

# Avaliação da Ecoeficiência da Implantação da Produção Mais Limpa em uma Indústria Têxtil

**Elpidio Moreira Costa**  
**elpidioconsultoria@gmail.com**  
UNINOVE

**Geraldo Cardoso de Oliveira Neto**  
**geraldo.prod@ig.com.br**  
UNINOVE

**Wagner Cezar Lucato**  
**wagner.lucato@gmail.com**  
UNINOVE

**Resumo:** Ao procurar maior competitividade ou mesmo maior lucro, as empresas se deparam com desafios comuns do seu cotidiano. No entanto, as consequências ambientais associadas ao desempenho econômico financeiro quase nunca são consideradas nesses processos. Por isso este artigo tem como objetivo mostrar relacionar o ganho ambiental com o econômico. O método de pesquisa utilizado foi entrevista semiestruturada e observação, possibilitando compor um estudo de caso que adotou a Produção Mais Limpa para obter ganhos ambientais e de redução de custo em uma empresa de lavanderia do setor têxtil brasileiro. Concluída a implementação das melhorias no processo de produção, através da implementação da Produção Mais Limpa obteve-se ganhos significativos no que diz respeito aos aspectos ambientais e de preservação do meio ambiente, pôde-se verificar que também trouxeram relevantes resultados financeiros e de redução de custo ao medir nível de ecoeficiência do processo produtivo da empresa estudada.

**Palavras Chave:** Produção Mais Limpa - Ecoeficiência - Vantagem econômica a - -

## 1. INTRODUÇÃO

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 destas 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).

Assim, o conceito de P+L pode ser entendido segundo Senai RS (2003) é a implementação de estratégias que visam obter benefícios de saúde ocupacional ou ambientais através da minimização de emissões geradas, reciclagem de resíduos ou ainda otimizar de forma efetiva o uso de energia, água e matéria prima.

Os membros da rede unem esforços, trocam experiências 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 e foi 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 de menos emissões nocivas para o ambiente.

Entretanto, para se implementar esse conceito e medir o seu desempenho de maneira quantitativa, ainda estão sendo estabelecidas algumas formas de medição que precisarão ser validadas na prática (VERFAILLE; BIDWELL, 2000), o que torna oportuno o desenvolvimento deste artigo, que é utiliza a proposta de emprego de indicadores de ecoeficiência com base nos princípios estabelecidos pelo WBCSD para avaliar o desempenho ambiental de uma empresa industrial.

Para definir o problema de pesquisa foi realizada uma bibliometria, onde foi evidenciado o gap de pesquisa já na terceira pergunta verificou-se que 100% dos artigos considerados relevantes para este estudo não compara de forma estruturada o desempenho ambiental com o desempenho financeiro.

Com base no problema o objetivo central mostrar que, as ações de impacto ambiental também deve-se avaliar não só os ganhos ambientais, mas relaciona-los com os resultados econômicos financeiros. Esse artigo se desdobra em um levantamento bibliográfico extenso realizado nos meios acadêmicos seguido da descrição do processo metodológico utilizado para tabular os dados levantados e análise de um estudo de caso de uma pequena empresa da indústria têxtil.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão apresentadas as definições dos conceitos e revisão da literatura cujo sua importância é contextualizar e fundamentar a base do estudo proposto.

### 2.1 PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ECOEFICIÊNCIA NA INDÚSTRIA TÊXTIL

Como definição do universo da pesquisa bibliométrica englobou os periódicos ProQuest, EBSCO, CAPES, Science Direct e Google Acadêmico focando exclusivamente nos artigos, classificados segundo o documento Qualis de periódicos científicos. Para realização da pesquisa foi selecionado as palavras chaves a serem utilizadas para consulta nas bases de dados sendo pesquisadas as seguintes cognatas, "textile industry" "eco-efficiency", "textile industry" "ecoefficiency", "Indústria Têxtil" "ecoeffiência", "Indústria Têxtil" "eco-eficiência". O presente estudo consultou 817 artigos que após análise preliminar de consulta das palavras chaves no corpo do artigo para validar sua relevância para o estudo resultou em uma amostra de 36 artigos relevantes com a combinação de palavras chaves selecionadas para o estudo. A seguir será apresentado os achados destes 36 artigos selecionados.

Assim, os temas estudados nestes artigos foram, Produção mais limpa, Eco-design, Tratamento de efluentes, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), Indicadores Ambientais, Gestão Verde, Modernização ecológica, Avaliação de Desempenho Ambiental (EPE), ACEC (contabilidade de um custos ecológicos completos), Aspectos ambientais impacto do crescimento económico, Avaliação ambiental, Consumo de energia, Desenvolvimento sustentável, Fatores de trabalho, Melhoria do produto, Modelos DEA, Sustentabilidade, Tecnologias limpas (TC), Ecologia Industrial. Seguindo o estudo dos artigos relevantes foi observado que as metodologias mais importantes são o estudo de caso com 42%, em segundo lugar a revisão bibliográfica com 22%, em terceiro lugar a Pesquisa teórica descritiva e em quarto lugar a survey. E como natureza de pesquisa com 67% dos artigos adotou a pesquisa qualitativa e com 28% dos artigos utilizou a pesquisa quantitativa.

Desta maneira o próximo passo foi identificar qual o periódico publica o maior número de e como resultado foi encontrado em primeiro lugar com 44% o *Journal of Cleaner Production* aparece como um dos principais periódicos do tema, em segundo lugar com 6% o periódico *Management Decision*. E foi levantada a quantidade de artigos que respondiam as seguintes questões se existem artigos que mencionam sobre o desempenho ambiental? Se existem artigos que mencionam o desempenho econômico? A presença de artigos que comparam o desempenho ambiental com o desempenho econômico. Com resultado destes questionamentos foi encontrado para a primeira pergunta que 92% dos artigos mencionam sobre o desempenho ambiental, já na segunda pergunta foi encontrado que 44% dos artigos mencionam o desempenho econômico. Finalmente, o gap de pesquisa foi identificado na terceira pergunta onde foi encontrado que 100% dos artigos considerados relevantes para este estudo não compara de forma estruturada o desempenho ambiental com o desempenho financeiro.

Em 1992 no Rio com base na Conferência das Nações Unidas sobre ambiente e desenvolvimento foi apresentado e consolidado dos conceitos de Produção Mais Limpa (P+L) e Ecoeficiência através de uma grande experimentação. Deste modo é necessário utilizar estratégias para a efetividade dos recursos naturais de materiais, energia, água e outros insumos nos negócios (VAN BERKEL, 2006).

Assim, para Del Río et al. 2011, apresenta estatísticas que demonstra que devido aos problemas metodológicos de definir as métricas de medição da P+L em tecnologias não ambientais apenas os investimentos em tecnologias fim de tubo ou (*end-of-pipe*) são contabilizados.

Algumas empresas utilizaram o conceito de Produção Mais Limpa por algumas grandes empresas de processamento dos Estados Unidos da América em meados da década de 1970 como exemplo pode ser citado a 3M. Em primeiro lugar as emissões e a prevenção dos desperdícios era a ideia central ao invés de procurar controlar a geração em sua origem. No início de 1980, foram desenvolvidas as tecnologias de P+L e transferidas para as médias e pequenas empresas. Desde então foram disseminadas de forma rápida pela América do Norte, Europa, já no final da década de 1990, passou a ser divulgados também na Nova Zelândia, Austrália, Leste e Sul da Ásia (VAN BERKEL, 1999).

A Produção Mais Limpa apresenta uma estrutura conceitual para a ação do desenvolvimento sustentável de forma prática. É uma extensão do desejo lógico de conservar os materiais e reduzir desperdícios. Requer que seja examinado os recursos de entrada, os resultados da produtividade aumentada, o risco ambiental e os desperdícios reduzidos. Para Van Berkel (2007), a sua aplicação contínua visa não só estratégia de processos, integração da prevenção ambiental, produtos e serviços para aumentar a efetividade e reduzir os riscos para o meio ambiente e os seres humanos. A Produção Mais Limpa apoia outros programas e estratégias orientados à produtividade além de ser uma iniciativa ambiental, (UNEP, 2006).

Ultimamente, os estudos para obtenção da vantagem competitiva, assim como o desenvolvimento sustentável, é necessário para que as organizações maximizem o uso de práticas ambientais. Pode-se destacar a Produção Mais Limpa como uma das principais formas para a melhoria do desempenho ambiental (GIANNETTI et al., 2008; SALVADOR, et al. (2009); BORGES et al., 2011). Essas informações são baseadas em pesquisas que reforçam que a prática Produção Mais Limpa pode impactar diretamente no posicionamento estratégico da organização, assim como na posição de mercado da organização e em sua competitividade.

Um exemplo disso pode ser observado no caso apresentado por Giannetti et al. (2008), que relatam um estudo de caso de uma empresa de joias, localizada em São Paulo, que, para reduzir a poluição e o desperdício, criaram um programa de gerenciamento de resíduos com base na prática da Produção Mais Limpa. Este programa obteve como resultado a redução do uso de resíduos, matérias-primas e energia, bem como os custos de descarte, melhorando assim o seu posicionamento no mercado e seu desempenho ambiental.

A Produção Mais Limpa já pode ser considerada uma das principais variáveis do Desenvolvimento Sustentável que trata da utilização de indicadores de sustentabilidade e tem sido reconhecida como um importante passo para operacionalização dos conceitos de gestão ambiental. Desta forma, o uso desse tipo de indicador acaba criando maior conscientização entre as pessoas e traz uma nova visão para os ganhos alcançados para o meio ambiente e para a sociedade (DUARTE et al., 2005; VAN BERKEL, 2007; GIANNETTI et al., 2008).

No caso do conceito de Ecoeficiência, este é definido por Oggionia et al. (2011) como a habilidade para produzir produtos ou serviços pela economia de energia e recursos e/ou pela redução do desperdício e emissões. Porém, ainda segundo os autores, para se medir a Ecoeficiência em uma ampla escala mundial, há um problema de informação porque as políticas ambientais não são amplamente aplicadas em todo o mundo.

Por outro lado, para que uma organização avalie de forma correta seu desempenho é necessária a utilização de indicadores que servirão para apresentar os resultados obtidos nos seus diferentes processos (ABNT, 2004). Segundo Verfaillie e Bidwell (2000), o objetivo principal de se 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 “eco-dimensões”: a 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 indistintamente em quase todas as organizações. Além de serem quase universalmente relevantes, esses indicadores se referem a uma preocupação ambiental global, sendo as definições genericamente 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 de 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.

Van Berkel (2007) apresenta a promoção e implementação da Produção Mais Limpa e Ecoeficiência na região oeste da Austrália, quando descreve a importância dos quatro períodos de implementação: (i) estudo, (ii) experimentação, (iii) implantação, e (iv) reorientação; destacando a importância de políticas públicas e a formação de alianças intersetoriais na implementação da Produção Mais Limpa e Ecoeficiência. Neste contexto, Van Berkel (2006) salienta que os conceitos de Ecoeficiência e Produção Mais Limpa são complementares, em que o primeiro está focado na dimensão estratégica (criação de valor) e o segundo concentra-se na dimensão operacional (produção).

## 2.2 VANTAGEM ECONÔMICA E AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A competitividade de uma empresa é vital para manter a perenidade da mesma e os aspectos econômicos e financeiros é imprescindível para alcançar este objetivo e quando a empresa consegue justapor atividades e resultados ambientais paralelamente ao ganho financeiro diferencia assim o empreendimento. Para Certo e Peter (2005) considera que ao apresentar os resultados de um determinado intervalo de tempo do desempenho financeiro através de um demonstrativo das operações devidamente organizado relacionado entradas e saídas de recurso financeiro.

Para esta forma de organização e tabulação das informações contábeis deve-se relacionar todas as receitas de vendas ou outras entradas relacionadas a venda de produtos ou serviços normalmente aparece na parte superior do relatório, seguido então da subtração das despesas fixas e variáveis a fim de determinar o lucro do período. Mas para realizar a análise

financeira não pode ser utilizado apenas o demonstrativo de resultado faz-se necessária a utilização de outros instrumentos e conceitos.

Martins (2000) adota para avaliar o grau de sucesso da empresa ou de um negócio o cálculo do retorno sob o investimento (ROI), que pode ser alcançado pela a divisão do lucro obtido em um determinado período de avaliação pelo investimento aplicado assim encontra-se o valor percentual.

Desta forma é possível verificar se os investimentos em P+L foram efetivos tanto no quesito ambiental quanto aos resultados econômicos financeiros.

### 3. METODOLOGIA

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 reforça 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. Os principais temas considerados foram: a) informações gerais sobre a empresa; b) informações gerais sobre consumo de energia elétrica, água e gás natural com o objetivo de reduzir os custos de produção; c) detalhes sobre o planejamento e a implementação da produção mais limpa 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 Janeiro de 2014. Inicialmente foi entrevistado o Chefe de Produção que estava encarregado de implementar o projeto de redução de custos utilizando a produção mais limpa. Também foram contatados o Gerente Industrial e os proprietários da empresa. As entrevistas estenderam-se por seis 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. Por outro lado, os contatos mantidos durante as entrevistas mostraram que até o momento a empresa não tinha levado em conta os aspectos ambientais associados aos seus esforços para redução de custos. 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 consumo de gás natural utilizada no aquecimento das caldeiras e o consumo de água empregada em todo o processo.

Para responder o problema de pesquisa, este artigo investigou as práticas de P+L e o nível de ecoeficiência em uma empresa de lavanderia do setor têxtil brasileiro. O método do estudo de caso foi usado porque a pesquisa aqui considerada focou questões do tipo “porque / 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 significantes sobre os assuntos que forem o foco da pesquisa. Dentre as diversas estratégias propostas por Patton (1990) para escolher as amostras com conteúdo relevante, este artigo considerou a amostragem de casos típicos na qual a organização a ser escolhida para estudo deveria apresentar a utilização da P+L para melhorias no seu processo de produção. 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 a P+L; b) ela deveria permitir aos pesquisadores acesso a todos os dados e informações necessários para realização da presente 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 pequena empresa familiar e de capital nacional que se dedica a lavanderia de produtos fabricados majoritariamente por tecido jeans como calças, shorts, camisetas, bonés etc. Conta com cerca de 60 empregados e tem um faturamento médio anual na casa dos R\$ 3,6 milhões.

Metodologia para avaliação ambiental e econômica da implantação das ferramentas da ecoeficiência em operações	
<b>Levantamento de dados</b>	- Levantamento da quantidade de resíduos e emissões a serem reduzidos e/ou eliminados e/ou reusados e/ou reciclados e/ou remanufaturados, denominados Massa (M) com a implantação da ferramenta da ecoeficiência. - Desenvolvimento do balanço de massa para detalhar os materiais/ componentes e calcular o Material Total Economizado (MTE).
<b>Avaliação Econômica</b>	-Quantificar as receitas e os custos constatados no levantamento de dados para identificar se ocorreu ganho econômico (GE) para a empresa. - Avaliar o retorno do investimento (ROI). $\%ROI = \text{lucro líquido semestral} / \text{investimento em ferramentas da ecoeficiência}$ <b>Eq. 1</b> $\text{Período ROI} = \text{investimento em ferramentas da ecoeficiência} / \text{lucro líquido semestral}$ <b>Eq. 2</b>
<b>Avaliação Ambiental</b>	-Avaliar o ganho ambiental por meio da ferramenta Mass Intensity Factors (MIF), considerando a Massa (M) e o Intensity Factors (IF). $MIF = (M \times IF)$ <b>Eq. 3</b> -Avaliar o Mass Intensity per Compartimento (MIC), que mensura a redução do impacto ambiental por compartimento abiótico (w), biótico (x), água (y), ar (z) e outros (n..). $*MIC = (IF \text{ resíduo A do compartimento w} + IF \text{ resíduo B do compartimento w} + IF \text{ resíduo C do compartimento w} + IF \text{ resíduo n do compartimento w})$ <b>Eq. 4</b> *exemplo de MIC para o compartimento w, idem para os demais. -Avaliar o Mass Intensity Total (MIT) contabilizando a redução de impacto total, quando somados os MICs. $MIT = (MICw + MICx + MICy + MICz + MICn..)$ <b>Eq. 5</b>
<b>Comparação do ganho econômico e ambiental</b>	- Comparar o GE com o GA e vice versa para verificar o índice do ganho econômico (IGE) e índice do ganho ambiental (IGA) por meio da implantação da ferramenta da ecoeficiência. $IGE = (MTE/GE)$ <b>Eq. 6</b> $IGA = (MIT/GE)$ <b>Eq. 7</b>

Fonte: Oliveira Neto (2010); (2013); (2014).

Quadro 01 – Metodologia para avaliação ambiental e econômica da implantação das ferramentas da ecoeficiência em operações. Fonte: Oliveira Neto 2010;2013;2014.

Com base nesta 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:

### 4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

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 pequena empresa familiar e de capital nacional que se dedica a lavanderia de produtos fabricados majoritariamente por tecido jeans como calças, shorts, camisetas, bonés etc. Conta com cerca de 60 empregados e tem um faturamento médio anual na casa dos R\$ 3,6 milhões.

### 4.2 ANÁLISE E RESULTADOS

O processo de aplicação da metodologia de avaliação do desempenho ambiental e econômico foi feita pela empresa seguindo o procedimento sugerido no Quadro 1. Como primeiro passo, na fase de levantamento de dados foi definido e realizado a coleta de dados

dos resíduos e emissões que foram reduzidos ou eliminados com a implantação da ferramenta da ecoeficiência do processo de tingimento e lavanderia. Como equipe de implementação desse projeto de melhorias foi definida uma equipe multifuncional envolvendo três integrantes: uma química e dois engenheiros de produção. Ainda nesta fase foi estabelecido o plano de ação a ser executado, definindo-se os produtos a serem estudados e seus respectivos processos. Sendo assim foi levantado o processo antes da aplicação da P+L conforme ilustrado na figura 01.

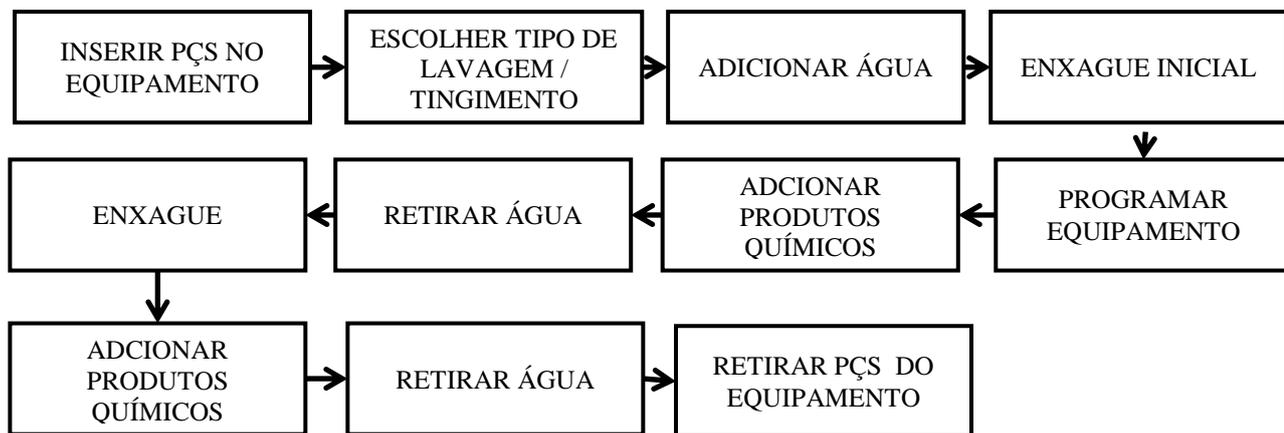


Figura 01- Fluxograma do processo antes da aplicação da P+L.

Para realizar a aplicação da P+L foram realizadas reuniões destinadas a coletar ideias de melhoria do processo. Também foram avaliados entre os recursos necessários o tempo para execução e implantação das alterações, 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 próxima fase foram definidas as novas especificações de novas matérias primas e para o novo processo de tingimento e lavagem. Para 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 maquinadas piloto das quais participaram tanto os especialistas da equipe do projeto quanto o consultor técnico, os funcionários, supervisores e gerentes.

Após os testes e validação, foi determinado os métodos e técnicas que melhor se adequariam às características e necessidades da empresa. Como resultado, 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 e minimização do impacto ambiental. Após a aplicação da P+L foi elaborado um novo fluxograma ilustrado na figura 02 para facilitar a identificação das alterações realizadas.

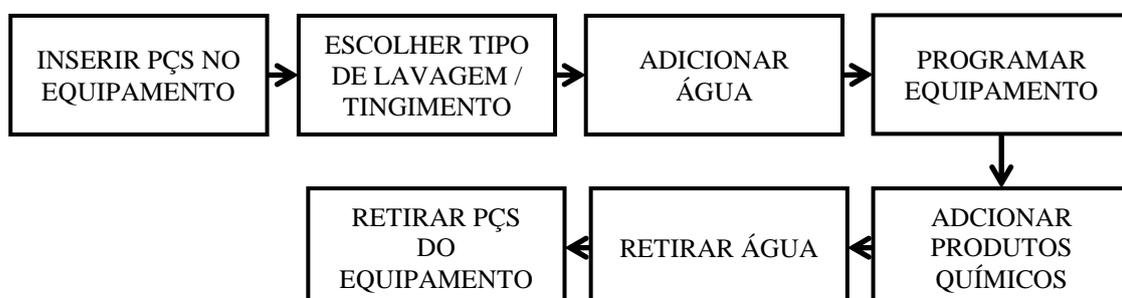


Figura 02- Fluxograma do processo depois da aplicação da P+L.

Desta forma foi possível identificar e quantificar os volumes de materiais oriundos do processo e assim não só quantificar os custos e realizar a avaliação econômica verificando a existência de ganhos financeiros conforme tabela 01 e 02 como também realizar o levantamento do balanço de massa antes da aplicação da ferramenta de ecoeficiência apresentado na tabela 3.

Tabela 01. Resultados semestral obtidos da aplicação da P+L na empresa selecionada.

(valores expressos em R\$)	Sem P+L (S2 2012)	Sem P+L (S2 2013)	Com P+L (S2 2013)	Red R\$	Red %
Receita Líquida	2.167.696,34	3.604.902,78	3.604.902,78		
Custo da Energia Elétrica	107.700,50 5%	179.107,11 5%	65.919,91 1,8%	113.187	63,2%
Consumo de Gás	86.547,19 4%	143.928,93 4%	67.495,20 1,9%	76.434	53,1%
Consumo de Água	31.056,19 1,4%	51.646,78 1,4%	30.093,07 0,8%	21.554	41,7%
<b>Total</b>	<b>225.303,88</b> <b>10,4%</b>	<b>374.682,82</b> <b>10,4%</b>	<b>163.508,18</b> <b>4,5%</b>	<b>211.175</b>	<b>43,7%</b>

Como levantamento de dados desse processo foi possível obter significativa redução de custos. A tabela 2 apresenta os ganhos alcançados levando-se em conta os dados acumulados do semestre de cada insumo calculadas para dois períodos: segundo semestre de 2012 (antes na aplicação do P+L) e segundo semestre de 2013 (após a aplicação das ações propostas pela P+L 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 semestral cresceu mais de 65% conforme mostra a tabela 1 (de R\$ 2.167.696,34 em 2012 para R\$ 3.604.902,78 em 2013). 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 2013 se as ações decorrentes da P+L 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 63,2% de ganho no custo da energia elétrica, 53,1% no custo de Gás e cerca de 41,7% no custo de água, representando uma redução no custo operacional da empresa de quase 43,7%.

Assim sendo, a tabela 01 quantifica apenas os dados financeiros para que seja calculada a avaliação econômica seguindo a metodologia do quadro 01, foram adotadas as equações 01 e 02 para realização desta avaliação sendo seus resultados apresentados na tabela 02.

Tabela 02. Avaliação econômica entre o S2 de 2012 e S2 de 2013

<b>Lucro Líquido do Semestre</b>	<b>Investimentos</b>	<b>%ROI</b>	<b>Período ROI</b>
--------------------------------------	----------------------	-------------	--------------------

211.175

53.500

394,71

0,2533

Com base nestes resultados é possível afirmar que houve ganho econômico de 394,71% do capital investido e com um tempo de retorno de apenas 0,2533 ou aproximadamente 46 dias detonando aparentemente um ótimo resultado. Mas a avaliação econômica por si só não representa o único fator importante para este trabalho desta maneira foi verificado também o impacto ambiental causado pela implementação das ações apresentadas. Como indicador utilizado para tal avaliação definiu-se a utilização do balanço de massa para detalhar os materiais e componentes a serem utilizados no cálculo do Material Total Economizado (MTE), composto pelas quantidades de consumo, do gás natural, da água e da energia elétrica.

Tabela 3. Balanço de massa Antes.

Nome da substância	Unid.	Qtde	MIF ( MxIF)				MIF Total
			Material abiótico	Material biótico	Água	Ar	
Água	m3	2.058,2	20,6	0,0	2.675,7	0,0	2.696,2
Energia elétrica	MW h	270.789	852.986	10.831	15.608.298	139.185	16.611.302
Gás	kg	77.900	95.038	0,0	38.950,1	0,0	133.988
<b>MIC Total</b>			<b>948.045</b>	<b>10.831</b>	<b>15.649.924</b>	<b>139.185</b>	
<b>MIT TOTAL</b>				<b>16.747.987</b>			

Nesta tabela consta o levantamento dos dados de entrada para o cálculo da *Mass Intensity Total - MIT* composto inicialmente pela quantidade do consumo de água, energia elétrica e gás, referente ao resultado acumulado no segundo semestre compreendido entre Julho a Dezembro de 2012. E conforme metodologia apresentada no quadro 01 foi calculada a *Massa Intensity Factors - MIF* utilizando a equação 03 chegando assim aos impactos ambientais de cada substância no que tange a materiais abióticos, bióticos, água e ar. Dados estes que servem para calcular o MIT utilizando as equações 04 e 05 apresentados no quadro 01 chegando assim a um impacto total antes da aplicação do P+L de 16747987,1. De posse dos dados anteriores a aplicação da P+L foi necessária um novo levantamento de dados após a aplicação da ferramenta de ecoeficiência apresentado na tabela 04.

Tabela 04. Balanço de massa Depois.

Nome da substância	Unid.	Qtde	MIF ( MxIF)				MIF Total
			Material abiótico	Material biótico	Água	Ar	
Água	m3	1.855,9	18,6	0,0	2.412	0,0	2431,2
Energia elétrica	MW h	203.819	642.030,9	8.152	11.748.147	104.763	12.503.093
Gás	kg	49.216	60.043,8	0,0	24.608	0,0	84.652
<b>MIC Total</b>			<b>702.093</b>	<b>8.152</b>	<b>11.775.167</b>	<b>104.763</b>	
<b>MIT TOTAL</b>				<b>12.590.177,0</b>			

Observa-se na tabela 04 que o MIT apresenta uma redução significativa que quando comparada na tabela 05 reforça a importância da avaliação ambiental em conjunto a avaliação econômica proporcionando uma forte evidencia para tomada de decisão.

Tabela 05. Comparação entre os balanços de massa.

Antes (S2 2012)	Depois (S2 2013)	Var %
--------------------	---------------------	-------

Consumo da Energia Elétrica	Kwh	270.789	203.819	
	kg/unit	16.611.302	12.503.093	10,90%
Consumo de Gás	m <sup>3</sup>	77.900	49.216	
	kg/unit	133.988	84.652	32,85%
Consumo de água	10 cm <sup>3</sup>	2.058,2	1.855,9	
	kg/unit	2.696,2	2.431,2	58,28%
<b>MIT Total</b>	<b>kg/unit</b>	<b>16.747.987</b>	<b>12.590.177</b>	<b>33,02%</b>

Assim, quando compara-se o antes com o depois da aplicação da ferramenta de ecoeficiência P+L no que diz respeito ao impacto ambiental verifica-se que houve uma variação aproximadamente de 10,9% na energia elétrica, de 32,85% no Gás Natural e 58,28% na água gerando um ganho do MIT Total de aproximadamente 33,02%. Mas a análise isolada do ganho ambiental ou do ganho econômico pode suscitar dúvida sobre o real ganho para a ambos os indicadores. Desta forma a metodologia apresentada no quadro 01 finaliza a avaliação com os indicadores de Índice de Ganho Econômico - IGE e o Índice de Ganho Ambiental – IGA, que podem ser calculados conforme equações 06 e 07. E seus resultados podem ser observados na tabela 06.

Tabela 06. Comparação do ganho econômico e ambiental.

<b>GE</b>	<b>MTE</b>	<b>MIT</b>
211.175	95.856,4	4.157.810
<b>IGA</b>	19,67 ou 1967%	
<b>IGE</b>	0,454 ou 45,4%	

Finalmente, ao analisar os índices apresentados na tabela 06 pode-se afirmar que o resultado do ganho ambiental foi muito superior que o ganho econômico. Fortalece-se assim a importância de ser ter um indicador comparativo do desempenho ambiental em relação ao desempenho econômico de uma determinada ação, pois de forma isolada os indicadores podem proporcionar ao gestor tomador de decisões uma informação incompleta gerando a possibilidade de erros na tomada de decisão sendo assim a metodologia se torna viável para o estudo de caso aqui apresentado evidenciando uma análise mais completa dos resultados obtidos pela implementação da P+L.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente mesmo com alta disseminação da sustentabilidade nos meios de comunicação e com diversas áreas do conhecimento estudando e pesquisando sobre o tema, ainda não é rotineira a aplicação destes conceitos nas pequenas empresas, nas quais as preocupações com a concorrência e aspectos financeiros para garantir sua sobrevivência acabam por priorizarem as estratégias operacionais. O caso estudado neste trabalho confirmou essa ideia ao mostrar a aplicação de uma ferramenta da ecoeficiência, na qual a empresa que a aplicou levou em consideração inicialmente apenas os possíveis impactos ambientais decorrentes. Porém por meio da medida do nível de ecoeficiência da área analisada, antes e depois das ações de P+L, os autores deste trabalho conseguiram demonstrar que, mesmo involuntariamente, as ações tomadas para melhoria dos operacionais refletiram-se de maneira relevante sobre o nível de ecoeficiência, caracterizando importante contribuição ao meio ambiente e significativo resultado financeiro provendo resposta favorável à questão central proposta por esta pesquisa.

Assim, este artigo traz contribuições à para o conhecimento no campo da Engenharia de Produção e Meio Ambiente, na medida em que coopera com a literatura ao verificar que processos ao implementar uma ferramenta da ecoeficiência deve-se avaliar consigo melhorias econômicas obtidas, mesmo que tais avanços ocorram até de maneira involuntária. 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 se ampliar os achados decorrentes da presente pesquisa, estudos futuros deveriam ser desenvolvidos considerando-se um número maior de empresas, envolvendo diferentes processos de manufatura, pertencentes a diferentes segmentos industriais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 – 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
- BORGES, A.J.P.; HAUSER-DAVIS, R.A.; OLIVEIRA, T.F. Cleaner red mud residue production at an alumina plant by applying experimental design techniques in the filtration stage. **Journal of Cleaner Production**. v. 19, pp. 1763-1769, 2011.
- BRYMAN, A. *Research methods and organization studies*. London: Routledge, 1995.
- CERTO, Samuel C. PETER, J.P. *Administração estratégica: planejamento e implantação da estratégia*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2005.
- CEBDS - CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *Guia da produção mais limpa: faça voce mesmo*, Porto Alegre: CEBDS, 2008. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/guia-da-pmaisl.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.
- DEL RÍO, P; MORÁN, M.A.; ALBIÑANA, F.C. Analysing the determinants of environmental technology investments. A panel-data study of Spanish industrial sectors. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, pp. 1170-1179, 2011.
- 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.
- DODIC´ S.N., VUC´UROVIC´, D.C., POPOV S.D., DODIC´ J.M., RANKOVIC´ J.A. Cleaner bioprocesses for promoting zero-emission biofuels production in Vojvodina. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, pp. 3242–3246, 2010.
- DUARTE, P.D.; VENTURA, F.; ROCHA, C.; CATARINO, J.; FRAZÃO, R.; FERNANDES, R.; MAIA, A.; TRINDADE, P.; LANÇA, A.; PENEDA, C. Sustainable Production Programme in Setúbal Region (PROSSET)dfinal results. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, pp. 363-372, 2005.
- FRANKLIN, R.; SPINLER, S.S.S. Shared Warehouses – Sharing Risks and Increasing Eco-efficiency. **International Commerce Review**, v. 10 n.1, 2011.
- GIANNETTI, B.F.; ALMEIDA, C.M.V.B. de.; BONILLA, S.H. Implementação de eco-tecnologias rumo à ecologia industrial. **Revista de Administração Eletrônica (RAE-e)** eletrônica, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2003.
- GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. B. V. *Ecologia Industrial: Conceitos, ferramentas e aplicações*. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 2006.

- HELMINEN, R. Developing tangible measures for eco-eficiência: the case of Finnish and Swedish pulp and paper industry. **Business strategy and the environment, ABI/INFORM Global**, v. 9, n. 3, p. 196, 2000.
- KUOSMANE, T.; KORTELAINEEN, M. Measuring ecoefficiency of production with data envelopment analysis. *Journal of Industrial Ecology*, v. 9, n. 4, pp.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, pp. 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.
- MARTINS, E. Contabilidade de custos. 7<sup>a</sup> ed., São Paulo: Atlas, 2000.
- 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.
- OGGIONIA, G.; RICCARDIA, R.; TONINELLIB, R. Eco-efficiency of the world cement industry: A data envelopment analysis. **Energy Policy**, v. 39, n. 5, pp. 2842-2854, 2011.
- PATTON, M.Q. *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, CA: Sage, 1990.
- SALVADOR, N.N.B.; GLASSON J.; PIPER, J.M. Cleaner Production and Environmental Impact Assessment: a UK perspective. **Journal of Cleaner Production**, n. 8 pp. 127-132, 2000.
- 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 – UNINOVE, São Paulo, 2013.
- SCHMIDHEINY, S. *Ecoefficiency – creating more value with less impact*. Geneva: WBCSD – World Business Council for Sustainable Development, 2000.
- SCHMIDHEINY, S. Eco-efficiency and sustainable development. **Risk Management, ABI/INFORM Global**, v. 43, n. 7, 1996.
- SENAIRS. Implementação de Produção mais Limpa. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAIRS/UNIDO/INEP, 2003.
- 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.
- UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION – UNIDO. Produção mais Limpa. Disponível em < <http://www.unido.org/doc/4460> >. Acesso em: 09 de maio de 2014.
- VAN BERKEL, R. A profitable road for sustainable development of Australian industry. **Clean Air**, v. 33, n. 4, pp. 33-38, 1999.
- VAN BERKEL, R. Cleaner production and eco-efficiency. In: MARINOVA, D.; ANNANDALE, D.; PHILLIMORE, J. **The International Handbook on Environmental Technology Management**. Edward Elgar, pp. 67-92, 2006.
- 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*, 4th ed., Newbury Park, CA: Sage, 2009