

# Melhorias ambientais decorrentes dos processos de redução dos custos operacionais – um estudo de caso na indústria têxtil

*Environmental improvements resulting from reduction of operational costs – a case study in the textile industry*

Elpídio Moreira Costa

Graduado em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Nove de Julho e Mestrando em Engenharia de Produção do Programa de Pós-Graduação e Engenharia de Produção da Universidade Nove de Julho – Uninove. São Paulo, SP [Brasil]  
elpidioconsultoria@gmail.com

Wagner Cezar Lucato

Doutor em Engenharia de Produção (Capes 4), Universidade Metodista de Piracicaba – Unimep, Professor Pesquisador do Programa de Pós-Graduação e Engenharia de Produção da Universidade Nove de Julho – Uninove. São Paulo, SP [Brasil]  
wlucato@uninove.br

## Resumo

Na procura por maior lucro ou competitividade, as empresas recorrem frequentemente a procedimentos estruturados para reduzir custos e despesas. Entretanto, as consequências ambientais associadas quase nunca são consideradas nesses processos. Por isso, neste artigo, tem-se como objetivo central mostrar que, em paralelo aos esforços de redução dos custos operacionais, é plausível conseguir, ainda que involuntariamente, relevantes melhorias ambientais. Essa constatação pôde ser realizada por meio de um estudo de caso único, no qual se adotou a análise de valor para obter reduções dos gastos industriais em um processo de produção de uma empresa de tingimento e lavanderia do setor têxtil brasileiro. Concluída a implementação das melhorias no processo de produção, ainda que sem levar em conta os aspectos ambientais, pôde-se verificar que elas também trouxeram relevantes ganhos à proteção do meio ambiente, melhorias essas avaliadas por meio da medição do nível de ecoeficiência desse processo antes e depois da implantação das alterações feitas.

**Palavras-chave:** Análise de valor. Desempenho ambiental. Ecoeficiência. Indústria têxtil.

## Abstract

In search of higher profits or competitiveness, firms have frequently used structured procedures to reduce their costs and expenses. However, the environmental consequences associated with these processes are hardly ever considered. Hence, the central purpose of this paper is to show that it is possible to obtain relevant environmental gains as a result of efforts to reduce operational costs, even while not deliberately taking into consideration environmental issues themselves. This particular point was verified through a single case study where value analysis was used to obtain reductions in manufacturing costs at a dyeing and laundry company in the Brazilian textile sector. Even not considering environmental aspects as part of the value-analysis procedures, when the cost-reduction actions were implemented it was possible to confirm that they also brought about significant environmental improvements, which were assessed by measuring eco-efficiency levels before and after the cost-reduction implementations.

**Key words:** Value analysis. Environmental performance. Eco-efficiency. Textile industry.



## 1 Introdução

No ambiente corporativo globalizado surgem tendências que acabam por ser adotadas pelas empresas, às vezes por ser o tema do momento ou, ainda, por estar apoiadas em uma nova legislação. O fato é que, atualmente, existe um tópico que já não pode ser deixado de lado, seja pela academia seja mesmo pelo ambiente empresarial: a sustentabilidade, que compreende três pilares de desempenho: o social, o econômico e o ecológico/ambiental (DESPEISSE et al., 2012; LUCATO et al., 2013a; SANTOS, 2013). A ideia central da sustentabilidade empresarial é gerar resultados para os todos os *stakeholders*. Amaral (2002, p. 1) observa que o conceito de desenvolvimento sustentável, conforme definido no Relatório Nosso Futuro Comum também conhecido como Relatório Brundtland, diz que ele “[...] é o desenvolvimento que preenche as necessidades do presente, sem comprometer a habilidade das gerações futuras de preencherem suas próprias necessidades [...]”.

O desenvolvimento sustentável é um assunto que se encontra em ascensão na atualidade, mas ainda é explorado de forma não ampla e generalizada no Brasil e no mundo (SILVA; MEDEIROS, 2004). Boa parte dos estudos e pesquisas ainda se restringe às grandes organizações, embora existam algumas poucas iniciativas aplicadas às pequenas empresas de forma localizada e setorial, com o caráter de projeto piloto para a conscientização e sensibilização do empreendedor (VERFAILLE; BIDWELL, 2000). Um exemplo dessas iniciativas é o projeto Rede de Produção mais Limpa (P+L) que, segundo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, foi concebida por meio da criação de núcleos em diversos estados, que atuam de forma interligada na prestação de serviços especializados em produção mais limpa para empresas e pessoas interessadas (CEBDS, 2008). Os membros da rede unem esforços, trocam expe-

riências e, muitas vezes, desenvolvem sistemas em conjunto, de modo a fortalecer as práticas de P+L e a encorajar as empresas a se tornarem mais competitivas, inovadoras e ambientalmente responsáveis. A implantação de P+L pode ser considerada como uma prática destinada a aumentar a ecoeficiência das empresas (VERFAILLE; BIDWELL, 2000).

Segundo o World Business Council For Sustainable Development (WBCSD), o conceito ecoeficiência foi desenvolvido em 1992, sendo amplamente reconhecido pelo mundo empresarial. Schmidheiny (2000, p. 4) define:

A ecoeficiência atinge-se através da disponibilização de bens e serviços a preços competitivos, que, por um lado, satisfaçam as necessidades humanas e contribuam para a qualidade de vida e, por outro, reduzam progressivamente o impacto ecológico e a intensidade de utilização de recursos ao longo do ciclo de vida, até atingirem um nível, que, pelo menos, seja compatível com a capacidade de renovação estimada para o planeta Terra.

Ela reúne os componentes essenciais para o progresso econômico e ambiental, necessários para o aumento da prosperidade econômica, por meio da utilização dos recursos de forma mais eficiente e com menos emissões nocivas para o ambiente. Entretanto, para implementar esse conceito e medir o seu desempenho de maneira quantitativa, ainda estão sendo estabelecidos alguns modos de medição que precisarão ser validados na prática (VERFAILLE; BIDWELL, 2000; LUCATO et al., 2013b), o que torna oportuno o desenvolvimento deste artigo, em que se utiliza a proposta de emprego de indicadores de ecoeficiência com base nos princípios estabelecidos pelo WBCSD para avaliar o desempenho ambiental de uma indústria.

De fato, com base nas afirmações de Battaglia e Bergamo (2010) e de Santana (2005) as empresas, frequentemente, lançam mão de técnicas de redução de seus custos operacionais, como a análise de valor para buscar melhorias em seus processos de fabricação com o objetivo final de alcançar níveis menores de custos e, por consequência, obter maiores lucros ou mais competitividade. No entanto, observa-se que, quando tais trabalhos são realizados, raramente são levados em consideração fatores relacionados aos impactos positivos ou negativos sobre o meio ambiente. Assim, o objetivo central neste artigo é o de mostrar que, em paralelo aos esforços de redução dos custos operacionais, é possível obter, ainda que involuntariamente, significativos ganhos ambientais que podem ser mensurados pela evolução do nível de ecoeficiência da empresa. Neste trabalho, isso é feito por meio de um estudo de caso, no qual foi aplicado o conceito da análise de valor sobre o processo de produção de uma empresa de tingimento e lavanderia do setor têxtil brasileiro. O objetivo originalmente buscado pelos gestores dessa empresa era o de minimizar os custos relacionados aos insumos e recursos utilizados no processo, que é composto por tingimento da roupa, lavagem, centrifugação para remover o excesso de água, secagem e passadoria. Concluída a implementação das melhorias no processo de produção, pôde-se verificar que elas também trouxeram significativas contribuições à proteção do meio ambiente, melhorias essas avaliadas por meio da medição do nível de ecoeficiência desse processo antes e depois da implantação das alterações feitas.

## 2 Revisão da literatura

O termo engenharia de valor (EV) traduz uma metodologia que reorienta os esforços intelectuais para o objetivo de maximização do resultado, uti-

lizando como base a reestruturação do problema na fase de projeto do produto (SANTANA, 2005). Segundo Santana (2005, p. 4): “O projeto do produto é definido com base nas funções que este deve ou deveria desempenhar e não mais através de suas partes componentes. Esta lista de funções é estabelecida a partir da revisão da lista de funções de cada uma das partes que compõem o produto”. A fim de maximizar o resultado final obtido por um determinado produto, seja por meio da resolução de um problema funcional, seja pela redução de custos ou aumento do desempenho, parte-se do diagnóstico das funções e estudam-se as maneiras de desempenhá-las com o máximo resultado. De fato, Santana (2005) afirma que também se define EV como uma aplicação sistemática de técnicas que identificam as diferentes funções de um produto ou serviço, estabelecendo um valor para cada uma delas, com o objeto de gerar soluções que permitam executar tais funções incorrendo no menor custo total. Para Cooper e Slagmulder (1997), a engenharia de valor é um estudo interdisciplinar contínuo dos fatores que afetam o custo de um produto, de forma a encontrar formas de alcançar o objetivo especificado de custo, mantendo os padrões de qualidade e confiabilidade estabelecidos. Seu objetivo é reduzir custos (de produção e *overheads*) e desperdícios por meio da melhoria do projeto e dos processos de produção (LESTER, 2013). Dessa maneira, pode ser solicitada ao setor de engenharia uma redução de custo no projeto, a fim de adequar o preço do produto ao mercado ou maximizar o lucro com a redução proposta. Ilustrando esse fato, Tanaka (1993) cita um exemplo no qual considera uma peça com custo estimado de US\$ 3.000. Se for julgado que uma redução de custo nessa peça contribuirá de maneira significativa para se atingir o custo objetivo do produto inteiro, pode-se pedir a quem desenvolve o projeto da peça em questão uma redução de custo de, por exemplo, US\$ 500.

Ainda afirma Tanaka (1993), que a engenharia de valor não é apenas um trabalho puramente intelectual que os projetistas e engenheiros possam fazer em seus laboratórios ou escritórios. Na verdade, é um esforço que deve ter como base melhorar o chão de fábrica e a produção. Segundo Santana (2005), o momento no qual se pode aplicar a técnica de EV é durante a concepção do projeto do produto, diferentemente da Análise do Valor (AV), que é aplicada durante a fase de produção do produto. Diversos são os significados que podem ser dados a esses termos. Para alguns autores, não passa de um tratamento indistinto, mas outros chamam de análise de valor aquilo que é realizado quando algo já existe, ou seja, que já está sendo realizado ou produzido, separando, então, o termo engenharia de valor apenas para aplicação em recursos que estejam na fase de projetos ou concepção (SANTANA, 2005). Dessa maneira, para Battaglia e Bergamo (2010), a EV é um sistema para solucionar problemas por meio do uso de um conjunto específico de técnicas, utilizando um corpo de conhecimentos e um grupo de pessoas especializadas. Nessa linha, eles mencionam um conjunto de seis passos para o desenvolvimento de um projeto de Análise de Valor / Engenharia de Valor que estão descritos no Quadro 1.

No geral, as técnicas servem para produzir as informações necessárias para dar continuidade à fase seguinte, já que na etapa de análise de custos é feito um planejamento detalhado de cada ação necessária à execução da proposta. Segundo Battaglia e Bergamo (2010), com o intuito de resolver alguns problemas mais simples, algumas vezes, dispensa-se a utilização de técnica específica, mas, em outros momentos, é de fundamental importância usá-la de forma completa. Para o tipo de estudo a ser desenvolvido no decorrer do atual trabalho, foi utilizada a técnica de avaliação de funções. De acordo com Battaglia e Bergamo (2010), ela possibilita a identificação dos custos

- a) Fase de preparação: nesta primeira fase, deve-se, considerando o objetivo que se pretende atingir, determinar as medidas necessárias para a execução da atividade, bem como a escolha do recurso a ser estudado, a construção do plano de ação e a definição da equipe de profissionais.
- b) Fase de informação: na segunda fase, as funções secundárias devem ser definidas. Serão identificados os limites de investimentos disponíveis para serem gastos em cada um dos fatores pertinentes ao objetivo do trabalho. São identificados dados e informações sobre o recurso estudado, informações sobre o mercado de fornecedores, método de manufatura existente, controle de qualidade, seu valor em termos de satisfação e uso dos clientes e seus custos.
- c) Fase de análise: aqui devem ser coletadas as ideias de melhoria estabelecendo a relação custo benefício após a realização de uma análise crítica, tanto da possibilidade de troca de matéria-prima como do processo ou mesmo da troca de fornecedor. Finalmente, serão decididas quais alternativas serão estudadas. Para cada ideia coletada, deve-se ter a fundamentação adequada por que funciona a aplicação desta ideia.
- d) Fase da criatividade: uma vez de posse da ideia muito bem fundamentada e das informações com suas respectivas alternativas de aplicação, as quais objetivam a eliminação de processos ou funções desnecessárias, é feita uma consulta ao especialista de cada área para viabilizar a ideia.
- e) Fase de julgamento: nesta fase, devem-se analisar as alternativas, soluções e técnicas econômicas já existentes e que se adequam à empresa com mais acerto, para, assim, selecionar a melhor solução. Deve-se ainda identificar e definir os impactos na qualidade do produto ou serviço, nas pessoas envolvidas, no cliente, no processo, no ferramental ou nos equipamentos.
- f) Fase de planejamento: aqui, é separado e delegado o trabalho, distribuindo as responsabilidades por área ou setor, como, por exemplo: manutenção elétrica, mecânica etc. Uma vez definidas as responsabilidades é elaborado, com consulta aos especialistas e fornecedores, um plano de execução para as atividades, no qual, em paralelo, deve ser estabelecido um programa para pesquisa e desenvolvimento de técnicas e metodologias necessárias para execução das atividades.

**Quadro 1: Passos para o desenvolvimento de um projeto de Análise de Valor / Engenharia de Valor**

Fonte: Adaptado de Battaglia e Bergamo (2010).

desnecessários e pode ser utilizada tanto para produtos quanto para sistemas, projetos e processos que já existem.

Contudo, para que uma organização avalie seu desempenho, é necessária a utilização de indicadores que servirão para apresentar os resultados obtidos nos seus diferentes processos (ABNT,

2004). Verfaille e Bidwell (2000) referem que o objetivo principal de utilizar indicadores de desempenho ambiental é contribuir com a melhoria do desempenho das organizações e monitorá-lo com métricas transparentes, verificáveis e, conseqüentemente, relevantes, tanto para os gestores das organizações quanto para as diversas partes interessadas. Sem esses indicadores, uma organização não pode medir e administrar o seu desempenho ambiental (MICKWITZ et al., 2010). Independentemente do foco que pode ser dado nos setores sob controle direto do órgão de gestão, também se deve levar em consideração se nas atividades das empresas há aspectos importantes a montante, como, por exemplo, os fornecedores e a jusante, como a utilização do produto (SCHMIDHEINEY, 2000).

Verfaille e Bidwell (2000) ressaltam que a ecoeficiência pode ser medida por meio de uma fórmula geral que reúne as duas “ecodimensões”: economia e ecologia, a fim de relacionar o valor do produto ou do serviço com a sua respectiva influência ambiental, ou seja:

$$\text{Ecoeficiência} = \frac{\text{Valor do produto ou serviço}}{\text{Sua influência ambiental}}$$

Para a adequada mensuração da ecoeficiência em uma empresa seguindo o conceito geral acima, Verfaille e Bidwell (2000) sugerem a utilização de dois grupos de indicadores. O primeiro é chamado de aplicação geral e é formado por indicadores que podem ser aplicados sem distinção em quase todas as organizações. Além de serem quase universalmente relevantes, esses indicadores se referem a uma preocupação ambiental global, sendo as definições, de maneira genérica, estabelecidas e aceitas. Já os indicadores que não se enquadram nestes critérios são chamados de específicos do negócio. Neste caso, sua utilização irá depender das especificidades do negócio ou setor. Estes indicadores não são menos importantes do que os

do primeiro grupo, embora venham a ser menos abrangentes na sua aplicabilidade. O perfil do desempenho da ecoeficiência deve incluir ambos os tipos de indicadores. Segundo ainda os mesmos autores, a medida do nível da ecoeficiência por meio dos indicadores escolhidos deve ser feita em duas fases: (a) uma avaliação ao longo do tempo dos valores absolutos dos indicadores escolhidos para avaliar o valor do produto ou serviço e sua respectiva influência ambiental (confrontando esses valores para dois períodos sucessivos  $n$  e  $n + 1$ ), e (b) o cálculo e medição ao longo do tempo dos quocientes de ecoeficiência (valor do produto ou serviço dividido pela sua influência ambiental). O progresso desses dois conjuntos de indicadores ao longo do tempo fornecerá à organização um entendimento adequado da evolução da ecoeficiência.

Na definição dos indicadores genéricos, para valor do produto ou serviço Verfaille e Bidwell (2000) sugerem: (a) quantidade de bens ou serviços produzidos ou fornecidos aos clientes, e (b) vendas líquidas. Os indicadores de aplicação genérica relacionados com a influência ambiental na criação do produto ou serviço são: (a) consumo de energia, (b) consumo de materiais, (c) consumo de água, (d) emissões de gases do efeito de estufa (GEE) e (f) emissões de substâncias deterioradoras da camada de ozono (SDCO).

Segundo ainda Verfaille e Bidwell (2000), um número reduzido de indicadores de aplicação genérica é útil na avaliação da ecoeficiência, porque a proliferação de medições dificultaria a clareza e a compreensão dos relatórios, especialmente para o exterior da empresa. Um pequeno núcleo de indicadores comuns facilita a aprendizagem e a comparabilidade da evolução, dos sectores e das indústrias. Em paralelo, a empresa deve desenvolver de forma detalhada uma descrição do seu desempenho, para isso pode adicionar mais indicadores específicos do negócio. Esses autores

ainda recomendam que as empresas integrem a informação sobre a ecoeficiência em todos os processos de tomada de decisões e de comunicação. Internamente, deverá ser utilizada como parte integrante dos sistemas de gestão. Externamente, os indicadores da ecoeficiência podem ser apresentados em relatórios ambientais ou de sustentabilidade, como um dos elementos integradores dos três pilares da sustentabilidade, e serem incluídos nos relatórios financeiros existentes, como uma extensão da comunicação puramente financeira (ABNT, 2004).

Verfaille e Bidwell (2000) apresentam três níveis de organização da informação da ecoeficiência: categorias, aspectos e indicadores. Estes níveis são consistentes com a terminologia utilizada nas séries NBR ISO 14001 (ABNT, 2005). As categorias são direcionadores da influência ambiental ou valor do negócio. Cada vertente tem um número de aspectos, que são tipos genéricos de informação, relacionados com uma categoria específica. A sua função é procurar descrever o que é medido. As três categorias identificadas no relatório WBCSD para a ecoeficiência e os aspectos principais que lhe estão associados estão mostradas no Quadro 2.

- Valor do produto/serviço: volume/massa; monetário; função.
- Influência ambiental na criação do produto/serviço: consumo de energia; consumo de materiais; consumo de recursos naturais; saídas não relacionadas com o produto; acontecimentos imprevistos.
- Influência ambiental na utilização do produto/serviço: características do produto / serviço; resíduos da embalagem; consumo de energia; emissões durante a utilização/eliminação.

**Quadro 2: As três categorias identificadas no relatório WBCSD para a ecoeficiência**

Fonte : Adaptado de Verfaille e Bidwell (2000).

A literatura que trata da ecoeficiência mostra que a sua medição tem sido feita, quase exclusivamente, considerando o desempenho ambiental das empresas em seu conjunto (KOUSMANEN; KORTELAJINEN, 2005; SCHMIDHEINY,

2000; VERFAILLE; BIDWELL, 2000;). No entanto, não foi localizada na literatura qualquer impossibilidade teórica ou prática que não permitisse a aplicação do mesmo conjunto de indicadores para medir a ecoeficiência de um processo de fabricação ou de um único equipamento. Todavia, existe um problema para fazer isso. A medida do progresso da ecoeficiência é realizada por meio do monitoramento simultâneo de diversos indicadores individuais (SCHMIDHEINY, 2000). Assim, há uma boa chance de que indicadores diferentes caminhem em sentidos opostos e, como resultado, a maneira tradicional de medir a ecoeficiência não conseguiria mostrar se ela, em sua totalidade, melhorou ou piorou. Para contornar essa dificuldade, Lucato et al. (2013b) sugerem um modo de medir o nível de ecoeficiência de um processo de fabricação, por meio de uma proposta conceitual de uma medida única que possa traduzir o seu progresso total, mesmo no caso em que os indicadores escolhidos desloquem-se em sentidos opostos. Para isso, Lucato et al. (2013b) mencionam que o nível de ecoeficiência de um processo industrial “P”, em um dado momento  $t$  ( $E_{p,t}$ ), seja calculado por:

$$E_{p,t} = [e_1 \cdot e_2 + e_2 \cdot e_3 + \dots + e_n \cdot e_1] \cdot \frac{\text{sena}}{2n} \quad (1)$$

Em que  $e_1, e_2, e_3, \dots, e_n$  são cada um dos “ $n$ ” indicadores de ecoeficiência selecionados para aquele processo e  $\alpha = 360^\circ / n$ .

Com base nessa definição, é possível medir o nível de ecoeficiência em um processo industrial e, assim, relacionar o impacto de suas ações e seu desempenho econômico e ambiental.

### 3 Metodologia

Como mencionado anteriormente, o propósito central neste artigo é gerar conhecimen-

tos teóricos e orientações de ordem prática sobre como as empresas poderiam valer-se da melhoria de seus processos de produção como uma ferramenta a fim de promover também o aumento no seu nível de ecoeficiência. Para alcançar esse objetivo, a seguinte questão de pesquisa (QP) foi considerada: Ações que visam buscar reduções de custos operacionais por meio da aplicação da análise de valor podem gerar, em paralelo, melhorias no nível de ecoeficiência do processo industrial considerado?

Para responder a essa pergunta, investigaram-se as práticas de análise de valor e o nível de ecoeficiência em uma empresa de tingimento e lavanderia do setor têxtil brasileiro. O método do estudo de caso foi usado porque a pesquisa aqui considerada focou questões do tipo “por que / como” e avaliou também um fenômeno atual, no contexto real e no qual as fronteiras entre ambos não eram claras (YIN, 2009). Para selecionar a empresa considerada no estudo de caso, Patton (1990) recomenda a escolha de amostras com conteúdo (*purposeful sampling*), isto é, casos dos quais seja possível obter informações significativas sobre os assuntos que forem o fulcro da pesquisa. Dentre as diversas estratégias propostas por Patton (1990) para escolher as amostras com conteúdo, considerou-se a amostragem de casos típicos, na qual a organização a ser escolhida deveria apresentar a utilização de um método estruturado para a busca de melhorias no seu processo de produção, que no estudo aqui mostrado é a análise de valor. Em linha com essa abordagem, foram estabelecidos dois critérios para a seleção da empresa que iria compor o estudo de caso: (a) ela deveria ter implementado recentemente projetos de redução de custos utilizando como ferramenta a análise de valor; (b) deveria permitir aos pesquisadores acesso a todos os dados e informações necessários para realização da pesquisa, incluindo os ganhos financeiros reais. Seguindo

esses critérios, foi escolhida uma pequena empresa do setor de confecções, localizada no polo têxtil da cidade de Apucarana no Estado do Paraná. Trata-se de uma empresa familiar e de capital nacional que se dedica ao tingimento e lavanderia de produtos fabricados majoritariamente por tecido *jeans*, como calças, *shorts*, camisetas, bonés etc. Conta com cerca de 50 empregados e tem um faturamento médio anual na casa dos R\$ 3,5 milhões, correspondentes a um volume físico anual em torno de 530 toneladas de roupas tingidas.

Como procedimento para a coleta de dados na empresa escolhida, decidiu-se utilizar a entrevista semiestruturada, porque ela é considerada a melhor opção quando se planeja realizar pesquisa baseada em estudos de caso (BRYMAN, 1995; COLLINS; HUSSEY, 2003). Patton (1990) também endossa tal recomendação, reconhecendo que essa técnica de coleta de dados deve ser empregada quando se deseja ter flexibilidade para obter informações, qualquer que seja a direção necessária. Para conduzir as entrevistas e garantir que um conteúdo uniforme fosse considerado em todas elas, foi desenvolvido um *aide-memoire* com as questões importantes a serem perguntadas nas entrevistas. Os principais temas considerados foram: (a) informações gerais sobre a empresa; (b) informações gerais sobre a análise de valor realizada com o objetivo de reduzir os custos de produção; (c) detalhes sobre o planejamento e a implementação da análise de valor e (d) informações complementares necessárias para se calcular o nível de ecoeficiência antes e após a implementação das melhorias que propiciaram a redução dos custos de operação. Para cada um desses itens, foi elaborado um conjunto específico de questões. No entanto, essas perguntas foram utilizadas apenas como um início das conversações, uma vez que os pesquisadores dirigiram as entrevistas do modo mais adequado para obter as informações necessárias.

Na empresa selecionada, as entrevistas foram conduzidas em julho de 2013. Inicialmente, foi entrevistado o engenheiro-chefe de produção que estava encarregado de implementar o projeto de redução de custos utilizando a análise de valor. Também foram contatados o gerente industrial e os proprietários da empresa. As entrevistas estenderam-se por três dias alternados que incluíram visitas detalhadas às instalações industriais, participação de reuniões de discussão e análise do plano de ações implementadas e levantamento dos resultados que foram apresentados e discutidos com os pesquisadores. Deve-se destacar que, em anos recentes, por causa da desvalorização da moeda local, a empresa estudada vem enfrentando uma forte competição de outras organizações que negociam produtos de baixo custo vindos principalmente da China. Por isso, sua estratégia central tem sido defender a competitividade contra tais importações. Para isso, ela decidiu rever todos os seus produtos, processos e tecnologias com o objetivo de reduzir custos e, ao mesmo tempo, acelerar seu ritmo de produção, para obter produtos de melhor qualidade e de menor custo. Essa ação de focar seus esforços na análise de valor de seus produtos e processos foi o objetivo inicial da pesquisa nessa empresa.

Quanto ao meio ambiente, os contatos mantidos durante as entrevistas mostraram que em nenhum momento a empresa levou em conta os aspectos ambientais associados aos seus esforços de redução de custo. Essa foi uma consideração feita somente pelos pesquisadores que realizaram a medida da ecoeficiência do processo estudado antes e depois da aplicação da análise de valor. Para realizar a mensuração da ecoeficiência conforme o conceito apresentado acima, o primeiro passo foi definir os indicadores ambientais para o caso estudado. Como já destacado anteriormente, para o valor do produto ou serviço Verfaillie e Bidwell (2000) sugerem a quantidade de bens ou

serviços produzidos e/ou as vendas líquidas. Nos levantamentos de informações realizados na empresa estudada, pôde-se constatar que o preço líquido de venda cobrado por quilograma de roupa tingida se manteve, aproximadamente, constante durante todo o período pesquisado (R\$ 6,60/kg). Assim, para efeito da mensuração da ecoeficiência seria indiferente considerar para o valor do produto ou serviço a quantidade de roupa tingida ou o valor da venda líquida correspondente, uma vez que existe uma relação constante entre esses dois valores. Por essa razão, decidiu-se adotar a receita líquida de vendas como o valor a ser considerado no numerador para o cálculo dos indicadores de ecoeficiência. Após a análise do processo estudado, decidiu-se que os aspectos relativos à influência ambiental a serem utilizados nos indicadores de ecoeficiência foram o consumo de energia elétrica, o de lenha utilizada no aquecimento das caldeiras e o de água empregada em todo o processo. Dessa forma, três indicadores de ecoeficiência, seguindo os princípios definidos por Verfaillie e Bidwell (2000) (valor do produto ou serviço / sua influência ambiental) foram adotados neste trabalho, conforme mostra o Quadro 3.

Indicador	Valor do produto ou serviço	Influência ambiental	Como medir
$e_1$	RLM Receita líquida mensal (R\$)	CME Consumo mensal de energia (Kwh)	RLM / CME (R\$ / Kwh)
$e_2$	RLM Receita líquida mensal (R\$)	CML Consumo mensal de lenha (10 cm <sup>3</sup> )	RLM / CML (R\$ / 10 cm <sup>3</sup> )
$e_3$	RLM Receita líquida mensal (R\$)	CMA Consumo mensal de água (10 cm <sup>3</sup> )	RLM / CMA (R\$ / 10 cm <sup>3</sup> )

**Quadro 3: Os indicadores de desempenho para a medida da ecoeficiência no caso estudado**

Deve-se notar que, seguindo as recomendações de Lucato et al. (2013b), para que a relação (1) antes mencionada possa ser adequadamente aplicada, os valores dos indicadores de desempenho utilizados ( $e_1$ ,  $e_2$  e  $e_3$ ) devem apresentar as mesmas ordens de grandeza, razão pela qual as unidades de medida mostradas no Quadro 3 foram as adotadas neste estudo.

Uma vez definidos os indicadores de desempenho ambiental a ser utilizados, o próximo passo foi lançar os dados na relação (1) para o cálculo do nível de ecoeficiência no processo de tingimento e lavanderia da empresa estudada:

$$E_{p_t} = [e_1 \cdot e_2 + e_2 \cdot e_3 + e_1 \cdot e_3] \cdot \frac{sen120}{2 \cdot 3} =$$

$$= 0,1447 \cdot [e_1 \cdot e_2 + e_2 \cdot e_3 + e_1 \cdot e_3]$$

(2)

Com base nessa construção, foi possível medir o nível de ecoeficiência do processo estudado e, assim, relacionar o impacto de suas ações e seu desempenho econômico e ambiental.

#### 4 Estudo de caso: os ganhos econômicos obtidos por meio da análise de valor

O processo de aplicação da técnica de análise de valor foi feita pela empresa, seguindo o procedimento sugerido no Quadro 1. Como primeiro passo na fase de preparação, foi estabelecido o objetivo da redução envolvendo os custos das matérias-primas utilizadas e do processo de tingimento e lavanderia. Como indicador utilizado para tal avaliação, definiu-se o custo operacional, composto pelos custos da matéria-prima, da lenha, da água e da energia elétrica. Como equipe de implementação desse projeto de melhorias, foi definida uma equipe multifuncional envolvendo três inte-

grantes: uma química e dois engenheiros de produção. Ainda nesta fase, foi estabelecido o plano de ação a ser executado, determinando-se os produtos a ser estudados e seus respectivos processos.

Como segundo passo, foi iniciada a fase de informação, na qual foram pesquisadas as novas opções de fornecedores tanto da matéria-prima como de processos, com base na necessidade atual dos clientes para lavanderia e tingimento. Assim, o orçamento inicial liberado foi apenas o tempo das pessoas envolvidas no processo que dedicavam de 8 a 16 horas por semana na execução dessa atividade. Ainda nessa fase, foram revistas todas as fichas técnicas e os roteiros dos processos dos produtos selecionados com o objetivo de realizar a validação dos seus respectivos custos.

Em seguida, iniciou-se a fase de análise na qual foram realizadas reuniões destinadas a coletar ideias de melhoria do processo, possibilidades de redução de custos e avaliação dos respectivos impactos sobre a organização. Também foram avaliados o tempo necessário para a implantação das modificações, os investimentos requeridos e seu provável retorno. Como resultado desse processo, foi inicialmente proposta a troca do fornecedor principal de produtos químicos e alteração do processo de tingimento e lavanderia com base nos estudos realizados e visitas técnicas feitas a outras empresas que já utilizavam processos similares.

Já na fase de criatividade as novas especificações para novas matérias-primas e novo processo de tingimento e lavagem foram levadas a todos os fornecedores conhecidos, solicitando-se recomendações. A fim de acompanhar o processo de seleção e validação dos novos fornecedores, foi contratado um consultor técnico cuja função principal envolvia a avaliação da viabilidade técnica para implementação dos novos itens. Para a ponderação das alternativas propostas pelos fornecedores para as matérias-primas e processos, foram realizadas corridas-piloto das quais participaram

tanto os especialistas da equipe do projeto quanto o consultor técnico, os funcionários, os supervisores e os gerentes.

Como parte desse processo de testes e de validação, desenvolveu-se a análise e avaliação das diferentes soluções propostas, procurando-se determinar os métodos e técnicas que melhor se adequariam às características e necessidades da empresa. Ainda nessa etapa, foram avaliados os impactos na qualidade do produto final e a necessidade de alterações nos equipamentos e ferramental. Desse modo, foi selecionado um novo conjunto de matérias-primas e um novo processo a ser adotado pela empresa. Por fim, foram distribuídas as responsabilidades de aquisição das novas matérias-primas, implementação e acompanhamento do novo processo, criação de um novo setor de pesagem de matéria-prima, elaboração das novas fichas técnicas, alteração dos roteiros dos produtos e conduzida a sistematização dos novos conceitos por meio de treinamentos e conscientização, sempre tendo como foco principal a redução dos custos operacionais.

Como resultado desse processo de análise de valor foi possível obter significativa redução de custos nos insumos. A Tabela 1 apresenta os ganhos alcançados levando-se em conta as médias mensais de cada insumo calculadas para dois períodos: segundo semestre de 2011 (antes na aplicação da análise de valor) e segundo semestre de 2012 (após a aplicação das ações propostas pela análise de valor e do devido tempo para a estabilização dos processos). Note-se que os volumes de produtos tingidos e lavados nesses dois períodos foram significativamente diferentes, uma vez que o faturamento líquido médio mensal cresceu mais de 60%, conforme mostra a Tabela 2 (de R\$ 211 mil, em 2011, para R\$ 351 mil, em 2012). Para levar em conta o efeito desse crescimento sobre as economias geradas, calculou-se qual seria o consumo de cada item no segundo semestre de 2012

se as ações decorrentes da análise de valor não tivessem sido adotadas. Foi em relação a esse novo número que as reduções obtidas foram calculadas.

Como se observa, as economias de insumos foram bastante representativas. Observou-se uma redução de 42,8% no custo das matérias-primas empregadas, 45,7% de ganho no custo da energia elétrica, 43,9% no custo de lenha e cerca de 10% no custo de água, representando uma redução no custo operacional da empresa de quase 43%.

**Tabela 1: Resultados mensais obtidos da aplicação da análise de valor na empresa selecionada**

(Valores expressos em R\$)	Sem análise de valor (\$2 2011)	Sem análise de valor (\$2 2012)	Com análise de valor (\$2 2012)	Red R\$	Red %
Receita líquida	211.058	350.992	350.992		
Consumo de matéria-prima	31.153 14,8%	51.808 14,8%	29.614 8,4%	22.194	42,8%
Custo da energia elétrica	12.883 6,1%	21.425 6,1%	11.637 3,3%	9.788	45,7%
Consumo de lenha	13.221 6,3%	21.987 6,3%	12.327 3,5%	9.660	43,9%
Consumo de água	1.644 0,8%	2.734 0,8%	2.471 0,7%	263	9,6%
Total	58.901 27,9%	97.953 27,9%	56.049 16,0%	41.904	42,8%

## 5 Impacto ambiental resultante das ações decorrentes da análise de valor

Como já se destacou anteriormente neste trabalho, os objetivos considerados pela empresa em estudo ao aplicar a técnica da análise de valor vislumbravam exclusivamente os ganhos monetários decorrentes das reduções de custo promovidas pelas ações de melhoria empregadas. Em nenhum momento os aspectos ambientais foram considerados pela empresa.

Porém, visando a responder a questão central de pesquisa aqui proposta, segundo a qual se procura verificar se a aplicação da análise de valor pode gerar, em paralelo, melhorias ambientais, os pesquisadores obtiveram na empresa analisada informações que possibilitaram calcular os indicadores de ecoeficiência propostos no Quadro 3, a seguir. Para tanto, foram obtidos os consumos médios mensais de energia elétrica (em Kwh), de lenha (em 10 cm<sup>3</sup>) e de água (em 10 cm<sup>3</sup>) para os dois períodos analisados: segundo semestre de 2011 e segundo semestre de 2012. Esses valores foram comparados aos respectivos faturamentos líquidos dos dois períodos, o que permitiu calcular os concernentes indicadores de ecoeficiência como propostos por este trabalho e que são apresentados na Tabela 2.

Como mostram as informações na Tabela 3, os níveis de ecoeficiência apresentaram um aumento de 49,7% para o consumo de energia elétrica, 78,2% de ganho ambiental para o consumo de lenha e um acréscimo de 10,5% na ecoeficiência para o consumo de água. Ainda, a aplicação da relação (2) mencionada permitiu identificar que o nível de ecoeficiência do processo de tingimento e lavagem, considerado como um todo, cresceu de 22,66, em 2011, para 48,76, em 2012, mostrando um ganho ambiental da ordem de 115%.

É interessante ressaltar que, mesmo sem levar em conta as preocupações ambientais, as ações desenvolvidas pela análise de valor para reduzir os custos operacionais acabaram por trazer um impacto bastante favorável ao meio ambiente. Aliás, pode-se até argumentar que estes últimos foram mais relevantes, pois enquanto os ganhos monetários alcançaram uma redução de 43% nos custos operacionais, os ganhos ambientais medidos por meio da evolução da ecoeficiência apresentaram uma evolução de 115%, o que responde de maneira afirmativa a questão de pesquisa aqui proposta.

**Tabela 2: Média mensal dos indicadores de ecoeficiência selecionados**

		Sem análise de valor (\$2 2011)	Com análise de valor (\$2 2012)	Var %
Receita líquida (R\$)		211.058	350.992	
Consumo da energia elétrica	Kwh $e_1$ (R\$/Kwh)	28.781 7,33	31.972 10,98	49,7%
Consumo de lenha	10 cm <sup>3</sup> $e_2$ (R\$ /10 cm <sup>3</sup> )	25.400 8,31	23.700 14,81	78,2%
Consumo de água	10 cm <sup>3</sup> $e_3$ (R\$ /10 cm <sup>3</sup> )	34.500 6,12	51.900 6,76	10,5%
Nível de ecoeficiência	$E_M$	22,66	48,76	115,1%

## 6 Considerações finais

Atualmente, mesmo com o tema sustentabilidade em alta nos meios de comunicação e com diversas áreas do conhecimento estudando e pesquisando esse assunto, ainda não é rotineira a aplicação dos conceitos nas pequenas empresas, nas quais as preocupações com a sobrevivência no curto prazo acabam por definir todas as prioridades tanto estratégicas como operacionais. O caso estudado neste trabalho confirmou essa ideia ao mostrar a aplicação de uma ferramenta estruturada de redução de custos, na qual a empresa que a aplicou não levou em consideração os possíveis impactos ambientais decorrentes. Porém, por meio da medida do nível de ecoeficiência da área analisada, antes e depois das ações de redução de custos, os autores deste trabalho conseguiram demonstrar que, mesmo involuntariamente, as ações tomadas para reduzir os custos operacionais refletiram-se de maneira relevante sobre o nível de ecoeficiência, caracterizando importante contribuição ao meio ambiente e provendo resposta favorável à questão central proposta nesta pesquisa.

Assim, este estudo traz contribuições à ampliação do conhecimento no campo da Engenharia de Produção e Operações, na medida em que coopera com a literatura ao verificar que processos de redução de custos operacionais podem trazer consigo melhorias ao meio ambiente, mesmo que tais avanços ocorram de maneira involuntária. Ao mesmo tempo, o conteúdo aqui apresentado destaca para os gestores das empresas que os impactos ambientais de suas atividades podem ser reduzidos sem custos ou investimentos adicionais. Ao contrário, como se verificou com o desenvolvimento obtido, a melhoria ambiental poderá ser caracterizada por meio da simples medição de seus indicadores, uma vez que as ações usualmente tomadas para reduzir custos podem trazer consigo elevação do nível de ecoeficiência do processo considerado e da empresa como um todo.

Evidentemente, este trabalho possui algumas limitações. Em primeiro lugar, por se tratar de estudo de caso único, as conclusões aqui obtidas não podem ser generalizadas. Também, deve-se levar em conta que o estudo realizado considerou somente um processo industrial específico no contexto da indústria têxtil. Há uma probabilidade de que em situações diversas os mesmos resultados não sejam obtidos. Por isso, para ampliar os achados decorrentes desta pesquisa, estudos futuros devem ser desenvolvidos considerando-se um número maior de empresas, envolvendo diferentes processos de manufatura, pertencentes a diferentes segmentos industriais.

## Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação para uso – diretrizes*. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14031: Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental – diretrizes*. Rio de Janeiro, 2004.

AMARAL, S. P. Indicadores de sustentabilidade ambiental, social e econômica: uma proposta para a indústria de petróleo brasileira. In: VI SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 6., Vitória. *Anais...* Vitória: SIBEASA, 2002.

BATTAGLIA, D.; BERGAMO, E. S. Análise de valor e engenharia de valor: uma ferramenta de redução de custos em um projeto. *P&D em Engenharia de Produção*, Itajubá, v. 8, n. 3, p. 102-115, 2010.

BRYMAN, A. *Research methods and organization studies*. London: Routledge, 1995.

CEBDS – CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *Guia da produção mais limpa: faça você mesmo*. Porto Alegre: CEBDS, 2008. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/guia-da-pmais.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2013.

COLLINS, J.; HUSSEY, R. *Business research methods*. New York, NY: McGraw-Hill, 2003.

COOPER, R.; SLAGMULDER, R. *Target costing and value engineering*. Portland: Productivity, 1997.

DESPEISSE, M.; MBAYE, F.; BALL, P. D.; LEVERS A. The emergence of sustainable manufacturing practices. *Production Planning & Control*, v. 23, n. 5, p. 354-376, 2012.

KUOSMANE, T.; KORTELAJINEN, M. Measuring ecoefficiency of production with data envelopment analysis. *Journal of Industrial Ecology*, v. 9, n. 4, p. 59-72, 2005.

LESTER, A. *Project management, planning and control*. 6<sup>th</sup> ed. Waltham: Elsevier, 2013.

LUCATO, W. C.; VANALLE, R. M.; SANTOS J. C. S. Uma avaliação das práticas e do desempenho ambiental do setor industrial na região metropolitana de São Paulo. *Espacios (Caracas)*, v. 34 n. 6, p. 3-13, 2013a.

LUCATO, W. C.; VIEIRA JÚNIOR, M.; SANTOS J. C. S. Measuring the ecoefficiency of a manufacturing process: a conceptual proposal. *Management of Environmental Quality*, v. 24, n. 6, p. 755-770, 2013b.

MICKWITZ, P.; MELANEN, M.; ROSENSTROM, U.; SEPPALA, J. Regional eco-efficiency indicators: a participatory approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, p. 1603-1611, 2010.

PATTON, M. Q. *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, CA: Sage, 1990.

SANTANA, A.; MASSARANI, M. *Engenharia do valor associada ao DFMEA no desenvolvimento do produto*. São Paulo: SAE – Society of Automotive Engineers, 2005.

SANTOS, J. C. S. *Integração da técnica seis sigma (DMAIC) com métricas ambientais para a busca de melhorias na ecoeficiência de um processo industrial*. f. 95. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)– Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2013.

SCHMIDHEINY, S. *Ecoefficiency – creating more value with less impact*. Geneva: WBCSD – World Business Council for Sustainable Development, 2000.

SILVA G. C. S.; MEDEIROS, D. D. Environmental management in Brazilian companies. *Management of Environmental Quality*, v. 15, n. 4, p. 380-388, 2004.

TANAKA, T. Target costing at Toyota. *Cost Management*, v. 7, n. 1, p. 4-11, 1993.

VERFAILLE, H. A.; BIDWELL, R. *Measuring ecoefficiency – a guide to reporting company performance*. Geneva: WBCSD – World Business Council for Sustainable Development, 2000.

YIN, R.K. *Case study research: design and methods*, 4<sup>th</sup> ed. Newbury Park, CA: Sage, 2009.

Recebido em 13 nov. 2013 / aprovado em 11 dez. 2013

**Para referenciar este texto**

COSTA, E. M.; LUCATO, W. C. Melhorias ambientais decorrentes dos processos de redução dos custos operacionais – um estudo de caso na indústria têxtil. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 307-319, 2013.

