

# Reprojeto do contraforte: um caso de aplicação do *ecodesign* em manufatura calçadista

Miriam Borchardt<sup>a,\*</sup>, Marcos Henrique Wendt<sup>b</sup>, Miguel Afonso Sellitto<sup>c</sup>, Giancarlo Medeiros Pereira<sup>d</sup>

<sup>a,\*</sup>miriamb@unisinos.br, UNISINOS, Brasil

<sup>b</sup>marcos.wendt@artecola.com.br, ARTECOLA, Brasil

<sup>c</sup>sellitto@unisinos.br, UNISINOS, Brasil

<sup>d</sup>gian@unisinos.br, UNISINOS, Brasil

## Resumo

O objetivo deste artigo é relatar um caso de reprojeto de um produto existente, o contraforte injetado, focando na minimização do impacto ambiental e na redução de custo do produto final, o calçado esportivo. O estudo de caso ocorreu em empresa de componentes para calçados. Foram analisadas as práticas do *ecodesign* inseridas no projeto de produto da empresa e o modo como foram operacionalizadas. São discutidos, também, os motivos que levaram a empresa a adotar o *ecodesign* e as dificuldades e barreiras encontradas. O artigo faz uma revisão sobre *ecodesign*, apresenta a metodologia de pesquisa e os resultados da investigação. O contraforte reprojeto trouxe, para a empresa fabricante de calçados esportivos, parceira da empresa produtora do componente em estudo, diminuição significativa do uso de adesivos e solventes, além de uma redução de 9,7% no custo-alvo do processo de aplicação do contraforte no cabedal.

## Palavras-chave

*Ecodesign*. Eco-concepção. Sustentabilidade. Contraforte. Calçados.

## 1. Introdução

Até o século XVIII, os recursos naturais ainda eram abundantes, porém não eram utilizados de modo eficiente. A industrialização que se seguiu provocou uma mudança no modelo social: de uma economia rural e agrária passou-se para uma economia urbana e industrial. As técnicas de produção em massa que foram adotadas pelo novo modelo incrementaram o consumo de bens e serviços. Tal cenário tem levado à escassez de recursos naturais, gerando degradação ambiental e resíduos poluentes, danos à saúde e à segurança, principalmente nas comunidades próximas às áreas industriais (GANDHI; SELLADURI; SANTHI, 2006; FIKSEL, 1996).

Em oposição a esse cenário, tem ganhado atenção o conceito de desenvolvimento sustentável; como decorrência, diversas alternativas e práticas têm sido desenvolvidas e propostas, tanto no meio industrial como acadêmico. Dentre as diversas alternativas, cita-se o *ecodesign* ou *Design for Environment* (DfE). Definido como um conjunto

de práticas de projeto orientadas à criação de produtos e de processos ecoeficientes, o *ecodesign* tem como objetivo principal a redução do impacto ambiental do produto nas fases do ciclo de vida: matérias-primas, produção, distribuição, utilização e destino final (FIKSEL, 1996). Nesse sentido, o *ecodesign* incorpora aspectos ambientais no processo de desenvolvimento de novos produtos e, juntamente com a Análise do Ciclo de Vida (ACV), promove uma releitura das técnicas de concepção, projeto e produção industrial de bens (LUTTROP; LAGERSTEDT, 2006; BYGGETH; BROMAN; RÖBERT, 2007). Possibilita relacionar as funções do produto ou serviço com aspectos relativos à sustentabilidade ambiental, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a presença de produtos ecoeficientes (KARLSSON; LUTTROP, 2006; MANZINI; VEZZOLI, 2005).

O objetivo deste artigo é relatar o caso de reprojeto de um produto existente, o contraforte injetado, focando na minimização do impacto

ambiental e na redução de custo do produto final, o calçado esportivo. Foram analisadas as práticas do *ecodesign* inseridas no projeto de produto da empresa e o modo como foram operacionalizadas. O estudo ocorreu em empresa de componentes (contrafortes, couraças, palmilhas e adesivos) para calçados. Seguem o referencial teórico, o delineamento da pesquisa, o caso estudado e as conclusões.

Pesquisas sobre *ecodesign* indicam a crescente importância desse tema. Dentre outras, citam-se Karlsson e Luttrupp (2006) que contextualizaram o tema na literatura. Johansson (2002) revisou o estado da arte da integração entre desenvolvimento de produto e *ecodesign*. Brezet (1997), Sherwin e Bhamra (1999) e Kleef e Roome (2007) relacionaram *ecodesign* com inovação. Bhamra (2004), Charter (1997), Frei (1998), Stevels (1997) e Riitahuhta, Salminen e Sirkkola (1994) trataram do *ecodesign* como opção estratégica para melhoria de desempenho ambiental e desenvolvimento de produto. Sweatman et al. (1997) integraram *ecodesign* e sistemas de gestão ambiental. Cabezas et al. (2005), Svensson et al. (2006) e Daub (2007) discutiram indicadores de desempenho em *ecodesign*. Beitz (1993) apontou diretrizes para o projeto de produtos voltado à reciclabilidade. Byggeth, Broman e Røbert (2007) propuseram um método guiado por questões para direcionar ações de *ecodesign*. Ljungberg (2005) e Maxwell, Sheate e Vorst (2006) trataram de técnicas para seleção e uso de materiais em *ecodesign*. No Brasil, Echeveste, Saurin e Danilevicz (2002) estudaram o *ecodesign* na indústria moveleira e Borchardt et al. (2008, 2009) na indústria automotiva.

## 2. *Ecodesign*

O *ecodesign* pode associar estratégias de projeto e gestão de operações com sustentabilidade. Já na década de 1990, a indústria eletrônica dos Estados Unidos procurava minimizar o impacto no meio ambiente decorrente de sua atividade. Desde então, o interesse pelo assunto vem crescendo e o termo *ecodesign* tem sido visto em programas de gestão ambiental. Como fatores que influenciam a implementação do *ecodesign*, Boks (2006) cita: pressão externa e requisitos legais, interesses econômicos, disponibilidade de novas tecnologias e percepção e valorização do consumidor.

A preocupação com o ambiente é um fator novo no processo de desenvolvimento de produtos. Luttrupp e Lagerstedt (2006) destacam a importância do equilíbrio entre custos ambientais e aspectos funcionais dos produtos. Karlsson e

Luttrupp (2006) salientam que o *ecodesign* inclui prioridades relativas à sustentabilidade humana no cenário dos negócios, e seu principal objetivo é a redução do impacto ambiental. O próprio mapa linguístico da palavra *ecodesign* (Figura 1) combina termos econômicos e aspectos ambientais.

Sob a perspectiva das empresas, apresentam-se como motivos para implementar o *ecodesign*, além dos aspectos ambientais: redução de custos, vantagem competitiva, introdução de inovação e novas tecnologias, imagem institucional, melhoria da qualidade e atendimento a requisitos legais (VERCALSTEREN, 2001).

### 2.1. *Práticas e ferramentas do ecodesign*

Desde os anos 1990, acadêmicos e praticantes vêm desenvolvendo ferramentas que sustentem a prática do *ecodesign*. Pochat, Bertoluci e Froelich (2007) contabilizaram mais de 150 ferramentas para *ecodesign* aplicadas ao projeto do produto. Apesar da quantidade, autores como Lofthouse (2006), Pochat, Bertoluci e Froelich (2007), Luttrupp e Lagerstedt (2006), Byggeth e Hochschorner (2006) e Byggeth, Broman e Røbert (2007), mencionam a dificuldade de uso por parte dos projetistas. Para Lofthouse (2006), muitas ferramentas falham por não focar o projeto do novo produto, atuando a partir da análise retrospectiva de produtos existentes. Observa-se, também, que as necessidades dos projetistas relacionam-se, muitas vezes, com informações específicas sobre materiais e técnicas a fim de ajudá-los a desenvolver um projeto em *ecodesign*. Por outro lado, muitas ferramentas de *ecodesign* requerem especialistas, o que dificulta seu uso nas pequenas e médias empresas (POCHAT et al., 2007). Essa condição assume contornos mais preocupantes à medida que a quantidade de informações disponíveis sobre aspectos ambientais e materiais tem crescido significativamente, tornando ainda mais difícil o manuseio e a atualização das ferramentas (LUTTRUPP; LAGERSTEDT, 2006).

Além da variedade de ferramentas, outras práticas ou diretrizes gerais foram identificadas na literatura pesquisada. Embora não exista um conjunto de diretrizes uniformes, observam-se elementos comuns entre os autores pesquisados: redução do consumo

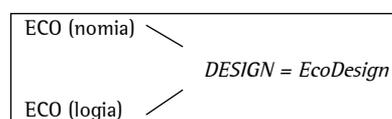


Figura 1. Mapa linguístico da palavra *ecodesign*. Fonte: Karlsson e Luttrupp (2006).

de materiais; opção por materiais com menor impacto ambiental, recicláveis ou passíveis de reuso; ampliação da vida útil do produto e redução do consumo de energia durante o ciclo de vida do produto, inclusive na distribuição. No Quadro 1 foram consolidadas as práticas propostas por Wimmer et al. (2005) para produtos manufaturados, as dez práticas propostas por Luttrupp e Lagerstedt (2006) e as práticas de aplicação dos conceitos de *ecodesign* na indústria estabelecidas por Fiksel (1996) apud Venzke (2002). O quadro inclui e descreve as práticas classificadas pela presença das seguintes características: (i) escolha e consumo de materiais, incluindo práticas de análise e seleção de matérias-primas relativas ao produto; (ii) escolha dos componentes do produto, incluindo práticas de análise e seleção de componentes prontos que serão incorporados ao produto; (iii) características do produto, incluindo

práticas de especificação de atributos presentes no produto; (iv) uso de energia, incluindo práticas de racionalização energética; (v) distribuição dos produtos, incluindo procedimentos de análise e seleção de práticas logísticas relativas ao produto, tais como armazenagem, movimentação, entrega e coleta; (vi) embalagem e documentação, incluindo práticas de projeto e reaproveitamento de embalagens e documentos relativos ao produto; e (vii) resíduos, incluindo o conjunto de práticas ligadas à logística reversa e aproveitamento de resíduos.

Wimmer et al. (2005) recomendam doze passos para o *ecodesign* no redesenho de produtos manufaturados: (i) identificar o produto a redesenhar; (ii) estabelecer os requisitos dos parceiros (sociedade, governo, fornecedores, clientes, cadeia de suprimentos) envolvidos no ciclo de vida e o que é esperado do produto; (iii) localizar as forças e as fraquezas do

Quadro 1. Síntese das práticas de *ecodesign*.

Práticas	Detalhamento
I. Escolha e consumo de materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usar, na produção, matéria-prima mais próxima do seu estado natural;</li> <li>• evitar misturas de materiais não compatíveis que impeçam a separação dos materiais e dos componentes na reciclagem;</li> <li>• utilizar materiais que gerem menos poluentes no processo de produção;</li> <li>• eliminar o uso de substâncias tóxicas/perigosas e materiais contaminantes (usar substâncias à base de água, tinta vegetal, produtos biodegradáveis);</li> <li>• usar materiais reciclados; e</li> <li>• usar materiais renováveis.</li> </ul>
II. Escolha dos componentes do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prever recuperação de componentes (ou usar componentes recuperados);</li> <li>• prever facilidade de acesso aos componentes de modo a permitir recuperar componentes e reciclar partes que não possam ser usadas;</li> <li>• identificar materiais e componentes com códigos padronizados para facilitar a separabilidade de componentes e materiais; e</li> <li>• determinar o grau de reciclagem de um componente ou produto.</li> </ul>
III. Características do produto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elaborar projetos voltados à simplicidade (formas mais simples);</li> <li>• reduzir o uso de matérias-primas (materiais mais leves, estruturas mais finas onde aplicável, redução das dimensões físicas);</li> <li>• projetar produtos com maior vida útil;</li> <li>• projetar produtos multifuncionais (funções paralelas e/ou sequenciais); e</li> <li>• projetar produtos em que é possível realizar <i>upgrade</i> após determinado período de uso.</li> </ul>
IV. Uso de energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usar formas de energia que utilizem recursos renováveis como a solar, a eólica e a hidroelétrica, substituindo as que usam recursos não renováveis, como combustíveis fósseis;</li> <li>• empregar dispositivos de redução do consumo de energia durante o uso do produto;</li> <li>• reduzir o uso de energia na produção (equipamentos mais eficientes em termos energéticos, iluminação natural, exaustão eólica); e</li> <li>• reduzir o consumo de energia durante o armazenamento dos produtos.</li> </ul>
V. Distribuição dos produtos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planejar a logística de distribuição considerando aspectos físicos do produto (temperatura suportada, resistência mecânica, forma, peso);</li> <li>• privilegiar fornecedores e distribuidores que requeiram menor distância total para transportar matéria-prima, componentes e produtos; e</li> <li>• usar modal de transporte de baixo consumo energético.</li> </ul>
VI. Embalagem e documentação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reduzir peso e complexidade de embalagens;</li> <li>• usar documentação eletrônica;</li> <li>• prever embalagens reaproveitáveis por terceiros ou retornáveis para os fabricantes; e</li> <li>• usar produtos com refil.</li> </ul>
VII. Resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar os resíduos gerados no processo produtivo;</li> <li>• minimizar os resíduos gerados durante o uso do produto;</li> <li>• reaproveitar os resíduos gerados; e</li> <li>• garantir limites aceitáveis de substâncias perigosas (limites de emissões).</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Wimmer et al. (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Fiksel (1996 apud VENZKE, 2002).

produto comparando-o com os competidores; (iv) avaliar quais são os aspectos ambientais relevantes em todo o ciclo de vida do produto (do berço ao túmulo); (v) combinar os requisitos dos parceiros envolvidos no ciclo de vida do produto e os aspectos ambientais relevantes com as estratégias de melhoria do produto; (vi) definir as práticas do *ecodesign* a serem usadas; (vii) determinar as especificações do produto; (viii) avaliar como alterar a estrutura funcional do produto; (ix) examinar a possibilidade de gerar novas funções para o produto; (x) gerar e selecionar opções para concepção do produto; (xi) estabelecer como melhorar a aparência e o *design* do produto; e (xii) definir como comunicar ao mercado as melhorias ambientais agregadas ao produto.

O desenvolvimento de produtos pode envolver diversas funções, tais como *marketing*, produção, *design* e compras. Times multifuncionais são formados para atender demandas funcionais relacionadas ao desenvolvimento. Por considerar diversos fatores, o desenvolvimento de produtos pode ser complexo. Tal complexidade aumentou quando os requisitos ambientais passaram a ser considerados no desenvolvimento de produtos. Nesse contexto, *checklists* para *ecodesign* têm sido mencionados como opção para sistematizar a implantação de práticas nas empresas. Enquanto ferramenta qualitativa, eles podem identificar os principais problemas ambientais relacionados ao ciclo de vida dos produtos (POCHAT; BERTOLUCI; FROELICH, 2007). O usuário avalia se as soluções indicadas no *checklist* são boas, indiferentes, ruins ou irrelevantes (BYGGETH; HOCHSCHORNER, 2006). *Checklists* para *ecodesign*, em muitos casos, são desenvolvidos pelos próprios engenheiros e projetistas, o que permite a eles documentarem suas experiências e facilitar a cooperação entre times de trabalho (LUTTROPP; LAGERSTEDT, 2006). Como contraponto, Lofthouse (2006) destaca que o *checklist* para o *ecodesign* tem sido visto por projetistas como sendo genérico, ao mesmo tempo em que exige uma grande quantidade de requisitos a ser atendida. Borchardt et al. (2007) apresentam um caso de aplicação do *checklist* para o *ecodesign* em uma empresa da indústria automotiva.

## 2.2 Fatores que influenciam na implementação do *ecodesign*

Para Boks (2006), os principais fatores de sucesso para a implementação do *ecodesign* estão relacionados aos aspectos convencionais dos negócios, tais como customização, organização e comunicação. Os obstáculos mais sérios são atribuídos aos problemas sociais e psicológicos,

tais como diferenças de visão entre proponentes e executores, complexidade organizacional e falta de cooperação. Apesar de as empresas adotarem ferramentas de gerenciamento ambiental, nem sempre as bases para as considerações ambientais estão incluídas no planejamento estratégico da organização. Em decorrência, muitas empresas passaram a utilizar ferramentas sem transformar efetivamente suas operações com vistas a melhorar o desempenho ambiental (THEYEL, 2000).

Os fatores de sucesso para projetos que aplicam os conceitos do *ecodesign* são: motivação do grupo e gerência, seguida de ação, comunicação e treinamento; transformação de promessas gerenciais em ações concretas; existência de time de trabalho; existência de um mecanismo clássico de concepção de produtos e auxílio de especialistas em ecoconcepção. Como riscos de falha apontam-se: carência de conhecimento ambiental por parte dos envolvidos no projeto; incertezas relacionadas a fenômenos temporais; envolvimento de muitos atores (parceiros); disponibilidade de diversas técnicas para aplicação do *ecodesign*; rápida mudança na legislação; incompreensão da amplitude dos aspectos legais, do potencial de redução dos custos, do incremento das oportunidades competitivas ou da melhoria da imagem da empresa; falta de métodos consensuais de avaliação ambiental dos produtos; escassez de normas relacionadas ao *ecodesign* reconhecidas internacionalmente e a percepção de um antagonismo entre critério ambiental e objetivos econômicos (FIKSEL, 1996; BAHMAED; BOUKHALFA; DJEBABRA, 2005).

Como fatores que influenciam a tomada de decisão acerca da implementação do *ecodesign* citam-se: (i) pressão externa e requisitos legais; (ii) influências econômicas originárias dos interesses dos parceiros da cadeia de valor; (iii) percepção e valorização do consumidor pelos aspectos relativos ao impacto ambiental do produto; e (iv) desenvolvimento de novas tecnologias (BOKS, 2006).

Vercalsteren (2001) sugere que uma empresa avalie seu potencial para aplicação do *ecodesign* por fatores relativos à companhia (internos), ao ambiente (externos) e ao produto. Como fatores internos citam-se: (i) motivação da empresa e, em especial, da alta gerência; (ii) inovação, considerando a capacidade da empresa em influenciar as especificações do produto; (iii) competitividade, visto que uma empresa líder em um setor tem mais chances de redesenhar produtos; por outro lado, uma empresa que atende uma pequena parte do mercado pode considerar o *ecodesign* como oportunidade de aumentar sua participação neste mercado; e (iv) setor: se já existem iniciativas equivalentes no

setor, a empresa pode aprender com elas. Como fatores externos mencionam-se: (i) regulação, o que pode ser um estímulo para a empresa iniciar a implantação do *ecodesign*; (ii) clientes e mercado, onde se faz necessário avaliar se o mercado aceitará ou não produtos reprojeto; e, (iii) fornecedores, visto que é essencial que estes queiram cooperar. Quanto ao produto, ele deve ter potencial para um reprojeto baseado nas considerações ambientais.

Quanto à regulação, na literatura pesquisada, as mais atuais referem-se às normas vigentes na União Europeia (UE). A UE estabeleceu diretrizes regulatórias para a indústria automotiva e para equipamentos elétricos e eletrônicos. Adicionalmente, estabeleceu diretivas para redução do impacto ambiental dos produtos pelo *ecodesign* (POCHAT; BERTOLUCI; FROELICH 2007).

### 2.3. Síntese do referencial

Sintetizando a literatura consultada, vários elementos parecem estar relacionados ao sucesso da implantação do *ecodesign* em manufatura. O Quadro 2 sintetiza os tópicos derivados da teoria, que compõem as variáveis de pesquisa deste trabalho.

## 3. Delineamento da pesquisa

A análise do reprojeto do contraforte injetado, com base no *ecodesign*, foi desenvolvida considerando as variáveis de pesquisa apresentadas no Quadro 2: avaliação dos ganhos ecológicos e econômicos decorrentes do reprojeto do contraforte com base no *ecodesign*; identificação das práticas e diretrizes relativas ao consumo de materiais, ao tipo de material utilizado, à ampliação da vida útil dos componentes, à redução do consumo de recursos

naturais em todas as fases do ciclo de vida incluindo a distribuição, aplicáveis para este caso; avaliação da forma de operacionalização na empresa em estudo e análise dos fatores internos e externos à empresa que influenciam a implementação.

Como decorrência, espera-se colher subsídios, em nível exploratório, sobre as práticas do *ecodesign* que podem ser inseridas nos procedimentos de projeto de produto de uma organização e como isso pode ser feito. Busca-se esclarecer, também, quais elementos induzem à adoção do *ecodesign*, identificando os ganhos e as dificuldades em sua aplicação.

O método de pesquisa foi o estudo de caso. O estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida (MIGUEL, 2007). Nesse sentido, e com base no exposto em Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) e em Yin (2001), entende-se que este caso tem caráter exploratório. O mesmo consistiu de um levantamento de informações que geraram uma descrição detalhada de um objeto específico para novas pesquisas, o que o caracteriza como indutivo, pois poderá conduzir a uma teoria fundamentada sobre motivação para o *ecodesign*.

A coleta de evidências foi por entrevistas semiestruturadas, baseadas nas variáveis de pesquisa, com gestores das áreas de P&D, gestores de projeto de produto e gerente industrial. Observações diretas na empresa estudada e na empresa cliente, fabricante de calçado esportivo, e análise documental também foram fontes de evidências. O estudo ocorreu na empresa Arteccla Indústrias Químicas Ltda., situada na região Sul do Brasil; a empresa fornece produtos e serviços para o segmento calçadista. Seus principais produtos são

Quadro 2. Síntese do referencial teórico.

Variáveis de pesquisa	Principais itens considerados	Referências
Ganhos decorrentes da implantação do <i>ecodesign</i>	Associar ganhos ecológicos com ganhos econômicos.	Karlsson e Luttrupp (2006); Luttrupp e Lagerstedt (2006)
Práticas e diretrizes para o <i>ecodesign</i>	Consumo de materiais; tipo de material; ampliação da vida útil do produto; redução do consumo de recursos naturais em todas as fases do ciclo de vida, inclusive na distribuição.	Wolfgang et al. (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Fiksel (1996) Venzke (2002)
Forma de operacionalização	Uso de ferramentas e software para <i>ecodesign</i> ; desenvolvimento de <i>checklist</i> inserido na rotina de projeto da empresa.	Pochat, Bertoluci e Froelich (2007); Byggeth e Hoschschorner (2006); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Lofthouse (2006)
Fatores que influenciam a implantação	Fatores internos à empresa: motivação do grupo e gerência, capacitação e treinamento, capacidade de inovação. Fatores externos à empresa: valorização do consumidor para aspectos ambientais; regulação; fornecedores. Fatores relativos aos produtos: potencial de reprojeto do produto.	Bahmaed, Boukhalfa e Djebabra (2005); Boks (2006); Vercalsteren (2001)

adesivos e laminados para estruturação e conforto, onde se enquadram os contrafortes, objeto deste estudo. A empresa possui certificação de qualidade (ISO 9001:2000) e estrutura para gestão ambiental. Na década de 1980, estabeleceu uma política de gestão ambiental que contempla consumo de energia e material e tratamento dos resíduos.

As seguintes características foram identificadas na empresa: (i) histórico de preocupação ambiental desde o final dos anos 1980 – a empresa foi considerada inovadora por introduzir no mercado adesivos com solventes base água, contrafortes e couraças que demandam menor temperatura para reativação térmica, gerando reduções no consumo de energia elétrica e diminuição das etapas de fabricação dos calçados; (ii) posicionamento estratégico focado no desenvolvimento de produtos e soluções inovadores e de novas tecnologias; e (iii) redução de custos no desenvolvimento de novos produtos ou no reprojeto dos existentes. Esse histórico fornece uma base mínima para a adoção de práticas relacionadas com aspectos ambientais, entre elas o *ecodesign*.

#### 4. Descrição do caso

O contraforte é um material de reforço incorporado ao cabedal (parte superior do calçado, com função estrutural e estática) durante a manufatura para preservar a forma da montagem e a aparência original do calçado. Contrafortes mantêm o formato e suportam a região posterior dos pés, os calcanhares. A grande variedade de tipos de calçados demanda uma gama correspondente de materiais de reforço, entre os quais o contraforte, que podem assumir diversos formatos antes de serem aplicados ao cabedal (HARVEY, 1992).

Há dois tipos de contraforte: laminado e injetado – este artigo aborda o injetado. Denominou-se de contraforte convencional o contraforte injetado produzido com polímeros rígidos, geralmente poliolefinas como PEBD, TR ou PVC, e processos convencionais; denominou-se de contraforte reprojeto o contraforte injetado elaborado por aplicação do *ecodesign* no reprojeto. Na confecção do contraforte injetado, o composto ou matéria-prima termoplástica é fundido e transportado por pistão ou rosca para, por pressão, preencher a cavidade de um molde específico. Tal processo permite que o contraforte seja injetado no tamanho e formato desejado pela modelagem, em função do molde utilizado. A Figura 2 ilustra o contraforte injetado convencional.



Figura 2. Contraforte injetado convencional.

#### 4.1. Inserção do *ecodesign*, processo de implantação, análise de mercado

A empresa, devido ao seu histórico de preocupação e inovação e pela pressão do setor calçadista por redução de preços dos componentes e insumos, optou pelo reprojeto do contraforte injetado para calçados esportivos com base no *ecodesign*. O reprojeto do contraforte teve duas fases principais conduzidas em paralelo. Uma delas se refere à análise do mercado e a outra ao processo de implantação do *ecodesign* na empresa. Essa última fase, embora tendo como piloto o contraforte, foi elaborada visando sua extensão a projetos futuros.

Para adoção do *ecodesign* foi formado um grupo multidisciplinar de estudo, planejamento e implantação, composto por colaboradores das áreas comercial, desenvolvimento, qualidade, logística e industrialização. Houve acesso à bibliografia, contato e troca de experiências com outras empresas, treinamento e coleta de sugestões. Nessa etapa, o grupo discutiu quais práticas do *ecodesign* seriam aplicáveis na empresa.

O procedimento de projeto de produto foi ampliado e passou a referenciar práticas do *ecodesign*. Na etapa inicial, de planejamento, são analisadas as principais oportunidades de reprojeto e alterações de processos produtivos. A prioridade é a eliminação de processos insalubres ou sua conversão para processos mais limpos e economicamente mais competitivos. Na sequência, observa-se a análise dos requisitos dos parceiros (legislação, clientes, fornecedores). Identifica-se o potencial do novo produto ou redesenho de produto existente, por análises de mercado e comparativos

com concorrentes. Na fase de desenvolvimento do produto, são avaliadas as alternativas e opções tecnológicas, considerando-se os itens do Quadro 3. Análises críticas orientam o andamento do projeto. Quando aplicável, a empresa busca laudos técnicos que auxiliam na tomada de decisão, apresentando os percentuais de conteúdo fóssil e de biomassa nas matérias-primas e insumos.

Dificuldades técnicas e gerenciais foram mencionadas. As dificuldades técnicas se relacionam à falta de pessoal com qualificação em tecnologias de tratamento de resíduos e em *design* de produto, com enfoque em *ecodesign*. As gerenciais referem-se à integração entre P&D, *marketing* e vendas. Nesse sentido, as reuniões de análise crítica dos projetos procuram envolver representantes dessas áreas.

Quanto à reciclagem de materiais, não há uma cadeia logística preparada para suprir as necessidades da empresa e de seus clientes. Como exemplo, foi mencionada a dificuldade de montar um roteiro para coleta de aparas e resíduos passíveis de reciclagem e reaproveitamento. Além disso, nem sempre a empresa cliente separa e armazena adequadamente as aparas e resíduos.

Quanto à análise de mercado, a empresa a focou no contraforte injetado usado em calçados esportivos. Ao mesmo tempo em que estética e desempenho cresceram de importância, os fabricantes desse tipo de calçado vêm sofrendo pressão por diminuição de custos para se manter competitivos. Como o preço prevalece na tomada de decisão do comprador, o contraforte reprojetado somente seria viável se gerasse redução de custos.

A identificação do mercado potencial para o contraforte injetado foi feita pela área comercial a partir de informações sobre os volumes produzidos pelos atuais clientes, por informações coletadas em clientes potenciais e através do IAPC – Índice Assintecal de Produção Calçadista (Assintecal – Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couro, Calçados e Artefatos). O IAPC indica a quantidade de calçados produzida por cerca de 80% das médias e grandes empresas do país; essas empresas respondem por aproximadamente 30% do total de calçados produzidos no Brasil.

Embora o foco fossem os fabricantes de calçados esportivos, a empresa delimitou a análise aos fabricantes que produzem para grandes marcas

Quadro 3. Práticas do *ecodesign* aplicáveis na empresa.

Práticas	Detalhamento
I. Escolha e consumo de materiais	A empresa objetiva reduzir o consumo de materiais na produção dos calçados esportivos; usar materiais que gerem menos poluição ou descarte; utilizar materiais não tóxicos; usar materiais reciclados ou que possam ser reciclados. A empresa procura simplificar a variedade/tipos de matérias-primas necessários para a produção de seus produtos; desenvolve materiais alternativos capazes de atender a mais de um tipo de produto. Objetiva-se a não utilização de substâncias perigosas. Diversos solventes de uso restrito foram eliminados dos processos produtivos; em vários componentes, foram adotados processos de solda térmica, eliminando o uso de adesivos.
II. Escolha dos componentes do produto	A empresa procura desenvolver componentes com materiais que possam ser totalmente reciclados e/ou que provenham de fontes renováveis; a recuperação de componentes, no cenário atual, não é aplicável.
III. Características do produto	Nesse caso, sempre que possível os projetos visam simplificar a forma construtiva dos produtos, reduzir peso e consumo de matéria-prima. Na maioria dos casos, os produtos são fabricados atendendo às especificações do cliente, e nem sempre se observa flexibilidade para alteração de forma construtiva. A vida útil do produto é estabelecida pelas empresas clientes.
IV. Uso de energia	A empresa busca usar equipamentos mais eficientes em termos energéticos. Paralelamente, desenvolveu processos com novas tecnologias que reduzem etapas dos processos produtivos, consumo de energia na produção e espaço físico ocupado para a produção dos produtos. Além disso, procura utilizar materiais que requerem menor consumo de energia na fabricação. Ao mesmo tempo, atua na empresa cliente, desenvolvendo componentes e insumos que requerem menor consumo de energia durante o processo de montagem do calçado. A empresa não utiliza energia de fontes renováveis. Considera essa opção economicamente viável apenas a longo prazo.
V. Distribuição dos produtos	A empresa procura estabelecer uma programação de entrega de materiais e componentes para os clientes que permita, na mesma viagem, o retorno de sucatas e material para reaproveitamento, quando aplicável; ressalta, no entanto, que nesse ponto julga ter pouca capacidade de redefinir o sistema de distribuição existente. Quanto ao modal de transporte, as opções são limitadas ao transporte rodoviário.
VI. Embalagem e documentação	Nos casos em que os custos logísticos são viáveis, as embalagens retornam dos clientes para a empresa, muitas vezes como sucatas e aparas para reaproveitamento.
VII. Resíduos	O objetivo é minimizar os resíduos gerados no processo produtivo, reaproveitar os resíduos gerados e garantir limites aceitáveis de substâncias perigosas (limites de emissões).

atuantes nesse segmento, porque já utilizam contraforte injetado. Não há aplicação do contraforte injetado em calçados femininos, masculino social ou casual. O volume de calçados esportivos produzidos pelos atuais clientes e potenciais clientes da Artecola foi estimado em 50 milhões de pares por ano, o que representa US\$ 20 milhões ao ano em contrafortes. Estima-se que as quatro principais marcas do país representem aproximadamente 60% do mercado, ou US\$ 12 milhões ao ano em contrafortes. Cerca de 20% da quantidade de calçados esportivos produzidos no Brasil é destinada à exportação.

#### 4.2. *Reprojeto do contraforte injetado*

O reprojeto do contraforte injetado considerou os processos de produção e de aplicação no calçado, envolvendo a empresa em estudo e uma empresa cliente, fabricante de calçados esportivos para as grandes marcas. Foram consideradas especificações relativas à gramatura, espessura, ao comportamento quanto à deformação, à descolagem plana, à retenção de formato e à resiliência, definidas pelos fabricantes.

O contraforte convencional é composto por polímeros rígidos, geralmente poliolefinas, tais como o PEBD, TR ou PVC, que conferem a propriedade

de armar a região posterior do calçado, mantendo a geometria originária do processo de injeção. O contraforte injetado convencional não é conformado juntamente com o cabedal, como nos processos de fabricação de calçados não esportivos. O contraforte convencional (Figura 2) é aplicado ao cabedal, o que ocorre na fabricante de calçados e requer adesivos e etapas insalubres, tais como: limpeza das peças com solventes para retirada de desmoldantes; secagem; aplicação de *primer*; nova secagem; aplicação de adesivo base solvente, secagem final e aplicação no cabedal. A Tabela 1 apresenta as operações e os tempos médios, por par, do processo de aplicação do contraforte convencional no cabedal, operações essas executadas na fabricante de calçados. A Tabela 2 apresenta a quantidade típica e o custo-alvo dos insumos necessários por par para o mesmo processo. A empresa trabalha com custos-alvo, ou seja, estimativas de custos baseadas na composição material dos componentes e em medições de tempo por cronometragem.

O material empregado na formulação dos contrafortes reprojeto é um polímero termoplástico biodegradável, com adição de fibras vegetais, o que torna os contrafortes reprojeto mais fáceis de serem reciclados. Peças não conformes são segregadas e processadas para reutilização no processo produtivo de novas peças, sem adição de material virgem. A Figura 3 ilustra o contraforte injetado reprojeto.

O composto para injeção do contraforte reprojeto permite, com a mesma injetora, operar com temperaturas das zonas de injeção 25% menores que as da injeção dos contrafortes convencionais, pois o polímero utilizado apresenta ponto de fusão mais baixo que o usado no contraforte convencional. Em avaliação físico-química comparativa, o contraforte reprojeto atendeu às especificações de gramatura, espessura, comportamento quanto à deformação e descolagem plana, estando indicado para uso. Atendeu, também, requisitos apontados pelos clientes quanto à retenção de formato e resiliência, diretamente ligada à durabilidade da parte superior do calçado.

Tabela 1. Operações do processo de aplicação do contraforte convencional no cabedal.

Operações do processo de aplicação do contraforte convencional no cabedal	Tempo médio (min./par)
Lavagem com solvente e secagem	0,250
Halogenação e secagem	0,500
Aplicação de adesivo no contraforte e secagem	0,360
Aplicação de adesivo no cabedal e secagem	0,325
Aplicação do contraforte	0,435
Prensagem/conformação	0,165
Aplicação de adesivo <i>hot melt</i> no forro e no contraforte (internamente)	0,525
Virar forro e preparar o forro	1,260
Pré-conformação e prensagem do forro	0,321
Total (montagem do cabedal)	4,141

Tabela 2. Custo dos insumos do processo (contraforte convencional).

Custo dos insumos do processo (contraforte convencional)	Quantidade típica por par	Custo-alvo por insumo (US\$)	Custo-alvo/par (US\$)
Custo do contraforte convencional (injetado)	1 par	0,20/par	0,20
Adesivo <i>hot melt</i> para o forro	0,005 kg	8,41/kg	0,04
Adesivo solvente para o cabedal e contraforte	0,020 kg	5,59/kg	0,11
Solvente para limpeza	0,005 kg	2,00/kg	0,01
Solução halogenante	0,005 kg	4,55/kg	0,02
Total			0,38

No Quadro 4, são apresentadas as ações efetuadas pela empresa no reprojeto do contraforte, para cada uma das sete práticas do *ecodesign* indicadas no referencial teórico.

A Tabela 3 apresenta as operações e os tempos médios, por par de contraforte, relativos ao processo de aplicação do contraforte reprojetoado no cabedal. Ao contrário do contraforte convencional, não é necessária preparação do contraforte (limpeza, aplicação de adesivos e tempos de secagem). Comparativamente ao processo convencional, o único insumo necessário é o par de contraforte reprojetoado, cujo custo-alvo é US\$ 0,44. Com base nos custos por minuto de produção e no custo

dos insumos por par, fornecidos pela fabricante do calçado esportivo, obtêm-se os custos-alvo totais por par. A Tabela 4 apresenta esses custos para o contraforte convencional e para o contraforte reprojetoado.

Observa-se que o uso do contraforte reprojetoado gera uma diminuição de aproximadamente 30% no custo-alvo operacional (custo minuto de processo) do processo de aplicação do contraforte no cabedal, pela redução dos tempos nas operações. No custo-alvo final de aplicação do contraforte reprojetoado no cabedal, incluindo os insumos necessários, observa-se uma redução em torno de 10% comparativamente ao uso do contraforte convencional. Além disso, os solventes, halogenantes e adesivos base solvente empregados no processo de produção do contraforte injetado convencional são insalubres e representam aproximadamente 50% dos custos com insumos. Na aplicação do contraforte reprojetoado no cabedal, deixam de ser utilizados solventes, *primer*, adesivo *hot melt* e adesivo base solvente.



Figura 3. Contraforte injetado reprojetoado.

#### 4.3. Processo de aplicação do contraforte reprojetoado no cabedal

A aplicação do contraforte reprojetoado no cabedal requer uso de equipamento desenvolvido especificamente para essa finalidade. Ele foi desenvolvido em parceria da Arteccla com fabricante

Quadro 4. Práticas de *ecodesign* adotadas no reprojeto do contraforte.

Práticas de <i>ecodesign</i> adotadas no reprojeto	Ações efetuadas
I. Escolha e consumo de materiais	O novo contraforte é produzido com polímeros e fibras naturais e sua composição é de 31% de biomassa e 69% de material fóssil (proveniente de refino de petróleo). O contraforte convencional é produzido com material cuja composição é 100% proveniente de material fóssil. O uso de materiais tóxicos como adesivos, solventes, adesivos com solvente e <i>primer</i> no processo de aplicação do contraforte no cabedal foi totalmente eliminado.
II. Escolha dos componentes do produto	Os materiais constituintes do contraforte reprojetoado permitem que ele seja reativado termicamente a baixas temperaturas, não sendo necessário aplicar adesivos e solventes.
III. Características do produto	O contraforte injetado atende às especificações estabelecidas para gramatura, espessura, comportamento à deformação e descolagem plana, estando indicado para o uso. Em relação à durabilidade dos produtos, procura-se sempre atingir o máximo de valor para esse requisito visando ampliar a durabilidade do contraforte e do calçado. O novo contraforte propicia maior conforto ao produto pronto por ser mais flexível nas bordas, mantendo a estruturação nas regiões de solicitação de esforço.
IV. Uso de energia	O novo composto, comparativamente com o convencional, opera com temperaturas 25% menores nas zonas de injeção, reduzindo consumo de energia. Além disso, estima-se que o consumo de energia também tenha sido diminuído pela eliminação das operações de secagem dos adesivos e solventes quando do uso do contraforte reprojetoado. O mesmo não foi calculado.
V. Distribuição dos produtos	A empresa produz o composto em uma unidade fabril e o envia para posterior injeção em locais mais próximos às fábricas dos clientes.
VI. Embalagem e documentação	Foram especificadas embalagens de transporte retornáveis.
VII. Resíduos	As sucatas e os canais de injeção do contraforte podem ser totalmente reciclados e reutilizados na produção de novos contrafortes, sem a necessidade de adicionar material virgem.

Tabela 3. Operações do processo de aplicação do contraforte reprojetoado no cabedal.

Operações do processo de aplicação do contraforte reprojetoado no cabedal	Tempo médio (min./par)
Aquecer externamente contraforte e preparar contraforte	0,800
Aplicar adesivo <i>hot melt</i> no forro e na banana	0,425
Virar forro e preparar forro	1,260
Pré-conformação e prensagem do forro	0,321
Total	2,806

Tabela 4. Custos-alvo totais por par para contraforte convencional e reprojetoado.

Custos por par	Contraforte convencional (US\$)	Contraforte reprojetoado (US\$)
Par de contraforte	0,20	0,44
Demais insumos	0,19	-
Custos de produção	0,38	0,25
Total	0,77	0,69

de máquinas para calçados. O equipamento aplica tecnologia inovadora na forma como os contrafortes injetados são processados, visando uma reativação térmica dos componentes de sua formulação apenas nas superfícies das peças, requerendo baixa temperatura. O mecanismo permite que as peças sejam coladas ao cabedal dos calçados esportivos sem deformações dimensionais dos contrafortes.

O valor estimado do equipamento é de US\$ 9.100,00; a capacidade produtiva é de 1.000 pares/dia. Considerando-se que o contraforte reprojetoado gera US\$ 0,08 a menos de custos/par, o retorno do investimento se dá em 114 dias de produção. A vida útil do equipamento é de 10 anos. A empresa fabricante de calçados esportivos estudada produz cerca de 5.000 pares/dia. Nesse caso, serão necessários cinco equipamentos, totalizando US\$ 45.500,00 de investimento.

## 5. Discussão

As variáveis de pesquisa estudadas foram: ganhos decorrentes da implantação do *ecodesign*, práticas e diretrizes para o *ecodesign*, forma de operacionalização e fatores que influenciam na implantação. No que se refere aos ganhos decorrentes da implantação do *ecodesign*, observa-se que o reprojeto do contraforte gera ganhos ecológicos e econômicos. Quanto aos ecológicos, citam-se: eliminação do uso de solventes e adesivos, redução do consumo de energia elétrica, diminuição do espaço físico para a produção, substituição dos materiais reduzindo a quantidade de matéria

fóssil. Quanto aos econômicos, observa-se uma redução de 10% no custo-alvo do processo de aplicação do contraforte, ressalvada a aquisição de equipamentos específicos para a aplicação no cabedal; estima-se que o retorno do investimento feito em cada equipamento ocorra em 114 dias. Os aspectos mencionados convergem para o exposto por Karlsson e Luttrupp (2006), que mencionam a relação dos aspectos ambientais com os aspectos econômicos.

Quanto às práticas adotadas pela empresa, elas se referem à escolha e consumo de materiais, escolha dos componentes do produto e suas características, uso de energia, distribuição dos produtos, embalagem e resíduos.

A forma de operacionalização consistiu na troca de experiências com empresas e universidades da região, na ampliação do escopo dos procedimentos relacionados ao projeto de produto e processo que passaram a contemplar as práticas do *ecodesign*, na inclusão das práticas do *ecodesign* na fase de análise crítica de projeto. A tomada de decisão acerca das opções dos diversos tipos de materiais apoia-se em laudos técnicos. Para o contraforte injetado reprojetoado não foi feita análise do ciclo de vida do produto. Foram relatadas dificuldades com relação à disponibilidade de pessoal qualificado em tratamento de resíduos e em *ecodesign*.

Quanto aos fatores que influenciam na implantação do *ecodesign*, observam-se como fatores internos: a empresa possui um histórico de preocupação ambiental e inovação, o que gera ambiente favorável à implantação do *ecodesign*; busca continuamente reduzir custos dos produtos de modo a manter e ampliar o mercado; houve envolvimento de um grupo multidisciplinar. Como fatores externos à empresa, mencionam-se: ainda há pouca valorização dos aspectos ambientais por parte das empresas clientes e há dificuldade de logística reversa.

No que se refere aos fatores relativos ao produto, o potencial de reprojeto ou de um novo desenvolvimento é avaliado na fase de planejamento do produto.

A empresa espera aumentar, no próximo ano, sua participação no segmento com a venda dos contrafortes reprojetoados em aproximadamente 30%. Isso significa uma receita líquida de US\$ 3,6 milhões. Objetiva consolidar também a imagem de empresa inovadora e focada na sustentabilidade ambiental. Para as empresas fabricantes de calçados projetam-se ganhos relacionados às reduções de custos internos dos processos e insumos, além das reduções de gastos derivados de questões ambientais e trabalhistas devido à eliminação do uso de substâncias restritas como os adesivos base solvente.

O reprojeto do contraforte possibilitou à Arteccla Indústrias Químicas Ltda. o depósito de uma patente cujo título é: “Material de reforço para calçados, processo de fabricação e método de aplicação em cabedal de calçado”.

## 6. Considerações finais

O objetivo deste artigo foi relatar um estudo de caso, no qual se apresenta a aplicação do *ecodesign* no reprojeto de um componente da indústria calçadista, o contraforte. Além disso, foram investigados os fatores que motivaram a empresa a implantar o *ecodesign* e as dificuldades enfrentadas. O estudo é exploratório, limitado a análise de um único caso e, portanto, não permite generalizações.

Os resultados reforçaram o exposto no referencial teórico. Foi verificada, no caso estudado, a possibilidade de combinar aspectos econômicos com ambientais. A introdução de novas tecnologias, com base no *ecodesign*, poderá contribuir para gerar vantagem competitiva, melhorar a imagem da empresa e o atendimento a requisitos legais. Por outro lado, convergindo também para o exposto na revisão conceitual, foram observadas dificuldades técnicas no que tange à identificação das melhores opções de materiais, não havendo uma base de dados coerente com a realidade local; tais fatos levaram a empresa em estudo, por ora, a não adotar a análise do ciclo de vida de produtos. A operacionalização por meio do *checklist* para o *ecodesign* não foi considerada como opção possível no momento.

Como continuidade de pesquisa, propõe-se analisar, a médio e longo prazo, os parâmetros de desenvolvimento de produtos afetados pelo *ecodesign* e seu respectivo impacto nos indicadores da organização. Um estudo de implementação do *ecodesign* em toda cadeia de suprimentos, investigando como integrar requisitos de fornecedores e clientes, pode ser remetido para trabalhos futuros. Agrega-se a isso a necessidade de se ampliar os estudos acerca de métodos sistematizados que possibilitem a operacionalização do *ecodesign* em determinadas indústrias. Também se entende que a organização dos fatores e das práticas presentes no *ecodesign*, segundo as classes do Quadro 1, seja um achado de pesquisa e sugere-se sua exploração em outras indústrias, tais como a moveleira, inclusive com métodos multicriteriais de apoio à decisão. É possível supor, mesmo a priori, que as práticas constantes do quadro não tenham todas a mesma importância em uma dada indústria, o que pode remeter ao uso de métodos multicriteriais para distribuição de importância relativa entre as sete classes de práticas organizadas.

Por fim, os pesquisadores agradecem aos colaboradores da empresa estudada pela valiosa contribuição.

## Referências

- BAHMAED, L.; BOUKHALFA, A.; DJEBABRA, M. Eco-conception in the industrial firms: methodological proposition. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, v. 16, n. 5, p. 530-547, 2005.
- BEITZ, W. Designing for Ease of Recycling. *Journal of Engineering Design*, v. 4, n. 1, p. 11-23, 1993.
- BHAMRA, T. Ecodesign: the search for new strategies in product development. *Journal of Engineering Manufacture*, v. 218, n. 5, p. 557-569, 2004.
- BORCHARDT, M. et al. Adopting ecodesign practices: case study of a Mid-sized automotive supplier. *Environmental Quality Management*, v. 19, n. 1, 2009.
- BORCHARDT, M. et al. Considerações sobre ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. *Ambiente & Sociedade*, v. 11 n. 2, p. 341-353, 2008.
- BORCHARDT, M. et al. Motivação para o emprego do eco design: um estudo de caso na indústria automotiva. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 1, 2007, São Paulo. *Anais ...*
- BREZET, H. Dynamics in ecodesign practice. *Industry and Environment*, v. 20, n. 1-2, p. 21-25, 1997.
- BOKS, C. The soft side of ecodesign. *Journal of Cleaner Production*, v.14, p. 1346-1356, 2006.
- BYGGETH, S.; BROMAN, G.; RÖBERT, K. A Method for Sustainable Product Development based on a Modular System of Guiding Questions. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, p. 1-11, 2007.
- BYGGETH, E.; HOSCHSCHORNER, I. Handling trade-offs in ecodesign tools for sustainable product development and procurement. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 1420-1430, 2006.
- CABEZAS, H. et al. Sustainable systems theory: ecological and other aspects. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, p. 455-467, 2005.
- CHARTER, M. Managing the eco-design process. *Journal of Sustainable Product Design*, v. 2, p. 48-51, 1997.
- DAUB, C. Assessing the quality of sustainability reporting: an alternative methodological approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, p. 75-85, 2007.
- ECHEVESTE, M.; SAURIN, T.; DANILEVICZ, A. Avaliação do uso de prática de ecodesign nas indústrias do Rio Grande do Sul: um estudo Introductório. *Produto e Produção*, v. 6, n. 1, p. 9-23, 2002.
- FREI, M. Eco-effective product design: the contribution of environmental management in designing sustainable products. *Journal of Sustainable Product Design*, v. 7, p. 16-25, 1998.
- FIKSEL, J. *Design for Environment*. New York: Mc Graw Hill, 1996.
- JOHANSSON, G. *Success factors for integration of ecodesign in product development: a review of state of the art*. Suécia: Linköping University, 2002. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Articles/0830130108.html>. Acesso em: mar. 2007.
- GANDHI, N.; SELLADURI, V.; SANTHI, P. Unsustainable development to sustainable development: a conceptual model. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, v. 17, n. 6, p. 654-672, 2006.

- HARVEY, A. *Footwear materials and technology*. New Zealand: Leather and Shoe Research Association, 1992.
- KARLSSON, R.; LUTTROPP, C. Ecodesign: What's happening? An overview of the subject area of ecodesign and the papers in this Special Issue. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 1291-1298, 2006.
- KLEEF, J.; ROOME, N. Developing capabilities and competence for sustainable business management as innovation: a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, p. 38-51, 2007.
- LOFTHOUSE, V. Ecodesign tools for designers: defining the requirements. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 1386-1395, 2006.
- LJUNGBERG, L. Responsible products: selecting design and materials. *Design Management Review*, v. 16, n. 3, p. 64-73, 2005.
- LUTTROPP, C.; LAGERSTEDT, J. Ecodesign and the ten golden rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 1396-1408, 2006.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: Ed. USP, 2005.
- MAXWELL, D.; SHEATE, W.; VORST, R. Functional and systems aspects of the sustainable product and service development approach for industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 1466-1479, 2006.
- MIGUEL, P. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção*, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
- POCHAT, S.; BERTOLUCI, G.; FROELICH, D. Integrating ecodesign by conducting changes in SMES. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, p. 671-680, 2007.
- RIITAHUHTA, A.; SALMINEN, V.; SIRKKOLA, E. Greening as strategic choice. *Journal of Environmentally Conscious Design & Manufacturing*, v. 3, n. 1, p. 27-33, 1994.
- SHERWIN, C.; BHAMRA, T. Beyond engineering: ecodesign as a proactive approach to product innovation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECODESIGN, 1, 1999, Tokyo. *Proceedings...*
- SWEATMAN, A. et al. Integrating design for environment within an environmental management system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN - ICED 97-11a, 1999, Tampere. *Proceedings...*
- STEVELS, A. Moving companies towards sustainability through eco-design: conditions for success. *Journal of Sustainable Product Design*, v. 3, p. 47-55, 1997.
- SVENSSON, N. et al. Environmental relevance and use of energy indicators in environmental management and research. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 134-145, 2006.
- THEYEL, G. Management practices for environmental innovation and performance. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 2, p. 249-266, 2000.
- VERCALSTEREN, A. Integrating the ecodesign concept in small and medium-size enterprises: Experiences in the Flemish Region of Belgium. *Environmental Management and Health*, v. 12, p. 347-355, 2001.
- VENZKE, C. *A Situação do ecodesign em empresas moveleiras da Região de Bento Gonçalves - RS: análise das posturas e práticas ambientais*. 2002. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do SUL, Porto Alegre.
- VOSS, C.; TSIKRIKITSIS, N.; FROHLICH, M. Case Research in Operations Management. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.
- YIN, R. *Estudo de caso: planejamento e método*. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- WIMMER, W. et al. Ecodesign in twelve steps: providing systematic guidance for considering environmental aspects and stakeholder requirements in product design and development. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN - ICED, 5, 2005, Melbourne, Austrália. Disponível em: <http://66.102.1.104/scholar?hl=pt-BR&lr=&q=cache:zV6Xi3Y1VKsJ:www.ecodesign-company.com/documents/12stepsECODESIGN.pdf+%22Ecodesign+in+twelve+steps%22>. Acesso em: out. 2007.

## Stiffener redesign: a case of eco-design application in footwear manufacture

### Abstract

The purpose of this paper is to analyze the application of eco-design in the redesign of a component from the footwear industry, the stiffener. The focus is on a reduction in the environmental impact and in the final cost of sports footwear. The case study took place in a company that produces footwear components. The eco-design practices considered during the product redesign in the company and their implementation were analyzed. We also investigate and discuss the reasons why the company was led to adopt eco-design and the difficulties and barriers encountered by designers in their application. The paper reviews eco-design, describes the research methodology and presents and discusses research findings. The redesigned stiffener brought the footwear assembly company a new manufacturing business partner, and led to a significant reduction in the requirement for adhesives and solvents, and a 9.7% reduction in the target-cost of the application process.

### Keywords

Eco-design. Eco-conception. Sustainability. Stiffener. Footwear.