigação proporcional: confirmar se o dado é válido, verificar processo, identificar causa provável, registar ação e rever resultado. Esta lógica aproxima sustentabilidade da gestão diária.

Sequência recomendada para a gestão de desvios: validar o dado; verificar o processo; identificar a causa provável; definir e aplicar a ação; confirmar o resultado; e registar o fecho.



Figura 10 - O dado só apoia a gestão quando é validado, convertido em indicador, usado numa decisão e registado. Fonte: imagem gerada por IA

Critério de sucesso: Uma melhoria só deve ser considerada consolidada quando a rotina é repetível, a equipa a compreende e o efeito observado se confirma, com evidência consistente, em períodos comparáveis.

4.9. Exemplo aplicado: como verificar uma melhoria energética

A medição e verificação deve comparar períodos equivalentes ou ajustar a análise aos fatores que influenciam o consumo, designadamente produção, combinação de produtos, temperatura exterior, horas de funcionamento, paragens, manutenção e alterações do processo. A fronteira, o período de referência, o método, as variáveis de contexto, os dados excluídos e a incerteza relevante devem ficar

documentados. A redução da fatura, por si só, não demonstra melhoria energética. Quando o resultado suporta uma decisão de investimento ou uma alegação externa, a empresa deve ainda documentar a exatidão necessária, a calibração ou verificação dos instrumentos e as regras de tratamento de dados em falta ou anómalos. A ISO 50015:2014 estabelece princípios gerais para este processo e foi confirmada em 2025 [27].



Módulo 5

Seleção, contratação e implementação em PME



ADCEIDT **utad**

COMPETE
2030

PORTUGAL
2030



Cofinanciado pela
União Europeia

Módulo 5 — Seleção, contratação e implementação em PME

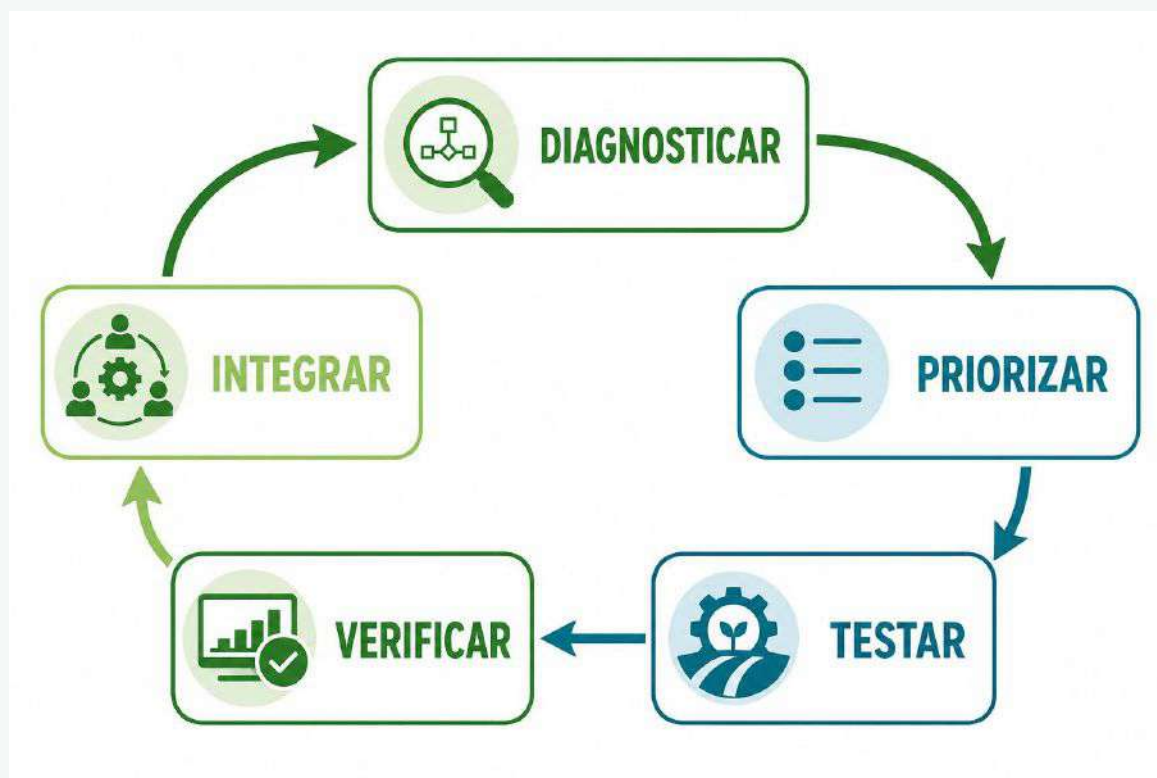


Figura 11 - Ciclo de implementação gradual: diagnosticar, priorizar, testar, verificar e integrar. Fonte: imagem gerada por IA.

5.1. Seleção técnica e contratação

A contratação deve partir dos requisitos do processo e de resultados verificáveis, não de funcionalidades genéricas. A PME deve exigir que o fornecedor explique como a solução mede, valida, conserva e exporta dados; como responde a falhas de comunicação; que manutenção, calibração ou verificação e atualizações exige; como se integra com os sistemas e rotinas existentes; e que apoio é prestado durante e após o projeto-piloto.

Antes da adjudicação, devem ficar definidos:

- o problema e a fronteira do processo;
- as variáveis, unidades, frequência e exatidão necessárias;
- as condições ambientais, higiénicas e de segurança da instalação;
- os critérios de aceitação do projeto-piloto;
- a propriedade, o acesso, a conservação e a exportação dos dados;
- os requisitos de cibersegurança, gestão de acessos, cópias de segurança e continuidade;
- a manutenção, a calibração ou verificação, os consumíveis, as garantias e os tempos de resposta;
- a formação, a documentação e as responsabilidades;
- os custos de instalação, licenciamento, subscrição, suporte, substituição e fim de vida;

- as condições de saída e de recuperação do histórico em caso de mudança de fornecedor.

Pergunta de fecho: Se o fornecedor deixar de prestar o serviço, a empresa continua a conseguir operar o processo, aceder aos dados essenciais, compreender o histórico e cumprir as obrigações aplicáveis?

5.2. Cenários de aplicação

Os cenários seguintes são ilustrativos. Não correspondem a empresas reais, não apresentam poupanças estimadas e não substituem diagnóstico técnico. Servem para mostrar como uma PME pode passar de um problema observado para uma solução sustentável suportada por dados.

Tabela 14 - Cenários ilustrativos de aplicação.

Cenário	Problema	Solução inicial	Evidência a acompanhar
Transformação hortofrutícola	variação de perdas na triagem e embalagem	registo digital de motivo, lote, turno e destino	perdas por etapa, causa e ação corretiva
Queijaria ou laticínios	consumos de água e energia difíceis de atribuir	submedição por área e rotina de leitura	água, energia, limpeza, frio e produção
Padaria / prontos-a-comer	fornos e frio com funcionamento fora de período	monitorização de horários e alertas simples	tempo de funcionamento, manutenção e desvios
Armazém refrigerado	alarmes frequentes sem análise de causa	painel de indicadores de temperatura, abertura e intervenção	eventos, duração, causa e resposta
Embalamento	mistura de resíduos e quebras de materiais	registo por fração e ponto de origem	material rejeitado, fração e destino

Como usar os cenários: Escolha o cenário mais próximo da realidade da empresa, substitua os elementos genéricos por dados dos seus processos reais e defina um piloto de baixo risco.

Referenciais complementares para os cenários energéticos: DGEG [6] e SGCIE [12].

5.3. Implementação gradual

A implementação gradual reduz risco. Uma PME pode começar por uma linha, uma câmara, um circuito de água, uma rotina de limpeza, uma fração de resíduo ou uma família de produto. O piloto deve ter objetivo, responsável, dados mínimos, critério de validação e decisão prevista.

Utilize a ficha da secção 6.2 para desenhar e documentar o projeto-piloto.

Regra do piloto: Um piloto serve para aprender e validar. Não deve ser vendido internamente como solução final antes de demonstrar utilidade operacional.

5.4. Barreiras à adoção

Entre as barreiras que podem limitar a adoção encontram-se a falta de prioridade, dados dispersos, ausência de responsáveis, pouca disponibilidade da equipa, manutenção insuficiente, integração limitada ou expectativas irrealistas.

Tabela 15 - Barreiras e formas de mitigação.

Barreira	Efeito	Mitigação
Problema mal definido	compra de tecnologia sem decisão associada	formular pergunta operacional antes da solução
Dados insuficientes	indicadores frágeis	começar por diagnóstico e lacunas de medição
Falta de tempo da equipa	rotinas abandonadas	simplificar registos e integrar no trabalho diário
Dependência do fornecedor	dificuldade de continuidade	exigir exportação, documentação e suporte
Manutenção esquecida	sensores degradados e alertas falsos	definir plano de manutenção e validação
Expectativas excessivas	desilusão e perda de adesão	usar piloto e critérios realistas

5.5. Competências, manutenção e continuidade operacional

A continuidade operacional exige competências internas proporcionais à criticidade da solução, documentação acessível, manutenção planeada e capacidade de reconhecer falhas. Os custos associados a estes requisitos devem ser considerados na avaliação técnico-económica da secção 5.8.

Competências internas não significam que a PME tenha de dominar toda a tecnologia. Significam que consegue interpretar indicadores, reconhecer falhas, pedir suporte com precisão e tomar decisões informadas.

- nomear responsável interno pela solução;
- assegurar, sempre que possível, redundância de competências nas áreas críticas, de modo a evitar a dependência de uma única pessoa;
- documentar procedimentos simples de leitura, validação e resposta;
- manter contactos de suporte e condições contratuais acessíveis;
- rever custos recorrentes antes de expansão.

Pergunta crítica: A empresa tem capacidade para manter a solução depois da instalação e depois da primeira fase de entusiasmo?

5.6. Comunicação ambiental e evidência

A comunicação ambiental deve ser cautelosa, específica e verificável. A Diretiva (UE) 2024/825 reforça a proteção dos consumidores contra práticas ambientais enganosas. Os Estados-Membros deviam adotar e publicar as disposições nacionais de transposição até 27 de março de 2026, com aplicação a partir de 27 de setembro de 2026. Antes da publicação ou utilização comercial de alegações ambientais, a

empresa deve confirmar o diploma nacional em vigor e assegurar que cada afirmação tem alcance definido, base documental e possibilidade de verificação [22].

Para as PME, a regra prática é comunicar práticas e evidências concretas: o que foi medido, a fronteira utilizada, o período analisado, a ação realizada e a documentação que suporta a conclusão.

Comunicação responsável: Evite transformar um piloto local numa afirmação geral sobre toda a empresa. A comunicação deve seguir o alcance real da evidência.

5.7. Fatores críticos de sucesso

Os fatores críticos de sucesso combinam gestão, operação e tecnologia. A solução deve ser compreendida por quem a usa, valorizada por quem decide e mantida por quem responde pelo equipamento e pelos dados.

Tabela 16 - Fatores críticos de sucesso.

Fator	Como se traduz na prática	Evidência
Problema claro	uma pergunta operacional orienta o piloto	ficha de problema e hipótese
Dados fiáveis	unidade, fonte e frequência documentadas	dicionário de indicadores
Equipa envolvida	produção, manutenção e gestão participam	registos breves de decisão
Fornecedor alinhado	requisitos, suporte e exportação definidos	proposta técnica e contrato
Rotina de resposta	desvios geram ação	plano de ações e fecho
Revisão periódica	resultados avaliados antes de expandir	relatório de piloto

5.8. Avaliação técnico-económica e decisão de investimento

A decisão de investimento deve integrar o custo total, os benefícios operacionais, os riscos e os pressupostos, com distinção entre valores medidos, estimativas e benefícios não monetizados. O custo total deve considerar projeto, instalação, integração, licenças, paragens, formação, calibração, comunicações, cibersegurança, manutenção, consumíveis, substituição de componentes, apoio técnico e fim de vida. A avaliação deve identificar também custos evitados e benefícios operacionais, sem os transformar em poupanças garantidas.



Figura 12 - O custo total acompanha a solução desde a aquisição até à substituição. Fonte: imagem gerada por IA.

Tabela 17 - Perguntas de avaliação.

Dimensão	Pergunta de avaliação
Técnica	A solução funciona nas condições reais de processo e ambiente?
Ambiental	Que impacto reduz e que novos impactos pode criar?
Sanitária e legal	É compatível com higiene, segurança alimentar, resíduos, emissões, água e licenciamento?
Económica	Qual é o custo total e que pressupostos suportam o retorno esperado?
Organizacional	Existem responsáveis, competências, tempo e capacidade de manutenção?
Digital	Os dados são exportáveis, protegidos, compreensíveis e integráveis?



Módulo 6

Ferramentas de decisão e plano de ação



ADCEIDT

utad



Cofinanciado pela
União Europeia

Módulo 6 — Ferramentas de decisão e plano de ação

6.1. Definição de prioridades

A prioridade deve equilibrar impacto potencial, facilidade de implementação, qualidade dos dados, risco operacional e capacidade interna. Nem sempre a área com maior consumo é o melhor primeiro piloto; uma área com dados acessíveis e uma equipa disponível e envolvida pode proporcionar aprendizagem mais rápida.

Tabela 18 - Critérios para escolher a primeira prioridade.

Critério	Pergunta	Escala qualitativa sugerida
Impacto potencial	a área influencia energia, água, materiais, resíduos ou perdas?	baixo / médio / alto
Facilidade	é possível testar sem interromper a operação?	baixa / média / alta
Dados existentes	há registos suficientes para começar?	fracos / parciais / bons
Risco	a alteração pode afetar produto, segurança ou conformidade?	alto / médio / baixo
Equipa	há responsáveis disponíveis para validar e agir?	não / parcial / sim

6.2. Ficha de projeto-piloto

O piloto deve ser pequeno, mensurável e reversível quando possível. Deve produzir aprendizagem sobre dados, processo, equipa, fornecedor e decisão. O objetivo não é provar que a tecnologia é perfeita; é verificar se resolve o problema identificado.

Tabela 19 - Ficha de desenho de projeto-piloto.

Campo	Preencher
Problema prioritário	
Processo / fronteira	
Indicador principal	
Dados mínimos	
Responsável interno	
Fornecedor / suporte	
Critério de validação	
Risco a controlar	

Campo	Preencher
Decisão no fim do piloto	ajustar / expandir / abandonar / repetir

Critério de validação: O critério deve ser definido antes do piloto. Pode ser operacional, como melhorar visibilidade de desvios, reduzir tempo de investigação ou obter dados fiáveis para decidir investimento.

6.3. Expansão e replicação

Expandir não é apenas instalar mais sensores. É replicar uma solução que já demonstrou utilidade, com procedimentos, responsabilidades, manutenção, suporte, exportação de dados e integração mínima assegurados.

Antes de expandir uma solução, devem confirmar-se os aspetos seguintes:

Tabela 20 - Confirmar aspetos antes de expandir.

Questão	Sim / Não	Ação se não estiver resolvida
O piloto demonstrou utilidade operacional?		rever problema, indicador ou tecnologia
Os dados foram validados pela equipa?		corrigir fonte, unidade ou rotina
Existe responsável por manutenção?		definir papel e plano
Os dados podem ser exportados?		negociar condição ou alternativa
A equipa sabe responder a desvios?		criar procedimento e formação
Há orçamento para custos recorrentes?		reavaliar modelo de expansão

6.4. Monitorização de resultados

A monitorização de resultados deve separar três momentos: linha de base, piloto e pós-implementação. A comparação deve ser feita com contexto. Se a produção, o produto, a temperatura exterior, a manutenção ou os horários mudaram, a interpretação deve explicitar essa alteração.

Uma representação simples da linha de base, do período de projeto-piloto e do período pós-implementação ajuda a interpretar os resultados com contexto.



Figura 13 - A decisão deve resultar da comparação documentada entre a linha de base e o projeto-piloto. Fonte: imagem gerada por IA.

Resultado sólido: Um resultado é mais fiável quando a equipa consegue explicar não só o valor do indicador, mas também a sua origem, limites e contexto operacional.

Quando o resultado respeite a emissões de GEE da organização, deve ser utilizada uma metodologia de inventário reconhecida, com fronteiras, fontes e fatores de emissão documentados, como o GHG Protocol [8]. Quando esteja em causa o desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida de um produto ou de uma organização, podem ser utilizados os métodos de Pegada Ambiental da União Europeia [20]. Estes referenciais têm objetos distintos e não devem ser apresentados como equivalentes.

6.5. Lista de verificação de autoavaliação

Use a lista de verificação seguinte antes de contratar ou expandir uma solução.

Tabela 21 - Lista de verificação de autoavaliação.

Item	Verificação	Estado
Problema	Está escrito em linguagem operacional?	☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não
Fronteira	A área/processo está delimitado?	☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não
Dados	Existem dados mínimos ou lacunas identificadas?	☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não
Indicador	A unidade, frequência e fonte estão definidas?	☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não
Responsável	Há responsável pelo processo e responsável pelo indicador?	☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não
Tecnologia	A solução responde ao problema e não apenas a uma funcionalidade?	☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não
Manutenção	Existe plano de manutenção e suporte?	☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não
Evidência	A empresa sabe guardar e explicar resultados?	☐ Sim ☐ Parcial ☐ Não

6.6. Matriz de prioridades

A matriz seguinte pode ser usada numa sessão de trabalho. Atribua uma leitura qualitativa a cada oportunidade, sem tentar transformar tudo em pontuação numérica prematura.

Tabela 22 - Matriz de prioridades para oportunidades de melhoria.

Oportunidade	Impacto esperado	Facilidade	Dados disponíveis	Risco	Decisão
	baixo / médio / alto	baixa / média / alta	fracos / parciais / bons	baixo / médio / alto	priorizar / preparar / observar
	baixo / médio / alto	baixa / média / alta	fracos / parciais / bons	baixo / médio / alto	priorizar / preparar / observar
	baixo / médio / alto	baixa / média / alta	fracos / parciais / bons	baixo / médio / alto	priorizar / preparar / observar
	baixo / médio / alto	baixa / média / alta	fracos / parciais / bons	baixo / médio / alto	priorizar / preparar / observar

6.7. Plano de ação para 90 dias

O plano de ação deve fechar o guia com uma decisão prática. A PME deve sair com uma prioridade, um responsável, um indicador, um período de teste e uma forma de rever resultados.

Preencha as colunas «Responsável» e «Prazo» antes de iniciar o plano. Todas as ações devem ter uma data-limite definida dentro do período de 90 dias. O calendário deve ser adaptado ao risco, à complexidade do processo e à disponibilidade da equipa.

Tabela 23 - Plano de ação para 90 dias

Ação	Responsável	Prazo	Evidência	Estado
Definir processo prioritário			ficha de problema	☐
Reunir dados existentes			lista de fontes	☐
Validar indicador			unidade e fronteira	☐
Escolher piloto			ficha de piloto	☐
Consultar fornecedor / apoio técnico			requisitos escritos	☐
Executar piloto			registos e ações	☐
Rever decisão			relatório curto	☐



Figura 14 - Plano de 90 dias: delimitar e medir; testar e corrigir; verificar e decidir. Fonte: imagem gerada por IA.

Síntese final

A transição para soluções sustentáveis na agroindústria deve ser gradual, verificável e compatível com a capacidade real da empresa. A tecnologia é útil quando clarifica decisões, aproxima equipas e torna consumos, perdas e resíduos mais visíveis. O primeiro passo não é comprar tudo; é escolher bem o problema, medir com critério e transformar dados em ação.

O que será consolidado na versão final deste guia

A versão final consolidada deverá atualizar esta publicação sem alterar o seu objeto. Deverá integrar, quando existam dados suficientes e autorização para divulgação:

- casos e boas práticas recolhidos nas atividades do projeto;
- exemplos setoriais adicionais adequados às PME dos territórios abrangidos;
- atualização legal, normativa e tecnológica;
- perguntas frequentes resultantes da interação com empresas e especialistas.

Glossário

- **Água para reutilização (ApR)** — água obtida a partir do tratamento de águas residuais, destinada a utilizações legalmente admissíveis, mediante avaliação de risco, controlo adequado e respeito pelos requisitos ambientais, sanitários e operacionais aplicáveis [14]. Em instalações alimentares, qualquer utilização deve ser compatibilizada com os requisitos de higiene e segurança alimentar [23].
- **Auditoria energética** — avaliação técnica dos usos de energia, consumos e oportunidades de melhoria, realizada segundo o enquadramento aplicável.
- **Autoconsumo** — utilização, pela própria instalação, da energia produzida localmente, por exemplo através de sistemas solares fotovoltaicos, quando tecnicamente adequada ao perfil de consumo, produção, investimento, manutenção e enquadramento aplicável.
- **Desempenho ambiental da embalagem** — avaliação da embalagem ao longo do seu ciclo de vida, considerando prevenção, quantidade de material, reutilização quando aplicável, reciclabilidade, conteúdo reciclado, transporte, proteção do produto e efeitos sobre os resíduos alimentares, sem comprometer a segurança alimentar nem os requisitos legais aplicáveis [26].
- **Economia circular** — abordagem que procura manter recursos em utilização, reduzir perdas e resíduos e recuperar valor de materiais sempre que técnica e legalmente adequado.
- **Eficiência energética** — relação entre o resultado em termos de desempenho, serviço, bens, produtos ou energia e a energia utilizada, aplicada de modo compatível com os requisitos técnicos, legais e operacionais do processo [19].
- **Fronteira de análise** — limite definido para interpretar um indicador: instalação, linha, processo, produto, período ou utilidade.
- **Gases com efeito de estufa (GEE)** — gases que contribuem para o efeito de estufa. Quando quantificadas num inventário, as emissões devem ser expressas em dióxido de carbono equivalente, com fronteira, fontes, categorias e fatores de emissão documentados.
- **Indicador ambiental** — medida usada para acompanhar desempenho, consumo, perda, resíduo, emissão ou outra dimensão ambiental.
- **Linha de base** — referência inicial usada para comparar a evolução, com limitações e contexto documentados.
- **Limpeza no local (CIP, do inglês *cleaning-in-place*)** — sistema de limpeza de equipamentos, tubagens ou circuitos sem desmontagem, utilizado em algumas instalações agroalimentares. A sua otimização pode envolver tempo, temperatura, caudal, concentração, água e energia, sem comprometer os requisitos de higiene e segurança alimentar [23].
- **Medição e verificação (M&V)** — processo de definição de uma linha de base, recolha de dados, comparação e validação de resultados para verificar se uma ação produziu melhoria efetiva, considerando produção, sazonalidade, alterações de processo e outros fatores de contexto.
- **Melhores Técnicas Disponíveis (MTD/BAT)** — técnicas, práticas ou soluções de referência usadas para prevenir ou reduzir impactos ambientais em determinados setores industriais. A sua aplicação depende do enquadramento legal, da atividade, da dimensão da instalação e dos limiares aplicáveis [5] [17].
- **Melhoria contínua** — ciclo de avaliação, ação, verificação e correção aplicado de forma recorrente.

- **Painel de indicadores ambientais (*dashboard*)** — instrumento que organiza indicadores ambientais e operacionais para apoiar a decisão, o alerta, a verificação e a produção de evidência.
- **Pegada ambiental** — no contexto dos métodos da União Europeia, resultado de uma avaliação do desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida de um produto ou de uma organização, realizada segundo metodologia, fronteiras e regras definidas [20].
- **Projeto-piloto** — teste controlado de pequena escala para validar utilidade, dados, processo e capacidade de implementação.
- **Resíduo** — substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer, nos termos legais aplicáveis [13] [18].
- **Resíduo alimentar** — género alimentício, na aceção da legislação alimentar, que se tornou resíduo.
- **Simbiose industrial** — colaboração entre empresas ou entidades para aproveitar recursos, materiais, energia, água, subprodutos ou resíduos de uma organização como entrada útil noutra, desde que o destino seja técnica, legal, sanitária e ambientalmente admissível [4] [15].
- **Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)** — regime nacional aplicável, em regra, às instalações com consumo anual igual ou superior a 500 tep, sem prejuízo das exclusões legalmente previstas. Inclui obrigações de registo, auditoria energética e racionalização dos consumos [6] [12].
- **Submedição** — medição complementar instalada, em regra, a jusante da medição geral, para quantificar consumos numa área, linha, equipamento ou utilidade específica.
- **Subproduto** — substância ou objeto resultante de um processo de produção cujo objetivo principal não é a sua produção e que, ao cumprir cumulativamente os requisitos legais aplicáveis, não é classificado como resíduo. Esses requisitos incluem a certeza de utilização posterior, a possibilidade de utilização direta sem processamento além da prática industrial normal, o facto de o material ser produzido como parte integrante de um processo de produção e uma utilização posterior lícita, sem impactos globalmente adversos para o ambiente ou a saúde humana [13] [18].
- **Subproduto animal** — matéria de origem animal ou produto derivado não destinado ao consumo humano, sujeito a regime sanitário específico. A sua gestão não deve ser tratada apenas como resíduo ou subproduto genérico, devendo ser confirmados requisitos de classificação, acondicionamento, transporte, transformação, utilização ou eliminação [25] [34].
- **Taxa de autoconsumo** — quociente entre a energia produzida localmente e consumida na instalação e a energia total produzida localmente, no mesmo período e fronteira.
- **Taxa de autossuficiência** — quociente entre a energia produzida localmente e consumida na instalação e o consumo total da instalação, no mesmo período e fronteira.
- **Utilidades técnicas** — sistemas auxiliares que suportam o processo produtivo, como vapor, frio, calor, ar comprimido, água, bombagem e redes técnicas. A sua monitorização pode revelar perdas, fugas, consumos fora de horário, falhas de isolamento ou oportunidades de manutenção [5] [17].
- **Valorização** — operação de tratamento de resíduos cujo resultado principal permite que estes cumpram uma função útil, substituindo outros materiais que, de outro modo, seriam utilizados para essa finalidade, nos termos legais aplicáveis [13] [18].

Recursos complementares

Os recursos seguintes ajudam a aprofundar temas específicos depois do diagnóstico inicial. Devem ser consultados na versão oficial e em vigor.

Tabela 24 - Recursos complementares para consulta.

Tema	Recurso	Utilização
Economia circular	APA e Plano de Ação para a Economia Circular 2025-2030 (PAEC 2030), aprovado pela RCM n.º 58/2026	enquadramento nacional, políticas e prioridades setoriais [15]
Água e reutilização	APA - Água para Reutilização; Decreto-Lei n.º 119/2019; Regulamento (CE) n.º 852/2004	requisitos ambientais, autorização/comunicação aplicável e segurança alimentar [14] [23]
Gestão ambiental	ISO 14001 e ISO 14031	sistemas de gestão e avaliação de desempenho ambiental [9] [10]
Gestão de energia	ISO 50001	sistema de gestão de energia [11]
Perdas e resíduos alimentares	FAO, UNEP e Diretiva (UE) 2025/1892	medição, prevenção, redução e enquadramento das metas nacionais [7] [16] [24]
Alegações ambientais	Diretiva (UE) 2024/825	proteção do consumidor e fundamentação de alegações ambientais [22]
Subprodutos animais	Regulamento (CE) n.º 1069/2009	classificação, categorias, transporte, transformação, utilização ou eliminação [25]
Embalagens	Decreto-Lei n.º 152-D/2017, na redação em vigor, e Regulamento (UE) 2025/40	obrigações nacionais vigentes em julho de 2026, responsabilidade alargada do produtor, reutilização, reciclabilidade, rotulagem e transição para o novo regime europeu [26] [30]
Medição e verificação	ISO 50015:2014	princípios gerais para medir e verificar o desempenho energético [27]
Emissões industriais e MTD	Decreto-Lei n.º 127/2013; Diretiva 2010/75/UE, alterada pela Diretiva (UE) 2024/1785; Decisão de Execução (UE) 2019/2031; BREF FDM	verificação do âmbito do Regime de Emissões Industriais, condições do título ambiental e MTD aplicáveis [5] [17] [28] [29]
Materiais em contacto com alimentos	Regulamentos (CE) n.os 1935/2004 e 2023/2006 e medidas específicas aplicáveis ao material	segurança, boas práticas de fabrico, documentação de conformidade e rastreabilidade de materiais e embalagens [31] [32] [33]
Gestão e auditoria ambiental	Regulamento (CE) n.º 1221/2009 — EMAS	participação voluntária, sistema de gestão, verificação e declaração ambiental [21]
Subprodutos	Regime Geral da Gestão de Resíduos e orientações da APA sobre classificação e registo de subprodutos	verificação das condições cumulativas, declaração, registo e manutenção da classificação [13] [38]

Tema	Recurso	Utilização
Plásticos de base biológica, biodegradáveis e compostáveis	Comunicação COM(2022) 682 final	condições de utilização, alegações, recolha, tratamento e avaliação do ciclo de vida [35]
Autoconsumo de energia	Decreto-Lei n.º 15/2022 e Decreto-Lei n.º 130/2026	registo, controlo prévio, ligação à rede, medição, partilha de energia e transição para as alterações aplicáveis a partir de 28 de agosto de 2026 [36] [40]

Fonte: elaboração própria, com base nas fontes oficiais indicadas.

Bibliografia

As referências seguintes remetem para fontes oficiais ou institucionais consultadas no fecho editorial de julho de 2026. Nas normas ISO, a ligação conduz à ficha pública da norma; o texto integral pode estar sujeito a aquisição.

- [1] AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE — APA. *Resíduos*. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, s.d. Página institucional sobre planeamento e gestão de resíduos, hierarquia dos resíduos e economia circular. [\[fonte oficial\]](#)
- [2] AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE — APA. *Produção e Gestão de Resíduos*. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, s.d. [\[fonte oficial\]](#)
- [3] COMISSÃO EUROPEIA. *A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. COM (2020) 381 final. Bruxelas, 20 de maio de 2020. [\[fonte oficial\]](#)
- [4] COMISSÃO EUROPEIA. *A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe*. COM (2020) 98 final. Bruxelas, 11 de março de 2020. [\[fonte oficial\]](#)
- [5] COMISSÃO EUROPEIA — JOINT RESEARCH CENTRE / EIPPCB. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Food, Drink and Milk Industries*. BREF FDM, adotado em dezembro de 2019; publicação JRC EUR 29978 EN, 2020. [\[fonte oficial\]](#)
- [6] DIREÇÃO-GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA — DGEG. *Eficiência Energética*. Lisboa: DGEG, s.d. Página institucional, incluindo informação sobre auditorias energéticas e SGCIE. [\[fonte oficial\]](#)
- [7] FAO — FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Technical Platform on the Measurement and Reduction of Food Loss and Waste*. Roma: FAO. [\[fonte oficial\]](#)
- [8] GHG PROTOCOL. *Corporate Accounting and Reporting Standard — Revised Edition*. Washington, D.C./Genebra, 2004; complementado, designadamente, pelo *Scope 2 Guidance* de 2015. [\[fonte oficial\]](#)
- [9] ISO. *ISO 14001:2026 — Environmental management systems — Requirements with guidance for use*. Genebra: International Organization for Standardization, abril de 2026. Ficha, informação bibliográfica e pré-visualização gratuitas; texto integral pago. [\[fonte oficial\]](#)
- [10] ISO. *ISO 14031:2021 — Environmental management — Environmental performance evaluation — Guidelines*. Genebra: ISO, 2021. A edição de 2021 mantém-se publicada. Ficha e pré-visualização gratuitas; texto integral pago. [\[fonte oficial\]](#)
- [11] ISO. *ISO 50001:2018 — Energy management systems — Requirements with guidance for use*, com *ISO 50001:2018/Amd 1:2024 — Climate action changes*. Genebra: International Organization for Standardization. A edição de 2018 foi confirmada em 2024 e mantém-se publicada; a emenda de 2024 deve ser consultada como complemento à norma-base. Ficha institucional pública; o texto integral da norma-base pode estar sujeito a aquisição. [\[fonte oficial\]](#)
- [12] PORTUGAL. *Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de abril — Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)*, na redação em vigor, alterado pela Lei n.º 7/2013, de 22 de janeiro, e pelo Decreto-Lei n.º 68-A/2015, de 30 de abril. [\[fonte oficial\]](#)
- [13] PORTUGAL. *Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro*. Aprova o Regime Geral da Gestão de Resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos, na redação em vigor. [\[fonte oficial\]](#)
- [14] PORTUGAL. *Decreto-Lei n.º 119/2019, de 21 de agosto*. Estabelece o regime jurídico de produção de água para reutilização, obtida a partir do tratamento de águas residuais, bem como da sua utilização, na redação em vigor. [\[fonte oficial\]](#)

- [15] PORTUGAL. *Resolução do Conselho de Ministros n.º 58/2026, de 24 de março*. Aprova o Plano de Ação para a Economia Circular 2025-2030 (PAEC 2030). [\[fonte oficial\]](#)
- [16] UNEP — UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Food Waste Index Report 2024*. Nairobi: UNEP, 2024. [\[fonte oficial\]](#)
- [17] UNIÃO EUROPEIA. Decisão de Execução (UE) 2019/2031 da Comissão, de 12 de novembro de 2019, que estabelece conclusões sobre as melhores técnicas disponíveis (MTD) para as indústrias alimentar, de bebidas e de leite, nos termos da Diretiva 2010/75/UE. [\[fonte oficial\]](#)
- [18] UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008, relativa aos resíduos*, na versão consolidada de 16 de outubro de 2025. [\[fonte oficial\]](#)
- [19] UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva (UE) 2023/1791 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de setembro de 2023, relativa à eficiência energética e que altera o Regulamento (UE) 2023/955 (reformulação)*. [\[fonte oficial\]](#)
- [20] UNIÃO EUROPEIA. *Recomendação (UE) 2021/2279 da Comissão, de 15 de dezembro de 2021, sobre a utilização dos métodos da Pegada Ambiental para a medição e comunicação do desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida de produtos e organizações*. [\[fonte oficial\]](#)
- [21] UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1221/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de novembro de 2009, relativo à participação voluntária de organizações num sistema comunitário de ecogestão e auditoria (EMAS)*, versão consolidada de 12 de julho de 2023. [\[fonte oficial\]](#)
- [22] UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva (UE) 2024/825 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de fevereiro de 2024, que altera as Diretivas 2005/29/CE e 2011/83/UE no que diz respeito à capacitação dos consumidores para a transição ecológica através de uma melhor proteção contra práticas desleais e de melhor informação*. [\[fonte oficial\]](#)
- [23] UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de abril de 2004, relativo à higiene dos géneros alimentícios*, na versão consolidada vigente de 24 de março de 2021. [\[fonte oficial\]](#)
- [24] UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva (UE) 2025/1892 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 10 de setembro de 2025, que altera a Diretiva 2008/98/CE relativa aos resíduos*. O diploma introduz, entre outras matérias, alterações respeitantes aos resíduos alimentares e aos têxteis. [\[fonte oficial\]](#)
- [25] UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1069/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro de 2009, que define regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano e que revoga o Regulamento (CE) n.º 1774/2002*. Jornal Oficial da União Europeia. Fonte oficial EUR-Lex. [\[fonte oficial\]](#)
- [26] UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (UE) 2025/40 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de dezembro de 2024, relativo a embalagens e resíduos de embalagens, que altera o Regulamento (UE) 2019/1020 e a Diretiva (UE) 2019/904 e que revoga a Diretiva 94/62/CE*. Jornal Oficial da União Europeia, 2025. Fonte oficial EUR-Lex. [\[fonte oficial\]](#)
- [27] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION — ISO. *ISO 50015:2014 — Energy management systems — Measurement and verification of energy performance of organizations — General principles and guidance*. Genebra: ISO, 2014. Norma confirmada em 2025 e publicada à data de fecho editorial. Ficha institucional pública; texto integral sujeito a aquisição. [\[fonte oficial\]](#)
- [28] PORTUGAL. Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto. Estabelece o regime de emissões industriais aplicável à prevenção e ao controlo integrados da poluição, na redação em vigor. [\[fonte oficial\]](#)
- [29] UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva (UE) 2024/1785 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de abril de 2024, que altera a Diretiva 2010/75/UE relativa às emissões industriais e a Diretiva 1999/31/CE relativa à deposição de resíduos em aterros*. [\[fonte oficial\]](#)

- [30] PORTUGAL. Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro. Unifica o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos sujeitos ao princípio da responsabilidade alargada do produtor, incluindo embalagens e resíduos de embalagens, na redação em vigor. [\[fonte oficial\]](#)
- [31] UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) n.º 1935/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de outubro de 2004, relativo aos materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos, na versão consolidada em vigor. [\[fonte oficial\]](#)
- [32] COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) n.º 2023/2006 da Comissão, de 22 de dezembro de 2006, relativo às boas práticas de fabrico de materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos, na versão consolidada em vigor. [\[fonte oficial\]](#)
- [33] COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) n.º 10/2011 da Comissão, de 14 de janeiro de 2011, relativo aos materiais e objetos de matéria plástica destinados a entrar em contacto com os alimentos, na versão consolidada em vigor. [\[fonte oficial\]](#)
- [34] COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) n.º 142/2011 da Comissão, de 25 de fevereiro de 2011, que aplica o Regulamento (CE) n.º 1069/2009 relativo aos subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano, na versão consolidada em vigor. [\[fonte oficial\]](#)
- [35] COMISSÃO EUROPEIA. Quadro estratégico da União Europeia para os plásticos de base biológica, biodegradáveis e compostáveis. Comunicação COM(2022) 682 final. Bruxelas, 30 de novembro de 2022. [\[fonte oficial\]](#)
- [36] PORTUGAL. Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro. Estabelece a organização e o funcionamento do Sistema Elétrico Nacional, na redação aplicável à data de fecho editorial. [\[fonte oficial\]](#)
- [37] PORTUGAL. Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho. Estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para o ar, na redação em vigor, com a alteração introduzida pelo Decreto-Lei n.º 124/2026, de 26 de junho. [\[fonte oficial\]](#)
- [38] AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE — APA. Subprodutos e Guia para a classificação e registo de dados de subproduto. Lisboa: APA. Versão oficial consultada no fecho editorial. [\[fonte oficial\]](#)
- [39] PORTUGAL. Decreto-Lei n.º 124/2026, de 26 de junho. Altera o Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, que estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para o ar, completando a transposição da Diretiva (UE) 2015/2193. Produz efeitos em 26 de julho de 2026. [\[fonte oficial\]](#)
- [40] PORTUGAL. Decreto-Lei n.º 130/2026, de 29 de junho. Altera o Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro, que estabelece a organização e o funcionamento do Sistema Elétrico Nacional, transpondo a Diretiva (UE) 2024/1711 e parcialmente as Diretivas (UE) 2023/2413 e 2023/1791. Entrada em vigor em 28 de agosto de 2026. [\[fonte oficial\]](#)

Ficha técnica

Designação do Projeto | AgroNet Forward – Digitalizar o agroalimentar do Douro Tâmega

Nº do projeto | 25447

Promotores |

ADCEIDT – Associação de Desenvolvimento, Criatividade, Empreendedorismo e Inovação do Douro Tâmega

UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Aviso | COMPETE2030-2025-4

Designação do aviso | Ações Coletivas – Digitalização

Tipologia de Ação | Transição Digital das Empresas

Objetivos | Aproveitar as vantagens da digitalização para os cidadãos, as empresas, os organismos de investigação e as autoridades públicas (FEDER)

Edição e Conteúdos | Responsável ADCEIDT

Versão | n.º 1- 07/2026

Nota editorial sobre conteúdos visuais e apoio digital

As figuras, esquemas e infografias apresentados neste guia foram preparados no âmbito do projeto AgroNet Forward, recorrendo a diferentes ferramentas digitais, incluindo soluções de inteligência artificial como apoio à organização e composição visual da informação.

Estes elementos têm uma finalidade informativa, de sensibilização e capacitação e procuram facilitar a compreensão dos conceitos, tecnologias e aplicações apresentados ao longo do guia. Sempre que representem equipamentos, processos ou soluções tecnológicas, devem ser entendidos como representações simplificadas e não como especificações técnicas ou instruções de implementação.

A utilização de ferramentas de inteligência artificial constituiu um recurso de apoio ao processo de preparação do guia. A seleção, revisão e adequação dos conteúdos à realidade do setor agroalimentar e aos objetivos de capacitação do projeto foram realizadas pela equipa técnica responsável.

