

NR-211

# tecno metal

INOVAÇÃO NAS EMPRESAS DE  
METALURGIA E METALOMECÂNICA

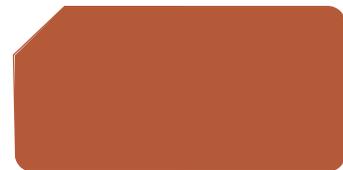
Bimestral Março | Abril 2014 7,50€



**Desenvolvimento de  
Processos de Negócio em  
Empresas Industriais**

**A aposta na  
Eficiência Energética  
e a ISO 50001**

**TecnoMetal entrevista  
Daniel Bessa,  
Diretor Geral da COTEC**



## Integração de Metodologias e Ferramentas de Ecodesign e Eco-Eficiência na conceção e desenvolvimento de equipamentos

– A abordagem do Projeto Mobilizador Produtech PTI

O Projeto PRODUTECH PTI – Novos Processos e Tecnologias Inovadores para a Fileira das Tecnologias de Produção, através do subprojecto intitulado EcoProd (PPS2), visa a integração de metodologias e ferramentas de Ecodesign e Eco-Eficiência na conceção e desenvolvimento de equipamentos.

O presente artigo insere-se no contexto da divulgação de atividades e resultados dos projetos mobilizadores PRODUTECH PSI<sup>(1)</sup> e PRODUTECH PTI<sup>(2)</sup>, os quais integram o projeto-âncora "Investigação, Desenvolvimento e Demonstração" do Polo das Tecnologias de Produção e são apoiados pelo Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico do QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional da União Europeia.

Texto: Nuno Moita, Sílvia Esteves [INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e de Gestão Industrial];  
Eduardo João Silva [ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade]

### Sumário

Os bens de equipamento encontram-se incluídos na lista das 25 categorias de EuP (Energy-using Products), consideradas prioritárias para o cumprimento das medidas focadas na diretiva de Ecodesign 2009/125/CE, do parlamento europeu e do conselho de 21 de Outubro de 2009. O objetivo da diretiva EuP é transformar o desempenho ambiental deste tipo de produtos numa prioridade durante a sua fase de conceção e desenvolvimento, dado que 80% do desempenho ambiental de um produto é definido nesta fase, e assenta numa

visão de desenvolvimento sustentável, que salvaguarde, simultaneamente o crescimento económico e as questões energéticas e ambientais. Este tipo de equipamentos são geralmente de uso intensivo, cujo elevado consumo energético em serviço tem um grande impacto na sua performance ambiental. Com base nestas premissas, o projeto EcoProd visa contribuir para melhorar a eco-eficiência dos bens de equipamento, promovendo as práticas de Ecodesign durante a conceção ou *upgrade* destes produtos através da aplicação de metodologias de Ecodesign, desenvolvidas ou adaptadas no decorrer da presente atividade de forma a conseguirem a integração plena nos processos de desenvolvimento de produto das empresas da fileira.

Deste projeto resultou a aplicação de metodologias Ecodesign na produção de equipamentos mais eco-eficientes, no que diz respeito à eficiência energética, à redução de recursos e resíduos gerados em trabalho e ao impacto ambiental associado ao seu tratamento e destino final, à maior e melhor integração de funções, fiabilidade e durabilidade.

<sup>(1)</sup> O Projeto Mobilizador PRODUTECH PSI - Novos Produtos e Serviços para a Indústria Transformadora, reunindo um consórcio de 40 parceiros (24 empresas e 16 Entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional), tem como objetivo o desenvolvimento de novos produtos e serviços, integrando soluções inovadoras e tecnologicamente avançadas, que serão comercializados no futuro por empresas da fileira das Tecnologias de Produção, contribuindo assim para a diferenciação e competitividade da Indústria Nacional.

<sup>(2)</sup> O Projeto Mobilizador PRODUTECH PTI - Novos Processos e Tecnologias Inovadoras para a Fileira das Tecnologias de Produção, reunindo um consórcio de 19 parceiros (8 empresas e 11 Entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional), tem como objetivo o desenvolvimento de novas tecnologias, processos e modelos de negócio inovadores para a fileira das Tecnologias de Produção, contribuindo para o lançamento de bases de sustentabilidade e competitividade das empresas pertencentes a esta Indústria.

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar de não existir uma definição base de Ecodesign, o conceito visa projetar produtos, processos ou serviços com o objetivo de minimizar os impactos ambientais associados aos seus ciclos de vida, através da manutenção de outros critérios tais como custos e qualidade do produto [1]. Desta forma, a perspetiva básica do Ecodesign assenta na identificação, análise e redução dos impactos ambientais passíveis de ocorrer ao longo do ciclo de vida de produtos, através da integração dos aspetos ambientais significativos durante a fase de conceção desse produto.

Esta minimização dos impactos ambientais pode ser então alcançada analisando os aspetos ambientais significativos associados a cada uma das etapas do seu ciclo de vida. Estes aspetos ambientais poderão ser, por exemplo: o consumo de recursos e sua tipologia, o tempo de vida do produto, os processos de montagem/desmontagem, a eficiência do produto durante a fase de utilização e o fim de vida do produto.

O objetivo da aplicação do Ecodesign neste estudo teve como intenção criar um equipamento que, pelas suas características, tenha um melhor desempenho ambiental ao longo do seu ciclo de vida em comparação com equipamentos já existentes. Apenas uma visão sistemática do produto que abranja o seu ciclo de vida pode, de facto, garantir que durante a sua conceção não só se identificam os aspetos ambientais críticos, como também se regista uma redução efetiva dos seus impactos, evitando uma simples transferência dos mesmos de uma etapa do ciclo de vida para outra [2]. Desta forma, foi necessária uma avaliação não só do equipamento em si, mas também do conjunto de etapas sucessivas que compõem o seu ciclo de vida e sem as quais o equipamento não faz sentido.

Por outro lado, a integração plena das questões ambientais com as questões económicas nesta perspetiva de ciclo de vida, permite uma melhor definição dos aspectos significativos de um equipamento, nomeadamente através não só da identificação dos custos inerentes a cada uma das etapas, como também dos custos associados a qualquer alteração/melhoria identificada/proposta. Neste sentido, com vista a fundamentar e todos os resultados obtidos, recorreu-se a uma metodologia normalizada internacionalmente a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

A ACV é uma ferramenta de decisão ambiental que quantifica dados ambientais e energéticos de produtos ou processos, obtendo-se assim o desempenho ambiental destes ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a extração de matéria-prima até ao seu fim de vida. Aliado à Avaliação dos Custos do Ciclo de Vida (ACCV), esta avaliação conjunta pode ser útil na identificação de oportunidades de melhoria de desempenho ambiental de produtos, em vários pontos do seu ciclo de vida; no fornecimento de informação para apoio à tomada de decisão no planeamento estratégicos, definição de prioridades, projeto ou reformulação de produtos e/ou processos; na seleção de indicadores de desempenho ambiental; e no marketing através da implementação de rotulagem ecológica e elaboração de declarações ambientais (EPD).

Desta forma o carácter abrangente desta ferramenta proporciona a sua utilização não só na identificação dos principais aspetos ambientais, como também irá fornecer *inputs* que suportem a definição do produto, os seus principais requisitos do ponto de vista ambiental, identificação de melhorias e desenvolvimento do plano de ação para monitorizar o desempenho do produto.

Como resultado desta abordagem, e tendo em conta os fins pretendidos, chega-se facilmente à conclusão de que o somatório dos impactos ambientais do equipamento a desenvolver, deverá ser inferior ao somatório dos impactos ambientais das soluções existentes. Ou seja,

$$\begin{aligned} & \Sigma \text{ia Equipamento Novo} < \\ & < \Sigma \text{ia Equipamento Existente} \end{aligned}$$

Apesar de não ser intenção deste estudo, é de notar que qualquer uma das etapas do ciclo de vida dos produtos resultantes poderá estar associada a impactos ambientais superiores à dos produtos já existentes, no entanto, desde que o valor final resultante do somatório dos impactos ambientais de todo o ciclo de vida seja inferior ao somatório dos impactos ambientais dos produtos já existentes, diz-se que o produto tem um melhor desempenho ambiental.

Importa por isso definir os aspetos ambientais significativos que poderão influenciar de forma positiva o desempenho ambiental do produto, e transformar a relação acima descrita numa relação verdadeira. Mais uma vez, e tendo em conta o já descrito acima, o ideal será obviamente focar-se em todos estes aspetos ambientais de forma a reduzir ao máximo os impactos ambientais associados aos produtos e melhorar os seus desempenhos ambientais, no entanto, o mesmo poderá não ser possível tendo em conta a necessidade de cumprimento das especificações técnicas ou os limites de custo introduzidos. Na tabela seguinte apresentam-se alguns aspetos ambientais significativos.

Tabela 1 – Efeitos e objetivos associados a cada aspeto ambiental significativo

Aspeto Ambiental	Efeito	Objeto
Consumo de Recursos	Uma maior diversidade de recursos e matérias-primas e o seu consumo quando desnecessário, aumenta os impactes do produto no ambiente.	Reduzir o consumo de recursos e matérias-primas na sua quantidade e tipologia ao essencial, aumentando tanto quanto possível a eficiência do processo de fabrico.
Seleção de Recursos	Os impactes ambientais do produto são diretamente proporcionais aos impactes ambientais dos recursos e matérias-primas utilizados para o produzir.	Selecionar os recursos e matérias-primas a utilizar na fabricação do produto, averiguando se não existem alternativas viáveis com menores impactes ambientais.
Processos de Montagem e Desmontagem	Estando estes processos associados ao consumo de recursos e matérias-primas, uma simplificação dos mesmos conduzirá a uma redução dos impactes ambientais do produto.	Nestes pontos, pretende-se simplificar estes processos de modo a reduzir o tempo de montagem e desmontagem e o consumo de recursos e matérias-primas.
Eficiência do Produto durante a Fase de Utilização	O consumo de recursos associados à fase de utilização é diretamente proporcional aos impactes ambientais do produto.	Reduzir tanto quanto possível o peso associado ao piso e painéis laterais, mantendo ou aumento o desempenho relacionado com o isolamento (térmico, sonoro, etc.)
Fim de vida do produto	Quanto mais fácil for descartar um produto no fim de vida, mais fácil será o seu reaproveitamento.	Procurar soluções que no final de vida sejam facilmente reaproveitadas, seja para reutilização ou reciclagem.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO EXISTENTE

O equipamento SimpleKnife da empresa CEI destina-se ao corte de uma ampla gama de materiais, nomeadamente: peles, compósitos, têxteis, espumas, borrachas, plásticos, entre outras. Trata-se de um equipamento de elevada eficiência produtiva, uma vez que permite reduções de custo produtivos substanciais, devido não só ao sistema automático de *nesting*, que otimiza o corte face à peça a cortar, reduzindo os desperdícios de material.

As principais especificações técnicas deste equipamento são:

- ↳ Área útil de trabalho: 2600 x 3200 mm;
- ↳ Velocidade máxima: 50 m/min;
- ↳ Cabeça de corte: Pneumática, elétrica ou mecânica;
- ↳ Ferramentas: 3 punções e 1 caneta de marcação;

- ↳ *Nesting* automático e interativo;
- ↳ Vídeo projetor de apoio ao fabrico de peças e respetiva recolha;
- ↳ Controlo inteligente de vácuo nas áreas em funcionamento.

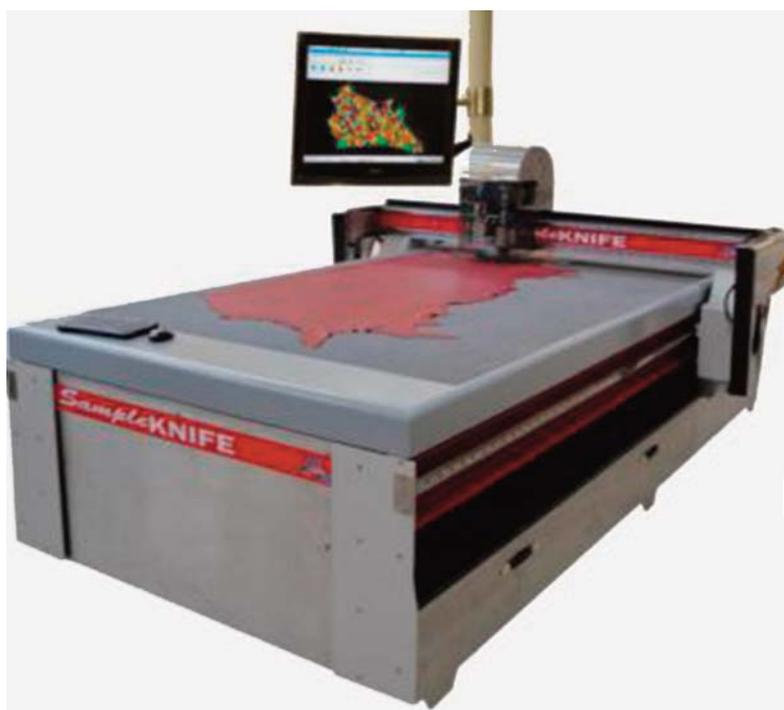


Figura 1 – Equipamento Existente – SimpleKnife da empresa CEI

### 3. SUMÁRIO DA METODOLOGIA UTILIZADA

A fim de validar o novo produto como referência a nível de Ecodesign, foi necessário seguir uma metodologia estruturada conforme a apresentada na Figura 2. Este processo envolveu o conhecimento prévio do equipamento já existente. Através da avaliação dos resultados obtidos, foi estabelecido um plano de ação sobre quais os pontos críticos a otimizar durante o projeto do novo equipamento. Por forma a validar o novo projeto, existiu a necessidade de se realizarem sucessivas avaliações do ciclo de vida e de custos comparativos até se atingirem os objetivos estabelecidos.

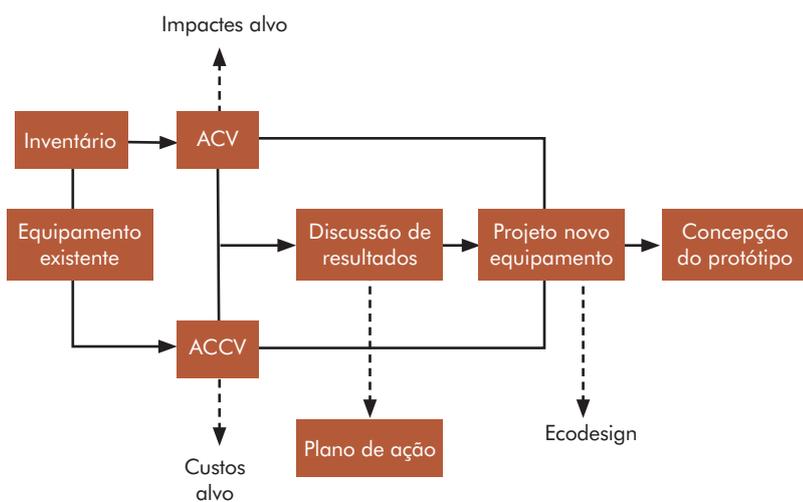


Figura 2 – Metodologia adotada para concepção do Protótipo com integração de práticas de Ecodesign

Para identificar e avaliar os impactes ambientais associados ao ciclo de vida do produto, utilizou-se a metodologia de ACV. Esta metodologia normalizada internacionalmente encontra-se amplamente descrita em vários livros, guias e artigos científicos. A norma ISO 14040:2006 [3] define a ACV como a "compilação e avaliação das entradas, saídas e impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida". Assim, consiste numa abordagem científica estruturada e abrangente, que estuda, avalia e quantifica os impactes ambientais resultantes das emissões e recursos consumidos durante todo o ciclo de vida de um produto, processo ou serviço. Neste sentido, a ACV é utilizada para traduzir os dados de entrada e saída em indicadores de influência ambiental.

Quanto à Avaliação dos Custos do Ciclo de Vida (ACCV) optou-se por uma abordagem semelhante à da ACV, envolvendo todos os custos associados ao ciclo de vida, incluindo igualmente os benefícios existentes. O ACCV representa um modelo económico que permite a avaliação de todos os custos recorrentes e não-recorrentes durante o período de vida completo, ou de um período especificado, de um serviço, produto ou sistema.

### 4. AVALIAÇÃO DO IMPACTE AMBIENTAL

#### 4.1. Unidade Funcional e Resumo do Inventário

Numa ACV os sistemas de produtos são avaliados numa base funcionalmente equivalente. A unidade funcional normaliza os dados com base no uso equivalente e serve de referência para relacionar as entradas e saídas dos diferentes processos que compõem o ciclo de vida, bem como de termo de comparação dos resultados obtidos pelo estudo, tal como servirá para descrever todo o âmbito da análise.

A unidade funcional definida no caso concreto deste estudo foi a construção e utilização de um equipamento de corte operando durante 15 anos. Esta unidade funcional será utilizada quer para a situação do equipamento existente, quer para o protótipo a realizar, isto, por forma obter-se uma comparação equivalente.

Tabela 2 – Resumo dos dados considerados para cálculo do ciclo de vida do equipamento

Fase do ciclo vida		Equipamento existente
Materias primas e produção	Quantidade de componentes	Analisados: 98 Componentes / aproximadamente 3 toneladas
	Materiais	Massa analisada individualmente por componente
	Processos	Massa removida e processo analisado individualmente
	Observações	Foram efetuadas considerações para os materiais que considerados complexos
Transporte para o cliente	Transporte	Foi considerada uma estimativa para o principal cliente – 160 km de camião.
Uso	Eletricidade	Aquisição realizada através de um <i>datalogger</i> – <i>Janitza UMG 604</i>
Fim de vida	Transporte	Mercado de segunda mão: 400 km de camião, 9700 km navio

## 4.2. Estudo Energético

O estudo energético foi realizado em ambiente laboral real, onde o equipamento se encontrava a produzir peças para a indústria do calçado em pele natural. Foram realizadas medições em contínuo durante cerca de 4 horas de modo a compreender corretamente a tipologia de funcionamento do equipamento.

O *time-study* foi realizado através da observação e medição temporal, onde se constatou que o equipamento executa 4 tarefas principais: chegada à posição de início do processo de corte partindo da posição “casa”, preparação para o corte, processo de corte e o regresso à posição “casa”. Devido à tipologia de funcionamento da fábrica não foram verificadas situações de standby.

O consumo energético foi calculado utilizando um *datalogger* ligado à entrada de potência do quadrado elétrico. Através das tarefas identificadas no *time-study* foram feitas as respetivas medições energéticas utilizando para amostragem duas peles em posições distintas. Posteriormente foi feita a extrapolação das medições para a situação laboral indicada na Tabela 3.

Tabela 3 – Funcionamento do Equipamento na Indústria onde se encontrava inserido

Horas trabalho/ dia:	8
Dias de trabalho/ semana:	5
Semanas trabalhos/ ano:	50
Horas trabalho/ ano:	2000

O ciclo de vida do equipamento foi estimado como sendo de 15 anos de vida. Desta forma, procedeu-se ao cálculo da energia consumida durante 15 anos, obtendo o valor de 448556 kVA. Este valor caracterizará a fase de uso do equipamento.

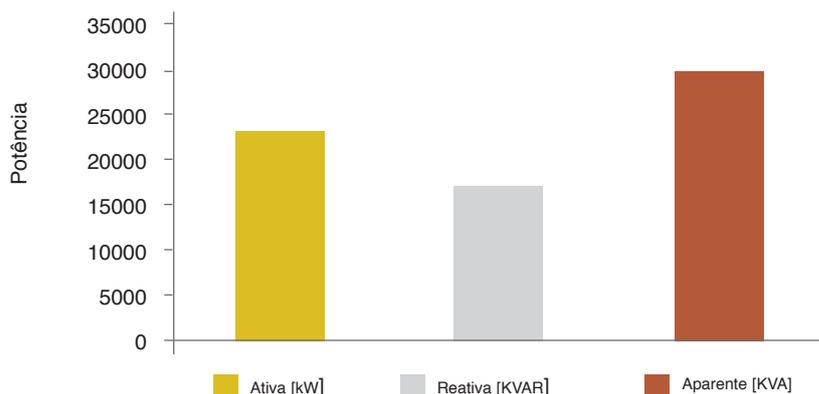


Figura 3 – Gráfico resumo da energia consumida pelo equipamento durante 2000 horas de trabalho (1 ano)

## 4.3. Resultados

Os resultados de ACV, foram obtidos utilizando o software *SimaPro 7.3.3*, suportado pela base de dados *EcolInvent 2.1*. Os resultados obtidos foram cálculos de acordo com o método *Eco-Indicator 99 H/A*, sob a forma de *endpoints* (Figura 4).

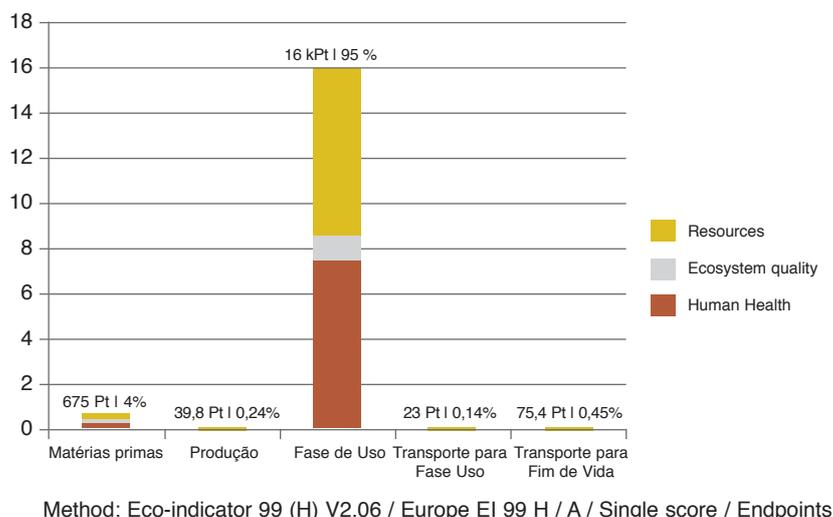


Figura 4 – Impacte Ambiental referente ao Ciclo de Vida do Equipamento Existente, Endpoint, segundo: EI'99 H/A)

Constatou-se assim que a fase de uso, e especificamente o consumo energético durante esta etapa, apresenta-se como o factor de maior influência para o desempenho ambiental do equipamento, representando cerca de 95 % dos impactes ambientais totais do seu ciclo de vida. Esta é de fato uma conclusão importante, não só pelo impacte em si, mas também por permitir concentrar atenções neste parâmetro, uma vez que se podem tecer simplificações e critérios de *cut-off*.

Tendo em conta os resultados obtidos, e aplicando um critério de *cut-off* de 1 %, resultam apenas duas fases no ciclo de vida: Matérias-Primas e a Fase de Uso.

## 5. AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA

### 5.1 Estrutura de Custos

Após análise do equipamento existente, identificaram-se quatro grandes categorias de custos no seu ciclo de vida: Aquisição de materiais e matérias-primas, Produção do equipamento, Utilização do equipamento e Fim-de-vida. Cada uma destas categorias está subdividida em várias subcategorias de custos que, de uma forma geral, representam todos os custos que resultam das atividades que lhes são subjacentes. O conjunto de todos os diferentes níveis de subcategorias de custos, agrupados por cada uma das categorias identificadas, chama-se estrutura de custos.

A figura 5 apresenta uma representação esquemática da estrutura de custos utilizada na realização deste estudo.

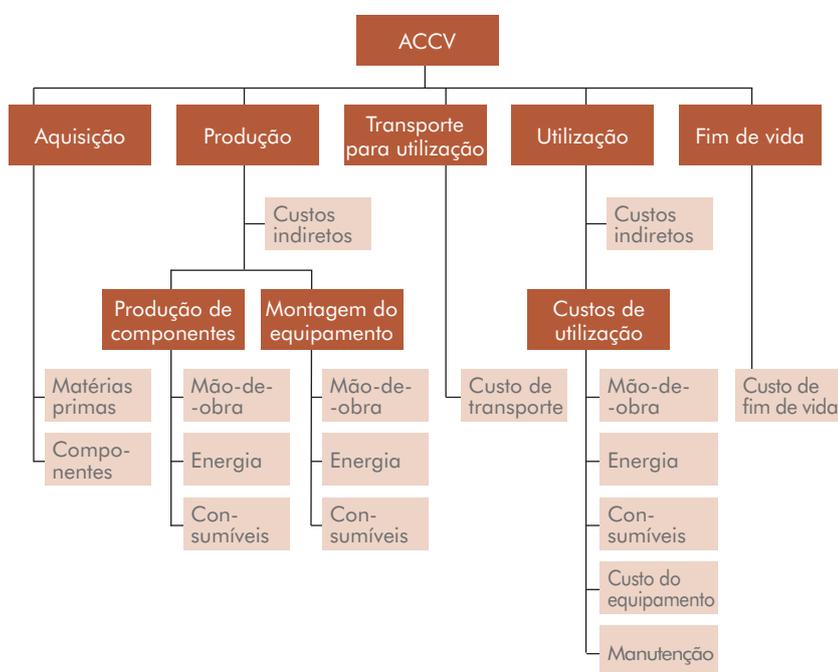


Figura 5 – Representação esquemática da Estrutura de Custos

De um ponto de vista genérico, cada uma das categorias identificadas representa uma etapa do ciclo de vida associado ao equipamento.

## 5.2. Resultados

### 5.2.1. Globais

Conforme esperado, a etapa do ciclo de vida que apresenta maiores encargos em termos de custos é a etapa de operação e manutenção. Do total dos custos associados ao ciclo de vida completo do equipamento, esta etapa apresenta uma contribuição de 81,31%, tal como se pode verificar pela figura 6.

Do ponto de vista de peso em termo de contribuição para o custo total do ciclo de vida, a segunda etapa com maior impacte está relacionada com a aquisição de materiais e componentes, necessário à produção do equipamento, com uma expressão de 12,91%. Esta etapa é seguida



Figura 6 – Distribuição dos custos totais do ciclo de vida do equipamento pelas diferentes etapas

pela produção do equipamento que representa 5,79% do custo total.

### 5.2.2. Na Fase de Utilização

A Figura 7 apresenta os resultados obtidos para a fase de utilização do equipamento. Esta fase inclui, para além dos custos associados à operação, os custos de manutenção do equipamento.

De acordo com os resultados, a rubrica que apresenta maior peso para os custos associados à fase de utilização está relacionada com a aquisição do equipamento, com cerca de 36% dos custos totais nos 15 anos estimados para o tempo de vida do equipamento. Esta é seguida pelos custos de mão-de-obra e energia associados à operação do equipamento durante esta fase de utilização. Os custos de consumíveis e manutenção em conjunto encontram-se abaixo dos 10%, pelo que são os menos representativos. De referir ainda o peso da rubrica associada aos custos indiretos que apresenta uma contribuição a rondar os 12%.



Figura 7 – Distribuição dos custos durante a fase de Utilização

## 6. CONCLUSÕES PRELIMINARES

Através da integração dos resultados ACV e ACCV do estudo realizado, verifica-se uma prevalência da fase de uso nos impactes quer ambientais quer económicos. Isto significa que, numa perspectiva de aplicação de metodologias de Ecodesign, será a etapa na qual se devem focar as atenções com vista à redução desses impactes.

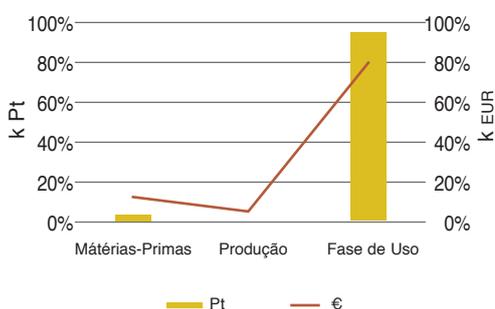


Figura 8 – Distribuição dos impactes ambientais e custos nas 3 principais fases do ciclo de vida do equipamento

No entanto importa perceber de que forma os diferentes aspetos ambientais e rubricas económicas contribuem para o desempenho global do equipamento. Esta análise é de extrema importância no sentido de se identificarem os pontos-chave de atuação, e para os quais se devem identificar ações e/ou medidas de melhoria. Neste sentido, um maior enfoque deverá prevalecer na fase que apresente maiores impactes, quer ambientais quer económicos que, no caso específico do presente estudo, corresponde claramente à fase de utilização do equipamento.

Importa ainda perceber que, numa perspectiva de Ecodesign, cada uma das rubricas económicas apresenta diferentes níveis de importância no que respeita à identificação de melhorias, uma vez que nem todas as rubricas contribuem com uma influência direta para o desempenho ambiental do equipamento. Desta forma, e de acordo com a estrutura de custos identificada, esta fase é composta por ó

rúbricas de custo, das quais apenas o consumo energético e de consumíveis apresentam uma influência directa em termos de contribuição para o desempenho ambiental do equipamento. No entanto, apesar de exercer uma contribuição directa no desempenho ambiental do equipamento, a influência do consumo de consumíveis é muito perto de 0%.

Tabela 5 – Resumo das percentagens de contribuição Ambiental relativas aos Custos do Ciclo de vida

Rubricas/Aspetos Ambientais da fase de utilização	Contribuição para os Custos do ciclo de vida (€)	Contribuição para a Influência Ambiental (Pt)
Custos de aquisição do equipamento	35,97%	5 %
Custos de energia	17,05%	95 %
Custos de mão-de-obra	25,47%	–
Custos de consumíveis	5,62%	–
Custos de manutenção	3,60%	–
Custos indiretos	12,29%	–

## 7. ECODESIGN

Relativamente à abordagem de Ecodesign, constatou-se que o maior esforço relativamente à redução do impacte ambiental seria a nível da fase de uso devido à grande percentagem obtida – 95 %. A nível das matérias-primas, foram estudadas potenciais trocas de materiais e respetivo ganho em termos de impacte ambiental, contudo o grande desafio/objetivo deparou-se a nível do design do equipamento, onde se decidiu apostar claramente em prol de uma maior meta comercial. A nível de funcionalidades também foram colocadas novas metas no novo projeto, nomeadamente mais ferramentas, promovendo uma maior versatilidade do equipamento e qualidade do protótipo funcional.

Tendo em conta os resultados obtidos, a análise concentrou-se na redução do consumo energético, associado à etapa de utilização do equipamento, no sentido de se identificarem possíveis melhorias com vista a uma redução efectiva.

Devido ao elevado consumo por parte da bomba de vácuo, estabeleceu-se que este deveria ser minimizado por forma a consequentemente se obter uma redução de impacte ambiental. Assim, estudou-se o sistema de vácuo existente por forma a compreender quais os elementos passíveis de analisar e otimizar, surgindo então:

- ↳ Otimização da Célula de Vácuo;
- ↳ Otimização da Placa Perfurada;
- ↳ Otimização da Válvula de Vácuo.

A célula de vácuo é um dos principais elementos que constituem a mesa de vácuo, uma vez que é a sua zona de operação que dita a zona de sucção, resultando na fixação da peça.

A placa perfurada posiciona-se imediatamente acima das células de vácuo, ou seja, é um elemento que além de dar rigidez à mesa de vácuo, padroniza o tipo de escoamento.

