

*Workbook*  
**Produção Limpa -  
Emissões e  
Efluentes**



**WATT**

What About Twin Transition



Colaborado por



Título	<i>Checklist – Descarbonização e Alterações Climáticas</i>
Copyright ©	2023 CENTIMFE
Edição	 <small>Centro Tecnológico da Indústria de Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticos</small>
1ª Publicação	Maio 2023
2ª Publicação	Julho 2023
Coordenação de redação	Ana Pires, Cátia Guarda e João Caseiro
Design gráfico e paginação	Cátia Guarda
Cofinanciado por	   <small>Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional</small>

---

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, transmitida ou cedida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrónico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer sistema de armazenamento ou recuperação de dados, sem a permissão prévia por escrito, do editor.

# Índice

1. Enquadramento	4
2. Porquê promover a Produção Limpa nas empresas do Cluster Engineering & Tooling?	5
3. Que Produção Limpa pode ser implementada no Cluster Engineering & Tooling?	6
3.1 Como implementar a Produção Limpa?	6
4. Quais as tecnologias disponíveis para implementar a Produção Limpa?	7
4.1 <i>Cloud Manufacturing</i>	7
4.2 Internet das Coisas na Indústria, Inteligência Artificial e Realidade Aumentada	10
5. Quais as metodologias disponíveis para implementar a Produção Limpa?	11
6. Como potenciar a competitividade da empresa através da Produção Limpa?	13
6.1 Taxonomia da União Europeia	14
6.2 Documentos legais	14
7. Referências bibliográficas	16

# 1 Enquadramento

Para que a sua empresa possa implementar a Transição Ecológica, importa conhecer as áreas emergentes da Transição Ecológica com maior impacto no Cluster Engineering & Tooling (E&T). As áreas em causa são a Descarbonização e Alterações Climáticas, Economia Circular e Uso Sustentável de Recursos, *Safe & Sustainable by Design* e Produção Limpa – Emissões e Efluentes.

O processo de implementação da Transição Ecológica começa com a autoavaliação das empresas quanto ao nível de maturidade. Para tal, deverá recorrer à ferramenta que se encontra disponível em [watt.centimfe.com](http://watt.centimfe.com) e ver qual o resultado obtido. É provável que verifique que várias áreas precisam de ser intervencionadas. Por isso necessitará de definir uma estratégia, um plano para a Transição Ecológica na sua empresa, definindo as áreas onde intervir, objetivos a alcançar e indicadores de desempenho.

O CENTIMFE tem ao dispor da sua empresa um *toolkit* que ajuda ao desenvolvimento do seu plano para a Transição Ecológica. O *toolkit* é composto por:



Ferramenta de diagnóstico, para determinação do nível de maturidade



Livro Branco (Roteiro para a Transição Ecológica), um documento sobre os temas emergentes da Transição Ecológica e o Plano de Ação para a Transição Ecológica nas empresas



*Workbooks* com informação detalhada sobre a área de Transição Ecológica



*Checklists*, para verificação de medidas a implementar no âmbito de uma área de Transição Ecológica específica



Guias temáticos, que contêm Casos de estudo com medidas de Transição Ecológica implementadas pelas empresas;



Pacto de compromisso, uma Iniciativa proposta às empresas para iniciarem a Transição Ecológica

O *toolkit* é o ponto de partida para que a sua empresa inicie o processo de Transição Ecológica. Claro que as especificidades de cada empresa requerem uma especial atenção e personalização no caminho para a Transição Ecológica. O CENTIMFE está disponível para partilhar algumas ideias sobre como apoiar a sua empresa na Transição Ecológica, nomeadamente através de financiamentos, projetos de I&D+I, consultoria, formação e desenvolvimento de soluções à medida.

## 2 Porquê promover a Produção Limpa nas empresas do Cluster Engineering & Tooling?

No início da década de 90, a Produção Limpa começou a ser a prática em diversos setores industriais, tendo sido implementada com o apoio da Diretiva IPPC, relacionada com o controlo da poluição. Neste sentido, a Produção Limpa traduzia-se na aplicação continuada de estratégias ambientais preventivas a favor de processos, produtos e serviços, de modo a reduzir os danos e riscos para as pessoas e para o ambiente, *i.e.*, reduzir Emissões e Efluentes [1].

Quando se fala de Produção Limpa (Emissões e Efluentes) fala-se de ecoeficiência, redução de resíduos, prevenção de poluição, produtividade verde, desmaterialização, entre outros. Tal implica mudanças de tecnologia, recursos ou práticas para reduzir a produção de resíduos, de riscos ambientais e de saúde humana, minimizar os danos ambientais, tornar o uso de recursos e de energia mais eficientes, aumentar a competitividade e a rentabilidade das empresas e aumentar a eficiência dos processos. A Produção Limpa é um conceito aplicável a qualquer empresa, de qualquer atividade [2]. Para os processos produtivos, a Produção Limpa consiste em:

- reduzir a quantidade e a toxicidade de todas as Emissões e Efluentes, assim como de resíduos gerados e libertados na fonte;
- minimizar o uso de materiais tóxicos e perigosos;
- reduzir o consumo de matérias-primas e energia na produção por unidade de produto (melhoria da eficiência).

As instalações que estavam abrangidas pela Diretiva IPPC têm sido controladas e monitorizadas, estando as instalações fora deste âmbito livres de implementar a Produção Limpa, para além do cumprimento da legislação ambiental vigente e aplicável ao Cluster E&T. Muitas empresas têm implementado sistemas de gestão ambiental, nomeadamente através da ISO 14001 e do EMAS, apesar de ainda não ser uma prática generalizada no Cluster.

Com a publicação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, em especial do objetivo 12 – Produção e Consumo Sustentáveis, as empresas do Cluster têm de evoluir para o conseguir atingir, recorrendo às seguintes medidas [3]:

- Usar os recursos de modo eficiente;

- Alcançar a gestão ambientalmente correta dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo do seu ciclo de vida, e reduzir a sua libertação para o ar, água e solo, minimizando os impactos negativos no ambiente e saúde humana;
- Reduzir substancialmente a produção de resíduos através da prevenção, redução, reciclagem e reutilização;
- Incentivar as empresas, especialmente as de grande dimensão e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informação sobre sustentabilidade nos relatórios de atividade;
- Garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e estejam conscientes para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.

## 3 Que Produção Limpa pode ser implementada no Cluster Engineering & Tooling?

É neste contexto que é proposto este *workbook*. Promover a Produção Limpa junto das empresas do Cluster E&T terá um impacto positivo, não só no planeta, como também no modelo de negócio – reduzir custos de produção, promover a resiliência, melhorar a agilidade, acelerar o crescimento e ganhar competitividade. Além disso, a sustentabilidade ambiental é agora uma prioridade para muitos consumidores e funcionários. À medida que continuam a ser visíveis os impactos negativos das mudanças climáticas, as empresas procuram soluções para reduzir a sua pegada de carbono, conservar recursos e proteger os ecossistemas para as gerações futuras. Ao acelerar os esforços de sustentabilidade, as empresas podem construir a confiança da marca, aumentar a fidelidade do cliente e aumentar a satisfação dos funcionários.

### 3.1 Como implementar a Produção Limpa?

As medidas que possam ser implementadas como Produção Limpa dividem-se em 5 categorias:

1. Alteração dos materiais de entrada;
2. Mudança de tecnologia;
3. Boas práticas de operação;
4. Modificação do produto;

## 5. Reutilização no local.

Apesar de ser desafiante, a implementação de estratégias de Produção Limpa pode ser usada como uma vantagem competitiva nas indústrias de moldes, ferramentas especiais e plásticos. A metodologia descrita aqui segue o PCDA, dividindo-se nos seguintes passos:

1. Planeamento e organização da Produção Limpa;
2. Pré-avaliação (revisão da produção e de aspetos ambientais);
3. Avaliação (recolha de dados e avaliação do desempenho ambiental e eficiência de produção da empresa);
4. Estudo de viabilidade;
5. Implementação das oportunidades de Produção Limpa viáveis e desenvolvimento de um plano de melhoria contínua.

## 4 Quais as tecnologias disponíveis para implementar a Produção Limpa?

Na prática, como se pode inovar na Produção Limpa? Existem várias áreas de atuação da Produção Limpa e todas requerem algum nível de digitalização. As soluções digitais com maior potencial de promover a Produção Limpa são:

- Fabrico na nuvem (*Cloud Manufacturing*);
- Internet das Coisas, Inteligência Artificial, e soluções com integração de realidade aumentada;
- Automação.

### 4.1 *Cloud Manufacturing*

A abordagem *Cloud Manufacturing* baseia-se em olhar para as capacidades de uma fábrica como serviços [4]. Na *Cloud Manufacturing*, a fábrica divide-se em três partes principais:

1. O fornecedor de serviços, que podem ser os colaboradores da produção, recursos virtualizados da fábrica, ou *outsourcing* de recursos de terceiros;
2. O cliente, que faz o pedido e inicia o processo de fabrico;
3. A plataforma na nuvem, que conecta as outras duas funções, organiza a produção e o processo de negócios, controla e monitoriza o processo de fabrico e fornece estatísticas necessárias ou dados previstos para os seus operadores.

As principais características da *Cloud Manufacturing* são a flexibilidade e a escalabilidade, multi-utilizadores, ferramenta de apoio à decisão inteligente, produção *on-demand* inteligente e fabrico como serviço [5].

Flexibilidade e escalabilidade [5]: pela sua natureza, as linhas de produção da *Cloud Manufacturing* não são fixas, mas sim temporárias, permitindo a opção de pequenas ou longas séries de produção, dependendo das exigências do utilizador e do mercado. Os utilizadores dos recursos de produção são ajustados ao fornecedor de recursos de produção mais próximo disponível e apropriado, dependendo da sua necessidade. Estas linhas de abastecimento são altamente reconfiguráveis, dinâmicas e ágeis, dando à *Cloud Manufacturing* a capacidade de se adaptar a mudanças imprevistas de circunstâncias.

Multi-utilizadores [5]: os utilizadores (em inglês *tenants*) têm um determinado grau de controlo sobre a arquitetura de fabrico, por exemplo, pela adaptabilidade da interface do utilizador, mas sem alterar o código.

Ferramenta inteligente de apoio à decisão [5]: cada vez mais dados são recolhidos ao longo do processo de fabrico, mas com graus de utilização variáveis. O *Cloud Manufacturing* funciona como um mecanismo para partilhar estes dados dentro da nuvem de fabrico, de modo que seja extraído conhecimento de fabrico para apoiar algoritmos inteligentes de tomada de decisão. Para além de melhorar o processo, a partilha de dados e conhecimentos de fabrico através da nuvem de fabrico é necessária para que esta funcione eficazmente. Por exemplo, quatro funções fundamentais da *Cloud Manufacturing* que requerem apoio de conhecimentos são [6]:

1. Perceção, ligação e virtualização de recursos e capacidades de fabrico;
2. Descrição, correspondência e pesquisa, agregação, e composição do serviço de nuvem;
3. Atribuição e programação ótimas;
4. Gestão do fluxo de trabalho das empresas.

No entanto, a eficácia da utilização de dados para melhorar o fabrico depende da qualidade dos dados recolhidos. Os dados recolhidos devem ser adequados à situação; por conseguinte, devem ser tomadas decisões calculadas para identificar a forma como os dados são recolhidos e a granularidade exigida desses dados.

Produção *on-demand* inteligente [5]: o *Cloud Manufacturing* consiste numa rede de recursos de fabrico que pode funcionar automática e/ou independentemente através das decisões



tomadas pela plataforma em nuvem. Tais recursos podem estar dentro de uma única empresa ou partilhados entre várias empresas. Na nuvem existirá um *pool* de recursos de fabrico partilhados que é coordenado pela plataforma da nuvem, permitindo o fabrico a pedido. Deve agir inteligentemente, pois não deve sobrecarregar um recurso de fabrico, mas utilizar os recursos necessários da forma mais eficaz para satisfazer os requisitos do utilizador. A partilha e a circulação dos recursos de fabrico são objetivos muito importantes na *Cloud Manufacturing*. É um pré-requisito para se conseguir uma configuração de recursos e serviços a pedido e em colaboração [7].

Fabrico como serviço [5]: Um tema recorrente de várias definições de *Cloud Manufacturing* é a alteração do conceito de fabrico, passando de um fabrico orientado para a produção para um fabrico orientado para os serviços. O fabrico orientado para os serviços integra serviços ao longo de todo o ciclo de vida do produto, e permite aos produtores uma maior compreensão do seu produto, levando a um processo de produção mais eficiente [8]. A produção em nuvem consegue isto através de um conjunto de recursos e capacidades de produção como serviços, coordenados através da nuvem num esquema de pagamento. O fabrico em nuvem funciona como plataforma de gestão centralizada para estes serviços, com um objetivo fundamental de ligar os consumidores da nuvem aos fornecedores da nuvem que podem satisfazer os requisitos do produto do consumidor, mantendo ao mesmo tempo restrições de custos, tempo e qualidade. A computação em nuvem funciona atualmente como um modelo de serviço e tem uma arquitetura dividida em três camadas, Software como Serviço (SaaS), Plataforma como Serviço (PaaS) e Infraestrutura como Serviço (IaaS) [9,10]. Estes serviços são depois vendidos através da nuvem num esquema de pagamento por encomenda, oferecendo maior flexibilidade aos fabricantes do que os contactos fixos tradicionais.

Que razões podem levar uma empresa a adotar o *Cloud Manufacturing*? A popularidade desta solução digital é a sua sustentabilidade. Este tipo de medida permite uma produção *on-demand*, o que se traduz numa maior eficiência de produção, redução dos custos de produção e otimização da distribuição dos recursos na fábrica.

Outras justificações para a sua sustentabilidade são [11]:

1. Design colaborativo: operando numa plataforma em nuvem com multi-utilizadores, a informação poderá ser recolhida e trabalhada para simular o desenvolvimento de soluções de design inovadoras e sustentáveis. Tal pode ser conseguido pela manipulação das rotas de valorização de resíduos e fluxos de subprodutos.

2. Automação: a *Cloud Manufacturing* pode desempenhar análises em tempo real da produção e dados de mercado para planejar melhor o processo de fabrico. Tal permitirá a otimização de processos em tempo real e coordenar a sua implementação pelas linhas de fornecimento a partir de um centro de gestão. Deste modo, é possível reduzir os custos de produção através da minimização do consumo de energia, resíduos gerados e *downtime*. O processo de fabrico ficará ainda mais automatizado pela implementação de sensores avançados, permitindo à *Cloud Manufacturing* desenvolver modelos inteligentes, o que permitirá implementar mais soluções sustentáveis de produção.
3. Melhoria da resiliência dos processos: os processos de fabrico são particularmente suscetíveis a variações nas condicionantes do processo. A sobre engenharia (*over engineering*) é o melhor método para garantir que as variações não impactam na qualidade do produto. Técnicas avançadas de análise de dados oferecem o potencial para ganhar melhor compreensão do processo, garantindo qualidade na conceção do sistema.
4. Potencia a redução, reutilização e valorização dos resíduos: os resíduos de produção têm o potencial de se tornarem valiosos como co-produtos, calor residual, subprodutos, entre outros. A solução ótima nem sempre é a mais óbvia, e a *Cloud Manufacturing* pode ajudar a tomar a decisão mais inteligente. A *Cloud Manufacturing* pode monitorizar a composição dos resíduos e os preços de mercado para identificar rotas de valorização dos resíduos que se identifiquem como sendo também sustentáveis. A *Cloud Manufacturing* também pode organizar e coordenar cadeias de abastecimento locais para reutilizar fluxos de resíduos ou de subprodutos como matéria-prima. Esta é também uma medida de promoção da economia circular na indústria.

Apesar dos benefícios diretos para a empresa que aposta na *Cloud Manufacturing*, é importante saber que esta tecnologia tem um elevado consumo de energia e de água que, se não forem minimizados, poderão impactar negativamente as empresas que adotem este serviço. Quando se procurar por este tipo de serviço é importante questionar sobre a pegada do carbono e a pegada da água, para tomar a melhor decisão.

## 4.2 Internet das Coisas na Indústria, Inteligência Artificial e Realidade Aumentada

Dotar os equipamentos de ligação à internet e de inteligência poderá trazer benefícios em termos ambientais e, principalmente, económicos, com ganhos na produtividade e na

inovação. A IIoT – Internet das Coisas na Indústria (em inglês: *Industrial Internet of Things*), consiste no conjunto de sensores, instrumentos e equipamentos autónomos conectados entre si através da internet em ambiente industrial [12]. Também inclui a integração de tecnologia de comunicação, Inteligência Artificial, *Big Data Analysis*, realidade aumentada, realidade virtual, e mecanismos de segurança.

Quais são os principais benefícios para a Produção Limpa? O IIoT permite que todos os tipos de dados recolhidos, e respetiva análise dos processos industriais, sejam facilitados, ajudando a prevenir etapas do fabrico desnecessárias, resíduos e inventário supérfluo. Também permite a monitorização contínua através de equipamentos inteligentes, aumentando a visibilidade e a sensibilização do consumo energético através de resolução de problemas em tempo real. O IIoT também ajuda a melhorar a segurança do operador do equipamento, através de melhores soluções de manutenção e por fornecer avisos de perigos em tempo real.

No caso da Realidade Aumentada (RA), esta consiste no processo de misturar conteúdos digitais com conteúdos físicos industriais para construir uma realidade misturada. Uma das grandes vantagens da utilização de RA na indústria reside no fornecimento de instruções de trabalho, tais como operações de montagem, manutenção ou formação, de modo a alcançar uma excelência nas operações, minimizar erros, aumentar a eficiência e a integração de novos produtos e/ou trabalhadores. Isto resulta num impacto ambiental positivo, uma vez que se reduz a quantidade de rejeições e, conseqüentemente, uma diminuição dos gastos de energia e recursos associados [13].

## 5 Quais as metodologias disponíveis para implementar a Produção Limpa?

No campo das metodologias de promoção da Produção Limpa nas organizações, o número de opções é vasto e depende, em parte, do nível de atuação. Existem metodologias mais abrangentes e genéricas, enquanto outras têm um foco preferencial para resolver determinado problema de Emissões ou de Efluentes.

Uma das metodologias mais aplicadas é o *Lean Manufacturing*. Na verdade, *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão que inovou o processo de produção em massa. De acordo com Womack & Jones [14], a filosofia *Lean* tem cinco princípios fundamentais para eliminar os desperdícios do processo de fabrico:

1. Especificação do valor: produtos ou serviços fornecidos no tempo certo e preço adequado;
2. Mapeamento da cadeia de valor: todas as atividades necessárias à obtenção dos produtos e serviços;
3. Criação do fluxo de valor: garantir que o produto flui sem interrupções por todas as etapas de produção;
4. Estabelecer o *Pull*: produzir apenas o que é requisitado pelo cliente (redução de stocks);
5. Perfeição: também conhecido como melhoria contínua ou *kaizen*, pressupõe a assimilação da abordagem de melhoria contínua, em busca do zero desperdício.

Para cada um dos princípios *Lean* existem diversas ferramentas que podem ser implementadas. A lista é extensa, pelo que neste documento serão apenas abordadas algumas das mais utilizadas (Fig. 1).

#### 5S

- Uma metodologia voltada para a manutenção da ordem e otimização do contexto organizacional

#### Value Stream Mapping

- Mostra o estado atual e o futuro dos processos permitindo destacar oportunidades de melhoria

#### Kanban (sistema pull)

- Pretende regular o fluxo de mercadorias dentro da fábrica, bem como fornecedores e clientes externos

#### SMED (Single Minute Exchange of Die)

- Metodologia focada na redução dos tempos de preparação (*setup*), fazendo com que as máquinas estejam o menos tempo possível paradas durante este processo.

Fig. 1. Exemplos de ferramentas de *Lean manufacturing* [15, 16].

Outra metodologia possível para a implementação da Produção Limpa é a Análise Modal de Falhas e Efeito (AMFE) que permite identificar as falhas no processo de fabrico. No caso da poluição provocada pelas Emissões e Efluentes, é possível considerar que as emissões de poluentes é uma falha do sistema produtivo e, desse modo, aplicar a AMFE para identificar as causas e aplicar medidas mitigadoras que reduzam a sua ocorrência. Esta abordagem foi aplicada por Pires e Sobral [17] na emissão de microplásticos a partir de fontes terrestres

como a indústria, com o objetivo de minimizar as causas da sua ocorrência, prevenindo-se a ocorrência da poluição provocada pelos *pellets* nas instalações transformadoras de plástico.

## 6 Como potenciar a competitividade da empresa através da Produção Limpa?

Potenciar a Produção Limpa nas empresas não irá apenas permitir às empresas cumprir a legislação; também lhes permitirá antecipar os planos, diretivas e regulamentos previstos na União Europeia. Ter uma atividade considerada sustentável é uma mais-valia na obtenção de financiamento sustentável, na entrada de mercados europeus e internacionais, garantindo uma maior competitividade à empresa e ao Cluster. A Produção Limpa pode ajudar a alcançar os requisitos necessários para que uma empresa seja sustentável, juntamente com a Descarbonização, os modelos de negócio de Economia Circular e a gestão sustentável dos recursos, e o fabrico de produtos seguros e sustentáveis.

O financiamento sustentável pretende apoiar o crescimento económico ao mesmo tempo que reduz a pressão sobre o ambiente, salvaguardando os aspetos sociais e de governação da própria empresa. Dentro deste contexto, a União Europeia elaborou um quadro legal onde está regulado o financiamento sustentável, assim como os instrumentos económicos para alavancar os investimentos privados em sustentabilidade. Tal enquadramento encontra-se na Fig. 2.

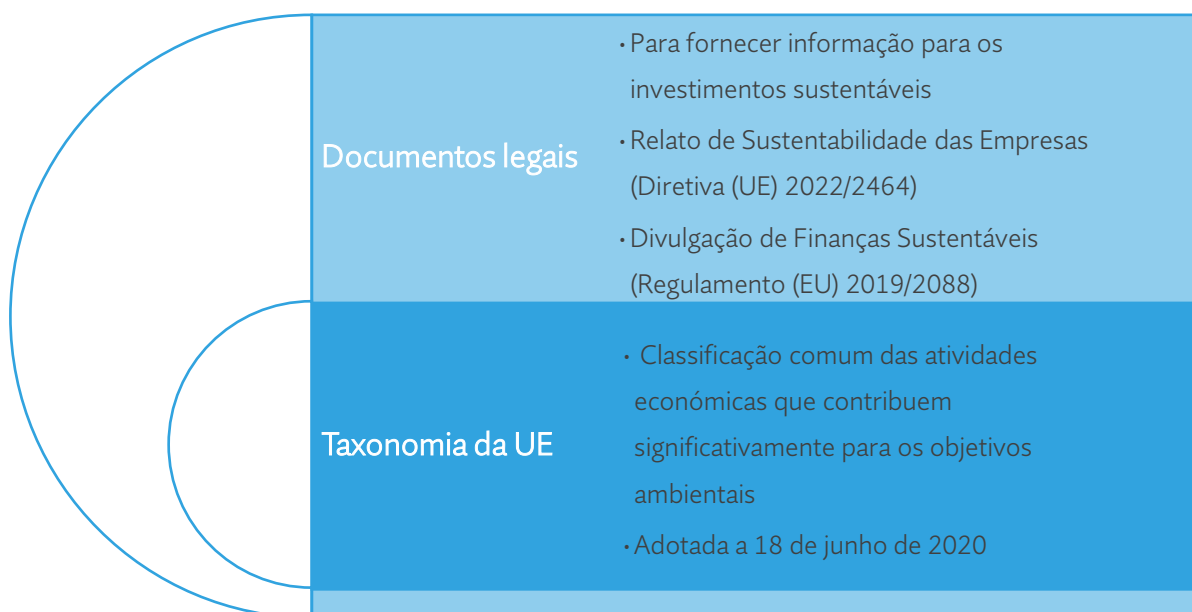


Fig. 2. Enquadramento legal para o Financiamento Sustentável.

## 6.1 Taxonomia da União Europeia

A Taxonomia da União Europeia (UE) é um sistema de classificação de atividades verdes que traduz os objetivos climáticos e ambientais da UE em critérios de investimento em certas atividades económicas (Fig. 3). A taxonomia fornece às empresas, investidores e decisores políticos as definições de quais as atividades económicas podem ser consideradas ambientalmente sustentáveis, permitindo direcionar os investimentos onde são mais necessários e evitar o greenwashing [18].

Objetivos ambientais	Setores abrangidos	Produção industrial (âmbito Cluster E&T)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mitigação das alterações climáticas</li><li>• Adaptação às alterações climáticas</li><li>• Utilização sustentável e proteção de recurso hídricos e marinhos</li><li>• Transição para uma economia circular</li><li>• Prevenção e controlo de poluição</li><li>• Proteção e restauro da biodiversidade e ecossistemas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Floresta</li><li>• Proteção e recuperação ambiental</li><li>• Produção industrial</li><li>• Energia</li><li>• Águas e Resíduos</li><li>• Transporte</li><li>• Construção e Real Estate</li><li>• TIC</li><li>• Serviços profissionais</li><li>• Outros setores</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Considerada a produção de plásticos sob formas primárias</li><li>• Considerada a produção de alumínio (inclui reciclagem)</li></ul>

Fig. 3. Taxonomia da União Europeia.

## 6.2 Documentos legais

No âmbito do financiamento sustentável, os principais documentos publicados são a Diretiva (UE) 2022/2464 sobre o Relato de Sustentabilidade das Empresas e o Regulamento (EU) 2019/2088 sobre a Divulgação de Finanças Sustentáveis. Tais documentos especificam quais as empresas abrangidas e quais as informações a serem fornecidas para demonstrar o seu desempenho ambiental e social.

A Diretiva 2022/2464 requer que determinadas empresas providenciem informação ambiental e social e o impacte da atividade da empresa tanto nas pessoas como no ambiente.

A informação a ser providenciada está a ser trabalhada pela EFRAG (*European Financial Reporting Advisory Group*), existindo já alguma informação sobre os indicadores a serem calculados e fornecidos. As empresas abrangidas estão na Tabela 1.

Tabela 1. Empresas abrangidas no âmbito do financiamento sustentável.

Empresa abrangida	Requisitos	Data da Comunicação
Empresas cujos valores mobiliários sejam admitidos à negociação em mercado regulamentado, instituições de crédito, empresas de seguros ou outras designadas de interesse público pelos Estados-Membros.	Deve ser uma entidade que exceda, à data do balanço, o número médio de 500 empregados durante o exercício.	A partir de 2025, em relação ao ano económico que se iniciou em 01.01.2024.
Grandes empresas ou empresas-mãe de um grande grupo.	Deve preencher dois dos seguintes critérios: · Total de balanço: 20.000.000 EUR; · Volume de negócios líquido: 40.000.000 EUR; · Número médio de trabalhadores: 250.	A partir de 2026, em relação ao ano económico que se iniciou em 01.01.2025.
PMEs cotadas em mercados regulamentados da UE, que não possam ser consideradas microempresas	Deve preencher dois dos seguintes critérios: · Total de balanço: 4.000.000 EUR; · Volume de negócios líquido: 8.000.000 EUR; · Número médio de trabalhadores: 50.	A partir de 2027, para o ano económico que começa a 01.01.2026.
Empresas de países terceiros com filiais e sucursais na UE	Deve preencher os seguintes critérios: · Volume de negócios líquido: 150.000.000 EUR. nos dois últimos anos económicos; · Ter pelo menos uma filial ou uma sucursal na UE; · A filial deve cumprir os requisitos previstos para os dois casos anteriores; · A sucursal deve ter um volume de negócios líquido superior a 40.000.000 EUR.	A partir de 2029, para o ano económico que começa a 01.01.2028.

Fonte: [19]

No caso do Regulamento 2019/2088, o seu âmbito foca-se no estabelecimento de regras harmonizadas de transparência aplicáveis aos intervenientes e consultores financeiros.

## 7 Referências bibliográficas

- [1] UNDO (United Nations Industrial Development Organization). “Textbook: From Cleaner Production to Environmental Management Systems”, [unido.org. https://www.unido.org/sites/default/files/2008-05/PR-11-ISO-Textbook\\_en.revised\\_090108\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2008-05/PR-11-ISO-Textbook_en.revised_090108_0.pdf) (acedido: 20 de abril de 2023).
- [2] The Global Development Research Center. “Cleaner Production”, [gdrc.org. https://www.gdrc.org/sustdev/concepts/02-c-prod.html](https://www.gdrc.org/sustdev/concepts/02-c-prod.html) (acedido: 10 de maio de 2023).
- [3] BCSD Portugal. <https://ods.pt/objectivos/12-producao-e-consumo-sustentaveis/> (acedido em 10 maio 2023).
- [4] O. F. Valilai e H. Houshmand, “A collaborative and integrated platform to support distributed manufacturing system using a service-oriented approach based on cloud computing paradigm”, *Robotics and Computer-integrated Manufacturing*, 29, 110-127, 2013.
- [5] O. Fisher, N. Watson, L. Porcu, D. Bacon, M. Rigley e R. L. Gomes, “Cloud manufacturing as a sustainable process manufacturing route”, *Journal of Manufacturing Systems*, 47, 53-68, 2018.
- [6] F. Tao, L. Zhang, V. C. Venkatesh, Y. Luo e Y. Cheng, “Cloud manufacturing: a computing and service-oriented manufacturing model”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 25, 1969-1976, 2011.
- [7] Y. Zhang, D. Xi, R. Li e S. Sun, “Task-driven manufacturing cloud service proactive discovery and optimal configuration method”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84, 29–45, 2016.
- [8] J. Gao, Y. Yao, V.C.Y. Zhu, L. Sun e L. Lin, “Service-oriented manufacturing: a new product pattern and manufacturing paradigm”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 22, 435-446, 2011.
- [9] P. Wang, R. X. Gao e Z. Fan, “Cloud Computing for Cloud Manufacturing: Benefits and Limitations.” *ASME Journal of manufacturing Science and Engineering*, 137, 2015.
- [10] X. Xu, “From cloud computing to cloud manufacturing”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28, 75-86, 2012.
- [11] O. Fisher, N. Watson, L. Porcu, D. Bacon, M. Rigley e R. L. Gomes, “Cloud manufacturing as a sustainable process manufacturing route”, *Journal of Manufacturing Systems*, v47, 53-68, 2018.
- [12] H. Boyes, B. Hallaq, J. Cunningham e T. Watson, “The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework”, *Computers in Industry*, 101, 1-12, 2018.



- [13] S. Thiede, R. Damgrave e E. Lutters, “Mixed reality towards environmentally sustainable manufacturing – overview, barriers and design recommendations”, *Procedia CIRP*, 105, 308-313, 2022.
- [14] J. P. Womack e D.T. Jones, *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Revised and Updated. Second Edition. London: Touchstone books, 2003.
- [15] ACCEPT, 2019. “Lean Manufacturing: 5 ferramentas que deve conhecer”, *accept.pt*. <https://www.accept.pt/lean-manufacturing-5-ferramentas-que-deve-conhecer/> (acedido: 5 de maio de 2023).
- [16] Kaizen Institute Blog, 2018. “Criar fluxo: Menos tempo, maior produtividade, mais flexibilidade”, *pt.kaizen.com*. <https://pt.kaizen.com/blog/post/2018/04/05/criar-fluxo-menos-tempo-maior-produtividade-mais-flexibilidade> (acedido: 5 de maio de 2023).
- [17] A. Pires e P. Sobral, “Application of failure mode and effects analysis to reduce microplastic emissions”, *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 39, 744-753, 2021.
- [18] BCSD Portugal, 2021. “Regulamento (UE) 2019/2088 – Uma breve visão panorâmica”, *bcsdportugal.org*. <https://bcsdportugal.org/noticias/regulamento-ue-2019-2088-uma-breve-visao-panoramica/> (acedido: 8 de maio de 2023).
- [19] Abeu advogados, 2023. “Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD): novas regras da UE para grandes empresas e PME”, *abreuadvogados.com*. <https://abreuadvogados.com/conhecimento/publicacoes/corporate-sustainability-reporting-directive-csrd-novas-regras-da-ue-para-grandes-empresas-e-pme/> (acedido: 8 de maio de 2023).