valor metal

CIRCULARIDADE, ECOEFICIÊNCIA, i4.0, DIGITALIZAÇÃO E INFORMAÇÃO NA METALURGIA E ELETROMECÂNICA

GUIA DE MELHORES PRÁTICAS

DE ECONOMIA CIRCULAR NO SECTOR METALÚRGICO E ELETROMECÂNICO

aneme ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS METALÚRGICAS E ELETROMECÂNICAS

COMPETE 2020

PORTUGAL 2020

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

valor metal

GUIA DE MELHORES PRÁTICAS

DE ECONOMIA CIRCULAR NO SECTOR METALÚRGICO E ELETROMECÂNICO

Ficha técnica

Título
Guia de Melhores Práticas de Economia Circular no Sector Metalúrgico e Eletromecânico

Promotor
ANEME – Associação Nacional de Empresas Metalúrgicas e Eletromecânicas, no âmbito do Projeto Valor Metal

Autoria
António Lorena (3drivers – Engenharia, Inovação e Ambiente)
Samuel Niza (Circular – Consultoria para a Sustentabilidade)
Catarina Dinis (CH Academy)
Lurdes Morais (CH Academy)

Edição
Lisboa, março de 2019

Índice

Introdução 7

Economia Circular 7

O sector da Metalurgia e Eletromecânica 8

Guia de Melhores Práticas para a Economia Circular 9

Abordagem 10

Melhores práticas 15

2.1.Conceção ecológica 16

2.2. Produção Limpa e Eco-eficiência 22

2.3. Digitalização 26

2.4.Reparação e Refabricação 29

2.5. Reciclagem 34

2.6. Novos Modelos de Negócio 39

2.7. Simbioses Industriais 44

2.8.Sistemas de Gestão 47

Saiba mais 55

Nomenclatura 59

Referências 63

Introdução

01. Introdução

Economia Circular

A Economia Circular (EC) é uma abordagem estratégica, que coloca a lógica do pensamento de circuito fechado no centro das empresas, organizações industriais e agendas nacionais (Preston, 2012)[1].

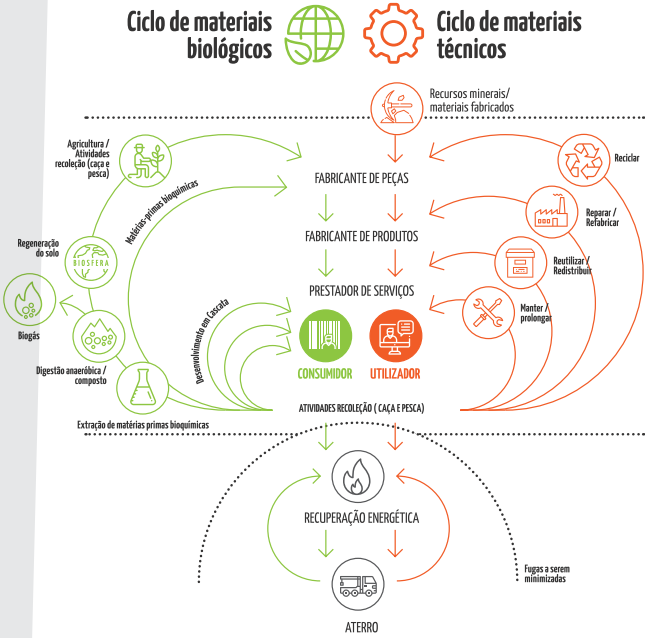


Figura 1 - Esquema da economia circular proposto pela Fundação Ellen McArthur.

Fonte: COTEC, 2016

1 Preston, F., 2012. Briefing paper - A Global Redesign? Shaping the Circular Economy. EERG BP 2012/02. Energy, Environment and Resource Governance. Chatham House.

Inspirada nos ecossistemas naturais, a Economia Circular postula o abandono de uma noção de sistema linear (baseado na extração, produção, distribuição, consumo e destino final unidirecionais) para uma economia permanentemente regenerativa. Concentra a sua atividade na conceção de processos e produtos com o objetivo de minimizar impactes ambientais e sociais negativos, reduzir o uso de recursos não renováveis, eliminar materiais tóxicos e perigosos e aumentar a vida útil do produto, além de maximizar o potencial de reutilização de produtos e recuperação dos materiais[2].

A Figura 1 representa a visão apresentada pela Fundação Ellen MacArthur para a Economia Circular nos ciclos biológicos e nos ciclos técnicos.

O sector da Metalurgia e Eletromecânica

Em Portugal, o sector da metalurgia e eletromecânica foi responsável, em termos macroeconómicos, em 2017, por 7,9% do volume de negócios, 11,4% do valor da produção, 7,7% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) e 5,7% do emprego criado na economia nacional[3]. O sector detém uma das principais posições em termos da indústria transformadora, englobando os seguintes subsectores de atividade:

- Indústrias Metalúrgicas de Base
- Fabricação de Produtos Metálicos
- Fabricação de Máquinas e Equipamentos
- Fabricação de Material de Transporte
- Reparação, Manutenção e Reparação de Máquinas e equipamentos
- Outras Indústrias Eletromecânicas

2 IAU, 2013. Économie circulaire, écologie industrielle. Éléments de réflexion à l'échelle de l'Île-de-Franc. L'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Île de-France.

3 ANEME, 2017. Anuário Metalurgia e Eletromecânica, 29ª edição. Lisboa e atualizações estatísticas DAEF

Neste documento, o sector da metalurgia e eletromecânica é recorrentemente referido como M&EM, mas de forma mais precisa são englobados estes seis sectores.

Em 2017 o sector tinha em atividade 22 037 empresas que tinham ao seu serviço 223 217 empregados. As empresas metalúrgicas e eletromecânicas registaram um volume de negócios de cerca de 29 351 milhões de euros, que geraram um VAB de 7 183 milhões de euros, sendo ainda de assinalar que o nível médio de produtividade do sector (VAB/trabalhador) atingiu o valor de 32 mil euros, situando-se acima do nível médio observado a nível nacional e na indústria transformadora (24 e 31 mil euros respetivamente).

Guia de Melhores Práticas para a Economia Circular

A ANEME, enquanto associação empresarial sectorial, encontra-se numa posição privilegiada para promover a transição para a Economia Circular no sector da M&EM. Assim, assumiu o desafio de qualificar as empresas do sector da M&EM através do projeto Valor Metal, que inclui, entre outras atividades, a definição da Agenda Sectorial para a Economia Circular e a preparação de um Guia de Melhores Práticas.

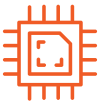
O Guia de Melhores Práticas para a Economia Circular no sector da M&EM pretende ser uma ferramenta de apoio à implementação de estratégias práticas nas empresas, especialmente destinada aos órgãos de gestão e aos quadros técnicos responsáveis pela produção ou pelo ambiente. Este guia junta-se assim a um conjunto de outras ferramentas que a ANEME tem desenvolvido, como o recente SIMCA – Sistema de Monitorização de Custos Ambientais, com o intuito de promover a competitividade e sustentabilidade das empresas do sector.

O Guia de Melhores Práticas encontra-se organizado por prática, sendo depois dados exemplos concretos para cada uma delas. Pretende-se que esta descrição

possa evoluir no futuro, incluindo outras práticas que possam ser pertinentes ou adicionando novos exemplos.

Abordagem

A elaboração do presente Guia de Melhores Práticas é o resultado de um trabalho de mapeamento de iniciativas para a Economia Circular. Foram selecionadas iniciativas concretas do sector da M&EM ou de sectores diretamente associados, de âmbito nacional e internacional, sendo depois caracterizadas em termos de recursos utilizados ou evitados. Os sete recursos considerados são os seguintes:



Tecnologia

Recursos humanos

Materiais

Financeiro

Água

Energia

Logística

As iniciativas são apresentadas em oito categorias que refletem essencialmente o ciclo de vida dos produtos, desde a conceção ecológica até ao fecho do ciclo através da reciclagem, e ainda novas formas de organização das empresas, nomeadamente através da criação de novos modelos de negócio e a implementação de sistemas como as simbioses industriais ou os sistemas de gestão.

Finalmente, apresentam-se ainda algumas das referências-chave que as empresas podem utilizar para encontrar outros casos de estudo que possam ser inspiradores e informativos.

Melhores práticas

Digitalização
Produção limpa e Ecoeficiência
Conceção Ecológica
Simbioses industriais

02. Melhores práticas

2.1. Conceção ecológica

A conceção ecológica (também referida como *ecodesign*) pode ser definida como a inclusão sistemática de aspetos ambientais no grupo de requisitos que influenciam as decisões de conceção, relativas a produtos ou serviços, considerando todo o ciclo de vida do produto[4]. O *ecodesign* não requer uma abordagem radicalmente diferente no que respeita ao processo de desenvolvimento de produto ou serviço, mas apenas que os aspetos ambientais sejam incluídos nos vários elementos que influenciam as decisões do projeto. Deste modo, o *ecodesign* procura promover um equilíbrio entre os requisitos funcionais, económicos e ambientais especificados para o produto e serviço.

A conceção ecológica pode refletir-se em várias vertentes do produto ou objetivos desejados. A conceção ecológica pode focar-se na prevenção dos resíduos através da redução dos materiais utilizados ou através de um design que aposte na durabilidade. Para além da prevenção em termos quantitativos, impõe-se também a prevenção de resíduos cuja reciclabilidade é limitada. No caso de frações de resíduos cuja reciclabilidade não tem racional ambiental ou económico, a opção reduz-se à eliminação, não podendo ser integradas em novos processos produtivos. A redução desta fração em específico aumentará o potencial de aproveitamento dos resíduos, promovendo assim a circularidade.

Este tipo de conceção, especialmente dirigido para potenciar a reciclagem ou valorização no fim de vida do produto, é geralmente designado por *design for recycling, design for dismantling* ou *design for desconstruction*¸ dependendo do produto ou objetivo. De uma forma geral, as estratégias de *design for recycling* baseiam-se nos seguintes elementos:

4 Ferrão, P., Ecologia Industrial: Princípios e Ferramentas. Colecção Ensino da Ciência e Tecnologia, IST Press, 2009.

- Redução do número de materiais e componentes e da sua complexidade (e.g. utilização de elementos de ligação de encaixe ou constituídos por um material compatível com as partes por eles ligadas);

- Uso de componentes com tempo de vida longo e baseados em tecnologias fiáveis e atuais para que não fiquem prematuramente obsoletos e mantenham valor comercial para reutilização;

- Uso de uma estrutura modular, de modo a permitir que cada módulo possa ser separado e refabricado da maneira mais adequada.

A conceção ecológica, principalmente quando aliada a estratégias para promover o fecho dos ciclos técnicos, pode ser um fator decisivo para a afirmação de um produto, serviço ou empresa no contexto da Economia Circular. Apresentam-se exemplos práticos de empresas que adotaram a conceção ecológica.

CASO 1 . GESTÃO AMBIENTAL NA EFACEC

Palavras-chave Avaliação de ciclo de vida, conceção ecológica, eficiência energética

Promotor EFACEC

Local/Região Portugal

Descrição A redução dos impactes ambientais associados à atividade da EFACEC tem sido abordada através de iniciativas diversas, nomeadamente focando:

- A redução das emissões associadas à produção.
- O aumento da eficiência energética dos produtos, ao longo do seu ciclo de vida (da conceção à sua utilização diária).

O foco e principal objetivo são a melhoria contínua do desempenho ambiental, agindo através de medidas preventivas e corretivas, assim como através de ações de sensibilização de todas as partes interessadas.

Um dos mecanismos utilizados para monitorização e avaliação do impacto ambiental dos produtos da EFACEC é uma metodologia desenvolvida em 2014 para avaliação do ciclo de vida dos produtos. Esta metodologia tem por base eco-indicadores que refletem, entre outros tópicos, a carga ambiental dos materiais, processamento, transportes, energia e reciclagem. Quanto maior a pontuação obtida nestes indicadores, maior o impacte ambiental estimado.

A utilização da ferramenta de avaliação do ciclo de vida tem permitido à EFACEC otimizar as suas escolhas ao nível dos materiais utilizados e processos de fabrico, desde a fase de *design* do produto. Esta ferramenta assume-se como o primeiro passo da EFACEC no caminho para a conceção ecológica e para a Economia Circular.

Um exemplo da utilização desta abordagem foi a avaliação do ciclo de vida do produto TPU500. Nesta avaliação, foi possível identificar que a fase com maior impacto ambiental é a de uso do equipamento, pelo que as medidas deveriam incidir sobre a eficiência energética do equipamento e as recomendações de uso para os clientes.

Recursos

De acordo com números de 2016, a EFACEC reciclou 20% de chapa metálica em relação ao consumo total de chapa para fabrico dos seus equipamentos. Adicionalmente, foram consumidos menos 17% de chapa em relação ao ano anterior.

A produção de energia renovável na empresa, em 2016, foi de cerca de 1000 GJ e a emissão de partículas foi 17% inferior ao ano anterior.

Fonte https://www.efacec.pt/wp-content/uploads/2017/05/RC_2016_PT.pdf

CASO 2 . CONCEÇÃO ECOLÓGICA DE HOTTES DE LABORATÓRIO

Palavras-chave Conceção ecológica, avaliação de ciclo de vida, uso eficiente de recursos

Promotor Burdinola

Local/Região Espanha

Descrição A Burdinola é uma empresa especializada no planeamento, integração e instalação de laboratórios que recorre à avaliação de ciclo de vida e à conceção ecológica para melhorar a eficiência da sua produção. Em resultado, a empresa já possui Declaração Ambiental de Produto (DAP) para dois dos seus produtos e certificação *Cradle to Cradle*™ para outro.

A Burdinola introduziu os princípios da conceção ecológica no seu processo de produção para melhorar, por um lado, a sua imagem como empresa ambientalmente consciente, mas também para reduzir os custos do produto, ser proativa em relação a legislação futura e garantir a inovação. Um exemplo de produto desenhado recorrendo a esta abordagem foi a Hotte BECOME ST1500. Após uma Avaliação do Ciclo de Vida, foram implementadas as seguintes medidas para melhorar o produto:

- Tampa frontal e moldura redesenhadas para reduzir a quantidade de alumínio e o número de peças (esta medida reduziu custos e simplificou a montagem);
- Eliminação do transporte intermédio entre os processos de produção, economizando custos e reduzindo o impacto ambiental;
- Estrutura lateral metálica redesenhada para reduzir o peso e as necessidades de produção, facilitando o processo de montagem;
- Uso de algumas peças de plástico para facilitar a reciclagem;
- Inclusão de um parágrafo sobre o fim de vida útil no manual do utilizador, com identificação dos materiais recicláveis e explicando o desmantelamento de forma simplificada para fins de separação.

Recursos

O ecodesign da Hotte permitiu reduzir a quantidade de alumínio em 56,1% na tampa frontal e em 12,5% na moldura fixa da janela. O produto passou a contar também com menos componentes: 14 peças foram removidas no novo design. A substituição das estruturas laterais de ferro também reduziu a quantidade de ferro usada em 53 kg por unidade.

54 040€ em materiais de alumínio e aço economizados anualmente com este produto.

Fonte https://www.resourceefficient.eu/en/good-practice/ecodesigned-fume-cupboards-save-materials-and-costs

http://burdinola.com/es/sostenibilidad.aspx

CASO 3 . DURABILIDADE COMO FATOR DIFERENCIADOR

Palavras-chave Conceção ecológica, durabilidade

Promotor Galucho

Local/Região Portugal

Descrição A Galucho é uma empresa Portuguesa fundada em 1920, por José Francisco Justino, que começou por se focar na reparação de equipamentos agrícolas nos anos 50 e, posteriormente, graças ao conhecimento adquirido, passou também a fabricar. Nos anos 60 dedicou-se ao fabrico de equipamentos agrícolas pesados para fazer face às necessidades dos agricultores portugueses nas províncias ultramarinas da época, como Angola e Moçambique. Hoje são considerados o maior fabricante português de alfaias agrícolas e equipamentos de carga e transporte e reconhecidos por equipamentos mais resistentes e duráveis.

A resistência e durabilidade dos equipamentos constitui uma das estratégias mais eficazes de conceção ecológica e que facilmente é aliada à dinâmica comercial. O prolongamento de um determinado bem ou equipamento em utilização, com necessidades reduzidas de reparação ou substituição, traduz-se num benefício no ciclo de vida do produto, mesmo que inicialmente seja necessário aumentar marginalmente a quantidade de material utilizado ou utilizar ligas mais dispendiosas.

No caso da Galucho, a durabilidade e resistência dos equipamentos é conseguida através de um posicionamento que privilegia a utilização de componentes fabricados *in-house*, o que lhes permite o desenho e a utilização de materiais mais adequados às condições a que os equipamentos agrícolas estão sujeitos.

Recursos

Numa perspetiva de ciclo de vida, a resistência e durabilidade permitem prolongar o tempo de vida dos bens e equipamentos, reduzindo a necessidade de substituição e, consequentemente, do consumo de materiais.

A Galucho é reconhecida pela resistência e durabilidade dos seus produtos, o que lhe permite ter uma estratégia de diferenciação com mais-valias comerciais.

Fonte http://www.aneme.pt/site/wp-content/uploads/2012/02/Mar%C3%A7o_2015_copy.pdf

2.2. Produção Limpa e Eco-eficiência

O conceito de eco-eficiência tem sido utilizado para descrever, de forma genérica, a minimização do consumo de recursos por unidade de produção ou a maximização do valor acrescentado por unidade de recurso consumida. O conceito tem sido estendido para passar a descrever toda a economia, não só os processos produtivos. Já o conceito de Produção Limpa (também referido na expressão inglesa equivalente *cleaner production*) diz respeito à minimização dos impactes adversos da produção no ambiente, particularmente devidos às emissões atmosféricas e aquosas e à produção de resíduos.

Em conjunto, estes conceitos abrangem um espetro largo de estratégias que procuram tornar os processos produtivos mais eficientes e com emissões menos prejudiciais para o ambiente. Esta dimensão ambiental tem reflexos na competitividade das empresas, nomeadamente a redução dos custos com matérias-primas e com o tratamento de emissões e resíduos.

Dada a especificidade e diversidade dos processos produtivos associados ao sector da M&EM, particularmente na sua componente tecnológica, é impraticável a definição de propostas detalhadas aplicáveis a todas as empresas, com exceção da produção digital, que é hoje uma tendência inegável e transversal. Optou-se então por focar nas práticas conducentes à avaliação e implementação de processos de produção mais eco-eficientes e limpos:

- **Auditorias**: as auditorias à eficiência energética e eficiência material podem ser das medidas mais eficazes na redução dos impactes ambientais e na poupança de custos, com um retorno sobre o investimento muito positivo. Para além de permitirem identificar ações com ganhos rápidos, as auditorias podem também resultar na identificação de investimentos de maior monta (p.ex., permutadores de calor). Apresentam-se dois exemplos de aplicação desta prática com resultados muito significativos.

- **Processos de aquisição mais inteligentes e sustentáveis:** o processo de aquisição de equipamentos ou matérias-primas pode ser uma das ferramentas com maior alcance no estabelecimento de processos produtivos mais eficientes. Para isso, as empresas podem estabelecer sistemas baseados, por exemplo, em matrizes de indicadores de eficiência (consumo de energia, de água, necessidades de substituição) ou critérios de sustentabilidade.

Importa ainda referir que várias das outras práticas referidas contribuem diretamente para a melhoria dos processos produtivos, nomeadamente os sistemas de gestão ou a digitalização.

CASO 4 . EFICIÊNCIA MATERIAL NA LUMON

Palavras-chave Auditoria material, uso eficiente de recursos, prevenção de resíduos

Promotor Grupo Lumon

Local/Região Finlândia

Descrição A Lumon Oy fabrica, vende e instala sistemas envidraçados para varandas e terraços. As suas principais matérias-primas são o alumínio e o vidro temperado ou laminado. Os produtos são fabricados e projetados principalmente nas instalações fabris de Kouvola, Finlândia, mas a empresa possui uma segunda fábrica em Tampere e subsidiárias na Alemanha, Noruega, Espanha, Suécia, Suíça, Rússia, Canadá e China.

A fábrica de Kouvola foi objeto de uma auditoria de materiais realizada usando o modelo de auditoria da empresa de consultoria Motiva, cujo objetivo era identificar medidas para melhorar a eficiência material na produção. A auditoria avaliou os custos relacionados com as matérias-primas e os serviços de água e energia, bem como os recursos humanos. Os balanços de materiais concentraram-se principalmente nos fluxos de materiais associados a três dos principais produtos da empresa.

As principais medidas foram definidas em resultado de workshops de brainstorming com a equipa de produção, a partir dos resultados obtidos na auditoria de materiais. Em resultado, foram definidas 68 propostas de ação com um potencial de poupança anual de quase 800 000€. Foram adotados pela empresa sistemas de monitorização de uso de materiais e de produção de resíduos.

Recursos

O trabalho em equipa para a definição das ações a tomar demonstrou ser eficaz e aumentou o comprometimento dos trabalhadores com as melhorias a implementar.

O grosso das poupanças estimadas está associado à redução da produção de resíduos com incremento do aproveitamento dos materiais.

Potencial de poupança anual de cerca de 800 000€.

Fonte https://lumon.com/
https://www.resourceefficient.eu/en/good-practice/material-audit-improves-production

CASO 5 . EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA GESTAMP AVEIRO

Palavras-chave Uso eficiente de recursos, prevenção de resíduos

Promotor GESTAMP Aveiro

Local/Região Portugal

Descrição A Gestamp Aveiro, Indústria de Acessórios de Automóveis, S.A., dedica-se ao fabrico de componentes metálicos (estampagem, soldadura e pintura) para a indústria automóvel. A empresa está inserida no grupo multinacional espanhol Corporación Gestamp, na área automóvel Gestamp Automoción, na divisão Europa Sul.

Ao longo dos anos, a Gestamp Aveiro tem afirmado a sua política de sustentabilidade através da procura constante de oportunidades de melhoria, que se têm traduzido na redução da pegada material e energética. Por exemplo, o consumo de energia por chapa consumida reduziu cerca de 27% entre 2011 e 2017. Estas melhorias têm tido como principal motor um sistema de gestão ambiental com certificação EMAS.

Em 2015, e após um estudo sobre eficiência energética na empresa, a Gestamp instalou um sistema de recuperação do calor dissipado da central de ar comprimido, reaproveitando-o para o aquecimento dos banhos da sua instalação de pintura. Este sistema permite transferir o calor dissipado do circuito do óleo para a água armazenada no depósito. Essa água quente é depois enviada à instalação de pintura para aquecimento dos banhos onde é realizado o tratamento de superfície das peças metálicas. Anteriormente, estes banhos eram aquecidos apenas com o recurso a uma caldeira que funciona a gás natural. O sistema para recuperação desse calor dissipado custou 77 000€, e consiste num permutador óleo-água e numa bomba de circulação em circuito fechado para um depósito de água quente. Esta medida de Economia Circular tem permitido uma redução considerável no consumo de gás natural e, consequentemente, uma diminuição de emissões de CO_2.

Recursos Com o sistema de recuperação do calor, o consumo de gás diminuiu consideravelmente, tendo-se atingido, após um ano, uma diminuição de consumo de gás de 57 526m^3, correspondente a uma poupança de 33 365€/ano e um período de retorno do investimento de 2,3 anos. Esta melhoria traduz-se num projeto de economia de baixo carbono em que foi possível uma redução da emissão de 140t de CO_2 para a atmosfera, comparativamente ao ano de 2014.

A nova torre de refrigeração foi projetada para diminuir o consumo de energia elétrica em 343 829kWh/ano, tendo como referência o ano de 2015, o que corresponde a uma poupança de 39 400€/ano, um período de retorno do investimento de 5,6 anos e uma redução da emissão de CO_2 para a atmosfera de 162t.

Fonte http://eco.nomia.pt/pt/exemplos/gestamp
https://www.gestamp.com/Gestamp11/media/GestampCenters/Europe/Portugal/Gestamp%20Aveiro/Documents/EN/Sustainability-Report-2016-(pdf).pdf?ext=.pdf

2.3. Digitalização

A digitalização dos processos produtivos é um dos maiores fatores de disrupção na indústria transformadora, sendo chamada por alguns a 4ª revolução industrial[5] ou Indústria 4.0. Este conceito abrange muitos tipos de inovação e é especificamente abordado no âmbito do projeto Valor Metal, mas dada a sua relevância para a Economia Circular, optou-se por incluir duas soluções como melhores práticas, nomeadamente a manufatura aditiva e as fábricas inteligentes.

Os avanços significativos durante a última década nas tecnologias na manufatura aditiva (ou impressão 3D) estão a ser traduzidos em novos processos produtivos, mais eficientes no uso de materiais e energia, podendo ser encontrados em vários sectores da indústria transformadora. Os seus usos incluem a prototipagem rápida de componentes e a manufatura de componentes de elevada especificidade e de pequeno volume, mas no futuro espera-se que as tecnologias de manufatura aditiva possam ser utilizadas na produção em massa.

O potencial transformador da manufatura aditiva advém, essencialmente, do facto de esta poder ser uma fonte de inovação de produtos, levantando restrições tradicionais dos moldes ou outros processos de produção, e no aumento da eficiência dos processos produtivos. De acordo com estudos prospetivos[6], a manufatura aditiva pode também ser disruptiva por reduzir a escala mínima necessária para um investimento 'eficiente' e por aumentar o âmbito de produtos manufaturados com esse mesmo investimento.

5 World Economic Forum. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. 2016. Disponível em https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/

6 Deloitte University Press. 3D opportunity in the automotive industry – additive manufacturing hits the road. 2014. Disponível em https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/3d-opportunity/additive-manufacturing-3d-opportunity-in-automotive.html

As fábricas inteligentes[7], caracterizadas por juntarem a conectividade e flexibilidade à automação, constituem uma dupla oportunidade para o sector da eletromecânica. Primeiro, pela própria incorporação destes princípios, mas principalmente pelo fornecimento destas tecnologias a outros sectores da indústria transformadora. A principal vantagem deste tipo de solução, no âmbito da Economia Circular, é o aumento da eficiência do investimento pela utilização mais intensiva e diversificada dos meios de produção.

Apresentam-se exemplos práticos de empresas que adotaram a digitalização como estratégia para a competitividade e sustentabilidade.

7 Deloitte University Press. The smart factory - Responsive, adaptive, connected manufacturing. 2017. Disponível em https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/smart-factory-connected-manufacturing.html

CASO 6 . DIGITALIZAÇÃO DO CONTROLO DE PROCESSOS

Palavras-chave Digitalização, Indústria 4.0, uso eficiente dos recursos

Promotor Kemptener Eisengiesserei Adam Hönig AG

Local/Região Alemanha

Descrição A fundição de ferro permite soluções fortemente customizadas. Cada molde de saída pode ser único nas suas etapas de composição, forma e passos produtivos, o que afeta muito a qualidade de um molde. Isso pode fazer com que, por exemplo, os fornos de fundição contenham restos de fundição constituídos por várias composições e a várias temperaturas.
Uma gama tão ampla de parâmetros dificulta a aceleração e a otimização da fundição individual e o objetivo de usar menos materiais e economizar energia.
A Kemptener Eisengiesserei Adam Hönig AG é uma fundição de ferro localizada na Baviera que adotou uma aplicação para tablets e smartphones para monitorizar os processos manuais de produção. Esta solução levou a um aumento significativo da eficiência da utilização de recursos da empresa. A nova aplicação permite que peças de alta qualidade possam ser produzidas usando substancialmente menos energia.
A aplicação para smartphone desenvolvida na Kempten Technical College, com o apoio da Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Fundação Ambiental Federal Alemã), permite monitorizar cada processo usando identificação através de código de barras das caixas de moldagem e conchas de fundição, digitalização de códigos QR e recolha sistemática de dados através de tablets. O registo centralizado e a análise subsequente de cada etapa de produção individual permitiram mapear e otimizar os processos de produção, conjugando configurações específicas de caixas de fusão aos fundidos que eram despejados nas mesmas.

Recursos Fusão configurada para usar somente o que é necessário, economizando grandes quantidades de material e energia e redução das fundições defeituosas. Redução de utilização de metal em 400t/ano.

Poupança anual estimada de 45 000€.

Fonte https://www.resourceefficient.eu/en/good-practice/digitalising-foundry-production-processes
https://www.resource-germany.tv/topics/general/industry-4-0-its-easy-apps-help-save-material-and-energy/

CASO 7 . SIMOLDES 4.0

Palavras-chave Digitalização, Indústria 4.0, uso eficiente dos recursos

Promotor Grupo Simoldes

Local/Região Portugal

Descrição O projeto "Simoldes 4.0", cofinanciado pelo COMPETE 2020, é desenvolvido pelo consórcio entre a SIMOLDES AÇOS, o CENTIMFE e a Universidade do Minho.

No âmbito deste projeto está a ser desenvolvido um molde eficiente que integra visão artificial e sensorização inteligente, baseadas em soluções inovadoras de monitorização incorporadas no seu interior, que ultrapassam o usual controlo de temperatura e pressão. Este molde eficiente incorporará sistemas avançados para um controlo contínuo e eficaz de determinados parâmetros técnicos e do processo, assegurando que os parâmetros que regulam os sistemas se encontram dentro da janela de processamento padrão e que outros valores das variáveis de operação mostram um funcionamento regular e seguro, maximizando a eficiência e a produtividade.

O sistema de comunicação e gestão a ser desenvolvido permite ao molde comunicar através de uma rede global, onde as diferentes células de produção estão interligadas e os sistemas passam a trocar informações entre si, de forma autónoma, através de um modelo inteligente. Este sistema ajuda a prevenir a ocorrência de condições anormais que possam comprometer o desempenho do molde e, dessa forma, a estabilidade do processo de injeção.

A minimização dos impactes ambientais na produção industrial é igualmente um tópico ao qual o projeto dá resposta, desenvolvendo e aplicando o conceito de fábrica de futuro, com integração de tecnologias de produção e instrumentação, que preconizam sistemas colaborativos em rede. Efetivamente, o sistema de networking a desenvolver assenta no princípio da indústria 4.0, onde todos os equipamentos estão ligados em rede, permitindo a consulta por diferentes intervenientes e o incremento do trabalho colaborativo entre diferentes stakeholders.

Recursos

A maximização do desempenho dos moldes traduz-se numa redução de perdas por defeito, o que se traduz, por sua vez, numa redução da energia despendida na produção.

Poupanças energéticas resultarão em poupanças económicas, por output útil.

Fonte http://www.poci-compete2020.pt/noticias/detalhe/Proj-17639-Simoldes40-NL148-Moldes
http://www.simoldes.com/tool/en/html/m81.html

2.4.Reparação e Refabricação

A Economia Circular pode ser entendida como uma economia de ciclos fechados, em que os produtos e os materiais são mantidos na economia durante o máximo de tempo possível, reduzindo assim as saídas como resíduos ou emissões. Para este objetivo muito contribuem os vários ciclos dos materiais técnicos (ver Figura 1), nomeadamente a manutenção, a reutilização, a reparação, a refabricação e a reciclagem. No contexto das melhores práticas, destacamos os três últimos ciclos, não obstante a importância dos restantes, particularmente na fase de consumo ou utilização.

A reparação e a refabricação estão intimamente associadas, mas distinguem-se pela maior exigência associada ao último. De acordo com o *Centre for Reuse and Recycling*[8], a refabricação consiste em devolver a um produto a performance original com uma garantia equivalente ou melhor do que a associada a um produto novo.

Os dois processos têm vindo a ser assumidos como uma oportunidade de negócio para muitas empresas, inclusivamente as que estão já posicionadas como fornecedores de equipamentos novos. O racional é simples: na reparação e refabricação, os custos associados aos materiais e à energia são mais reduzidos quando comparados com a produção de novos componentes. Acresce ainda a melhor gestão do stock e fornecimento de componentes necessários para o funcionamento de equipamentos, bem como uma maior resiliência face aos possíveis constrangimentos no fornecimento de matérias-primas (p.ex., volatilidade no preço de metais de base).

8 Centre for remanufacturing & reuse. What is Remanufacturing. Disponível em http://www.remanufacturing.org.uk/what-is-remanufacturing.php

Esta prática constitui uma dupla oportunidade para o sector da M&EM. Primeiro, pela integração destes princípios em si mesmo. Em segundo, com um potencial bastante mais significativo, pelo fornecimento de serviços especializados a sectores específicos da indústria e a possibilidade e diferenciação das empresas nacionais nas respetivas cadeias de fornecimento (p.ex., agricultura, tratamento de resíduos, aeronáutica, mobilidade, defesa).

CASO 8 . REABILITAÇÃO DE PEÇAS USADAS DE TRATORES

Palavras-chave Reparação, extensão da vida do produto, uso eficiente de recursos

Promotor SR Harvesting Oy

Local/Região Finlândia

Descrição A SR-Harvesting adquire tratores das marcas Valtra e Valmet, desmonta-os e guarda as peças úteis. Essas peças são limpas, inspecionadas e vendidas com garantia. As peças que não podem ser reutilizadas são encaminhadas para reciclagem dos seus componentes.
O fabrico de tratores e máquinas agrícolas comporta a utilização de muitos recursos naturais e nem todos os componentes de uma máquina se tornam inúteis se esta avariar ou sofrer um acidente, por exemplo. No entanto, muitas peças ainda funcionais ou reparáveis podem terminar em aterro prematuramente se não forem desviadas deste fim.
Esta área de negócio da empresa SR-Harvesting é então baseada na recuperação e comércio de peças reabilitadas.
Os clientes podem adquirir peças reabilitadas a preços mais baixos do que as novas, sem comprometer a qualidade ou as garantias. Isso também permite que os clientes contribuam para sustentabilidade através das suas decisões de compra. O uso de recursos naturais é reduzido quando as peças de reposição não são novas e produzidas com materiais virgens.

Recursos

Há uma redução da produção de resíduos pela recuperação das peças usadas.

Ao assegurar um novo serviço – venda de peças usadas com garantia – pode ser assegurado mais emprego e retorno financeiro.

Fonte https://www.sitra.fi/en/cases/unrepairable-tractors-into-spare-parts/
https://www.srharvesting.fi/valparts

CASO 9 . REFABRICAÇÃO NA RENAULT

Palavras-chave Extensão da vida do produto, Refabricação, uso eficiente de recursos

Promotor Grupo Renault

Local/Região Choisy-le-Roy, França

Descrição Antes de ser comprada pela Renault em 1949, a fábrica Choisy le-Roi produzia aviões Caudron e camiões SAVIEM. A atividade de renovação dos motores para troca padrão é estabelecida em continuidade, ao mesmo tempo que a fábrica participa na reconstrução da frota ferroviária da SNCF (até 1962). A partir de 1959, a fábrica direciona a sua atividade apenas para o automóvel com o fabrico de alguns componentes. No início dos anos 2000, dá-se a criação do Pólo Europeu para a Renovação de Órgãos Mecânicos (PEROM) e, em 2004, Choisy inicia a renovação dos motores K4 e K9. Em 2005, chega a vez das caixas de velocidades PK.

Atualmente, a fábrica da Renault em Choisy-le-Roi dedica-se inteiramente à refabricação de peças usadas, reabilitando cerca de 15.000 motores, 20.000 caixas de mudanças e 18.000 sistemas de injeção por ano.

Depois de recolhidas na rede de oficinas da Renault, as peças usadas são desmontadas para verificar a conformidade de todos os seus componentes. Estes componentes são usados para remontar peças usadas, que são vendidas posteriormente abaixo do preço original como peças de substituição genuínas e com garantia na rede de vendas da Renault.

Os componentes que não são considerados conformes são enviados para fundições para reciclagem dos metais.

Embora seja necessária mais mão-de-obra para o refabrico do que para fabricar peças novas, ainda há lucro líquido, pois não são necessárias despesas de capital para os equipamentos, nomeadamente de corte e maquinagem, resultando numa minimização de resíduos e melhor rendimento dos materiais.

Com esta opção, a Renault alcançou reduções de cerca de 80% em energia, 88% em água e 77% em resíduos ao adotar o refabrico destes componentes, em vez de fabricar novos.

Recursos

São necessários mais recursos humanos do que numa fábrica de peças originais.

Há uma redução da produção de resíduos de cerca de 70% pela recuperação das peças usadas.

Cada peça remanufaturada consome 80% menos energia do que o fabrico de uma original.

O consumo de água é cerca de 88% menor do que no fabrico de peças originais.

Fonte http://www.circulary.eu/project/renault-spare-parts/
https://group.renault.com/en/our-company/locations/our-industrial-locations/choisy-le-roi-plant-2/

2.5. Reciclagem

A reciclagem constitui o último dos ciclos técnicos, ou seja, a última possibilidade de retorno dos materiais para a economia. Como tipicamente acarreta custos comparáveis em termos de materiais e de energia, acaba por ser preterida se compararmos com a conceção ecológica ou a reparação e refabricação. Contudo, em alguns casos, particularmente para os resíduos de pós-consumo, é a única opção possível dada a degradação dos materiais ou da assemblagem que constitui o produto.

Para garantir a reciclabilidade dos materiais e produtos é importante ter em consideração a composição dos materiais, como ligas metálicas, e a existência de tecnologia que permita a sua reciclagem, mas evitando o *downcycling*. Hoje, algumas empresas procuram já recuperar os produtos que colocam no mercado pois conhecem em detalhe os materiais nelas presentes, dando-lhes maior valor do que uma cadeia de reciclagem poderá dar. Além disso, com esta logística inversa, as empresas garantem também assim o fornecimento de materiais que poderão ser valorizados economicamente ao longo dos anos.

Com base no exposto, apresentam-se duas tipologias de melhores práticas associadas à reciclagem:

- **Processos tecnológicos para a recuperação de materiais**: incluem-se neste âmbito o desenvolvimento e a implementação de processos que permitam recuperar materiais excedentários da própria produção ou que resultem da fase de consumo / utilização. Existe um potencial significativo em áreas estratégicas para a Europa, como a recuperação de matérias-primas críticas a partir de resíduos (REEE, pilhas e acumuladores) correntes ou acumulados (p.ex., em aterros selados). Para alguns tipos de materiais (p.ex., lítio) as tecnologias de recuperação ainda não são técnica e economicamente viáveis.

- **Processos de gestão que visam evitar o *downcycling***: incluem-se neste âmbito estratégias como: i) os passaportes do produto, que detalham toda a informação relativamente aos materiais utilizados (p.ex., qualidade das ligas, composição mineral, tipo de plástico), à assemblagem ou à proveniência geográfica das matérias-primas; e ii) o estabelecimento de garantia de retoma ou esquemas de logística inversa, em que existe uma cadeia que assume a retoma do equipamento ou produto de volta aos fabricantes originais, garantindo assim a recuperação de componentes ou materiais.

Para cada uma destas práticas, são apresentados casos concretos de empresas que aplicaram estes processos com o objetivo de promover a competitividade e sustentabilidade das suas atividades.

CASO 10 . PASSAPORTE DE MATERIAIS NA MAERSK

Palavras-chave Reciclagem, metais

Promotor A.P. Moller – Maersk Group

Local/Região Flandres, Bélgica

Descrição

A indústria naval depende atualmente de dois bens em particular: combustível e aço. Com o aço a compreender aproximadamente 98% do volume de um navio porta-contentores, um fornecimento fiável de aço de baixo custo é extremamente importante para a Maersk Line. Como resultado, a empresa está a explorar a forma de preparar navios para reciclagem de qualidade já na fase de projeto. Uma das estratégias consiste na aplicação de um Passaporte *Cradle* to *Cradle*. O fim é obter um maior controlo sobre os materiais que usam e, em última análise, fabricar novos navios a partir dos antigos.

Quando um navio da Maersk é descomissionado, é conduzido para um estaleiro naval onde é desmantelado. Devido à escala do produto e ao grande número de diferentes fornecedores de componentes, atualmente não é possível identificar diferentes tipos e classes de materiais durante o processo tradicional de desmontagem. O reciclado misto perde qualidade e valor – o aço, com sete classes diferentes, torna-se um material de baixo teor e baixo preço.

O Passaporte *Cradle* to *Cradle,* o primeiro para o sector do transporte de mercadorias, incluirá uma base de dados online com um inventário detalhado que pode ser usado para identificar e reciclar os componentes, permitindo evitar a mistura e, portanto, garantir uma qualidade de materiais reciclados mais elevada do que é atualmente possível. Os materiais – incluindo as 60.000 toneladas de aço por navio – podem ser classificados e processados de forma mais eficiente, mantendo as suas propriedades e garantindo um melhor preço quando revendidos.

A venda de sucata de alta qualidade que não é reutilizada nas embarcações da Maersk Line pode ser uma fonte de receita, oferecendo uma proteção contra o aumento dos custos do aço e do combustível.

O Passaporte *Cradle to Cradle* permite não apenas que informações mais úteis de desmontagem e reciclagem sejam transmitidas aos engenheiros na fase de projeto, mas também, se bem-sucedido, assegurar uma maior circularidade, que terá um efeito importante na forma como o mercado do aço se organiza globalmente devido à escala de utilização deste material nos navios de mercadorias.

Recursos

A recuperação e reutilização de materiais representa uma oportunidade em termos de criação de emprego qualificado.

A exploração de minério de ferro implica impactes muito significativos por unidade de recurso. A otimização da recuperação do aço é essencial na medida em que constitui, simultaneamente, uma valia ambiental e económica.

Para uma empresa tão dependente de quantidades tão significativas de um material (aço), poder assegurar uma maior recuperação do mesmo no fim de vida dos navios é uma forma de controlar melhor os custos associados à variação do preço da matéria-prima (minério de ferro) e potencialmente garantir uma receita extraordinária pela venda da sucata não reutilizada pela própria empresa.

Fonte https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/using-product-passports-to-improve-the-recovery-and-reuse-of-shipping-steel

CASO 11 . RECUPERAÇÃO DE METAIS CRÍTICOS

Palavras-chave Reciclagem, matérias-primas críticas, metais

Promotor Umicore Precious Metals Refining

Local/Região Flandres, Bélgica

Descrição

Há mais de 20 anos que a Umicore Precious Metals Refining (UPMR) é uma referência líder no mercado da recuperação de metais a partir de materiais complexos contendo metais preciosos. Devido à natureza altamente complexa e heterogénea dos produtos de consumo, a amostragem e o ensaio são cruciais para determinar com a maior precisão possível a composição dos materiais que trata e valoriza. Métodos inovadores de amostragem e análise garantem a valorização destes materiais de difícil "acesso", através de uma combinação de etapas de processamento metalúrgico.

Alguns metais preciosos e críticos são essenciais para o funcionamento de equipamentos eletrónicos, como telemóveis ou computadores pessoais. Permitem também assegurar a filtração do ar em catalisadores automóveis ou em processos industriais nos catalisadores industriais. Além disso, possuem a característica única de serem infinitamente recicláveis.

Além dos metais preciosos, são também recuperados metais básicos na Umicore. A empresa tem desenvolvido processos baseados em metalurgia complexa de chumbo/cobre/níquel, usando estes metais básicos como coletores de metais preciosos e outros metais, chamados "impurezas", como antimónio, bismuto, estanho, selénio, telúrio e índio.

A empresa tem procurado ao máximo encontrar aplicações úteis para todas as saídas: o ácido sulfúrico é vendido para uso posterior e as escórias menos nobres são usadas como um enchimento de betão ou como material de reforço de diques.

Os resíduos contendo elementos que não podem ser reciclados somam apenas 4% do material recebido e são depositados em aterros devidamente licenciados.

Recursos

A recuperação dos materiais críticos pode implicar investimentos avultados em novos processos físicos e metalúrgicos.

Podem alcançar-se reduções muito significativas de consumo de água por unidade de metal ao substituir a exploração mineira por uma recuperação dos metais a partir de equipamentos usados.

Em alguma literatura estima-se que a reserva de certos metais preciosos na antroposfera já é superior à reserva dos mesmos no meio natural, pelo que a primeira representa um potencial económico importante, à medida que se desenvolvem os mecanismos de logística inversa, o ecodesign e as tecnologias de separação de metais.

Há um aumento do transporte relacionado com a logística inversa, mas há uma forte redução do transporte dos minérios e dos metais obtidos por mineração.

Fonte https://pmr.umicore.com/en/

CASO 12 . RECICLAGEM DE BATERIAS

Palavras-chave Reciclagem, matérias-primas críticas

Promotor Exide Technologies Recycling II

Local/Região Portugal

Descrição A reciclagem dos componentes é uma parte integrante da vida das baterias chumbo-ácidas e, virtualmente, todos os materiais utilizados na bateria de chumbo podem realmente ser reciclados. A Exide Technologies é um dos maiores fabricantes de baterias chumbo-ácidas a nível mundial, mas é também um dos principais recicladores de chumbo secundário no mundo. Em Portugal, a atividade de reciclagem é assegurada através da subsidiária Exide Technologies Recycling II.

No processo de reciclagem, as baterias chumbo-ácidas são desmontadas e o chumbo, plástico e o ácido são separados. O chumbo é fundido e transformado em lingotes, sendo estes posteriormente encaminhados para a produção de novas baterias. O plástico é fragmentado, lavado e encaminhado para fabricação de novas componentes de plástico. Finalmente, o ácido pode ser neutralizado ou processado para produção de reagentes e outras matérias-primas.

O modelo de negócio da Exide Technologies Recycling II é um exemplo perfeito de Economia Circular. As bases em que se sustenta, nomeadamente um modelo de responsabilidade alargada do produtor para baterias e o valor comercial dos materiais recuperados, pode ser facilmente estendido ou replicado para outras áreas de negócio do sector da M&EM.

Recursos

A reciclagem de baterias requer equipamentos avançados e uma gestão cuidada dos fluxos de materiais devido à perigosidade que estes podem representar para o ambiente e para a saúde humana.

A mais-valia económica da reciclagem de baterias está fortemente associada ao valor dos materiais recuperados, nomeadamente do chumbo.

A reciclagem permite uma redução significativa (praticamente 1:1) da quantidade de chumbo que tem de ser extraído do ambiente.

Fonte https://www.exide.com/

2.6. Novos Modelos de Negócio

A inovação dos modelos de negócio permite criar valor através da reinvenção de um modelo existente, substituindo um obsoleto ou aproveitando um nicho não explorado. As evoluções incrementais que se têm verificado parecem ser insuficientes para minimizar as pressões ambientais causadas pelo aumento do consumo. A inovação dos modelos de negócio procura criar valor económico mas também ambiental e social, numa perspetiva de ciclo de vida. Os novos modelos de negócio deverão promover a adoção de novos padrões de consumo através da oferta de produtos e serviços mais sustentáveis, constituindo assim um motor para a transição para uma economia mais circular.

Considerando a especificidade do sector da M&EM, destacam-se duas abordagens para a inovação dos modelos de negócio:

- **Modelos do tipo *sistema produto-serviço***, definidos pelo facto de o utilizador comprar o serviço e não o produto, aumentando o racional para a empresa fornecedora explorar ao máximo o equipamento ou produto e melhorar o seu fim de vida.

- **Utilização colaborativa ou economia da partilha**, em que os dois conceitos são utilizados para descrever o mesmo princípio, nomeadamente o aproveitamento intensivo de equipamentos ou recursos ociosos através do *match* entre os que têm e os que precisam ou da pertença partilhada.

Em alguns segmentos de mercado, os modelos do tipo *produto-serviço* são já norma, como, por exemplo, no aluguer de maquinaria pesada para construção ou extração de recursos. Olhando globalmente para o sector da M&EM, estes casos são ainda exceção, existindo potencial para replicar esta abordagem para outras atividades (p.ex., materiais de construção).

Os modelos do tipo produto-serviço são hoje uma tendência forte em várias outras áreas, como mobilidade ou eletrónica de consumo, pelo que o sector da M&EM poderá também afirmar-se como sector de suporte no âmbito da reparação e re-fabricação.

Fora do âmbito do consumo final, a utilização colaborativa é ainda uma prática pouco comum nas empresas. Aponta-se como principal barreira a cultura empresarial com aversão ao risco e à partilha de informação. Contudo, existem benefícios potenciais que não podem ser ignorados, particularmente quando se verificam dificuldades em garantir investimentos em capacidade produtiva. As simbioses industriais, referidas adiante, podem ser vistas como um novo modelo de negócio que responde a alguns destes desafios.

CASO 13 . LEASING DE SOLVENTES

Palavras-chave Produto-serviço, *leasing* de produtos, conceção ecológica

Promotor SafeChem Europe (Dow Chemical Company)

Local/Região Alemanha

Descrição A limpeza com solventes de elevada qualidade é indispensável, especialmente em aplicações que envolvam a segurança das pessoas, como a indústria aeronáutica e automóvel, instrumentos, componentes de segurança e instrumentos cirúrgicos.
O sistema SAFE-TAINER™ é um sistema em circuito fechado de utilização de solventes. Em combinação com equipamentos de limpeza fechados, o sistema de segurança desenvolvido pela SafeChem é considerado a Melhor Tecnologia Disponível (BAT) para o transporte, armazenamento e manuseamento de solventes, de forma segura e sustentável.
O sistema SAFE-TAINER™ consiste em dois recipientes diferentes, especialmente projetados: um exclusivamente para o fornecimento de solvente limpo; o outro para a recolha de solvente usado. Ambos os recipientes possuem um tambor de 216,5 litros no interior. A caixa de aço exterior protege o tambor, evitando danos ou derramamentos. Acessórios especiais permitem a limpeza com solventes praticamente livre de emissões.
Os resultados da estratégia proposta pela SafeChem, que visa as melhores práticas na limpeza de superfícies industriais, incluem praticamente zero emissões de solventes e um aumento significativo na vida útil do produto. Além disso, o solvente praticamente não entra em contato com trabalhadores ou utilizadores.
Neste modelo de negócio de Leasing de Produtos Químicos, os solventes são parte integrante do pacote de serviços e o desempenho é vendido. Os produtos químicos são "alugados" pelo cliente e o preço é baseado no desempenho da limpeza, como por exemplo o número de peças limpas ou o tempo de vida do solvente.
Como o fornecedor do serviço é pago em função do desempenho do produto químico, o volume de produtos químicos torna-se fator de custo para ele. E ambas as partes visam diminuir os custos do ciclo de vida.

Recursos

Um relatório técnico do *Institute for Prospective Technological Studies*, da Comissão Europeia, analisou o aumento da eficiência através da implementação de Serviços de Produtos Químicos. Na análise realizada, com a tecnologia de máquinas abertas, foram necessários 754 kg de solvente para remover 100 kg de óleo. As emissões atmosféricas foram de 520 kg e 233 kg terminaram como resíduo. A introdução de equipamentos de limpeza fechados em conformidade com a diretriz COVs reduziu a entrada de solvente para 160 kg com emissões atmosféricas significativamente reduzidas (10 kg), e apenas 150 kg de solvente no fluxo de resíduos.
As experiências mais recentes mostram que a mudança do modelo de negócios para o Leasing de Químicos permite uma redução adicional da entrada do solvente para apenas 4 kg, o que representa uma redução global de 99,5%. Isto é possível devido à introdução de mais equipamentos de limpeza otimizados no sistema, que permitem reduzir as emissões para o ar para 1 kg e reduzir o solvente no fluxo de resíduos para apenas 3 kg.

Fonte http://www.safechem.com/en/metal-cleaning/complease.html

CASO 14 . SHARING ECONOMY PARA EMPRESAS

Palavras-chave Economia da partilha, uso eficiente de recursos

Promotor Shareconomy

Local/Região India

Descrição Um desafio com que qualquer gestor industrial se depara é a utilização eficiente dos equipamentos e outros meios produtivos. Este desafio é ainda maior quando existe alguma fragmentação empresarial, como se verifica no caso do sector da M&EM em Portugal. Empresas podem, a qualquer momento, ter um excesso de capacidade instalada enquanto outras têm necessidades de produção que não conseguem satisfazer.

Seguindo os princípios da economia da partilha, a *startup* indiana Shareconomy lançou, em 2017, o mercado virtual homónimo que tem como objetivo abordar este problema. A plataforma *online* permite a qualquer indústria listar a sua capacidade excessiva ou necessidade produtiva, promovendo sinergias com benefícios ambientais e económicos para as empresas envolvidas.

Conscientes das possíveis dificuldades envolvidas nestas parcerias, a empresa gestora do shareconomy.in providencia também serviços como gestão de cadeia de fornecimento, *due dilligence* técnico e financeiro, entre outros.

Recursos

Plataformas como a shareconomy.in exigem um investimento inicial significativo para o desenvolvimento e operacionalização da plataforma que suporte o orçamento instantâneo e a comunicação com potenciais fornecedores.

Os potenciais benefícios económicos estão principalmente associados à maior rentabilização dos equipamentos e linhas de produção e à redução de investimentos em equipamentos que serão pouco utilizados (por parte de quem procura capacidade). De forma geral, há um aumento de capacidade produtiva, que contribuirá para a competitividade das empresas.

Fonte www.shareconomy.in

CASO 15 . PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA E ON-DEMAND

Palavras-chave Economia da partilha, uso eficiente de recursos

Promotor Xometry

Local/Região EUA

Descrição

A Xometry surge da dificuldade de encontrar, de forma eficiente, fornecedores de peças e componentes customizadas. Por outro lado, estes fornecedores deparavam-se também com a dificuldade de trabalhar para fora de mercados regionais. A Xometry surge no mercado com uma solução digital que permite aos designers e engenheiros acederem de forma rápida e fácil a um mercado alargado de fornecedores de produtos e serviços, com orçamentos automáticos através de um algoritmo proprietário.

A Xometry foi lançada em 2014 e está hoje presente em praticamente todo o território norte-americano. Permite atualmente ligar a fornecedores com tecnologias como CNC, fabricação em chapa metálica, *direct metal laser sintering*, *selective laser sintering*, modelagem por deposição fundida, fundição injetada, estampagem, extrusão ou moldagem por injeção.

Este tipo de modelo de negócio pode ser facilmente compreendido no âmbito da Economia Circular e da economia da partilha, pois permite a rentabilização da capacidade instalada para fabricação e a redução dos custos de transação associados à procura e solicitação de fornecedores.

Para as PME do sector da M&EM, com menor capacidade para aceder a mercados globais, esta estratégia/boa prática poderá representar uma forma inovadora de diferenciação e de posicionamento.

Recursos

Plataformas como a Xometry exigem um investimento inicial significativo para o desenvolvimento e operacionalização da plataforma que suporte o orçamento instantâneo e a comunicação com potenciais fornecedores.

Os potenciais benefícios económicos vão desde a redução de custos de transação associados à procura de fornecedores até ao aumento do volume de negócios por acesso a um mercado mais alargado.

Plataformas como a Xometry permitem aceder de forma mais eficiente a um número alargado de fornecedores, incluindo fornecedores locais que poderão representar um custo reduzido de logística.

Fonte https://www.xometry.com

2.7. Simbioses Industriais

O princípio do modelo de simbioses industriais é a criação de valor através das oportunidades de troca de fluxos de energia e materiais entre agentes económicos. Para isso, o modelo preconiza o estabelecimento de elos de cooperação entre empresas numa determinada região, possivelmente mediadas por uma entidade gestora, que permitam a conservação de recursos e, de forma mais ampla, a competitividade das indústrias abrangidas. O objetivo é, assim, potenciar a otimização a nível regional ou coletivo, ao invés de ao nível individual.

As vantagens associadas à adoção do modelo de simbioses industriais são várias, incluindo benefícios de natureza ambiental, económica e social. Relativamente aos ambientais, tipicamente são referidas como vantagens a redução da produção de resíduos e a redução no consumo de matérias-primas e combustíveis. Em termos económicos e sociais, o modelo de simbioses industriais potencia a competitividade das empresas através da redução de custos associados às matérias-primas e energias, mas também de custos de gestão de resíduos, que em alguns casos pode passar a constituir um proveito para o produtor do resíduo. O desenvolvimento de soluções partilhadas entre empresas, incluindo o aproveitamento da capacidade produtiva e a partilha de infraestruturas, tem também benefícios económicos diretos através das economias de escala criadas e da otimização dos ativos existentes.

Finalmente, importa também referir benefícios intangíveis que podem traduzir-se em novos negócios ou oportunidades de melhoria, nomeadamente a especialização, desenvolvimento da comunidade empresarial e redes de contacto, articulação com entidades públicas como universidades e outras unidades de ensino (e.g. para adequação dos currículos de ensino às oportunidades de emprego), entre outros.

Apresentam-se exemplos práticos de empresas que adotaram estratégias de simbiose industrial como forma de promover a circularidade das suas atividades.

CASO 16 . SIMBIOSE INDUSTRIAL PARA RECUPERAÇÃO DE CALOR

Palavras-chave Simbioses industriais, eficiência energética

Promotor Alleris Rolled Products Germany GbmH e Avangard Malz AG

Local/Região Alemanha

Descrição A Aleris Rolled Products Germany GmbH produz produtos de alumínio semiacabados e os seus processos originam calor residual que não é aproveitado. A empresa vizinha, Avangard Malz AG, produz malte a partir de cevada e, para o processo de secagem, a empresa precisa de uma quantidade significativa de calor. As empresas decidiram então colaborar numa perspetiva de simbiose industrial, promovendo uma solução económica e ecologicamente vantajosa. Para isso, construíram uma rede de águas quentes com 1200 metros e em circuito fechado, que permite a transferência do calor excedentário do processo de fundição para as câmaras de secagem de malte.

Esta simbiose industrial permite à empresa Avangard Malz AG reduzir o consumo de gás natural para o seu processo de secagem, enquanto a fundição de alumínio pode gerar dinheiro com o calor residual produzido. A Avangard Malz AG conseguiu, assim, reduzir em cerca de 5000 toneladas as emissões anuais de CO_2.

Recursos

É necessário realizar um investimento em redes e permutadores de calor, mas estes tendem a ser facilmente recuperados com a poupança em energia.

Globalmente, este tipo de simbiose industrial traduz-se em elevados ganhos de eficiência energética, principalmente quando se mede as indústrias envolvidas como um todo.

A empresa com calor excedentário consegue aumentar os proveitos pela venda de calor, enquanto que a empresa recetora consegue reduzir os custos com o gás natural ou outros combustíveis.

Fonte https://metalleproklima.de/bestpractice/waerme-fuer-den-nachbarn/
https://www.resourceefficient.eu/cs/node/879

CASO 17 . VALORIZAÇÃO DE ESCÓRIAS E AREIAS NA INDÚSTRIA DO CIMENTO

Palavras-chave Simbioses industriais, uso eficiente de recursos

Promotor AVE – Valorização Energética de Resíduos

Local/Região Portugal

Descrição A AVE – Gestão Ambiental e Valorização Energética, S.A., é uma empresa que tem como finalidade a gestão de resíduos e subprodutos da indústria para valorização material ou energética pela indústria cimenteira, com recurso ao coprocessamento. A empresa estabelece a ponte entre os produtores e operadores de resíduos e a indústria cimenteira, tendo o papel de identificar as soluções mais vantajosas para ambas as partes a nível técnico, económico e ambiental.
O coprocessamento consiste na introdução de combustíveis alternativos e matérias-primas secundárias com origem em resíduos na indústria cimenteira, combinando simultaneamente duas operações de valorização de resíduos. A fração combustível do resíduo é valorizada energeticamente, substituindo combustíveis fósseis, enquanto a fração mineral é reciclada na matriz do clínquer, substituindo matérias-primas naturais. Para fornecer o ferro, um dos elementos químicos essenciais para a produção de clínquer, a AVE tem apostado no fornecimento de matérias secundárias da indústria metalúrgica, nomeadamente resíduos da produção de alumínio, areias/escórias de fundição e granalhas, evitando a extração de minérios de ferro.
As empresas do sector M&EM podem beneficiar desta solução de valorização através do estabelecimento de simbioses industriais com o sector do cimento, permitindo a redução dos custos associados ao tratamento final de resíduos. Além disso, a existência de polos de produção de cimento (p.ex., no Centro, Patais e Maceira, Souselas) perto de polos do sector da M&EM abre boas perspetivas à gestão eficiente de cadeia logística.

Recursos

A utilização de escórias e areias de fundição na produção de cimento permitirá reduzir a utilização de outras matérias-primas e, assim, reduzir custos e impactes a montante na extração. Além disso, evita-se a deposição de resíduos em aterro que não teriam assim valorização.

Esta sinergia permitirá reduzir custos tanto para a empresa produtora do resíduo como para a indústria de cimento.

Fonte AVE (2019)

2.8. Sistemas de Gestão

A implementação de sistemas de gestão é hoje uma prática comum para as empresas do sector, em particular quando se inserem nas cadeias de valor de sectores de elevada especialização, como a fabricação de veículos, ferramentas de precisão, entre outras. Os sistemas de gestão ambiental, em particular, têm como objetivo garantir a melhoria contínua dos processos, incluindo a redução do consumo de matérias-primas e das emissões para o ambiente. Contudo, existe um largo potencial ainda por explorar nestes sistemas de gestão ambiental, transformando-os em sistemas mais orientados para resultados.

Neste domínio, importa destacar a aplicabilidade do *EU Eco-Management and Audit Scheme* (EMAS)[9], particularmente pela importância dada ao envolvimento das partes interessadas e à medição da eficiência de recursos.

Destacam-se as seguintes práticas associadas à implementação e manutenção dos sistemas de gestão:

- **Identificação dos fluxos materiais:** esta prática visa mapear de forma sistemática todos os fluxos de recursos utilizados pela empresa e identificar formas de fechar estes fluxos em si própria ou com empresas na região. No limite, esta prática pode ajudar a suportar uma política de logística inversa ou de *leasing* dos produtos vendidos ou uma estratégia de simbioses industriais.

- **Monitorização e *benchmark* de consumos:** a monitorização e *benchmark* de consumos de energia, recursos e água são dois dos aspetos mais críticos na gestão adequada da atividade industrial. Estes processos permitem, entre outros: i) identificar equipamentos ou atividades cujo peso no consumo é significativo e que, por isso, devem ser vistos como prioridades; ii) identificar

9 http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/other/report_EMAS_Circular_Economy.pdf

possíveis desvios injustificados no consumo (p.ex., ruturas, equipamentos de funcionamento deficiente) e iii) comparar a sua performance contra um histórico ou contra um *benchmark* sectorial.

- **Envolvimento das equipas e de outras partes interessadas:** o envolvimento das equipas e da gestão pode ser considerado mais um pilar fundamental dos sistemas de gestão e que contribui significativamente para o melhor funcionamento das indústrias. O conhecimento que as equipas operacionais e técnicas têm do dia-a-dia das indústrias pode ser mais valioso que a avaliação por um perito externo, pelo que se deve garantir que estas são envolvidas de forma explícita na identificação das oportunidades de melhoria.

CASO 18 . SGA NA INDÚSTRIA DE CROMAGEM

Palavras-chave Sistema de Gestão Ambiental, uso eficiente de recursos, prevenção de resíduos

Promotor IkanKronitek, Grupo STT

Local/Região País Basco, Espanha

Descrição A IkanKronitek é uma das cinco unidades de negócios do Grupo TTT e é especializada em cromagem dura, revestimentos retificados e polimento de peças, principalmente para os sectores aeronáutico e de energia eólica. A IkanKronitek desenvolveu um sistema de gestão ambiental (SGA), certificado pela norma basca Ekoscan, que estabelece as condições para melhorar o desempenho ambiental e cumprir os requisitos do Sistema de Ecogestão e Auditoria (EMAS). O SGA ajudou a empresa a identificar os principais aspetos ambientais associados aos seus processos de produção e a desenvolver medidas para aumentar a eco-eficiência. Para reduzir o consumo de água, por exemplo, foram aditadas as seguintes medidas:

- Fecho de circuitos de refrigeração dos tanques de revestimento de cromo, que eram abastecidos pela rede pública de água – após o fecho do circuito, foi instalado um refrigerador de água para manter os tanques na temperatura correta.
- O processo de limpeza dos tanques de cromagem foi alterado, tendo sido instalado um processo de evaporação com bombas de calor para substituir o anterior processo de purificação da água de limpeza.
- Ações de consciencialização junto dos funcionários, com formação e incentivo à adoção de medidas ativas de economia de água na atividade diária.

O sistema de gestão ambiental e as medidas introduzidas incluíram também o desenvolvimento de uma política de 'zero derrames', resultando em apenas dois incidentes num ano.

Recursos

Redução do consumo de materiais (cromo, coagulante, ácido sulfúrico e soda cáustica) em 30,4 toneladas por ano.
Redução da produção de resíduos perigosos (fluido de corte e água com soda cáustica) em 7,4 toneladas e resíduos não perigosos (lamas do sistema de purificação) em 17,4 toneladas, por ano.

Consumo de água reduzido em 12 000 m3 por ano.

As estimativas apontam para poupanças de cerca de 30 000€/ano.

Fonte https://www.resourceefficient.eu/en/good-practice/efficient-environmental-management-system-cuts-water-use-and-waste

CASO 19 . SIMCA: MONITORIZAÇÃO DE CUSTOS AMBIENTAIS

Palavras-chave Gestão ambiental, monitorização

Promotor ANEME

Local/Região Portugal

Descrição

O conhecimento dos custos ambientais das empresas ao nível do seu processo produtivo é geralmente reduzido. Se, por um lado, as empresas sabem quanto gastam em energia ou com a eliminação dos seus resíduos, já têm mais dificuldade em saber qual o processo produtivo que mais resíduos gera ou mais energia consome. Esta realidade dificulta a identificação das áreas onde é mais urgente intervir e investir.

Para ajudar a solucionar este problema foi construída a Plataforma SIMCA – Sistema de Monitorização dos Custos Ambientais.

A SIMCA, promovida pela ANEME, consiste numa plataforma online que pretende apoiar e tornar as empresas do sector Metalúrgico e Eletromecânico mais eficientes, através do controlo dos custos ambientais e da implementação de medidas de eco-eficiência.

O SIMCA é um sistema aplicável e adaptável a cada empresa do sector com um método de trabalho simples. Este sistema permite:

- Monitorizar os custos ambientais por processo produtivo;
- Monitorizar os custos com energia, água, resíduos, águas residuais, emissões atmosféricas e matérias-primas;
- Produzir relatórios e gráficos de controlo dos custos ambientais adaptáveis a cada realidade;
- Obter informações sobre as medidas de eco-eficiência passíveis de aplicação

A centralização num único sistema e a sua possível utilização por várias empresas permitirá também otimizar os custos com a manutenção de sistemas informáticos isolados e com a formação de utilizadores, para além de exponenciar a aprendizagem e colaboração multiempresas, promovendo o crescimento económico e melhorias a nível ambiental.

Recursos

O conhecimento detalhado dos consumos de materiais potencia a gestão eficiente destes.

O conhecimento detalhado do consumo de energia potencia a gestão eficiente desta.

O conhecimento detalhado do consumo de água potencia a gestão eficiente desta.

Fonte

https://aneme.simca.pt/

https://www.aneme.pt/site/

Saiba mais

03. Saiba mais

Recurso	Descrição
Portal Eco.nomia.pt www.eco.nomia.pt	Exemplos de boas práticas, recursos para a Economia Circular
European Circular Economy Stakeholder Platform https://circulareconomy.europa.eu/platform/en	Exemplos de boas práticas, projetos e estudos, contactos de stakeholders
EREK – European Resource Efficiency Knowledge Centre https://www.resourceefficient.eu	Exemplos de boas práticas, ferramentas, workshops
Circular Economy Case Studies https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies	Exemplos de boas práticas
WRAP Resource Efficient Innovation Database (REID) http://reid.wrap.org.uk/	Exemplos de boas práticas
Resource Efficient Scotland https://www.resourceefficientscotland.com/	Exemplos de boas práticas, ferramentas para o uso eficiente dos recursos
SIMCA – Sistema de Monitorização de Custos Ambientais https://aneme.simca.pt/	Ferramenta de monitorização e gestão de custos ambientais
MAESTRI - Library of Case Studies https://maestri-spire.eu/symbiosis-space/library-case-studies/	Exemplos de boas práticas
MAESTR - Exchanges Database https://maestri-spire.eu/wp-content/uploads/2017/10/Exchanges-database.xlsm	Exemplos de simbioses industriais

Nomenclatura

Nomenclatura

ANEME	Associação Nacional de Empresas Metalúrgicas e Eletromecânicas
EC	Economia Circular
M&EM	Metalurgia e Eletromecânica
PAEC	Plano de Ação para a Economia Circular
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequenas e Médias Empresas
REEE	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos
SIMCA	Sistema de Monitorização de Custos Ambientais
UE	União Europeia
VAB	Valor Acrescentado Bruto

Referências

Referências

ANEME. Sistema de Monitorização de Custos Ambientais – SIMCA. Disponível em https://aneme.simca.pt/

Boulding, K. (1966), "The Economics of the Coming Spaceship Earth", in H. Jarrett (ed.), Environmental Quality in a Growing Economy, Baltimore, MD: Johns Hopkins University

European Resource Efficiency Knowledge Center. Disponível em https://www.resourceefficient.eu/en

Pearce, D.W., Turner R.K. Economics of Natural Resources and the Environment, Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf. 1990

Resolução do Conselho de Ministros n.º 190-A/2017, de 11 de dezembro, que Aprova o Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal. Disponível em https://dre.pt/home/-/dre/114337039/details/maximized.

aneme
ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS METALÚRGICAS E ELECTROMECÂNICAS

COMPETE 2020

PORTUGAL 2020

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional