This project has been funded with support from the European Commission. This form reflects the views only of the SYMBIOS partnership, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Projeto nº 2024-1-PT01-KA220-VET-000253813

SYMBIOS: Plataforma Digital para Simbiose Industrial e Economia Circular

PACOTE DE TRABALHO 2.6

Modelar o Mecanismo e a Lacuna de Competências da Simbiose Industrial

SETOR DO COURO

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

This project has been funded with support from the European Commission. This form reflects the views only of the SYMBIOS partnership, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Projeto nº 2024-1-PT01-KA220-VET-000253813

ÍNDICE

Introdução 5
Objetivos do Modelo 5
Enquadrar a Simbiose Industrial dentro da Economia Circular 5
Relevância para o setor do couro 6
Metodologia e Fontes 6
Capítulo 1 – Mecanismo Simbiótico 8
1.1 Definição: Conceitos e Princípios-Chave 8
Produtos, Resíduos e Subprodutos: Uma Distinção Fundamental 9
1.2 Recursos, Fluxos e Restrições 10
O Processo de Curtume: Da Pele Crua ao Produto Acabado 10
Co-Produtos: Exemplos Ilustrativos de Entrada–Saída 11
Restrições à Valorização: Perecibilidade, Logística e Capacidade do Recetor 12
1.3 Políticas e Quadro Regulatório 13
Nível Nacional e Regional 14
1.4 Ligações Intersetoriais 15
Ligações de Entrada: O Que Flui para a Curtume 15
Ligações Outbound: Para onde vão os coprodutos da curtume 16
Modos de Colaboração e Interação 16
Considerações Custo-Benefício 17
Em Profundidade: Simbiose Industrial Couro-Alimentos 18
1.5 Boas Práticas e Referência 19
Modelo 1. Couro Azul (Portugal) – A Curtume Tudo-em-Um Livre de Cromos 19
Modelo 2. OlivenLeder (Alemanha) – O Circuito Fechado à Base de Plantas 19
Modelo 3. Fabricantes italianos de fertilizantes – SICIT, ILSA, Organazoto e Cuoio Depur 19
Modelo 4. Argentina – Recuperação de Gordura a montante no matadouro 20
Grupos de Foco SYMBIOS: Estudos de Caso Adicionais dos Grupos Focais 20
Modelos que Podem Ser Copiados 21
O Que Funciona e O Que Atrapalha 21
Plataformas Digitais que Suportam a Simbiose Industrial 22
Capítulo 2 – Conhecimentos e Competências para a Simbiose Industrial 23
2.1 Conhecimentos e Competências Necessárias 23

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Gestão de Resíduos e Subprodutos 23
Eficiência de Recursos e Otimização de Processos 23
Negociação Comercial e Desenvolvimento de Casos de Negócio 24
Networking e Construção de Parcerias 24
Gestão de Projetos 24
Resolução de Problemas e Pensamento Sistémico 24
Competências Digitais (Plataformas, Análise de Dados e Rastreabilidade) 24
Pressões externas a remodelar competências necessárias 25
Resumo: Onde a Diferença É Mais Grande 25
2.2 Competências por Grupo-Alvo 26
2.2.1 Jovens Licenciados: Competências de Entrada e Perfis Profissionais Emergentes 26
2.2.2 Trabalhadores Empregados (C-VET e Aprendizagem ao Longo da Vida): Necessidades de Desenvolvimento e Requalificação 27
2.2.3 Gestores e Decisores: Competências Estratégicas e Liderança para a Sustentabilidade 27
2.2.4 Grupos Desempregados e Desfavorecidos: Vias de Requalificação e Reintegração no Mercado de Trabalho 28
2.3 Ferramentas e Recomendações de Treino 29
Programas de Formação Existentes e Mecanismos de Apoio 29
Uma Revisão Sistemática das Ofertas Existentes da Aprendizagem em Simbiose Industrial 30
Resultados comparativos 31
Metodologias de Aprendizagem 31
Recomendações para Profissionais de Terapia Profissional 32
Recomendações para Decisores Políticos 33
Conclusões 35
Resumo das Principais Conclusões 35
Oportunidades Futuras para o Setor 36
Recomendações Operacionais 37
Referências 39
Anexos 41
Annex A – Glossário 41
Anexo B – Visão Geral dos Instrumentos de Recolha de Dados (Inquéritos, Entrevistas e Grupos de Foco) 42
B.1 Grupos de Foco (WP 2.2) 42

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

B.2 Estrutura do levantamento (WP 2.3) 42

B.3 Protocolo de entrevista (WP 2.3) 43

Anexo C – Quadro Detalhado de Competências por Grupo-Alvo 43

Anexo D – Mapeamento de Competências para os Quadros de Referência Europeus (EQF, ESCO, GreenComp) 44

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Introdução

A simbiose industrial (SI) é uma das estratégias operacionais mais concretas disponíveis para traduzir a ambição abstrata da economia circular em práticas industriais mensuráveis. Em vez de tratar resíduos, subprodutos, resíduos energéticos e água como um custo a eliminar, a simbiose industrial reformula-os como recursos com valor de mercado para outro ator, muitas vezes num setor diferente. Este modelo foi desenvolvido no âmbito do Pacote de Trabalho 2 (WP2: "Investigação sobre Simbiose Industrial direcionada aos Setores Agroalimentare e do Couro") do projeto Erasmus+ KA220-VET SYMBIOS – Digital Platform for Industrial Symbiosis & Circular Economy (Projeto n.º 2024-1-PT01-KA220-VET-000253813). Foca-se especificamente no setor do couro, um dos dois setores estratégicos de fabrico selecionados pela parceria SYMBIOS, escolhido porque o couro é, estrutural e historicamente, um dos exemplos mais antigos e completos de simbiose industrial existentes: uma indústria inteira construída sobre a valorização de um subproduto de outra.

Objetivos do Modelo

O objetivo deste documento é duplo, espelhando os dois objetivos específicos do Pacote de Trabalho 2 estabelecidos no Acordo de Subvenção do projeto. Primeiro, reconstrói o mecanismo simbiótico que governa o setor do couro: o que significa simbiose industrial neste setor, que recursos e fluxos estão envolvidos ao longo do processo de curtume, que quadro regulatório permite ou limita a sua troca, quais as ligações intersetoriais mais promissoras e quais as melhores práticas que já demonstram que o modelo funciona na prática. Segundo, mapeia os conhecimentos e competências que indivíduos e organizações necessitam para operar profissionalmente nesta área, diferenciados por grupo-alvo (jovens diplomados, trabalhadores empregados, gestores e decisores, e grupos desempregados ou desfavorecidos), juntamente com ferramentas de formação e recomendações para prestadores de formatura e decisores políticos. Em conjunto, os dois capítulos fornecem a base conceptual e pedagógica sobre a qual a Plataforma Digital SYMBIOS, e especificamente o seu MOOC aberto sobre simbiose industrial (WP 3.1), é construída.

Enquadrar a Simbiose Industrial dentro da Economia Circular

Simbiose industrial não é sinónimo de economia circular, mas um dos seus principais mecanismos de habilitação. Enquanto a economia circular descreve uma visão sistémica em que o valor dos produtos, materiais e recursos é mantido pelo maior tempo possível, simbiose industrial descreve o mecanismo interorganizacional específico através do qual tal é alcançado quando o ator capaz de criar valor a partir de um recurso não é quem o gerou. Chertow (2000) definiu simbiose industrial como o envolvimento de indústrias tradicionalmente separadas numa abordagem coletiva que envolve a troca física de materiais, energia, água e subprodutos, gerando benefício económico e

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

ambiental mútuo. O setor do couro oferece, provavelmente, a ilustração mais clara desta lógica disponível na indústria europeia: o couro não começa a sua vida como matéria-prima extraída por si só, mas como peles e peles, um subproduto inevitável das indústrias da carne e laticínios classificadas como subproduto animal de Categoria 3 ao abrigo do Regulamento (CE) nº 1069/2009. Como confirmado repetidamente durante os grupos focais do couro SYMBIOS, o setor é, portanto, simbiótico por estrutura, e não por escolha: a simbiose industrial não é um complemento opcional para curtumes, mas sim a própria condição de existência da indústria.

Relevância para o setor do couro

A indústria europeia do couro representa uma fatia substancial da produção global, enfrentando um desafio agudo de circularidade interna: segundo dados da UNIDO citados repetidamente durante os grupos de foco SYMBIOS, apenas 20–25% da massa de uma pele de gado é convertida em couro, o que significa que 75–80% requerem vias alternativas de valorização em todas as fases do processo de curtume, desde a casa de vigas até ao acabamento. Ao mesmo tempo, o inquérito de análise de necessidades WP 2.3 confirma que o setor já possui bases reais sobre as quais construir: dois terços das 30 empresas inquiridas (67%) relatam monitorização avançada e quantitativa dos seus próprios fluxos de resíduos e subprodutos, e 70% relatam alguma forma de parceria para a valorização de subprodutos, mesmo que apenas um terço destas sejam estáveis e a longo prazo. Este modelo foi construído para ajudar a converter essa capacidade latente numa prática sistémica e escalável: mostra onde o setor já gera valor a partir do que seria desperdício, onde o quadro regulatório apoia ou bloqueia tais trocas, e que conhecimentos e competências são necessários para passar de boas práticas isoladas para comportamentos industriais quotidianos.

Metodologia e Fontes

Este modelo assenta na investigação de métodos mistos realizada no âmbito do Work Package 2 do projeto SYMBIOS entre o final de 2025 e meados de 2026, complementada pela literatura institucional e revista por pares sobre simbiose industrial e fabrico de couro. As fontes primárias utilizadas são:

- **Grupos focais (WP 2.2),** coordenados pela COTANCE e SPIN360, envolvendo doze participantes no total (seis por sessão) provenientes de curtumes, comerciantes de peles, instituições académicas, associações setoriais e especialistas independentes dos Países Baixos, Espanha, França, Alemanha, Reino Unido, Estados Unidos e Austrália, estruturados em torno de três temas: estado da arte, desafios e possíveis soluções/oportunidades futuras.
- **Um inquérito intersetorial (WP 2.3)** foi administrado a 30 empresas do setor do couro em 13 países (com forte concentração em Portugal e Itália, historicamente os dois maiores centros europeus de curtume), abrangendo o perfil das empresas, gestão e monitorização

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

de resíduos, parcerias de simbiose industrial, restrições de saúde e segurança ocupacional (OSH), barreiras regulatórias e necessidades de competências e formação.

- **Entrevistas semi-estruturadas e profundas com partes interessadas do setor do couro (WP 2.3),** realizadas com nove empresas em Itália, Bélgica e Portugal pela SPIN360, UPT e COTANCE, explorando características do fluxo de resíduos, práticas circulares internas, pressões externas de sustentabilidade e níveis de competência autoavaliados.
- **Investigação documental e revisão bibliográfica setorial específica (WP 2.5),** abrangendo a literatura revista por pares sobre simbiose industrial e fabrico de couro (Chertow, 2000; UNIDO, 2017; Kanagaraj et al., 2015; Sundar et al., 2011, entre outros) e o quadro legislativo aplicável da União Europeia.
- **Uma revisão sistemática das ofertas existentes de aprendizagem em Simbiose Industrial (WP 2.6),** abrangendo programas estruturados de educação e formação para os quais a simbiose industrial é o principal objetivo educativo, analisada através de um Quadro de Análise de Ofertas de Aprendizagem para Simbiose Industrial (ISLOAF) construído de raiz para ela.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Capítulo 1 – Mecanismo Simbiótico

1.1 Definição: Conceitos e Princípios-Chave

A simbiose industrial (IS) é uma abordagem colaborativa em que, tradicionalmente, indústrias separadas envolvem-se na troca de materiais, energia, água, serviços e informação para melhorar a eficiência dos recursos e reduzir os impactos ambientais. De acordo com a definição clássica proposta por Chertow (2000), a simbiose industrial envolve a troca mutuamente benéfica de recursos entre empresas, gerando benefícios ambientais, económicos e sociais. O Comité Europeu para a Normalização (CEN, 2018) situa esta troca firmemente num contexto industrial, distinto do comércio comum nas cadeias de abastecimento.

O setor do couro ocupa uma posição única dentro desta definição, ao contrário da maioria das indústrias manufatureiras, que geram subprodutos como consequência secundária da produção de um bem primário, a matéria-prima primária da indústria do couro, peles e peles cruas, é ela própria subproduto de outra indústria, nomeadamente a produção de carne e laticínios. Como observou um participante do grupo focal, o couro é essencialmente um material de desperdício até ser transformado e valorizado pela indústria do curtume. A simbiose industrial não é, portanto, uma estratégia opcional que o setor do couro possa ou não escolher adotar: é a condição estrutural da existência do setor. Isto tem uma consequência prática direta sobre a forma como o setor deve ser compreendido: praticamente toda a discussão sobre "a indústria do couro" é, desde o início, uma discussão de uma relação simbiótica entre pelo menos dois setores, alimentar/agroalimentar e couro e, no lado dos subprodutos da curtume, potencialmente vários mais.

Os princípios fundamentais da simbiose industrial na indústria do couro incluem:

- Simbiose estrutural e incorporada com a cadeia alimentar: a produção de couro começa com um subproduto animal de Categoria 3 (Regulamento (CE) nº 1069/2009), e não com uma matéria-prima virgem, tornando a relação alimento-couro a base de todo o setor e não um complemento;
- Utilização em cascata de componentes de pele: como apenas 20–25% da massa de uma pele de gado é convertida em couro (estimativa da UNIDO, repetidamente citada durante os grupos de foco SYMBIOS), os restantes 75–80% devem ser valorizados através de aplicações em cascata, alimentar, farmacêutico, cosmético, agrícola ou energético, antes de qualquer fração residual ser eliminada;
- Reciclabilidade dependente do estágio: tanto a reciclabilidade dos coprodutos da curtume como o potencial de coprodução diminuem à medida que o processo de curtimenta avança, atrasando sistematicamente a recuperação de um co-produto reduz sistematicamente a sua usabilidade e valor;

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

- Identidade biológica dual: o couro é simultaneamente um material duradouro, altamente durável e sustentável, superior a muitas alternativas, e um material que, no final da sua vida, pode reentrar nos ciclos naturais ou industriais de reciclagem. Uma dualidade que os participantes dos grupos focais consideraram central para a narrativa da bioeconomia circular do setor;
- A colaboração intersetorial como uma necessidade estrutural, não apenas um ganho de eficiência: o fornecimento de matérias-primas do setor do couro é inteiramente impulsionado pela cadeia de valor da carne e dos laticínios, o que significa que a cooperação entre os dois setores é uma condição prévia para acrescentar valor às peles, e não uma questão de escolha para qualquer uma das indústrias;
- Criação de novas oportunidades de negócio e fontes de receita através da valorização externa de co-produtos nos mercados alimentar, farmacêutico, cosmético, fertilizante, energético e de materiais de construção.

Este modelo de simbiose industrial está em estreita linha com o Pacto Verde Europeu, o Plano de Ação para a Economia Circular, a Estratégia de Bioeconomia da UE e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, em particular o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis). Notavelmente, no entanto, os participantes dos grupos focais observaram que as edições sucessivas da Estratégia da UE para a Bioeconomia, incluindo a sua atualização de 2025, ainda não reconhecem explicitamente o couro como parte da bioeconomia europeia, apesar de o setor cumprir a própria definição da Estratégia sobre o uso sustentável dos recursos biológicos renováveis, uma lacuna identificada como prioridade estratégica para a advocacia (ver Secção 1.3).

Produtos, Resíduos e Subprodutos: Uma Distinção Fundamental

No contexto da simbiose industrial do couro, a distinção entre produtos, subprodutos e resíduos não é uma tecnicalidade secundária, mas a base de todo o setor, uma vez que a produção principal da indústria do curtume (couro) é ela própria legal e materialmente um subproduto transformado de outra indústria. Três categorias devem ser mantidas separadas:

- O resultado é o principal produto que a empresa pretende fabricar em cada etapa do processo: pele crua ou salgada a sair da viga, couro azul-húmido ou branco-húmido a sair da fase de curtume, couro de crosta a sair após o curtimenta e couro acabado a sair da fase de acabamento (ver Tabela 1).
- Um subproduto é um material secundário gerado juntamente com essa produção que tem um uso adicional certo e legal, sem necessidade de processamento adicional para além da prática industrial normal. Por exemplo, splits crus vendidos às indústrias alimentar e farmacêutica para colagénio e gelatina, ou fleshings processados para biodiesel e alimentos para animais de estimação.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

- O resíduo, por contraste, é um material residual para o qual o titular não identificou, ou está legalmente impedido de prosseguir, qualquer uso adicional, e que, por isso, deve ser descartado.

Esta distinção é o que determina, mais do que qualquer peça química isolada, se um dado fluxo de curtume pode ser valorizado através de simbiose industrial ou deve ser enviado para eliminação. Como demonstrado na Secção 1.2, o mesmo material físico, uma apara, uma apara, um pedaço de lodo, pode ser um subproduto valioso ou um desperdício dispendioso, dependendo inteiramente de existir um uso adicional legal e documentado e se um destinatário autorizado está disponível para o receber. A investigação do WP 2 ilustra isto diretamente: as aparas sem cromo (branco-húmido) são, em composição, próximas dos melhoradores compostáveis, mas sem uma classificação reconhecida como produto fertilizante e sem operadores autorizados de compostagem suficientes dispostos a aceitá-las, continuam a ser lixo legal e comercialmente em vez de subproduto, embora a química que as tornaria subproduto já exista. Compreender e documentar corretamente esta distinção tripla é, portanto, uma das competências fundamentais mapeadas no Capítulo 2, e uma condição prévia para qualquer empresa que pretenda transferir um fluxo de material da coluna de resíduos para a coluna de subprodutos das suas próprias contas.

1.2 Recursos, Fluxos e Restrições

O Processo de Curtume: Da Pele Crua ao Produto Acabado

O processo de curtimenta transforma uma pele ou pele crua em couro acabado através de uma sequência de etapas (Beamhouse, Curtimenta, Pós-curtimenta e Acabamento), cada uma das quais gera os seus próprios coprodutos característicos e fluxos de resíduos. Uma característica definidora do setor é que tanto a reciclabilidade como o potencial de coprodução diminuem à medida que o processo avança: atrasar a utilização dos coprodutos reduz sistematicamente a sua usabilidade e valor de mercado. Os materiais recuperados nas fases mais iniciais mantêm um potencial de aplicação rico e de alto valor (usos alimentares, farmacêuticos, cosméticos), enquanto os materiais recuperados apenas na fase de crosta ou couro acabado estão largamente limitados a usos industriais de menor valor, como materiais de construção ou, nos casos menos favoráveis, aterro.

Fase de processo	Estado de subproduto animal	Coprodutos típicos / fluxos de resíduos	Via ilustrativa de valorização
Beamhouse (pele salgada/crua)	Subproduto animal de Categoria 3, valor inerente mais elevado, mais restrições de reutilização	Acabamentos, carnes, cabelo, lã	Gelatina, colagénio, cola, biodiesel, biogás, ingredientes cosméticos; cabelo/lã para suplementos alimentares, fertilizantes, isolamento, fibra têxtil

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Fase de processo	Estado de subproduto animal	Coprodutos típicos / fluxos de resíduos	Via ilustrativa de valorização
Casa de vigas (pele encharcada/recortada)	Categoria 3, transição	Carne de lima ("carniccio"), limas rachadas, cabelo	Colagénio e gelatina, fertilizantes, biodiesel, extração de queratina
Curtimenta (bronzeado ao cromo)	Desperdício / coproduto, opções mais limitadas	Aparas azul-húmido (WB), detalhes azul-húmido	Retardantes, bioestimulantes (com formulação cuidadosa), recuperação de cromo; caso contrário, aterro sanitário ou fabricação de tijolos
Bronzeamento (sem cromo / vegetal / branco húmido)	Resíduos / coprodutos, opções circulares mais largas	Aparas de WW, adornos de WW	Compostagem, melhoradores do solo, biofertilizantes, vasos de flores biodegradáveis (testados em fase piloto)
Pós-bronzeamento / Crosta	Desperdício genuíno, opções mais estreitas	Aparas de crosta, aparas de crosta, pó de polir	Fertilizantes sólidos, hidrolisados proteicos, grânulos e bioplásticos (com biopolímeros)
Acabamento / Couro acabado	Desperdício genuíno, opções muito limitadas	Acabamentos em couro, recortes, couro em fim de vida útil	Material para telhados, tijolos leves, camurça artificial, revestimentos táteis de parede, rolos de couro reciclado, reutilizam como coberturas

Tabela 1. O processo de curtimenta desde a pele bruta até ao couro acabado: estado do subproduto e vias de valorização por etapa.

Co-Produtos: Exemplos Ilustrativos de Entrada–Saída

A investigação do WP 2 compilou um vasto inventário de exemplos concretos de coprodução já documentados no setor, ilustrando a diversidade de caminhos de valorização disponíveis em diferentes pontos da cadeia de valor:

Entrada de material	Produção / valorização
Subprodutos frescos (WB/lima, peles de WB, peles salgadas húmidas, crosta partida, crosta de cereais)	Gelatina e colagénio

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Entrada de material	Produção / valorização
Fendas da vitela, peles cruas, carne de lima ("carniccio"), pelo	Gelatina e colagénio, cola, óleo, fertilizantes, biodiesel
Aparar a carne de vaca, pele de vaca	Suplementos de proteína para alimentos
Aparas de pele crua, carne	Biogás, digerir
Lã bruta de curtume (França, Espanha, Itália)	Alcatifa e feltro
Lã de ovelha	Painéis de parede
Cabelo	Criações à base de cabelo; queratina hidrolisada
Proteínas animais a partir de Subprodutos Animais	Ração para animais, comida para animais, fertilizantes
Pele de pele, cabelo, barba de barba de pele branca, apara de barba branca	Hidrolisado proteico
Retalhos de WB, retalhos de couro acabado (fim de vida, pós-consumo e pós-industrial)	Rolos de couro reciclado
crosta e pó não metálicos; todos os tipos de crosta e poeira	Fertilizantes sólidos
aparas de crosta em branco branco/crosta, acabamentos, fenda; pó de polimento; acabamentos em couro acabado	Grânulos e bioplásticos (50% restos de couro / 50% biopolímeros), recicláveis
Resíduos de couro da indústria do calçado (60% de conteúdo)	Revestimentos de parede táteis
Couro acabado e produtos acabados	Couro reciclado; "tecido" entrelaçado, gadgets sólidos, produtos interiores
lamas urbanas/industriais; matéria orgânica (de origem animal/vegetal)	Composto
Águas residuais municipais e industriais	Unidades de energia recuperada (KEU); água purificada

Tabela 2. Exemplos ilustrativos de coprodução ao longo da cadeia de valor do couro (compilados a partir da pesquisa de mesa do WP 2.5).

Este inventário confirma a regra geral acima referida: quanto mais cedo um material for recuperado no processo de curtume, maior e mais valiosa será a sua gama de aplicações potenciais. Os materiais de pré-curtimenta alimentam diretamente as cadeias de valor alimentares, farmacêuticas e

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

cosméticas, enquanto os resíduos pós-curtimenta e acabamento estão cada vez mais confinados a aplicações industriais e de construção de menor valor, embora ainda legítimas.

Restrições à Valorização: Perecibilidade, Logística e Capacidade do Recetor

Para além da lógica de reciclabilidade dependente do estágio descrita acima, três restrições práticas determinam se uma via de valorização tecnicamente identificada pode realmente ser concretizada.

- O primeiro é a perecibilidade e a economia dos transportes: os subprodutos húmidos (fleshings, splits, aparas azul-húmido e branco-húmido, lodos) são pesados, volumosos e propensos à degradação, o que significa que só são económicos para transportar em distâncias relativamente curtas. Uma restrição que, tal como no setor agroalimentar, torna a proximidade geográfica e o agrupamento industrial (Secção 1.4) uma necessidade prática em vez de uma mera conveniência.
- A segunda é a capacidade do destinatário: vários entrevistados do WP 2.3 relataram que os fluxos de materiais utilizáveis, mesmo compostáveis, não têm destino viável simplesmente porque poucos operadores estão autorizados a recebê-los e processá-los, um problema de falta de mercado que nenhuma melhoria técnica do lado da curtume consegue resolver sozinho.
- A terceira é a medição e alocação: a prática atual da Avaliação do Ciclo de Vida não aplica consistentemente uma alocação justa do peso ambiental entre o setor da carne/laticínios e o setor do couro para a matéria-prima partilhada (peles e peles partilhadas), uma lacuna metodológica que, segundo os participantes dos grupos focais, subestima sistematicamente as credenciais ambientais do couro de base biológica e livre de cromo em relação a materiais alternativos.

1.3 Políticas e Quadro Regulatório

O desenvolvimento da simbiose industrial no setor do couro é apoiado pelo quadro político mais amplo da UE que promove a economia circular, a eficiência dos recursos e o uso sustentável dos recursos biológicos. Embora nenhum instrumento legislativo único rega a simbiose industrial como tal, várias políticas e atos jurídicos contribuem para a criação de um ambiente facilitador ou, em alguns aspetos, restritivo.

O Nível da União Europeia

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Instrumento	O que estabelece	Relevância para a simbiose industrial
Plano de Ação da UE para a Economia Circular (CEAP, 2020) e Pacto Verde Europeu	Promove produção/consumo sustentável, eficiência de recursos, matérias-primas secundárias e cooperação na cadeia de valor	Cria condições favoráveis para a simbiose industrial em todos os setores de fabrico, incluindo o couro
Diretiva-Quadro de Resíduos (Directiva 2008/98/CE)	Quadro jurídico abrangente da UE para a gestão de resíduos; distinção entre resíduos e subprodutos (Artigo 5) e disposições sobre o Fim dos Resíduos (Artigo 6)	Um dos aspetos mais importantes para o SI: a segurança jurídica na classificação de materiais é essencial para facilitar as trocas. Para o couro, isto é particularmente relevante porque as peles têm origem como um subproduto inevitável da produção pecuária
Regulamento dos Subprodutos Animais (Regulamento (CE) nº 1069/2009)	Regras de saúde animal para subprodutos animais não destinados ao consumo humano; as peles/peles são, na maioria dos casos, material da Categoria 3	Fornece o quadro sanitário que permite a recolha, transporte e processamento seguros das peles em couro, e condiciona o uso a jusante dos coprodutos pré-curtimenta (colagénio, gelatina, ração para animais, fertilizantes)
Estratégia de Bioeconomia da UE	Apoia o uso sustentável de recursos biológicos renováveis e cadeias de valor bióticas circulares	O couro, produzido a partir de um subproduto biológico inevitável da produção pecuária, enquadra-se em essência nos objetivos da Estratégia, embora edições sucessivas (incluindo a atualização de 2025) ainda não nomeiem explicitamente o couro como parte da bioeconomia europeia, uma lacuna identificada de defesa
Regulamento Europeu de Produtos Fertilizantes (UE) 2019/1009	Estabelece requisitos para fertilizar categorias de produto e materiais componentes	Atualmente, exclui a maioria dos subprodutos derivados do couro das vias aprovadas de fertilizantes, uma vez que o couro não foi considerado quando o Regulamento foi elaborado e os reguladores assumem frequentemente que todo o couro é curtido em crómio, mesmo sem cromo

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Instrumento	O que estabelece	Relevância para a simbiose industrial
Regulamento REACH	Regulamento europeu de produtos químicos sobre registo, avaliação, autorização e restrição	Afeta diretamente a classificação e o uso permitido de resíduos químicos de curtume e de jatons contendo crómio, identificados pelos inquiridos como uma das principais barreiras regulatórias
Diretiva de Relatórios de Sustentabilidade Corporativa – CSRD (Directiva (UE) 2022/2464)	Relatórios obrigatórios de ESG e economia circular para grandes empresas e, cada vez mais, para os seus fornecedores	Impulsiona a "cascata de conformidade" descrita no Capítulo 2: as curtumes raramente estão diretamente no âmbito do alcance, mas são cada vez mais obrigadas pelos grandes clientes de marcas a reportar sobre gestão de resíduos e circularidade
Próxima Lei da Economia Circular	Anunciou iniciativa para reforçar o Mercado Único de produtos circulares e matérias-primas secundárias	Ainda em desenvolvimento; dependendo do âmbito final, pode reduzir barreiras regulatórias e facilitar ainda mais a valorização dos subprodutos industriais
Próximo Ato de Biotecnologia II	Espera-se que expanda o quadro político da UE para biotecnologia industrial e biomanufatura	Pode ainda permitir vias de valorização bio-baseadas para resíduos do setor do couro, em linha com a Estratégia de Bioeconomia da UE

Tabela 3. Instrumentos jurídicos e políticos da UE mais relevantes para a simbiose industrial no setor do couro (compilados a partir da revisão legislativa do WP 2.6 e dos resultados do inquérito WP 2.3).

A simbiose industrial oferece oportunidades significativas para o setor do couro ao melhorar a eficiência dos recursos, reduzir a geração de resíduos, criar valor adicional a partir dos subprodutos e reforçar a cooperação entre as cadeias de valor. Ao mesmo tempo, o inquérito WP 2.3 mostra que a regulação é percebida como a principal restrição estrutural a este potencial: as regulamentações ambientais (14 em 30 inquiridos) e as regulamentações de segurança química, nomeadamente a REACH (11 inquiridos), foram as duas áreas regulatórias mais frequentemente citadas que afetam a gestão de resíduos e subprodutos, e a carga administrativa associada a licenças e autorizações foi o tipo de barreira regulatória mais comum encontrada (18 inquiridos), à frente dos custos de conformidade e da incerteza legal (11 cada).

Nível Nacional e Regional

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

A nível nacional e regional, o efeito facilitador ou limitador da legislação da UE é filtrado pela forma como os Estados-Membros individuais a transpõem e aplicam, e através da infraestrutura industrial regional que pode substituir instrumentos nacionais em falta. Itália e Portugal, os dois países mais representados no inquérito WP 2.3 (9 e 13 inquiridos, respetivamente), ilustram dois modelos diferentes. Em Itália, o distrito de curtimenta da Toscana beneficia de um modelo regional de longa data de infraestrutura partilhada de tratamento de águas residuais e lamas baseadas em consórcios (Secção 1.5), que na prática substitui a ausência de um regulamento nacional dedicado à simbiose industrial, tornando a conformidade e a valorização economicamente viáveis ao nível dos clusters, em vez de individualmente para cada curtume. Portugal, que alberga o maior contingente nacional de empresas inquiridas individualmente, não possui uma infraestrutura distrital formalizada comparável, o que pode explicar em parte porque os inquiridos portugueses se destacaram entre aqueles que relataram apenas parcerias informais ou ocasionais com subprodutos, em vez de parcerias estáveis e de longo prazo.

Para além da legislação formal, o esquema de certificação do Grupo de Trabalho do Couro (LWG) opera como um instrumento quase regulatório ao nível das empresas e da cadeia de abastecimento em todos os países do inquérito: citado por vários inquiridos do WP 2.3 juntamente com a ISO 14001, o LWG insere requisitos ambientais e de rastreabilidade, incluindo elementos de gestão química e tratamento de efluentes, que recompensam indiretamente a prática circular mesmo na ausência de uma regra nacional vinculativa sobre simbiose industrial. Neste sentido, a certificação privada é, especificamente para o setor do couro, preencher parte da lacuna regulatória que a legislação nacional ainda não abordou.

1.4 Ligações Intersetoriais

No setor do couro, a simbiose industrial funciona melhor quando a curtume é entendida como um nó dentro de uma cadeia de valor, em vez de como um passo final e autónomo. O setor existe transformando um subproduto da cadeia alimentar num material duradouro e de base biológica, gerando assim os seus próprios fluxos de subprodutos que fluem para outros setores. A cadeia alimentar e agroalimentar aparece, portanto, em ambos os extremos da cadeia de valor do couro: como origem da matéria-prima do setor e como um dos principais destinos dos seus próprios subprodutos.

Ligações de Entrada: O Que Flui para a Curtume

A ligação de entrada definidora é com a indústria da carne e do abate, que fornece as peles que, de outra forma, se tornariam resíduos. Um segundo fluxo crescente de entrada traz subprodutos agrícolas e florestais para o processo como insumos para curtir: o caso mais claro demonstrado é o OlivenLeder (Alemanha), que converte resíduos de poda da indústria da azeiteona, folhas e ramos queimados, num agente curtido bio-baseado capaz de substituir sais de crómio, glutaraldeído e

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

auxiliares sintéticos, produzindo couro com até 97% de teor bio-baseado. Isto combina dois fluxos de subprodutos num único processo: uma pele curtida com um resíduo agrícola. Extratos convencionais de vegetais (castanha, quebracho, mimosa, tara) e licores de gordura bio-base representam a mesma lógica de entrada à escala estabelecida, enquanto a investigação emergente sobre caroços e cascas de abacate, bagaço de uva ("taninos de uva"), extratos de folha de oliveira e taninos de espinheiro-do-mar, tecnicamente validados em projetos-piloto em Espanha e Itália, aponta para um conjunto crescente de agentes de curtimenta à base de resíduos agroalimentares.

Ligações Outbound: Para onde vão os coprodutos da curtume

Os destinos dos subprodutos dependem do fluxo e, crucialmente, da sua fase de processamento:

- **Os subprodutos de pré-curtimenta oferecem as maiores oportunidades de reutilização:** os splits crus, após uma etapa de liming, são vendidos às indústrias alimentar e farmacêutica para colagénio e gelatina. Os resíduos e aparas cruas, processados sem enxofre, são vendidos para biodiesel e comida para animais de estimação. O pelo do beamhouse é recuperado para fertilizantes ou queratina. O colagénio recuperado já é utilizado em alimentos para animais, nutracêuticos e produtos médicos/farmacêuticos como cápsulas e revestimentos.
- **Os cursos de água livres de cromo pós-curtimenta (vegetais, branco-húmidos)** são tecnicamente bem adequados para compostagem, melhoradores do solo e biofertilizantes devido ao seu baixo teor de metais pesados. Os resíduos curtidos em vegetais são particularmente eficazes: a combinação de proteínas derivadas do colagénio e taninos polifenólicos favorece a libertação gradual de azoto e a proteção das raízes, um chamado "paradoxo" pelo qual a biodegradabilidade lenta produz uma nutrição eficiente das plantas. Produtores italianos como SICIT, ILSA, Organazoto, Fertilizzanti Certaldo e Idea Verde já fabricam fertilizantes e bioestimulantes a partir de subprodutos do couro à escala industrial, e a Cuoio Depur valoriza a lodo de curtume em fertilizante através do projeto Fertilandia.
- **Os fluxos portadores de crómio** são excluídos da cadeia alimentar e de ração, mas não totalmente da agricultura: aparas de crómio são valorizadas em bioestimulantes e aparas de couro acabado são convertidas em biochar utilizável na agricultura, onde o papel micronutritivo do crómio é gerido através de formulações cuidadosas. Um projeto-piloto conseguiu converter aparas contendo crómio em vasos de flores biodegradáveis. Estes fluxos destinam-se principalmente à recuperação de crómio, produção de couro colado e recuperação de energia.

A principal barreira à expansão destes fluxos de saída é regulatória e não tecnológica: mesmo os subprodutos pós-curtimenta sem cromo, que poderiam ser usados em segurança na agricultura biológica, geralmente não são reconhecidos ao abrigo do Regulamento Europeu sobre Produtos

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Fertilizantes (2019/1009), porque o Regulamento foi desenvolvido sem considerar os subprodutos do couro e porque os reguladores frequentemente tratam todo o couro como se fosse curtido ao cromo, sem distinguir materiais sem cromo.

Modos de Colaboração e Interação

A colaboração varia entre informal e altamente estruturada. As evidências do inquérito WP 2.3 indicam que cerca de 70% das empresas de couro operam algum tipo de parceria com subprodutos, mas apenas um terço destas (10 em 30) são estáveis e de longo prazo, localizando o desafio central na formalização e divulgação em vez do primeiro contacto entre potenciais parceiros. Foram identificados vários modos recorrentes de colaboração:

- **Fornecimento direto antes da pré-curtimenta:** as divisões cruas de maior valor são vendidas diretamente às indústrias alimentar, de ração e oleoquímica antes do processamento químico.
- **Intercâmbio através de intermediários especializados:** os renderizadores e empresas de valorização ligam curtumes a setores como a agricultura e a química.
- **Clusters industriais:** as empresas partilham infraestruturas como instalações de tratamento de águas residuais e recuperação de lodos, como demonstrado no distrito de curtimenta da Toscana, onde as estações de tratamento consórcio baseadas no distrito operam um sistema de gestão de água em circuito fechado, com água regenerada recirculada através de tanques partilhados.
- **Reciclagem interna:** algumas curtumes recuperam proteínas de resíduos de couro branco-húmido e de crosta e reutilizam-nas no processo de recurtido.
- **Plataformas digitais de matchmaking:** iniciativas como a SYMBIOS ajudam empresas de diferentes setores a identificar potenciais parceiros e a criar novas oportunidades de simbiose industrial, abordando a lacuna de conhecimento intersetorial explicitamente identificada pelos entrevistados do WP 2.3, que notaram que as curtumes muitas vezes não sabem quais as indústrias que poderiam absorver os seus subprodutos, e vice-versa.
- **Rastreabilidade melhorada ao longo da cadeia de abastecimento,** cada vez mais exigida por marcas e esquemas de certificação, e uma condição prévia para muitas das bolsas descritas acima.

Dois fatores determinam consistentemente se estes modelos de colaboração podem funcionar na prática. Primeiro, não existem empresas autorizadas suficientes capazes de receber e processar subprodutos do couro: por exemplo, uma curtume entrevistada produz lamas compostáveis e de baixo teor metálico, mas não consegue valorizá-las totalmente porque existem poucos operadores autorizados para as aceitar. Em segundo lugar, a troca bem-sucedida depende de boa informação:

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

as empresas precisam de fichas técnicas claras e padronizadas que descrevam cada subproduto e as suas características.

Considerações Custo-Benefício

Para as curtumes, a simbiose industrial traz vários benefícios concretos: reduz os custos de eliminação de resíduos, cria novas receitas a partir de subprodutos e ajuda as empresas a cumprir os crescentes requisitos de sustentabilidade e rastreabilidade de marcas e esquemas de certificação como o Leather Working Group. Estes benefícios já são visíveis na prática: uma pequena e pequena e secundária entrevistada ao abrigo do WP 2.3 reportou poupanças de cerca de €30.000 por mês através de melhorias de processos e práticas circulares, enquanto outra reduziu o seu impacto ambiental em 80% ao longo de seis anos, ao mesmo tempo que melhorou a qualidade do couro. Um melhor design de processos, como a recuperação de gorduras durante a descarnação ou no próprio matadouro, pode aumentar ainda mais o valor dos subprodutos ao mesmo tempo que reduz a carga de águas residuais.

No entanto, barreiras importantes permanecem. Em muitos casos, continua a ser mais barato eliminar subprodutos do que recuperá-los e reutilizá-los. As soluções circulares tornam-se economicamente atrativas apenas quando as empresas conseguem gerar valor a partir destes materiais em vez de pagarem para os eliminar. Os regulamentos criam desafios adicionais: as empresas têm de cumprir as regras sobre Subprodutos Animais, o REACH, o Regulamento Europeu sobre Produtos Fertilizantes e a distinção entre resíduos e subprodutos, que nem sempre é aplicada de forma consistente em toda a Europa. Os métodos atuais de Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) também podem não reconhecer totalmente os benefícios ambientais dos sistemas de curtimenta de base biológica e vegetais, e os custos de transporte limitam muitas soluções circulares, uma vez que os subprodutos húmidos são pesados, perecíveis e apenas económicos para transportar em distâncias relativamente curtas.

No geral, o elo transversal mais forte para a indústria do couro continua a ser a cadeia alimentar, que fornece as suas matérias-primas. Segue-se a reutilização de proteínas e gorduras desde a fase pré-curtimenta através de mercados bem estabelecidos como a transformação, gelatina e biodiesel. Subprodutos livres de cromo também podem ser usados na agricultura, a tecnologia já existe, mas a utilização mais ampla é limitada pela regulamentação atual. Os subprodutos que contêm crómio também têm potenciais usos agrícolas, desde que sejam estabelecidas regras claras e formulações adequadas. É precisamente aqui que uma ferramenta como a SYMBIOS pode fazer uma verdadeira diferença: ajudando as empresas a encontrar os parceiros certos mais facilmente, fornecendo informação padronizada sobre subprodutos, fortalecendo a cooperação intersetorial e apoiando uma melhor tomada de decisões através de métodos de ACL que reflitam de forma justa os benefícios das soluções bio-baseadas e circulares.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Em Profundidade: Simbiose Industrial Couro-Alimentos

Do ponto de vista do couro, a relação com a cadeia alimentar e agroalimentar não é uma ligação entre várias, mas a espinha dorsal estrutural de todo o setor, e esta funciona em ambas as direções. A montante, as curtumes dependem inteiramente da indústria da carne e dos laticínios para a sua matéria-prima principal: sem as peles e peles geradas pelos matadouros como subproduto animal inevitável de Categoria 3, não existe setor do couro. Esta dependência significa que a qualidade e o rendimento utilizável de cada pele que entra numa curtume (o Blößenrendement discutido no Capítulo 2) é determinado em grande parte pelas decisões tomadas a montante, na poda, limpeza e manuseamento de peles em matadouros, sobre as quais a própria indústria do curtume tem controlo direto limitado. Os grupos focais SYMBIOS identificaram esta coordenação a montante, em vez de qualquer tecnologia individual dentro da curtume, como o ponto de alavancagem mais crítico para melhorar a eficiência dos materiais em toda a cadeia de valor do couro.

A jusante, a relação inverte-se: o setor do couro torna-se fornecedor de volta ao sistema alimentar e agrícola. As proteínas e gorduras recuperadas antes do processamento químico alimentam diretamente mercados alimentares estabelecidos, gelatina e colagénio para uso alimentar e farmacêutico, gorduras fundidas para ração animal e biodiesel, enquanto resíduos pós-curtimenta sem cromo, ricos nas mesmas proteínas derivadas do colagénio e taninos polifenólicos, já são usados por produtores italianos como SICIT, ILSA e Organazoto para fabricar fertilizantes e bioestimulantes para a agricultura (Secção 1.5). Neste sentido, o setor do couro não recebe apenas um subproduto do agroalimentar e devolve um bem de consumo acabado: em ambos os extremos do seu próprio processo, é ele próprio fornecedor de insumos agrícolas e alimentares adjacentes, tornando a simbiose industrial couro–alimentar um verdadeiro ciclo fechado e bidirecional, em vez de uma dependência unidirecional. Esta é também precisamente a relação espelhada descrita no modelo do setor agroalimentar desenvolvido em paralelo no âmbito do Pacote de Trabalho 2, e é a primeira ponte natural para o emparelhamento intersetorial entre as comunidades de aprendizagem agroalimentar e de couro SYMBIOS (Secção 2.3).

1.5 Boas Práticas e Referência

Os exemplos abaixo provêm das próprias entrevistas, inquéritos e grupos focais do projeto, complementados por fontes públicas sobre o setor. Não são um parâmetro rigoroso com números rigorosos e auditados de forma independente: a maioria dos exemplos de empresas é descrita pelas próprias empresas, que tendem a ser líderes sectoriais. Os casos detalhados são maioritariamente europeus (Itália, Portugal e Alemanha), enquanto o inquérito acrescenta uma cobertura internacional mais ampla (Argentina, Brasil, Países Baixos, Turquia, EUA, Uruguai, Vietname). Analisando os casos em conjunto, um padrão destaca-se claramente: as coisas que fazem a simbiose funcionar num só local são exatamente o oposto das que a bloqueiam noutros locais.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Modelo 1. Couro Azul (Portugal) – A Curtume Tudo-em-Um Livre de Cromos

Esta grande curtume familiar funciona completamente sem cromo e reutiliza materiais tanto dentro da empresa como vendendo-os antecipadamente. As partículas cruas são vendidas à indústria alimentar e farmacêutica para colagénio e gelatina antes do curtime. As gorduras e as polpas são processadas internamente e vendidas para biodiesel e alimentos para animais de estimação. A crosta restante e os pedaços branco-húmidos são decompostos e reutilizados na própria re-bronzeamento da empresa. Como evita o cromo, a sua lama tem baixo teor metálico e poderia, em princípio, ser compostada, mas, como referido na Secção 1.4, são lacunas regulatórias e não químicas que dificultam o processo.

Modelo 2. OlivenLeder (Alemanha) – O Circuito Fechado à Base de Plantas

Esta empresa substitui os químicos convencionais de curtimenta por um subproduto agrícola: transforma as podas de oliveira num agente curtido que substitui o crómio e o glutaraldeído, produzindo couro até 97% de origem vegetal e certificado de forma independente. O material vegetal restante transforma-se em pellets de aquecimento, e os retalhos de couro usados tornam-se fertilizante para agricultura biológica. Em suma, um resíduo curtiu outro, e o resultado final regressa ao solo.

Modelo 3. Fabricantes italianos de fertilizantes – SICIT, ILSA, Organazoto e Cuoio Depur

A simbiose couro-cultivo só funciona se alguém quiser os subprodutos, e várias empresas italianas demonstram que a procura é real: SICIT, ILSA e Organazoto produzem fertilizantes e bioestimulantes a partir de subprodutos do couro em escala industrial. Fertilizzanti Certaldo produz fertilizante a partir de restos curtidos em vegetais; e a Cuoio Depur transforma lamas de curtume em fertilizante através do projeto Fertilandia. Juntas, estas empresas representam o lado da procura do ciclo de valorização sem cromo ilustrado pelos Modelos 1 e 2.

Modelo 4. Argentina – Recuperação de Gordura a montante no matadouro

Fora da Europa, o caso mais claro identificado é a recuperação de gorduras no matadouro em vez do curtume: porque a gordura é valiosa, os matadouros recolhem-na cedo, reduzindo a carga poluente que, de outra forma, chegaria à curtume, uma ilustração adicional do princípio geral, estabelecido na Secção 1.2, de que a recuperação mais precoce é sempre uma recuperação mais valiosa.

Grupos de Foco SYMBIOS: Estudos de Caso Adicionais dos Grupos Focais

Para além dos quatro modelos documentados acima, os grupos focais de couro SYMBIOS destacaram vários outros casos diretamente reportados pelos participantes, ilustrando como a lógica geral de uma recuperação mais precoce, mais próxima e melhor coordenada se traduz na prática local em diferentes países e nichos de mercado:

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

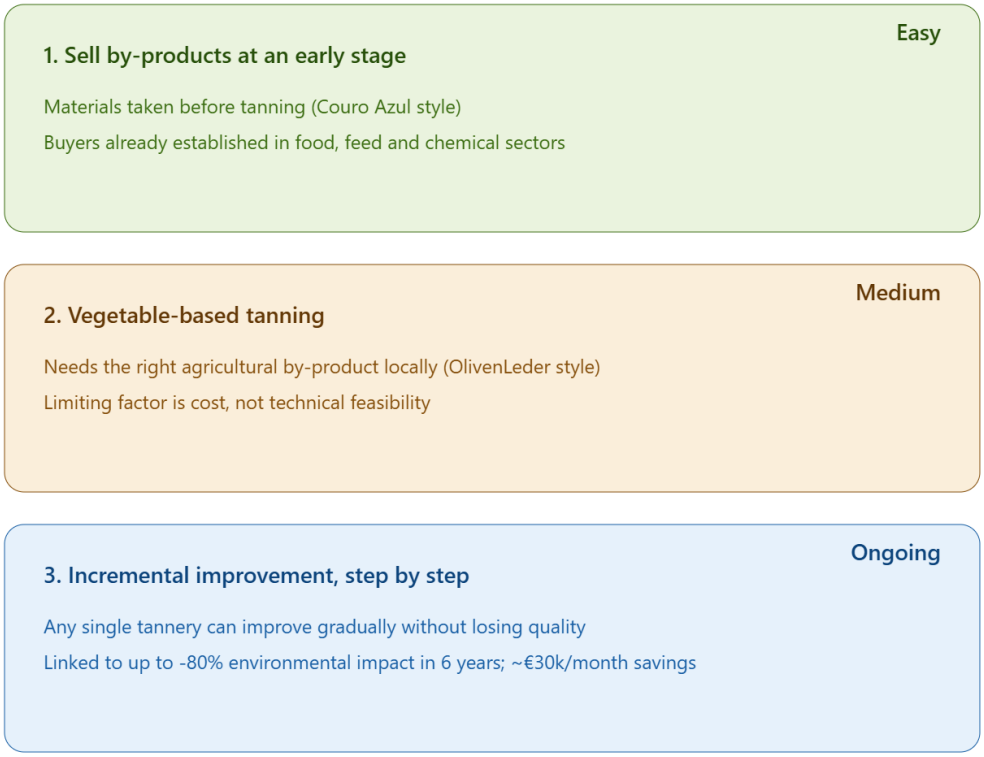
- **Alemanha — o projeto ReeL:** uma iniciativa financiada pelo governo que desenvolveu um processo para regenerar agentes de curtimenta a partir de aparas de couro, demonstrando a capacidade inovadora de longa data do setor do couro para fechar os circuitos de materiais dentro da própria curtume.
- **Brasil — peles geometrizadas:** um modelo de pré-processamento a montante em que o pelo é removido e a pele é cortada de modo a que apenas os componentes relevantes da pele sejam enviados para curtumes, melhorando a eficiência do material antes mesmo do início da fase de curtume.
- **Países Baixos — a cadeia de laticínios–vitela–couro (Vitelco):** um caso documentado em que os bezerros são eles próprios um subproduto da produção de leite, a ração para vitela é maioritariamente feita a partir de subprodutos do processamento de alimentos humanos, e as peles/peles são uma das muitas saídas tratadas pelo matadouro, ilustrando uma simbiose tripla entre laticínios, carne e couro.
- **Itália — o distrito de curtume da Toscana:** as empresas partilham infraestruturas como consórcio de instalações de tratamento de águas residuais e recuperação de lamas, um modelo de cluster industrial diretamente relevante para curtumes mais pequenos que não podem justificar individualmente o investimento em tecnologia avançada de tratamento.
- **Estados Unidos/internacional — a relação de cultivo de jacarés e curtume:** uma colaboração ativa e estabelecida entre explorações de jacarés e curtumes especializados de jacarés, que trabalham em estreita colaboração com fabricantes de braceletes de relógio e artigos de couro, ilustrando simbiose num nicho de couro exótico.
- **Espanha/Itália — agentes de curtimenta de base biológica a partir de resíduos agroalimentares:** extração piloto tecnicamente validada de taninos de cavos e cascas de abacate, extratos de bagaço de uva e folha de oliveira, juntamente com taninos de espinheiro-do-mar, como alternativas ao crómio, alinhados com a Estratégia Europeia de Bioeconomia atualizada e potencialmente elegíveis para financiamento Horizon Europe.

Modelos que Podem Ser Copiados

- **Vender subprodutos cedo (Couro Azul):** o modelo mais fácil de replicar. Quase qualquer curtume pode fazê-lo, porque os materiais retirados antes do curtimenta são mais simples de reutilizar e já têm compradores estabelecidos em alimentos, rações e químicos.
- **Curtume à base de plantas (OlivenLeder):** funciona onde o subproduto agrícola adequado está disponível localmente e os compradores aceitam um preço um pouco mais elevado. O fator limitante é o custo, não a viabilidade técnica.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

- **Melhoria incremental e em pequenos passos:** qualquer curtume individual pode melhorar gradualmente sem comprometer a qualidade do produto. Esta abordagem foi associada, nos casos documentados, a uma redução de 80% no impacto ambiental ao longo de seis anos e, numa pequena curtume, poupanças de cerca de €30.000 por mês, juntamente com a otimização da receita e uma utilização mais eficiente da superfície do couro.



O Que Funciona e O Que Atrapalha

O que faz a simbiose funcionar:

- curtumes agrupados próximos uns dos outros (clusters industriais);
- investimento partilhado, para que nenhuma empresa individual suporte o custo sozinha;
- recuperar materiais precocemente, antes do processamento químico, torna-os mais difíceis de reutilizar;
- nunca sacrificar a qualidade do couro, já que os compradores não aceitam um produto de qualidade inferior;
- fazer alterações incrementais em vez de todas de uma vez;

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

- processar os subprodutos internamente para captar diretamente o seu valor; manter folhas técnicas claras para que outras indústrias possam avaliar rapidamente a adequação de um material;
- ter empresas aprovadas prontas para receber os fluxos de material;
- possuir as competências e ferramentas necessárias para identificar e justificar trocas.

O que atrapalha é, quase ponto por ponto, o oposto destas condições. O maior problema é a regulamentação: os subprodutos do couro são frequentemente tratados como resíduos ou não classificados de todo, e mesmo sucata limpa e sem cromo são excluídos das vias aprovadas de fertilizantes ao abrigo do Regulamento de Produtos Fertilizantes da UE 2019/1009, porque o couro não foi considerado quando essas regras foram elaboradas e porque os reguladores frequentemente assumem que todo o couro contém crómio. Existem também poucas empresas aprovadas autorizadas a receber os materiais, pelo que os fluxos utilizáveis, como o lodo compostável da Couro Azul, não têm para onde ir. A eliminação continua a ser mais barata do que a reutilização em muitos casos, pelo que os curtidores acabam por pagar para eliminar subprodutos que têm valor genuíno. As opções à base de plantas são ainda mais prejudicadas por métodos de LCA que subvalorizam o seu benefício ambiental. Empresas internas, resistência à mudança, capital já preso em equipamentos cromados e falta de conhecimento transversal necessário para identificar oportunidades atrasam o progresso.

A lição para o SYMBIOS é simples: replicar um sucesso significa sobretudo recriar as condições certas, juntar curtumes isolados, recuperar materiais mais cedo no processo, fornecer dados claros e fazer matchmaking para que compradores e vendedores possam encontrar-se, e defender regras que reconheçam aquilo que o setor já pode fazer de forma demonstrável.

Plataformas Digitais que Suportam a Simbiose Industrial

Ao contrário do setor agroalimentar, a investigação no setor do couro não revelou uma plataforma digital nacional ou setorial dedicada comparável à Simbylay de Espanha ou à CIRCI baza e VCG da Eslovénia. IA. Os pontos de referência mais claros vêm de fora do setor: o Programa Nacional de Simbiose Industrial (NISP, Reino Unido), amplamente reconhecido como uma das iniciativas de facilitação intersetoriais mais bem-sucedidas, ligando milhares de empresas e desviando milhões de toneladas de resíduos do aterro (Laybourn & Lombardi, 2012); e, especificamente no setor do couro, a infraestrutura de rastreabilidade e auditoria do Grupo de Trabalho do Couro (Secção 1.3), que, embora não seja uma ferramenta de correspondência de recursos, demonstra que o setor já é capaz de operar sistemas digitais partilhados de reporte em larga escala. Esta combinação, um modelo comprovado intersetorial (NISP) e uma infraestrutura digital específica de setor (LWG) existente para construir, é precisamente a lacuna que a Secção Comunitária da Plataforma Digital SYMBIOS pretende preencher para o setor do couro.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

This project has been funded with support from the European Commission. This form reflects the views only of the SYMBIOS partnership, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Capítulo 2 – Conhecimentos e Competências para a Simbiose Industrial

Se o Capítulo 1 estabelece que a simbiose industrial está estruturalmente embutida no setor do couro, a análise das necessidades do WP 2.3 mostra igualmente claramente que desbloquear todo o seu potencial é limitado menos pela tecnologia do que por um défice duplo de competência técnica e regulatória, agravado por níveis muito baixos de investimento estruturado em formação. Este capítulo mapeia essa lacuna de conhecimento e competências, baseando-se diretamente no inquérito global WP 2.3 a 30 empresas do setor do couro, nas nove entrevistas profundas acompanhadas, nos dois grupos focais de couro SYMBIOS e na revisão sistemática UPT das ofertas existentes de aprendizagem em Simbiose Industrial.

2.1 Conhecimentos e Competências Necessárias

Em todas as fontes de dados, as competências necessárias para operacionalizar a simbiose industrial no cluster do setor do couro em sete domínios interligados, cada um descrito abaixo. Cada domínio é também mapeado com o Quadro Europeu de Qualificações (EQF), a classificação ESCO de competências, competências, qualificações e ocupações, e o GreenComp, o Quadro Europeu de Competências em Sustentabilidade (o mapeamento completo está apresentado no Anexo D). Quando questionados para identificar as principais lacunas de competências que limitam a implementação de práticas circulares ou simbióticas, os inquiridos do WP 2.3 nomearam as competências técnicas (processos, materiais, energia) com maior frequência (15 em 30 empresas), seguidos de perto pelas competências regulatórias e de conformidade (14 empresas), uma co-dominância marcante que a própria discussão do relatório interpreta explicitamente como um défice duplo técnico-regulatório: o conhecimento técnico sem literacia regulatória conduz a iniciativas circulares bem-intencionadas mas não conformes, enquanto o conhecimento regulatório sem competências técnicas deixa as empresas incapazes de operacionalizar a conformidade em processos empresariais viáveis. Este défice dual molda as prioridades descritas abaixo e é resumido no final desta secção ("Resumo: Onde a Diferença é Maior").

Gestão de Resíduos e Subprodutos

EQF 4–5 · ESCO: Técnico Ambiental, Gestor de Gestão de Resíduos · GreenComp: Atuar em prol da sustentabilidade

A capacidade técnica de caracterizar, classificar, armazenar, tratar e documentar subprodutos para que possam ser trocados legal e em segurança, incluindo o conhecimento prático da distinção entre resíduos e estatuto de subproduto. O inquérito WP 2.3 mostra que este domínio já é relativamente forte ao nível da monitorização, dois terços das empresas (67%) reportam monitorização avançada e quantitativa dos fluxos de resíduos e subprodutos, mas mais fraca ao nível da classificação e da navegação regulatória a jusante, particularmente para fluxos com crómio.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Eficiência de Recursos e Otimização de Processos

EQF 5–6 · ESCO: Engenheiro Ambiental, Especialista Ambiental · GreenComp: Abraçar a complexidade na sustentabilidade

A capacidade de reconhecer em que fase do processo de curtimenta um material pode ser recuperado a maior valor, compreendendo, na prática, a lógica de reciclabilidade dependente do estágio estabelecida na Secção 1.2, e de redesenhar processos (otimização da receita, otimização da área de superfície, recuperação antecipada de gordura) para aumentar simultaneamente a qualidade do couro e o valor dos subprodutos, como demonstrado pelos casos de curtumes PME que reportaram poupanças de €30.000/mês e uma redução de 80% no impacto ambiental em seis anos.

Negociação Comercial e Desenvolvimento de Casos de Negócio

EQF 6–7 · ESCO: Especialista em Ambiente (função de consultoria/consultoria) · GreenComp: Agir pela sustentabilidade

A capacidade de traduzir um subproduto numa proposta comercial viável: uma vez que a eliminação continua a ser mais barata do que a valorização para muitos fluxos, as empresas precisam das competências de negociação e preços para tornar alternativas circulares comercialmente atrativas, incluindo o envolvimento com intermediários como renderizadores e empresas especializadas em valorização.

Networking e Construção de Parcerias

EQF 5–7 · ESCO: transversal, não ligado a uma única profissão · GreenComp: Agir pela sustentabilidade

A competência relacional para identificar potenciais parceiros entre setores e para passar de uma troca informal e ocasional (reportada por 9 em 30 empresas) para uma parceria estável e de longo prazo (reportada por apenas 10 em 30). Esta é uma das lacunas mais evidentes identificadas na pesquisa: 70% das empresas relatam alguma parceria, mas a formalização, construção de confiança e a procura de novos parceiros para além dos contactos informais existentes continuam limitadas.

Gestão de Projetos

EQF 6–7 · ESCO: transversal, relevante em todas as quatro profissões verdes nomeadas · GreenComp: Agir pela sustentabilidade

A capacidade de estruturar, financiar e conduzir uma iniciativa simbiótica da ideia à implementação, incluindo o envolvimento com as próximas oportunidades de financiamento da Lei da Economia Circular e da Lei de Biotecnologia II, e a coordenação de iniciativas multiracionais baseadas em distritos.

Resolução de Problemas e Pensamento Sistémico

EQF 5–7 · ESCO: competência fundamental transversal · GreenComp: Abraçar a complexidade na sustentabilidade

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

A capacidade de ver a curtume como um nó numa cadeia de valor mais ampla, em vez de um processo autónomo, compreender, por exemplo, como a coordenação a montante com os matadouros (na apara, limpeza e classificação das peles) determina diretamente as opções de valorização a jusante, uma ligação repetidamente enfatizada em ambos os grupos focais do SYMBIOS como o ponto de alavancagem mais crítico para melhorar a circularidade.

Competências Digitais (Plataformas, Análise de Dados e Rastreabilidade)

EQF 4–6 · ESCO: Técnico Ambiental; Tecnologias de Proteção Ambiental · GreenComp: Atuar em prol da sustentabilidade

A capacidade de utilizar plataformas digitais de correspondência de recursos, de manter folhas técnicas padronizadas para subprodutos e de responder às crescentes exigências de rastreabilidade e transparência na cadeia de abastecimento das marcas e esquemas de certificação (ISO 14001, LWG, RSCI). Apenas 2 das 30 empresas inquiridas relatam sistemas de monitorização digitalmente suportados, indicando que esta continua a ser uma área de potencial substancial por explorar, diretamente abordada pelo design da Secção Comunitária SYMBIOS.

Pressões externas a remodelar competências necessárias

As entrevistas WP 2.3 identificam uma "cascata de conformidade" como uma tendência acelerada que está a remodelar as necessidades de competência do setor: as marcas exigem cada vez mais dados ambientais e de gestão de resíduos aos seus fornecedores de curtumes, realizam auditorias e solicitam informações de sustentabilidade; embora as curtumes não estejam diretamente sujeitas à Diretiva de Relatórios de Sustentabilidade Corporativa (CSRD), os seus grandes clientes obrigam-nos cada vez mais a reportar sobre as cadeias de abastecimento; e a procura por certificações reconhecidas (ISO 14001, LWG, RSCI) continua a crescer. Esta tendência significa que as competências em gestão de dados ESG, LCA e rastreabilidade da cadeia de abastecimento, historicamente periféricas às operações de curtumes, estão rapidamente a tornar-se requisitos essenciais.

Resumo: Onde a Diferença É Mais Grande

Área de competência/competência	Frequência citada como lacuna (inquérito WP 2.3, n=30)	Prioridade estratégica para a formação
Competências técnicas (processos, materiais, energia)	15 empresas	Prioridade máxima
Competências regulatórias e de conformidade	14 empresas	Prioridade máxima
Competências estratégicas e de gestão	5 empresas	Prioridade média

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Consciência ou competências de coordenação interna	4 empresas	Prioridade média
Competências digitais e de monitorização	3 empresas	Área de treino prioritária
Competências de rastreabilidade	1 empresa	Prioridade de nicho e setorial
Restrição de tempo / recursos (não uma lacuna de competências)	1 empresa	Não é abordável apenas através do treino
Não foi identificada uma lacuna significativa de competências	7 empresas	N/A — não foi reportada necessidade de formação

Tabela 4. Principais lacunas de competências que limitam a implementação da prática circular/simbiótica, setor do couro (inquérito WP 2.3, n=30, respostas totais=52).

Este quadro é reforçado pelas entrevistas profundas do WP 2.3, que identificaram a experiência em Avaliação do Ciclo de Vida (LCA), o conhecimento em simbiose intersetorial e industrial, competências ambientais e de gestão de resíduos, e competências de colaboração/construção de parcerias como as principais áreas de deficiência em todo o setor. Os entrevistados destacaram explicitamente a falta de conhecimento intersetorial como uma barreira particular: as curtumes muitas vezes não sabem quais as indústrias que poderiam absorver os seus subprodutos como matérias-primas, e vice-versa, precisamente a lacuna de informação que uma ferramenta de correspondência como a Plataforma Digital SYMBIOS será projetada para colmatar.

O investimento em formação sobre economia circular e simbiose industrial continua muito limitado no setor: apenas 4 das 30 empresas inquiridas (13%) reportam formação regular e estruturada, enquanto 15 oferecem apenas formação ocasional ou pontual e 11 não oferecem formação nenhuma. Isto é consistente com a conclusão geral de que o setor está atualmente a abordar o seu défice de competências por meios informais e reativos, deixando as empresas expostas à medida que novos requisitos regulatórios continuam a evoluir.

2.2 Competências por Grupo-Alvo

Como a Plataforma Digital SYMBIOS foi concebida para servir aprendizes ao longo da vida em fases muito diferentes da sua carreira, os conhecimentos e competências acima identificados devem ser traduzidos em caminhos de aprendizagem diferenciados para quatro grupos-alvo, consistentes com a definição de grupo-alvo adotada no Acordo de Subvenção do projeto. O mapeamento EQF, ESCO e GreenComp introduzido na Secção 2.1 e detalhado no Anexo D também acompanha amplamente este agrupamento: clusters de conteúdos de nível inicial e de trabalhadores empregados em torno do EQF 4–5, enquanto o conteúdo estratégico direcionado aos gestores agrupa-se em torno do EQF

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

6–7, fornecendo um ponto de referência adicional reconhecido externamente para calibrar a dificuldade e o posicionamento de cada percurso de aprendizagem abaixo.

2.2.1 Jovens Licenciados: Competências de Entrada e Perfis Profissionais Emergentes

Jovens licenciados que entram no setor do couro, provenientes de química, ciência dos materiais, engenharia ambiental ou negócios, precisam de uma base conceptual sólida tanto em tecnologia de curtimenta como em princípios da economia circular antes de poderem contribuir de forma significativa para iniciativas simbióticas. Competências de entrada incluem:

- compreensão do processo de curtimenta e do seu perfil de co-produto dependente do estágio (Secção 1.2);
- a distinção prática entre categorias de subprodutos animais e a classificação de resíduos/subprodutos ao abrigo da legislação da UE;
- avaliação introdutória do ciclo de vida, incluindo uma consciência dos debates atuais sobre metodologia de alocação específicos do couro (ver abaixo);
- competências digitais na utilização de ferramentas de dados de sustentabilidade;
- competências de gestão de projetos e competências económicas e financeiras.

A investigação também aponta para perfis profissionais emergentes para os quais as vias formais de qualificação ainda são escassas:

- o oficial de simbiose industrial capaz de mapear os fluxos de co-produtos de uma curtume e identificar oportunidades de correspondência entre setores;
- o ACL e o especialista em alocação, necessários porque, como referido consistentemente em ambos os grupos focais SYMBIOS, as atuais abordagens de ACL atribucional frequentemente falham em aplicar uma alocação consistente e acordada do peso ambiental entre os setores da carne e do couro, subvalorizando o estatuto das peles como subproduto;
- o tecnólogo de valorização, que faz a ponte entre a química do curtimenta e a engenharia de processos para desenhar usos de maior valor para resíduos pré e pós-curtimenta (colagénio, gelatina, bioestimulantes).
- O quase desaparecimento da profissão tradicional de puxador de peles (dessalinizador de peles), apontada com preocupação durante os grupos de discussão como uma perda de especialização que afeta diretamente a qualidade das matérias-primas na cadeia de valor, representa também uma oportunidade para redesenhar e reintroduzir esta competência num currículo moderno e consciente da simbiose.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

2.2.2 Trabalhadores Empregados (C-VET e Aprendizagem ao Longo da Vida): Necessidades de Desenvolvimento e Requalificação

Para os trabalhadores já empregados em curtumes e operações relacionadas, técnicos de processos, gestores de qualidade, responsáveis ambientais, as conclusões do WP 2.3 apontam de forma inequívoca para o défice duplo técnico–regulatório descrito na Secção 2.1 como prioridade para a melhoria de competências. Como apenas 13% das empresas atualmente oferecem formação regular e estruturada, a maioria da força de trabalho está a adquirir estas competências de forma informal ou inexistente, deixando as empresas expostas à medida que a regulamentação e os requisitos do mercado evoluem.

As necessidades prioritárias de desenvolvimento de competências incluem:

- classificação e manuseamento corretas de fluxos com crómio versus sem crómio, dado que a classificação de crómio foi identificada como o maior obstáculo técnico-regulatório à escala da simbiose industrial;
- aplicação prática do REACH e da conformidade com Subprodutos Animais às operações diárias; utilização de fichas técnicas padronizadas para subprodutos;
- Adaptação a novos modelos de produção com agentes curtidos sem cromo e de base biológica (extratos vegetais, taninos de resíduos de azeitona, taninos derivados de abacate ou uva).

Como estes trabalhadores não conseguem deixar facilmente os seus empregos para uma formação prolongada, unidades de aprendizagem curtas, modulares e baseadas no trabalho, combinadas com mentoria na empresa, são o formato de entrega mais realista.

2.2.3 Gestores e Decisores: Competências Estratégicas e Liderança para a Sustentabilidade

Gestores e decisores (proprietários de curtumes, gerentes-gerais, gestores de fábrica, diretores de sustentabilidade, etc., e responsáveis em associações empresariais) necessitam de uma combinação mais estratégica de competências.

- A investigação do WP 2.3 identifica a advocacia regulatória como uma competência claramente gerencial neste setor: devido à classificação do crómio, à exclusão dos subprodutos do couro do Regulamento dos Produtos Fertilizantes e ao desalinhamento regulatório entre a UE e o país foram identificados como as principais limitações estruturais à simbiose industrial, abordá-las requer gestores e associações capazes de dialogar diretamente com reguladores da UE e nacionais para melhorar os quadros de classificação e reduzir a carga administrativa.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

- Para além do envolvimento regulatório, os gestores precisam de competências de negociação e construção de parcerias específicas da simbiose industrial: estruturar acordos de fornecimento com matadouros para melhorar a qualidade da pele a montante e o Blößenrendement (rendimento limpo e utilizável da pele), envolver os produtores de fertilizantes e bioestimulantes (SICIT, ILSA, Organazoto e empresas similares) como parceiros externos, e construir o caso interno de negócio para investimento em redesenho de processos sem cromo ou baseado em bio.
- Liderança para a sustentabilidade significa também, cada vez mais, gerir a "cascata de conformidade" dos grandes clientes das marcas, convertendo o que poderia ser visto apenas como um encargo de conformidade numa oportunidade de mercado, desenvolvendo práticas circulares robustas e dados credíveis de sustentabilidade capazes de atrair e reter clientes premium.

2.2.4 Grupos Desempregados e Desfavorecidos: Vias de Requalificação e Reintegração no Mercado de Trabalho

O grupo-alvo SYMBIOS inclui explicitamente pessoas desempregadas e indivíduos com menos oportunidades, incluindo trabalhadores com mais de 50 anos em risco de obsolescência de competências, e candidatos a emprego cujas competências anteriores se tornaram menos relevantes para a transição verde do setor. Para este grupo, a prioridade é um ponto de entrada acessível e não formal que não presuma formação técnica prévia:

- literacia básica em economia circular e conceitos de simbiose industrial,
- compreensão do emergente mercado de trabalho verde nos distritos de curtimenta (triagem e classificação de peles, controlo de qualidade de materiais recuperados, cargos de entrada em processamento de subprodutos),
- confiança na utilização de ferramentas digitais simples, como plataformas de correspondência de recursos.

O desaparecimento gradual de profissões especializadas a montante, como o tradicional puxador de peles, assinalado com preocupação durante os grupos de foco SYMBIOS, representa uma verdadeira oportunidade no mercado de trabalho: vias de requalificação que reintroduzem e modernizem esta especialização, combinando a competência tradicional de manuseamento de peles com a compreensão do Blößenrendement e dos requisitos de valorização a jusante, poderão simultaneamente colmatar uma lacuna documentada de competências e fornecer uma rota concreta de regresso ao emprego. Como o MOOC SYMBIOS será concebido como uma ferramenta aberta, gratuita, assíncrona e auto-ritmada, sem requisitos de entrada, será bem adequado a este grupo e será mais eficaz quando explicitamente ligado a intermediários locais do mercado de

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

trabalho (serviços públicos de emprego, câmaras de comércio, associações setoriais) capazes de traduzir a conclusão dos MOOCs num passo concreto seguinte.

2.3 Ferramentas e Recomendações de Treino

Programas de Formação Existentes e Mecanismos de Apoio

Ao contrário do setor agroalimentar, o setor do couro não possui um único ecossistema nacional de plataformas dedicadas à economia circular. O que possui, no entanto, é uma rede densa de centros de investigação e tecnologia específicos do setor, identificados através dos grupos focais SYMBIOS para couro, que já fornecem uma infraestrutura de apoio técnico sobre a qual a formação em simbiose industrial pode construir.

- **SSIP – Instituto Italiano de Investigação do Couro (Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli, Itália):** um centro nacional de investigação em couro de referência cujos especialistas estiveram diretamente envolvidos nos grupos focais SYMBIOS, proporcionando capacidade de investigação aplicada em química de curtumes e inovação de processos que um currículo de SI específico para setor pode aproveitar.
- **CTIC – Centro de Tecnologia do Couro (Portugal):** o centro português de tecnologia do couro, envolvido como participante do grupo focal SYMBIOS, representando a infraestrutura de investigação aplicada do país com o maior contingente individual de empresas no inquérito WP 2.3 (13 em 30 inquiridos).
- **CTC Ars Tinctoria (Itália):** outro centro italiano de investigação e testes em couro que contribui com expertise técnica específica do setor para a investigação SYMBIOS.
- **ITECH Lyon (França) e Universidade de Lleida (Espanha):** instituições académicas especializadas em tecnologia e inovação do couro, envolveram-se nos grupos focais SYMBIOS, fornecendo uma base de ensino superior existente sobre a qual módulos industriais específicos de Symbiose podiam ser construídos.
- **ResoCuir (França):** um cluster francês do setor do couro já ativamente envolvido na prática de simbiose industrial, ilustrando o mesmo modelo de apoio baseado em clusters documentado para o distrito de curtumes da Toscana em Itália (Secção 1.5).
- **O esquema de certificação do Grupo de Trabalho Leather (LWG):** para além da sua função como instrumento quase regulatório (Secção 1.3), o protocolo de auditoria do LWG e os materiais de orientação associados funcionam, na prática, como um quadro existente e amplamente adotado para a competência ambiental, que qualquer formação dedicada de SI deve referenciar e desenvolver em vez de duplicar.

Estes centros e clusters demonstram um padrão consistente com as ferramentas existentes do setor agroalimentar: já existem infraestruturas de investigação técnica e cooperação baseada em clusters

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

em vários países, mas nenhum deles oferece atualmente um percurso de aprendizagem de Simbiose Industrial estruturado e baseado em competências, do tipo analisado na revisão sistemática abaixo, confirmando que a secção de couro do MOOC SYMBIOS aborda uma lacuna genuína em vez de duplicar a oferta existente.

Uma Revisão Sistemática das Ofertas Existentes da Aprendizagem em Simbiose Industrial

Tal como no setor agroalimentar, as ofertas de formação dedicada à Simbiose Industrial continuam relativamente escassas em todo o mundo. O parceiro do SYMBIOS, UPT, realizou uma revisão estruturada abrangendo o período 2015–2026 para identificar ofertas de aprendizagem existentes cujo principal objetivo educativo é especificamente o desenvolvimento de competências em Simbiose Industrial, excluindo deliberadamente cursos que tratam o EI como apenas um dos temas dentro de um currículo mais amplo de economia circular ou sustentabilidade. Utilizando um Quadro de Análise de Ofertas de Aprendizagem por Simbiose Industrial (ISLOAF) construído de raiz para o fim, que analisa cada oferta em cinco dimensões (Contexto de Aprendizagem, Design do Currículo, Abordagem Pedagógica, Avaliação e Reconhecimento, e Insights Educativos), foram identificadas e documentadas nove ofertas de aprendizagem elegíveis.

Oferta de aprendizagem	Fornecedor / contexto	Grupo-alvo	Entrega / duração	Certificação
Programa de Formação para Facilitadores de Simbiose Industrial	Consórcio INSIGHT (Erasmus+)	Perfis múltiplos	Blended, 150h	6 créditos ECVET
Currículo Conjunto de Simbiose Industrial / Curso Presencial	Consórcio INSET (Erasmus+)	Trabalhadores empregados	Blended, 100h	Certificado profissional
Currículo e MOOC do Gestor de Simbiose Industrial	Consórcio FReINDs (Erasmus+)	Trabalhadores empregados	Online, 60h	Não reportado
Simbiose Industrial Inteligente	Universidade de Stavanger (HE)	Jovens diplomados	Híbrido, 5 ECTS	Créditos universitários
Simbiose Industrial (TKMJ38)	Universidade de Linköping (HE)	Jovens diplomados	Campus, 6 ECTS	Créditos universitários
Simbiose Industrial	TalTech (HE)	Jovens diplomados	Campus, 3 ECTS	Créditos universitários
SUS0310 – Simbiose Industrial	Universidade do Aço (academia industrial)	Trabalhadores empregados	Online, ~3h	Certificado profissional

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Oferta de aprendizagem	Fornecedor / contexto	Grupo-alvo	Entrega / duração	Certificação
Programa de Formação em Simbiose	Simbiose de Kalundborg / SACI	Trabalhadores empregados	Misturado, não reportado	Certificado de participação
Simbiose Industrial e Desenvolvimento de Parques Eco-Industriais	Desenvolvimento de Competências Avançadas	Trabalhadores empregados	Online, 5 dias	Certificado profissional

Tabela 5. Matriz de evidências das ofertas existentes de aprendizagem da Simbiose Industrial com IS como principal objetivo educativo, 2015–2026 (UPT systematic review, WP 2.6).

Resultados comparativos

A análise comparativa ISLOAF destas nove ofertas revela um panorama relativamente pequeno mas diversificado, convergindo para várias características educativas consistentes. As ofertas analisadas cumprem quatro principais propósitos educativos:

- Educação académica,
- desenvolvimento de facilitadores,
- Desenvolvimento de gestores,
- Desenvolvimento profissional contínuo

e abordar três principais grupos de aprendentes:

- jovens licenciados (normalmente através de módulos de ensino superior de 3–6 ECTS),
- trabalhadores empregados (tipicamente através de programas mistos financiados pela Erasmus+ ou cursos curtos na academia industrial),
- profissionais que atuam como facilitadores ou gestores, refletindo uma mudança mais ampla de uma educação puramente orientada pela disciplina para o desenvolvimento de competências ligado a perfis profissionais explícitos como "Facilitador de Simbiose Industrial" ou "Gestor de Simbiose Industrial".

O desenho curricular nas ofertas avaliadas é predominantemente modular, apoiado por resultados de aprendizagem explicitamente definidos, com tópicos comuns incluindo princípios de SI, identificação de oportunidades, colaboração com partes interessadas, estratégias de implementação e análise de casos reais de SI. Uma minoria incorpora exemplos setoriais específicos (cimento, cerâmica, Eco-Parques Industriais). Pedagogicamente, a aprendizagem baseada em casos é a metodologia dominante em todos os contextos, frequentemente complementada por trabalho

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

de projetos, aprendizagem colaborativa e discussão de exemplos autênticos; os cursos de ensino superior equilibram a compreensão conceptual com o trabalho de projeto, enquanto a formação profissional enfatiza a implementação e a prática industrial. A avaliação e certificação variam consoante o contexto, os créditos ECTS para cursos universitários, créditos ECVET e certificados profissionais para programas Erasmus+ e da indústria, sendo que os projetos Erasmus+ fornecem geralmente a documentação pública mais rica dos resultados e materiais de aprendizagem.

Metodologias de Aprendizagem

Em consonância tanto com a revisão comparativa como com as necessidades do grupo-alvo identificadas na Secção 2.2, a parceria SYMBIOS recomenda uma abordagem metodológica mista que combine:

- **Aprendizagem baseada no trabalho:** módulos curtos e autónomos que os trabalhadores empregados podem completar paralelamente aos seus trabalhos, abordando diretamente fluxos e processos reais de subprodutos dentro da sua própria curtume.
- **Design curricular modular e orientado para competências:** baseado em competências claramente definidas e perfis profissionais identificáveis (Facilitador de Simbiose Industrial, Gestor, Praticante) em vez do conhecimento disciplinar isolado, espelhando o modelo dominante identificado nas nove ofertas de aprendizagem revistas.
- **Aprendizagem experiencial e baseada em casos:** utilização das melhores práticas documentadas na Secção 1.5 (Couro Azul, OlivenLeder, o modelo distrital da Toscana, o Programa de Formação em Simbiose Kalundborg/SACI) como material de ensino concreto, permitindo aos aprendentes ver como princípios abstratos se traduzem na realidade operacional.
- **Autoavaliação e questionários:** consistentes com o design assíncrono e auto-ritmado já utilizado em ofertas comparáveis, como o FReINDs Manager MOOC e o curso SUS0310 da Steel University.
- **Networking entre pares e aprendizagem baseada na comunidade:** que será apoiado através da Secção Comunitária da Plataforma Digital SYMBIOS, ligando os formandos a curtumes, associações empresariais e investigadores ativos na área, e abordando diretamente a lacuna de conhecimento intersetorial identificada na Secção 2.1.

Recomendações para Profissionais de Terapia Profissional

As conclusões apresentadas neste capítulo traduzem-se num conjunto compacto de princípios de conceção para os prestadores de VET responsáveis pelo desenho e entrega de formação em simbiose industrial no setor do couro.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

- **Adote uma abordagem orientada para competências:** a aprendizagem de design oferece competências claramente definidas e perfis profissionais identificáveis (Facilitador de Simbiose Industrial, Gestor, Praticante), em vez de se focar exclusivamente no conhecimento disciplinar ou puramente técnico.
- **Priorizar o défice duplo técnico-regulatório identificado pelo inquérito WP 2.3:** qualquer currículo de SI no setor do couro deve abordar a classificação do crómio, as distinções entre resíduos e subprodutos, o REACH e a conformidade com subprodutos animais lado a lado com o conhecimento prático de processos e valorização, uma vez que nenhum deles é suficiente.
- **Favorecer o design curricular modular**: proporcionar flexibilidade para diferentes perfis de aprendente e apoiar a aprendizagem ao longo da vida, desenvolvimento e requalificação, consistente com o padrão dominante identificado nas ofertas existentes de aprendizagem de SI.
- **Combinar compreensão conceptual com prática industrial autêntica**: através do uso sistemático de estudos de caso, exemplos industriais reais, trabalho de projeto e aprendizagem colaborativa, permitindo aos formandos aplicar conhecimentos em contextos realistas de implementação.
- **Alinhar as estratégias de avaliação explicitamente com os resultados de aprendizagem definidos e as competências pretendidas**: utilizando procedimentos de avaliação transparentes e certificações reconhecidas para reforçar a credibilidade e a transferibilidade da educação em Simbiose Industrial.
- **Mantenham flexibilidade suficiente para abordar os grupos-alvo diferenciados descritos na Secção 2.2**: jovens licenciados, trabalhadores empregados, gestores e alunos desfavorecidos/desempregados, em vez de oferecer um único curso genérico.

Recomendações para Decisores Políticos

Os decisores políticos definem o financiamento, reconhecimento e condições regulatórias sob as quais operam os prestadores de VET; as recomendações abaixo são dirigidas às autoridades nacionais e regionais, bem como à Comissão Europeia e às suas agências.

- **Priorizar a clareza e harmonização regulatória como a intervenção de maior impacto:** envolvimento direcionado com reguladores da UE e nacionais para melhorar os quadros de classificação de subprodutos (especialmente para fluxos com crómio), reduzir o encargo administrativo e alinhar os incentivos com os objetivos da economia circular, uma vez que

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

as barreiras regulatórias foram identificadas como a principal restrição estrutural em todas as fontes de dados do WP 2.3.

- **Apoiar a padronização dos dados de subprodutos:** incentivando o desenvolvimento e adoção de fichas técnicas padronizadas para subprodutos do couro, facilitando parcerias e correspondências de simbiose industrial.
- **Expandir a oferta educativa especializada:** a revisão identificou um número relativamente limitado de ofertas de aprendizagem estruturada dedicadas especificamente à Simbiose Industrial a nível mundial, representando uma oportunidade importante para uma expansão orientada por políticas, particularmente ao nível setorial (couro).
- **Incentivar a colaboração entre instituições de ensino superior, prestadores de VET, indústria e autoridades públicas**: garantir que as ofertas de aprendizagem reflitam as práticas industriais atuais e as necessidades de competências em evolução, incluindo os perfis profissionais emergentes identificados na Secção 2.2.1.
- **Apoiar modelos baseados em distritos e em redes através de instrumentos de financiamento que reduzam o risco do investimento partilhado em infraestruturas:** beneficiando particularmente as PME que não conseguem justificar individualmente o custo de tratamentos avançados ou tecnologias de valorização.
- **Reconhecer os resultados de aprendizagem em relação aos quadros de referência europeus**: (EQF, ESCO, GreenComp), em linha com o mapeamento apresentado no Anexo D, de modo a que os certificados de frequência ou conclusão emitidos através de cursos específicos do IS, tenham valor reconhecido além-fronteiras.
- **Promover recursos educativos abertos, currículos partilhados e iniciativas educativas colaborativas:** facilitar a maior disseminação e adaptação da educação em Simbiose Industrial entre países, setores e sistemas educativos.

Em conjunto, estes treze princípios descrevem uma oferta de formação modular em vez de monolítica, orientada para a prática em vez de puramente disciplinar, e explicitamente ligada a uma função de correspondência em vez de fornecida isoladamente, precisamente o modelo que as Secções de Aprendizagem e Comunidade da Plataforma Digital SYMBIOS pretendem incorporar.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Conclusões

Resumo das Principais Conclusões

As conclusões combinadas dos grupos focais do WP 2, do inquérito global a 30 empresas do setor do couro e das nove entrevistas profundas correspondentes confirmam que a simbiose industrial está estruturalmente enraizada no setor do couro: o couro origina-se como subproduto das indústrias da carne e dos laticínios, e o setor já depende de interligações complexas com o agroalimentar, matadouros, curtumes e indústrias a jusante. O setor não começa do zero, as elevadas taxas de monitorização de resíduos (67% avançada/quantitativa), a prevalência de parcerias de simbiose industrial maioritariamente informais (70% das empresas) e exemplos documentados de boas práticas em operações sem cromo, gestão da água baseada em distritos e valorização intersetorial de subprodutos demonstram uma capacidade real existente para construir sobre isso.

Apesar disso, o potencial total da simbiose industrial permanece por realizar devido a barreiras económicas, regulatórias, logísticas e narrativas. Uma conclusão central é que a coordenação a montante, particularmente entre matadouros e curtumes, representa o ponto de alavancagem mais crítico para melhorar a circularidade e a eficiência dos materiais: práticas em fases iniciais, como remoção de peles, apara e classificação determinam diretamente a qualidade do couro, os rendimentos utilizáveis (Blößenrendement) e as opções de valorização a jusante. O desalinhamento económico continua a ser uma grande limitação, uma vez que os preços de mercado muitas vezes não recompensam peles de maior qualidade ou vias de valorização refinadas, e porque o fornecimento de couro é inteiramente impulsionado pela produção de carne e laticínios, o poder negocial limitado do setor reforça a necessidade de cooperação entre cadeias de valor em vez de otimização isolada.

A classificação do crómio destaca-se como o maior obstáculo técnico-regulatório à escala da simbiose industrial: as restrições regulatórias e técnicas em torno dos subprodutos que contêm crómio (particularmente aparas e lamas azul-húmidas) restringem vias de valorização que, em vários casos, já estão tecnicamente demonstradas. O desalinhamento regulatório entre a implementação da UE e nacional, regras complexas de classificação de resíduos e elevado encargo administrativo agravam esta restrição, criando um ambiente estrutural que atualmente recompensa a eliminação em detrimento da valorização. As lacunas de competências são amplas e apenas pouco colmatadas: a co-dominância das lacunas de competências técnicas (15/30) e regulatórias/compliance (14/30), combinada com apenas 13% das empresas a investir em formação regular e estruturada, deixa o setor mal preparado para as transições exigidas tanto pelas forças de mercado como pela futura regulamentação.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Ao mesmo tempo, pressões externas, requisitos de marca, normas ESG e os efeitos indiretos da Diretiva de Relatórios de Sustentabilidade Corporativa estão a acelerar o imperativo da transição, criando um caso de negócio cada vez mais urgente para uma ação circular, especialmente para as empresas nas cadeias de abastecimento das grandes marcas. Os participantes dos grupos focais sublinham ainda a importância de uma mudança narrativa estratégica: o couro é frequentemente visto como um material insustentável ou antiético, em vez de ser o material biogénico e circular de longa duração que as evidências neste modelo demonstram. Corrigir esta perceção errada, através de comunicação transparente, quadros políticos alinhados e dados ambientais credíveis (incluindo regras justas de alocação LCA entre os setores da carne e do couro), é identificado como essencial para desbloquear a inovação, restaurar o valor de mercado e garantir um tratamento regulatório justo.

Oportunidades Futuras para o Setor

As barreiras descritas acima são reais, mas não são, na sua maioria, tecnológicas. Quase todas as oportunidades identificadas através da investigação do WP 2.3 são casos de uma solução que já existe algures no setor, testada numa empresa, num país ou numa cadeia de abastecimento, à espera de ser ligada, financiada ou simplesmente tornada visível para as curtumes que possam beneficiar. As seis oportunidades abaixo são, portanto, deliberadamente enquadradas como possibilidades de curto prazo e acionáveis, em vez de aspirações a longo prazo.

- Resolver a classificação do crómio: desenvolver quadros de classificação mais claros e reconhecidos pela UE para subprodutos contendo crómio, baseando-se em vias de valorização já testadas, como vasos biodegradáveis a partir de aparas com cromo, representa a oportunidade regulatória de maior valor identificada nesta investigação.
- Extensão dos agentes de curtimenta de base biológica: vias tecnicamente validadas mas ainda não industrialmente escaladas, agentes de curtimenta com resíduos de azeitona (OlivenLeder), taninos derivados de abacate, uva e espinheiro-do-mar, oferecem uma oportunidade genuína de acoplar dois subprodutos (resíduos agroalimentares e peles) num único processo circular, ligando diretamente os dois setores-alvo do projeto SYMBIOS.
- Reviver a experiência a montante: o quase desaparecimento da profissão tradicional de puxador de peles representa tanto um risco para a qualidade das matérias-primas como uma oportunidade concreta de requalificação, particularmente para o grupo-alvo desempregado/desfavorecido descrito na Secção 2.2.4.
- Escalar modelos baseados em distritos: o modelo de estação de tratamento do consórcio toscano demonstra um modelo replicável para ligar curtumes isolados, particularmente PME, a redes funcionais de simbiose através do investimento partilhado em infraestruturas.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

- Digitalização da correspondência e rastreabilidade: a muito baixa adoção atual da monitorização digital (2 de 30 empresas) e a persistente lacuna de informação intersetorial representam a oportunidade mais clara de melhoria a curto prazo, que será diretamente abordada pela Secção Comunitária da Plataforma Digital SYMBIOS e pelas fichas de dados padronizadas dos subprodutos.
- Reforçar o corredor da simbiose couro–agroalimentar: como os dois setores-alvo do projeto SYMBIOS, couro e agroalimentar já partilham uma das relações simbióticas mais antigas da indústria; a formação explícita intersetorial e o emparelhamento entre as duas comunidades setoriais SYMBIOS, que vão das peles até aos curtidos de base biológica, é um passo natural para a plataforma.

O que une estas seis oportunidades é que nenhuma delas depende de um avanço tecnológico ainda por vir: o conhecimento habilitador, a base regulatória e, na maioria dos casos, um exemplo funcional, já existem algures nas evidências recolhidas para este modelo. A tarefa que se avizinha é de ligação, replicação e escala, que é precisamente a lacuna que as recomendações operacionais abaixo pretendem ajudar a colmatar.

Recomendações Operacionais

Este modelo foi escrito para ser utilizado, não apenas lido. As recomendações abaixo destinam-se diretamente a si, a quem quer que seja ao aceder a esta página, a um representante de curtume a examinar os seus próprios fluxos de subprodutos pela primeira vez, a um estudante ou candidato a emprego a considerar uma carreira no setor do couro ou na economia circular, a um formador ou fornecedor de VET a desenhar um curso, a um responsável por associações ou clusters, ou a um decisor político, em vez de apenas à parceria SYMBIOS. Cada uma é um ponto de partida prático, fundamentado na evidência deste modelo, para transformar a compreensão da simbiose industrial em ação; a Plataforma Digital SYMBIOS será concebida para ser o primeiro recurso concreto para realizar qualquer um dos passos abaixo.

- Se trabalha numa curtume: comece com uma auditoria interna ao tempo de recuperação do co-produto ao longo das fases do processo definidas na Secção 1.2, uma vez que a recuperação mais precoce está consistentemente associada a um valor de valorização mais elevado; priorize transformar trocas informais e ocasionais (9 em 30 empresas) em parcerias estáveis e acordos de longo prazo.
- Se trabalha num matadouro ou noutro local do setor da carne: invista em experiência de manuseamento de peles a montante e numa coordenação mais próxima com curtumes nas práticas de poda e classificação; esta investigação identifica essa coordenação como o ponto de alavancagem mais crítico para toda a cadeia de valor a jusante.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

- Se representa uma associação empresarial, cluster industrial ou rede setorial: está bem posicionado para desempenhar o papel de intermediário de confiança e defesa que esta investigação mostra estar frequentemente ausente, envolvendo reguladores da UE e nacionais na classificação do crómio e no Regulamento dos Produtos Fertilizantes, e apoiando a adoção mais ampla de fichas técnicas padronizadas de subprodutos.
- Se formar, ensinar ou desenhar programas educativos: adote a abordagem modular orientada para competências descrita no Capítulo 2, abordando explicitamente o défice duplo de competências técnico-regulatórias, diferenciada por grupo-alvo, e procure reconhecimento face aos quadros de referência EQF, ESCO e GreenComp, para que o que os alunos ganham seja portátil e credível.
- Se moldar políticas ou regulamentações: priorizar a clareza regulatória sobre a classificação de subprodutos versus resíduos para fluxos com crómio; apoiar o investimento em infraestruturas distritais para PME; e considerar reconhecer explicitamente o couro na Estratégia de Bioeconomia da UE, colmatando uma lacuna identificada entre o alinhamento substantivo do setor com os objetivos da bioeconomia e a sua atual falta de reconhecimento formal.
- Se é estudante, recém-licenciado ou candidato de emprego curioso sobre esta área: não precisa de formação técnica para começar. O MOOC SYMBIOS (Pacote de Trabalho 3.1) será concebido como um ponto de entrada gratuito e auto-ritmado, sem pré-requisitos, utilizá-lo para construir os conhecimentos e competências fundamentais mapeados na Secção 2.2, e usar a Secção Comunidade para se ligar às curtumes e organizações mencionadas ao longo deste modelo.

Nenhum destes passos exige esperar por condições ideais ou por um quadro regulatório concluído. As evidências recolhidas para este modelo mostram, repetidamente, que a restrição vinculativa à simbiose industrial no setor do couro é, mais frequentemente, a falta de destinatários autorizados, dados padronizados ou coordenação a montante do que a falta de tecnologia ou vontade, o que significa que ler este documento e tomar um dos passos acima é, num sentido muito concreto, já um contributo para colmatar essa lacuna.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Referências

Albino, V., Fraccascia, L., & Giannoccaro, I. (2015). Explorando o papel dos contratos para apoiar o surgimento de redes de simbiose industrial auto-organizadas: Um estudo de simulação baseado em agentes. Journal of Cleaner Production, 112, 4353–4366.

Buljan, J., & Kral, I. (2015). Introdução ao tratamento de efluentes de curtumes. Viena: Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO).

Chertow, M. R. (2000). Simbiose industrial: Literatura e taxonomia. Revisão Anual de Energia e Ambiente, 25, 313–337.

Chertow, M. R. (2007). Descobrindo simbiose industrial. Journal of Industrial Ecology, 11(1), 11–30.

Comissão Europeia. (2019). O Pacto Verde Europeu. COM(2019) 640 final.

Comissão Europeia. (2020). Um novo plano de ação para a economia circular: Por uma Europa mais limpa e competitiva. COM(2020) 98 final. Bruxelas: Comissão Europeia.

Comissão Europeia. (2025). Estratégia de Bioeconomia da UE (atualização de 2025).

Parlamento Europeu e Conselho. (2008). Diretiva 2008/98/CE sobre resíduos (Diretiva-Quadro de Resíduos). Revista Oficial da União Europeia, L 312, 3–30.

Parlamento Europeu e Conselho. (2009). Regulamento (CE) nº 1069/2009 que estabelece regras de saúde relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano. Revista Oficial da União Europeia, L 300.

Parlamento Europeu e Conselho. (2019). Regulamento (UE) 2019/1009 que estabelece regras sobre a disponibilização no mercado de produtos fertilizantes da UE. Revista Oficial da União Europeia, L 170.

Parlamento Europeu e Conselho. (2006). Regulamento (CE) nº 1907/2006 relativo ao Registo, Avaliação, Autorização e Restrição de Produtos Químicos (REACH). Jornal Oficial da União Europeia, L 396.

Parlamento Europeu e Conselho. (2022). Diretiva (UE) 2022/2464 relativa à reporte de sustentabilidade empresarial (CSRD). Revista Oficial da União Europeia.

Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2011). Propriedades funcionais e bioativas do colagénio e da gelatina de fontes alternativas: Uma revisão. Food Hydrocoloids, 25(8), 1813–1827.

Jacobsen, N. B. (2006). Simbiose industrial em Kalundborg, Dinamarca: Uma avaliação quantitativa dos aspetos económicos e ambientais. Journal of Industrial Ecology, 10(1–2), 239–255.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Kanagaraj, J., Senthilvelan, T., Panda, R. C., & Kavitha, S. (2015). Estratégias ecológicas de gestão de resíduos para um ambiente mais verde em direção ao desenvolvimento sustentável na indústria do couro: uma revisão abrangente. Journal of Cleaner Production, 89, 1–17.

Lasekan, A., Bakar, F. A., & Hashim, D. (2013). Potencial dos subprodutos do frango como fontes de recursos biológicos úteis. Waste Management, 33(3), 552–565.

Laybourn, P., & Lombardi, D. R. (2012). Simbiose industrial em ação: Programa Nacional de Simbiose Industrial (NISP). Londres: International Synergies Ltd.

Lombardi, D. R., & Laybourn, P. (2012). Redefinindo a simbiose industrial. Journal of Industrial Ecology, 16(1), 28–37.

Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., Pimentel, C., & Matias, J. C. O. (2020). O potencial da simbiose industrial: Análise de casos e principais fatores e barreiras. Sustainability, 12(14), 5371.

Sundar, V. J., Muralidharan, C., & Mandal, A. B. (2011). Recuperação e utilização de resíduos proteicos da produção de couro: Uma revisão. Revisões na Environmental Science and Biotechnology, 10(2), 151–163.

Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO). (2017). O quadro para a fabricação sustentável de couro. Viena: UNIDO.

Van Capelleveen, G., Amrit, C., & Yazan, D. M. (2018). Um levantamento bibliográfico de sistemas de informação que facilita a identificação de simbiose industrial. Journal of Cleaner Production, 178, 903–921.

Fontes internas do Projeto Symbios (SYMBIOS WP2, 2025–2026)

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Anexos

Annex A – Glossário

Termo	Definição
Simbiose industrial (IS)	Uma abordagem colaborativa em que tradicionalmente indústrias separadas trocam materiais, energia, água, serviços e informação para melhorar a eficiência dos recursos e reduzir o impacto ambiental (Chertow, 2000).
Subproduto animal da Categoria 3	Ao abrigo do Regulamento (CE) nº 1069/2009, material animal de baixo risco (incluindo peles e peles de animais aptos para consumo humano no abate) é permitido para uma variedade de usos a jusante, sujeitos a condições sanitárias.
Casa de viga	A fase inicial do processo de curtume, em que peles cruas ou salgadas são limpas, embebidas e sem pelo, gerando aparos, descarnados, cabelo e lã como principais coprodutos.
Azul-molhado (WB)	Pele que foi curtida por cromo, conferindo-lhe uma cor azul pálida característica; Aparas e acabamentos em branco branco estão entre os subprodutos de couro de maior volume e com maior restrição regulamentária.
Branco-molhado (WW)	Pele curtida usando agentes livres de cromo (por exemplo, sistemas vegetais, sem aldeídos ou sem metais); Os coprodutos WW têm opções de valorização circular mais amplas devido ao baixo teor de metais pesados.
Crosta	Couro que foi curtido e seco mas ainda não acabado; aparas e acabamentos em fase de crosta oferecem opções de valorização mais estreitas do que os materiais pré-curtido.
Blößenrendement	Um termo alemão da indústria de curtumes que denota a razão entre a área de superfície útil e limpa da pele obtida após aparar, limpar e despelar — um indicador de longa data da eficiência do material e da qualidade da coordenação entre matadouro e curtume.
Subproduto	Um material secundário gerado durante um processo de produção que tem um uso adicional certo e legal, sem necessidade de processamento adicional significativo (Diretiva-Quadro de Resíduos, Art. 5).
Desperdício	Um material que o titular descarta, pretende descartar ou é obrigado a descartar segundo os quadros regulamentares.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Termo	Definição
Uso em cascata	A utilização sequencial de um recurso através de aplicações sucessivas, do valor mais alto ao mais baixo, antes da eliminação final ou recuperação de energia — é particularmente relevante para os 75–80% da massa da pele não convertida em couro.
Alocação de Avaliação do Ciclo de Vida (LCA)	A regra metodológica que determina quanto do peso ambiental de um processo a montante (por exemplo, pecuária) é atribuído a um subproduto a jusante (por exemplo, uma pele); um ponto recorrente de discórdia para o setor do couro, que defende uma alocação zero ou mínima dado o seu estatuto de subproduto.
Grupo de Trabalho de Couro (LWG)	Um esquema de certificação da indústria que avalia o desempenho ambiental da produção de couro, cada vez mais exigido pelas marcas como condição da cadeia de abastecimento.
REACH	O Regulamento da UE sobre o Registo, Avaliação, Autorização e Restrição de Produtos Químicos, afeta diretamente a classificação e o uso permitido de resíduos químicos de curtumes.
ESCO	A classificação europeia de Competências, Competências, Qualificações e Profissões é uma classificação multilíngue utilizada em toda a UE para descrever competências, competências, qualificações e profissões.
GreenComp	O European Sustainability Competence Framework (Comissão Europeia, janeiro de 2022), que descreve as principais competências necessárias para agir de forma ambientalmente sustentável.

Anexo B – Visão Geral dos Instrumentos de Recolha de Dados (Inquéritos, Entrevistas e Grupos de Foco)

B.1 Grupos de Foco (WP 2.2)

Dois grupos focais online (Zoom), 1,5 horas cada, realizados a 17 e 26 de novembro de 2025, coordenados pela COTANCE e SPIN360, com seis participantes por sessão (doze no total) provenientes de: Vitelco (NL), Universidade de Saragoça (ES), LHCA (EUA), ITECH (FR), o Secretariado Internacional da Carne, VDL (DE) — primeira sessão, 17 de novembro; e Authenticae (Reino Unido), Universitat de Lleida (ES), especialista independente em couro (Reino Unido), ResoCuir (FR), Beef & Lamb Australia e CTCP — segunda sessão, 26 de novembro. As sessões foram estruturadas em torno de três temas: estado da arte (práticas atuais de SI), desafios (quadro regulatório) e possíveis soluções (oportunidades futuras e condições de replicabilidade), apoiadas por sondagens em tempo real do Mentimeter e uma apresentação orientadora.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

B.2 Estrutura do levantamento (WP 2.3)

Administrado a 30 empresas do setor do couro em 13 países (Portugal 13, Itália 9, Alemanha 3, França 2, e uma empresa cada da Argentina, Brasil, Espanha, Países Baixos, Turquia, EUA, Uruguai, Vietname e um respondente com atuação mundial). Estruturado em secções temáticas alinhadas com os objetivos da investigação:

- Perfil e geografias da empresa (país, dimensão, processo de produção, orientação para o mercado, padrões/certificações).
- Gestão e monitorização de resíduos (sofisticação de monitorização, tipos de subprodutos).
- Parcerias de simbiose industrial (tipo e estabilidade de parceria, práticas internas de SI, destinos de subprodutos).
- Restrições de Segurança e Saúde Ocupacional (OSH) à reutilização ou troca de subprodutos.
- Barreiras regulatórias (principais áreas regulatórias afetadas, tipo de barreira encontrada).
- Competências e formação (lacunas de competências, investimento em formação, níveis de competência autoavaliados).

B.3 Protocolo de entrevista (WP 2.3)

Nove entrevistas profundas semi-estruturadas com partes interessadas do setor da pele, abrangendo: fluxos de resíduos e características dos subprodutos; práticas circulares internas já implementadas; pressões externas (requisitos de marca, CSRD, critérios ESG, certificações); e níveis de competência autoavaliados, particularmente em LCA, conhecimento intersetorial/SI, gestão ambiental/de resíduos e colaboração e construção de parcerias.

Anexo C – Quadro Detalhado de Competências por Grupo-Alvo

Grupo-alvo	Conhecimentos essenciais	Competências essenciais	Ponto de entrada recomendado
Jovens diplomados	processo de curtimenta e perfil de subprodutos; categorias de subprodutos animais; questões introdutórias de LCA/alocação	Mapeamento básico de co-produtos; literacia em rastreabilidade digital; redação de relatórios; Gestão de projetos e competências económicas e financeiras.	unidades de couro SYMBIOS MOOC; estágios com curtumes/membros da COTANCE

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

Grupo-alvo	Conhecimentos essenciais	Competências essenciais	Ponto de entrada recomendado
Trabalhadores empregados (C-VET)	Classificação de crómio vs livre de crómo; REACH e conformidade com subprodutos animais; fichas técnicas	Adaptação de processos (agentes de bronzeamento de base biológica); ferramentas digitais de monitorização; negociação básica com compradores/intermediários	Unidades de aprendizagem curtas e modulares baseadas no trabalho; mentoria em curtume
Gestores / decisores	Advocacia regulatória; modelos de negócio circulares; requisitos de marca/ESG/CSRD	Negociação com matadouros e produtores de fertilizantes; liderança estratégica; pensamento sistémico	Módulos estratégicos + networking de secções comunitárias; envolvimento de clusters setoriais
Desempregados / grupos desfavorecidos	Literacia básica em economia circular; fundamentos do manuseamento de peles	navegação digital por plataformas; competências de entrada, ordenação/classificação de esconderijos e controlo de qualidade	Unidades MOOC de acesso aberto, sem pré-requisito; ligações a serviços públicos de emprego

Anexo D – Mapeamento de Competências para os Quadros de Referência Europeus (EQF, ESCO, GreenComp)

Conforme exigido pelo Acordo de Subvenção SYMBIOS, os sete domínios de competência identificados na Secção 2.1 estão mapeados abaixo com três normas europeias de referência: o Quadro Europeu de Qualificações (EQF), a classificação ESCO de competências, competências, qualificações e ocupações, com referência explícita às profissões verdes e à área de conhecimento verde mencionada no Acordo de Subvenção (Gestor de Gestão de Resíduos, Engenheiro Ambiental, Especialista Ambiental, Técnico Ambiental, Tecnologias de Proteção Ambiental), e GreenComp, o Quadro Europeu de Competências em Sustentabilidade (Comissão Europeia, janeiro de 2022), cujas quatro áreas de competência (Incorporar valores de sustentabilidade; Abraçar a complexidade na sustentabilidade; Imaginar futuros sustentáveis; Agir em prol da sustentabilidade) fornecem a lógica estrutural para a coluna da direita. Este mapeamento destina-se a dar aos resultados de aprendizagem do MOOC SYMBIOS, e a qualquer certificado de assiduidade ou conclusão emitido

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).

através da Plataforma SYMBIOS, uma âncora transparente e reconhecida nos quadros europeus existentes, em vez de uma lista de competências autorreferencial.

Domínio de competência (Secção 2.1)	Nível de EQF indicativo	Profissão(s) de referência / área de conhecimento ESCO mais próxima	Área de competência do GreenComp
Gestão de Resíduos e Subprodutos	4–5	Técnico Ambiental; Gestor de Gestão de Resíduos	Agir em prol da sustentabilidade
Eficiência de Recursos e Otimização de Processos	5–6	Engenheiro Ambiental; Especialista Ambiental	Abraçar a complexidade na sustentabilidade
Negociação Comercial e Desenvolvimento de Casos de Negócio	6–7	Especialista em Ambiente (função de consultoria/consultoria)	Agir em prol da sustentabilidade
Networking e Construção de Parcerias	5–7	Transversalidade; não está ligado a uma única profissão ESCO.	Agir em prol da sustentabilidade
Gestão de Projetos	6–7	Transversalidade; relevante em todas as quatro profissões verdes nomeadas	Agir em prol da sustentabilidade
Resolução de Problemas e Pensamento Sistémico	5–7	Competência fundamental transversal	Abraçar a complexidade na sustentabilidade
Competências Digitais (Plataformas, Análise de Dados e Rastreabilidade)	4–6	Técnico Ambiental; Tecnologias de Proteção Ambiental	Agir em prol da sustentabilidade

Tabela 6. Mapeamento dos domínios de competência do couro do WP 2.6 para o EQF, ESCO e GreenComp, conforme exigido pelo Acordo de Subvenção SYMBIOS (indicadores de qualidade do WP 2.6).

Lida juntamente com a Tabela 4 (categorias de lacunas de competências) e o Anexo C (quadro de competências por grupo-alvo), este mapeamento mostra que os domínios onde o défice técnico-regulatório é mais amplo, eficiência de recursos/otimização de processos e competências digitais, agrupam-se principalmente em torno dos níveis 4–6 do EQF e das áreas "Abraçar a complexidade na sustentabilidade" e "Agir para a sustentabilidade", reforçando a prioridade dada a estes domínios nas recomendações da Secção 2.3.

Fim do documento.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-PartilharIgual 4.0 (CC BY-SA 4.0).