



Exacta

ISSN: 1678-5428

exacta@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Benitez Nara, Elpidio Oscar; Gerhard, Guilherme; Tiggemann Sehn, Kleber; Ribas Moraes, Jorge André; Emmel Silva, André Luiz  
Aplicação da metodologia de produção mais limpa em um processo de rotomoldagem como uma ferramenta sustentável aplicada à segurança do trabalho  
Exacta, vol. 13, núm. 1, 2015, pp. 377-389  
Universidade Nove de Julho  
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81041502008>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Aplicação da metodologia de produção mais limpa em um processo de rotomoldagem como uma ferramenta sustentável aplicada à segurança do trabalho

*Application of the methodology of cleaner production in a rotational molding process as a sustainable tool applied to job safety*

Elpidio Oscar Benitez Nara

Doutor em Qualidade e Produtividade e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação de Sistemas e Processos Industriais pela Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil] elpidio@unicr.br

Guilherme Gerhard

Graduando do curso de Engenharia de Produção na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil]

Kleber Tiggemann Sehn

Graduando do curso de Engenharia de Produção na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil]

Jorge André Ribas Moraes

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Professor e Coordenador do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil]

André Luiz Emmel Silva

Mestre em Tecnologia Ambiental e Professor do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, RS [Brasil]

## Resumo

Cada vez mais as políticas de responsabilidade social forçam as empresas a preocuparem-se em produzir questionando a variável ambiental e os efeitos da produção sobre o meio em que estão inseridas. Esta pesquisa trata-se de um estudo de caso de uma empresa do setor plástico. Utilizou-se a ferramenta P+L na busca de redução no consumo de luvas de algodão, usadas como EPI, no processo de rotomoldagem. A metodologia segue a proposta do CNTL Senai e resultou em uma ação de Nível 1. Ou seja, reduziu-se a fonte por meio da modificação no processo pela substituição de matéria-prima. Não foi possível eliminar por completo a geração do resíduo. Assim, passou-se a trabalhar com o enfoque de substituir uma matéria-prima com degradação rápida por uma com degradação lenta, a fim de que houvesse menor desgaste das luvas de proteção.

**Palavras-chave:** Equipamentos para proteção individual – EPI. Produção mais limpa. Rotomoldagem. Sustentabilidade.

## Abstract

Increasingly, social responsibility policies force companies to worry about producing while questioning environmental issues and the effects of production on the environment in which they operate. This research consisted of a case study of a company in the plastics sector. CP techniques were used in order to reduce consumption of PPE cotton gloves in a rotational molding process. The methodology follows the approach used by CNTL Senai and resulted in a Level 1 action. That is, the amount of waste was reduced through a change in the process: replacing the feedstock. It was not possible to eliminate the generation of waste completely. Thus, we focused on replacing a quickly-degrading raw material with a slowly-degrading one in order to decrease wear in the protective gloves.

**Key words:** Cleaner production. Personal Protection Equipment – PPE. Rotational Molding. Sustainability.

## 1 Introdução

O programa de Produção mais Limpa (P+L) ainda é uma ferramenta recente e, sem dúvida, com muito a ser explorado. A procura por esta metodologia aumentou em razão de as empresas passarem a perceber seus elevados custos com o tratamento de resíduos e tencionarem diminuí-los. A P+L estimula a organização a repensar sobre sua geração de resíduos e até a ganhar dinheiro com isto (CEBDS, 2004).

Neste contexto, citam-se outros indutores para implementação de programas do gênero da P+L, como o governo (que pressiona por meio de políticas e legislações), o mercado (que pressiona por meio de concorrentes, consumidores e investidores) e a responsabilidade socioambiental (PIMENTA; GOUVINHAS, 2012).

Os equipamentos de proteção individual (EPI) provem segurança aos trabalhadores; entretanto, não se pode esquecer que eles também têm sua vida útil e é preciso atentar para este fator a fim de evitarem-se acidentes decorrentes de desgastes desses instrumentos. Igualmente aos demais tipos de resíduos, os resíduos de EPI merecem atenção para seu correto descarte no momento em que não oferecerem mais os níveis de proteção exigidos. Para que isto ocorra de forma adequada, é necessário, em primeiro lugar, conhecer o material de que é feito, ou seja, sua composição e tipo de contaminação em que esteve submetido durante seu ciclo de vida.

São diversos os motivos que ocasionam o descarte dos EPIs desde o seu modo de utilização, cuidados com conservação, ambiente de trabalho ao qual esteve sujeito, até a sua data de validade (FRAGMAQ, 2013).

Os EPIs das mãos, luvas de proteção, são resíduos sólidos; portanto, devem-se observar as orientações da Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS (Lei Federal 12.305/2010), que

prevê a gestão de tais produtos. Conforme dados levantados pelo Panorama dos Resíduos Sólidos de 2011, relatório anual feito pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), com o intuito de dar a visão geral do problema representado pelos resíduos sólidos no Brasil, 42% dos resíduos sólidos tiveram destinação inadequada em 2011. Além de agravar o problema da saúde pública, os resíduos destinados inadequadamente contribuem para contaminação dos fluxos hídricos e do solo.

Importante mencionar também que 58,1% do total dos resíduos coletados vão para aterros sanitários e 75 mil toneladas diárias ainda têm destinação inadequada, sendo encaminhadas para lixões ou aterros controlados (REDE GLOBO, 2012). Tais aterros, muitas vezes, não possuem as medidas necessárias para proteção do meio ambiente. Embora exista a lei, dejetos sólidos são destinados incorretamente em todos os estados e, segundo o relatório de 2011, em mais de 60% dos municípios brasileiros houve descarte de resíduos de modo inadequado.

Para a empresa em estudo, a P+L é considerada como uma metodologia que pode contribuir para o desenvolvimento sustentável e possibilitar o posicionamento em um patamar diferenciado de competitividade. Assim, o objetivo neste trabalho foi aplicar a ferramenta de P+L no setor de rotomoldagem para análise de luvas de algodão, a fim de obter ganhos econômicos, ambientais e sociais, reduzir os custos anuais com este EPI, diminuir os resíduos e melhorar o ambiente de trabalho para os funcionários.

## 2 Materiais e métodos

Pode-se classificar uma pesquisa quanto aos objetivos, aos procedimentos de coleta, à forma de abordagem do problema e às fontes de infor-

mação (SANTOS, 2000). Esta investigação, segundo os objetivos propostos, classifica-se como uma pesquisa exploratória e explicativa, em que se busca criar um maior entendimento a respeito do assunto e aprofundar o conhecimento por meio da explicação do tema. Ou seja, explora-se o assunto para maior familiarização e, até mesmo, obtenção de novas fontes de informação (LAKATOS; MARCONI, 2010). De acordo com Gil (2010), as pesquisas exploratórias quase sempre são uma etapa prévia para obtenção de explicações.

Quanto ao procedimento de coleta ou procedimento técnico, pode-se classificar o trabalho como sendo bibliográfico devido ao desenvolvimento da pesquisa com base em materiais já elaborados, tais como livros, publicações periódicas e artigos científicos. Também este se enquadra como uma pesquisa-ação já que exige o envolvimento e a ação do pesquisador e do grupo envolvido para contribuir na resolução do problema (GIL, 2010).

A forma de abordagem do problema caracteriza a pesquisa como quantitativa e qualitativa, pois exige a coleta de dados do processo de forma quantificada. Dados estes que se apresentam em resultados, mas que exigem um tratamento lógico qualitativo por parte do pesquisador, para uma melhor aplicação da metodologia (SANTOS, 2000).

De acordo com a fonte em que foram extraídos os dados, este estudo se caracteriza como uma pesquisa de campo e de bibliografia, devido à necessidade de coleta de dados de modo controlado no processo e de pesquisa bibliográfica (LAKATOS; MARCONI, 2010).

Uma das maiores preocupações da empresa, alvo deste estudo, é com o meio-ambiente e a sociedade. Atualmente, existem diversas alternativas e programas sustentáveis a ser desenvolvidos nas organizações que buscam, além de benefícios econômicos, prevenir impactos ambientais e o bem de

sua comunidade. Com este intuito, a partir de janeiro de 2012, com o auxílio do Centro Nacional de Tecnologias Limpas/ Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – CNTL-SENAI, a empresa passou a desenvolver o programa de produção mais limpa.

Analisa-se, neste estudo, um dos itens escolhidos pela equipe na definição da abrangência do projeto de P+L, que é o Equipamento de Proteção Individual (EPI). Após realização do monitoramento do consumo dos mais diversos EPIs fornecidos pela empresa, foi priorizado, em virtude de volume, custo, impacto no meio ambiente e avaliação prévia da viabilidade de ações, o EPI luvas de proteção. Este equipamento apresentou elevados índices de consumo no setor de rotomoldagem, sendo, por esse motivo, selecionado para análise nesta pesquisa.

Na sequência, serão apresentados dados do desenvolvimento do trabalho. Partindo-se dos princípios da metodologia utilizada (P+L), buscou-se avaliar a tomada de ação com o objetivo da redução ou eliminação da fonte geradora do resíduo em questão.

## 2.1 Rotomoldagem

A rotomoldagem consiste em um processo industrial em que se obtêm peças ocas, como seu nome faz analogia, por meio do movimento de rotação biaxial de um molde abastecido com material termoplástico (BEALL, 1998). Tal processo possibilita a confecção de peças plásticas ocas mediante adição de plástico em pó em um molde que é aquecido e que roda em dois eixos (CRAWFORD; THRONE, 2002), com esses materiais poliméricos produzem-se peças de grande e leve porte (COMISSO et al., 2013). No decorrer do processo, o pó funde dentro do molde e vai de encontro à superfície, tomando o formato do produto desejado. Então ocorre o arrefecimento do polímero, aproximadamente até a temperatura

ambiente, e a parte oca resultante é removida. A moldagem rotacional tem quatro passos básicos: carregamento, aquecimento, resfriamento e descarregamento (NUGENT, 2001), conforme apresentado na Figura 1.

Para união entre as partes do molde, faz-se necessário um sistema de fixação a fim de manter uma pressão uniforme ao longo da linha de fechamento (NUGENT, 2001). No processo estudado neste trabalho, utilizam-se grampos de fixação para esta finalidade e é neste ponto que se aplica a atual pesquisa de P+L, pois as luvas de proteção (EPI) são usadas na abertura dos grampos de fixação.

Os produtos rotomoldados passaram a ser produzidos na década de 1950 e são destaques na indústria de reservatórios, brinquedos, auto-

motivos, entre outras (CRAWFORD; THRONE, 2002). O material mais utilizado no processo é o polietileno (PE), e nesta classe se destaca o Polietileno Linear de Baixa Densidade (PELDB).

Ressalta-se que para que se tenha êxito neste processo produtivo, a escolha da matéria-prima adequada é fundamental, uma vez que o polímero empregado necessita atender as características de viscosidade, de resistência térmica e química, para não sofrer degradação termo-oxidativa devido a longos períodos de permanência no forno (BEALL, 1998).

Os principais campos de aplicação do processo de rotomoldagem são os setores de agricultura, automotivo, construção, eletrônico, indústria, produtos marinhos, recreação, entre outros (NUGENT, 2001).

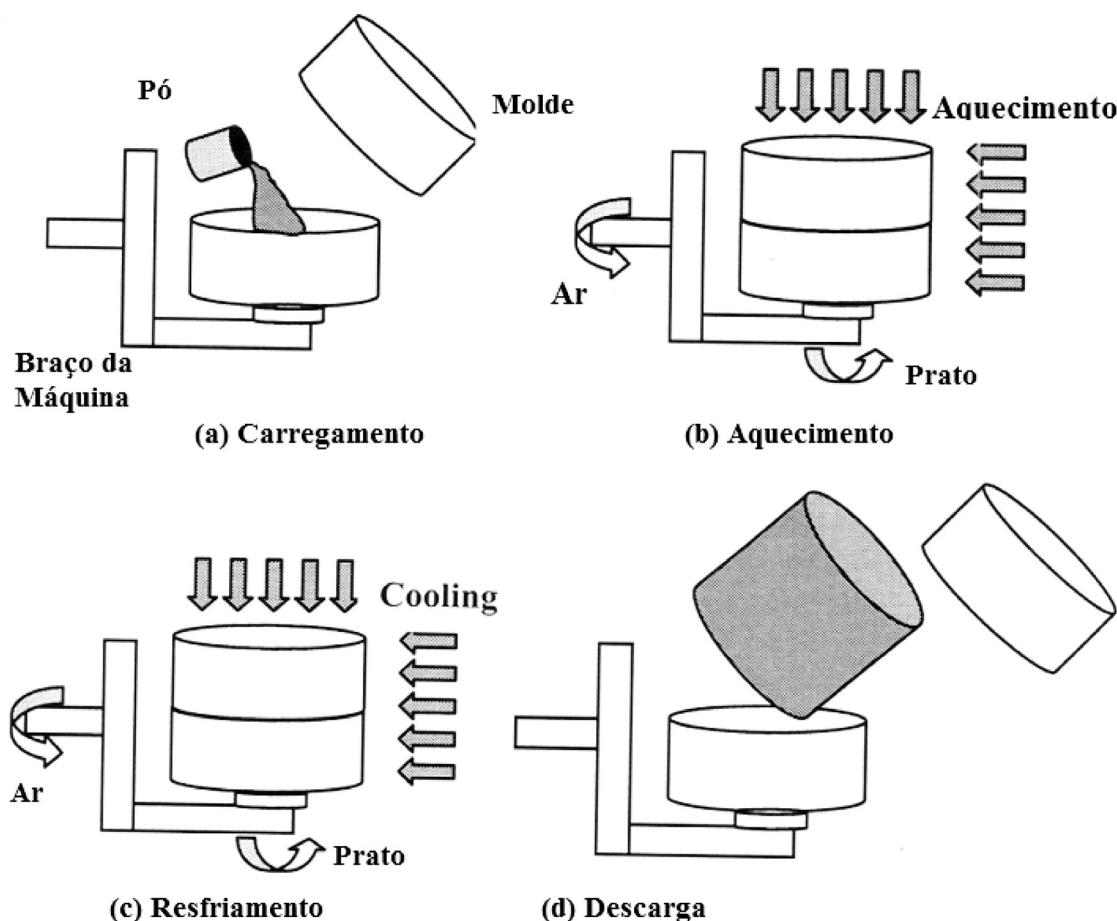


Figura 1: Passos básicos do processo de rotomoldagem

## 2.2 Equipamento de Proteção Individual – EPI

Conforme a Norma Regulamentadora – NR 6, considera-se como EPI todo dispositivo ou produto utilizado individualmente pelo trabalhador com o objetivo de prover proteção contra riscos que ameaçam a segurança e a saúde no trabalho (BRASIL, 2011).

Toda empresa deve, obrigatória e gratuitamente, fornecer EPI adequado para os funcionários, de acordo com o disposto no Anexo I da NR 6 (BRASIL, 2011). Além de tomar algumas medidas, tais como exigir seu uso, substituir quando necessário, treinar sobre o uso correto, fornecer EPI adequado de acordo com o risco da atividade e somente o aprovado pelo órgão nacional competente, responsabilizar-se quanto à higienização e cuidados com manutenção, registrar seu fornecimento ao funcionário e comunicar ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) qualquer irregularidade observada.

## 2.3 Luvas de proteção

No item F do Anexo I da NR 6, aborda-se o uso de EPI para proteção dos membros superiores, sendo mencionadas as luvas de proteção.

O estudo em questão foca as luvas para proteção das mãos contra agentes térmicos, abrasivos e escoriantes. Elas são muito úteis no processo de rotomoldagem e se fazem necessárias devido ao constante contato com os grampos que fecham o molde e com as peças que, ao serem retiradas do molde, estão em elevada temperatura.

No processo de rotomoldagem, as luvas são trocadas periodicamente por dois principais motivos: degradação (não apresentam mais as características físicas originais) e contaminação (tornam-se sujas devido ao contato com grampos). Esta troca de luvas constante resulta em um grande volume de resíduos deste tipo de EPI, situação esta que gera custos para destinação adequada, pois

este EPI é destinado a coprocessamento (incineração em forno de cimento), que é um processo caro e de gestão complexa, para evitar a geração de um passivo ambiental.

A luva utilizada no setor rotomoldagem, antes da aplicação da P+L, era tricotada em fios de algodão e poliéster, tinha punho elástico, além de proporcionar boa flexibilidade e bom tato; mas exigia substituições com frequência.

## 2.4 Produção mais Limpa (P+L)

A Produção mais Limpa (P+L) é a busca da melhoria contínua dos processos produtivos, tendo-se com ela o objetivo de aumentar a eficiência no uso de recursos (matérias-primas, água e energia), mediante a não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas. Tal metodologia abrange todos os níveis de uma empresa, desde a compra de matérias-primas até o pós-venda, e serve de estímulo para inovações, contribuindo para o desenvolvimento das organizações (CNTL, 2003).

Com esse método, há eliminação ou redução da poluição no decorrer do processo de produção, e não somente no fim (SEBRAE, 2010).

Ela não se baseia apenas em tecnologia, engloba também a forma de gestão das empresas (RADONJIC; TOMINC, 2007) e consiste em aplicar continuamente uma estratégia ambiental com visão preventiva integrada aos processos de fabricação, operações e produtos, com a finalidade de reduzir os riscos para o meio ambiente e para a saúde humana (UNIDO, 2010). Pode ser incorporada ao desenvolvimento de produtos, objetivando ganhos nos aspectos sociais e ambientais, além de qualidade e preço, resultando em produtos sustentáveis (UNIDO, 2010).

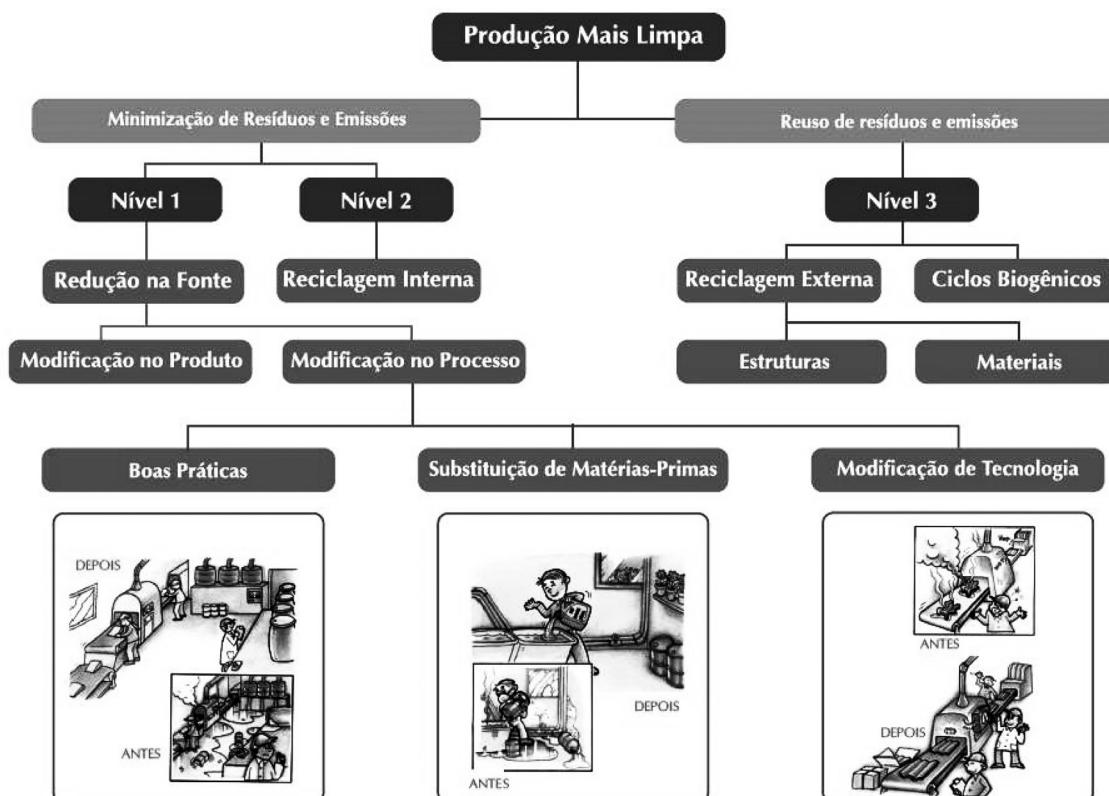
Quando bem-sucedido, o uso de tecnologias de Produção mais Limpa pode propiciar a redução do consumo de energia, matéria-prima, resíduos tóxicos e emissões (COUTO, 2013).

Um dos pontos fortes desta ferramenta para sustentabilidade é que, ao contrário de técnicas convencionais e reativas, conhecidas como técnicas de “fim de tubo”, a P+L não foca apenas no tratamento de resíduo ou emissões finais criados no processo, mas também busca agir na fonte geradora do resíduo ou no decorrer do processo em que ele é formado, tentando, assim, eliminar ou minimizar sua geração (CNTL, 2003).

Até mesmo os investimentos de P+L de baixo custo, muitas vezes, trazem resultados financeiros mais rápidos do que os investimentos de elevados custos. Estes últimos, geralmente, têm um tempo de retorno a longo prazo, mas apresentam maior contribuição para aspectos como a imagem e reputação da empresa diante do ambiente externo (ZENG et al., 2010).

Uma grande variedade de políticas e ferramentas de trabalho está disponível para mover uma indústria com visão “fim de tubo” para o modelo de Produção mais Limpa (HAMNER, 2013). A Figura 2 mostra o esquema da P+L e suas possíveis alternativas (CNTL, 2003).

No nível 1, encontra-se a prioridade da P+L, ou seja, reduzir os resíduos na fonte, evitar a geração e emissões de resíduos. Essa ferramenta tem sido aplicada à produção e processos, primando pela conservação de recursos, eliminação de resíduos tóxicos de matérias-primas e redução e emissões de resíduos. No entanto, também pode ser usada durante todo o ciclo de vida de um produto. Técnicas para a implementação da P+L incluem melhorias nas práticas de manutenção, otimização de processos de substituição de matérias-prí-



**Figura 2: Níveis da P+L**

Fonte: CNTL (2003).

mas, nova tecnologia ou *design* de novos produtos (HANSEN et al., 2000; BRÖNSTRUP, 2013). No nível 2, apresenta-se a segunda alternativa, pois quando não é possível agir na fonte geradora, busca-se intervir no decorrer do processo procurando reintegrar o resíduo ao processo produtivo. Já no nível 3, a alternativa escolhida, quando não é possível agir na fonte e nem reciclar internamente, é a adoção de medidas de reciclagem fora da empresa (CNTL, 2003).

A P+L aborda as três dimensões da sustentabilidade individual e sinergicamente (UNIDO, 2010), são elas:

- Gestão ambiental: por meio da redução de resíduos e emissões, busca-se a minimização dos impactos sobre a natureza e o meio ambiente como um todo.
- Eficiência na produção: otimização do uso dos recursos naturais no processo produtivo (materiais, água e energia).
- Desenvolvimento humano: minimização dos riscos para as pessoas e comunidades bem como o apoio para o seu desenvolvimento.

A adoção dessa metodologia pelas empresas depende muito do problema a ser tratado ou do objetivo almejado. As principais metas ambicionadas são as econômicas, ambientais, sociais e tecnológicas. Podendo uma, no desenvolver do trabalho, ser consequência da outra. São estes fatores que fazem da P+L uma ferramenta de sustentabilidade (CNTL, 2003).

## 2.5 Vantagens de se adotar a P+L

O objetivo dos processos produtivos nas empresas é de fabricar produtos e não resíduos, sejam estes últimos emissões atmosféricas, sólidos ou efluentes líquidos. Desta forma, busca-se, com a P+L, a melhoria na eficiência de processos, o que diminui a necessidade do emprego de técnicas

de “fim de tubo” na tentativa da aplicação de um tratamento adequado para os resíduos gerados, o qual nem sempre é de total eficácia, podendo ser dispendioso, em alguns casos (CNTL, 2003).

A eficiência do processo provém do uso correto de insumos e da energia elétrica, implicando em vantagens econômicas e ambientais, além disso, o olhar crítico para o processo gera a inovação dentro da empresa (CNTL, 2003).

Como já mencionado, as técnicas convencionais de “fim de tubo” focam no que a empresa pode fazer para tratar os resíduos e as emissões gerados. Já a P+L diferencia-se, pois, ao invés de simplesmente identificar, quantificar, tratar e fazer a disposição final destes – mantendo seu foco nas seguintes perguntas: “Por que o resíduo é gerado? Como o resíduo é gerado? Quando o resíduo é gerado?” –, busca soluções definitivas para esses materiais não aproveitáveis, focando na sua não geração (CNTL, 2003).

No passado, as empresas enxergavam o desenvolvimento sustentável como custo e um fator de risco, mas hoje ele começa a ser visto como oportunidade e fonte de melhoria na eficiência (HENRIQUES; CATARINO, 2014). A P+L além de atuar nos aspectos ambientais e econômicos, influencia também nas questões sociais. Desse modo, uma de suas vertentes possibilita a substituição de matérias-primas, buscando a incorporação de insumos atóxicos no processo e contribuindo, assim, para a saúde ocupacional, segurança dos colaboradores e para a qualidade do ambiente de trabalho (GERHARD et al, 2013). De acordo com a Unido (2010), uma das grandes vantagens em utilizá-la é que com a redução ou eliminação de resíduos e substâncias perigosas, diminuem os riscos nas operações industriais para os trabalhadores, para os consumidores e para a comunidade.

Para Kubota e Rosa (2013), a produção mais limpa é uma importante ferramenta que tem promovido o desenvolvimento sustentável da socieda-

de, desde sua criação. A preocupação com as gerações futuras desenvolve nos consumidores atuais uma busca por produtos “ambientalmente corretos”, ou seja, é cada vez maior a preocupação com o impacto que o produto, seu processo de fabricação e sua disposição final geram no meio ambiente e na comunidade. O monitoramento adequado dos impactos sociais e ambientais é fundamental para o “progresso em direção a sistemas mais sustentáveis”. O resultado deste monitoramento pode ser usado para focar a atenção da sociedade para estilos de vida que contribuam nesta linha (KLEMES, VARBANOV, HUISINGH, 2012). A implementação de projetos de produção mais limpa contribui para a mudança de atitudes e desenvolvimento dos colaboradores envolvidos (KJAERHEIM, 2005).

O fortalecimento da imagem da organização diante da sociedade e das autoridades ambientais é uma consequência positiva que, muitas vezes, dificilmente mensura-se. Porém, fica evidente que a produção sustentável é um fator marcante de aumento da competitividade (CNTL, 2003). De acordo com o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2014), a implementação da P+L é, sobretudo, um exemplo de sustentabilidade e responsabilidade social corporativa.

Segundo Bonilla et al. (2010), as legislações que abordam as responsabilidades sobre resíduos gerados são catalizadores fundamentais para que haja maior engajamento e mudança nas empresas, nas atitudes, nos valores sociais, nos paradigmas e nas práticas da sociedade. Lauriano, Bueno e Spitzbeck (2014) afirmam que as companhias enxergam a necessidade de leis que incentivem a sustentabilidade. Como menciona Silva, Moraes e Machado (2012), os “novos clientes”, também conhecidos como “consumidores verdes”, que passam a exigir e cobrar serviços e produtos ecológicamente corretos podem ser encarados como impulsionadores para que as empresas adotem técnicas como a P+L.

## 2.5.1 Principais dificuldades e barreiras à implantação da P+L

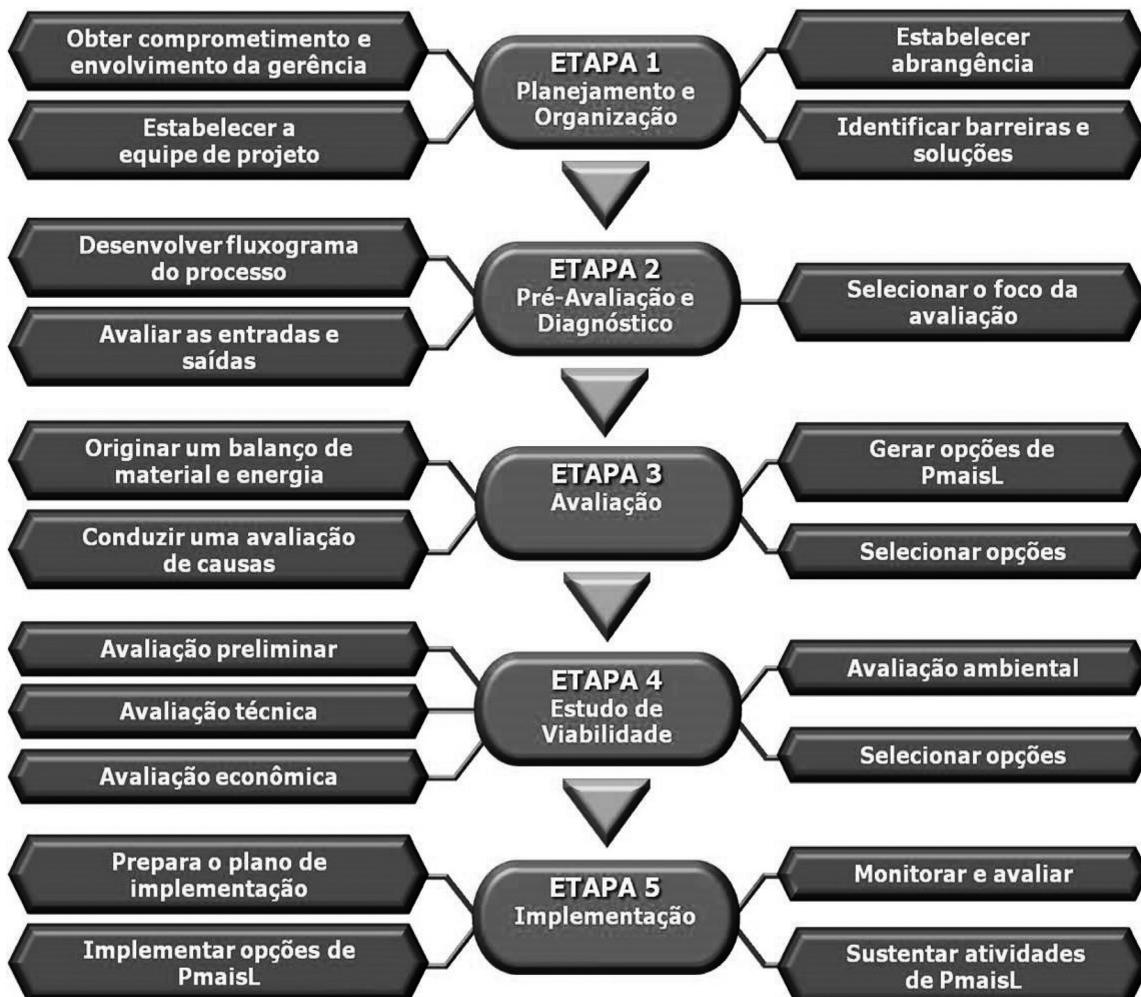
O uso da P+L ainda é limitado no Brasil (BOTTA; CARDOZA, 2012). Como justificativas para este fato são citadas como barreiras à implementação da ferramenta: o fator comportamental e educacional das pessoas envolvidas na organização; e as barreiras culturais, técnicas, sistêmicas e até mesmo econômicas. Assim, faz-se necessária, e de grande importância, a divulgação do conceito da P+L, o que se revela como uma maneira eficaz de sensibilizar os responsáveis pelas empresas. Se não houver um comprometimento da alta administração com a P+L, a continuidade do programa pode ser comprometida (PIMENTA; GOUVINHAS, 2012).

Para Silva et al. (2013), a falta de informações detalhadas, ferramentas e técnicas que podem ser empregadas de forma sistemática para alcançar os resultados desejados, continuam a dificultar a implementação de programas de P+L. A barreira de maior relevância para tal é a priorização da expansão da produção. Ela é a preocupação máxima dos empresários que buscam crescimento, inclusive para diluir custos com investimento ambiental (ROSSI; BARATA, 2009; SILVA et al., 2014).

## 2.5.2 Processo de implementação da P+L

A metodologia utilizada na empresa foi proposta e desenvolvida pela Unido que, via CNTL-SENAI, foi implementada em setores priorizados internamente, de acordo com a necessidade da organização. Na Figura 3, podem ser observadas as etapas de implementação da P+L (CNTL, 2003).

Para alcance dos resultados planejados, é necessário que seja estabelecido um cronograma para as etapas supracitadas e vale destacar a importância da etapa 1, na qual é fundamental a sensibilização da gerência e o comprometimento da empresa para que se obtenha sucesso na imple-

**Figura 3: Metodologia P+L / passo a passo**

Fonte: CNTL (2003).

mentação. O acompanhamento das etapas do programa deve ser rigoroso e, por este motivo, é definido um “Ecotime”, composto por profissionais da empresa que vão conduzir a implementação.

No processo de implementação, após o desenvolvimento dos fluxogramas intermediários dos processos e da avaliação do fluxograma global da empresa, é realizada a priorização dos principais resíduos a serem trabalhados. Esta priorização é consequência de uma análise crítica das quantidades geradas, periculosidade associada, atendimento de requisitos legais e custos.

### 3 Resultados

Na empresa em estudo, realizou-se o monitoramento dos cinco principais tipos de EPIs consumidos, e o EPI luvas de proteção (algodão) apresentou o maior volume de consumo (aproximadamente 67%). O histórico de consumo mostra que, em toda indústria, há um consumo médio de 4.620 pares de luvas de algodão por ano, sobressaindo-se aos demais em relação ao volume de resíduos. Também se observou que o setor de rotomoldagem é o maior gerador de resíduo de lu-

vas de algodão, apresentando em torno de 70% do consumo total deste equipamento.

Vale destacar que os resíduos totais gerados anualmente pela empresa com luvas de proteção de algodão são em torno de 307 kg, o equivalente a 1,65 m<sup>3</sup> destas, o que influenciou na escolha desse EPI para estudo.

Foram acompanhados os motivos de troca de luvas, constando-se que esta ocorria por desgaste prematuro (luva rasgada, furada ou suja, contaminando peças). Também foi observado um percentual, considerado de momento irrelevante, de aproximadamente 3,65% de perdas de luvas, sendo o restante decorrente de desgaste.

Após a aplicação de todos os passos da metodologia de P+L, avaliando causas e a viabilidade de ações junto ao processo e ao EPI propriamente dito, optou-se pelo “Ecotime” por uma ação principal de teste de um novo modelo de luva de proteção, em virtude da rápida degradação das luvas atuais e da impossibilidade de outras ações de mudanças no processo na ocasião.

### 3.1 Ações de P+L

A aplicação da P+L no EPI luvas de proteção (algodão) do setor de rotomoldagem resultou em uma ação de Nível 1. Ou seja, foi uma redução na fonte devido à modificação no processo pela substituição de matéria-prima. Antes de implementar qualquer ação, faz-se necessária a verificação de sua viabilidade. Isto se traduz na realização de avaliações preliminares, técnicas, econômicas e ambientais.

Uma vez comprovada a maior durabilidade do novo modelo de luva por meio de avaliações técnicas, iniciou-se a análise buscando evidenciar se seria válido pagar em torno de 38% a mais em cada par do equipamento, considerando o aumento da sua vida útil. Finalmente, avaliou-se se o novo modelo de luva, pigmentada, surtiria algum efeito negativo no descarte referente à mudança na

sua composição e verificou-se que isso não ocorreu, pois não houve alteração nos procedimentos de coprocessamento que já era realizado antes das novas luvas. A Figura 4 mostra a luva utilizada antes da ação de P+L (luva simples), bem como o novo modelo (luva pigmentada):



**Figura 4: Luva utilizada antes da ação P+L e novo modelo substituição de matéria-prima**

A luva simples que era utilizada no setor de rotomoldagem antes do atual estudo de Produção mais Limpa, era tricotada em fios de algodão e poliéster, tinha punho elástico e proporcionava boa flexibilidade e bom tato. O novo modelo, luva pigmentada, tinha as mesmas características da simples com o acréscimo de pigmentação em PVC na palma e face palmar dos dedos, a qual trazia vantagens, como duração, distinção, e acabamento.

### 3.2 Benefícios no setor rotomoldagem e empresa em geral

Para comprovação dos resultados, fez-se necessário o monitoramento do consumo das luvas ANTES (luva simples) e DEPOIS (luva pigmentada). Como já relatado, a ação foi destinada para o setor de rotomoldagem, que apresentava o

maior consumo de luvas da empresa (menor tempo de vida útil).

Foi observado, durante o monitoramento um consumo médio de nove pares de luvas simples por funcionário por mês, no referido setor. Já, após a implementação da ação, identificou-se queda brusca nesse consumo. Na substituição das luvas simples por pigmentadas, ocorreu uma redução de 78% no gasto desse item de proteção, isto é, cada funcionário que antes usava nove pares de luvas simples mensalmente passou a consumir, nesse mesmo período, em média de dois pares das novas pigmentadas (conforme monitoramento realizado).

Com os números apresentados e com o relato dos funcionários usuários das luvas de proteção, bem como da análise das substituídas durante o monitoramento, observou-se que as pigmentadas apresentam características superiores de resistência e durabilidade, talvez o principal ponto de melhoria alcançado, uma durabilidade de 4,5 vezes maior que as simples.

### **3.3 Benefícios sociais**

Também se verificou que a luva pigmentada apresentou melhor desempenho já que esta facilitou a abertura dos grampos, permitindo ao operário manusear as peças com mais firmeza e, assim, evitando que a luva deslizasse no momento da mencionada abertura. Sendo, portanto, um fator ergonômico relativo ao colaborador.

O processo de rotomoldagem demanda um contato frequente com o produto pronto ao manuseá-lo e retirá-lo do molde. Outro ponto positivo que se alcançou, e foi observado somente após os testes, foi que a nova luva (pigmentada) não contaminava os produtos de cores claras com tanta facilidade, como ocorria com a simples e que motivava a substituição desta. Acredita-se que isto ocorreu em razão de o PVC contribuir para que a luva não absorvesse com tanta facilidade as impurezas inerentes ao processo.

### **3.4 Benefícios ambientais**

Com a implementação da citada ação relativamente simples, estima-se, analisando toda a empresa com base no histórico de compras deste tipo de EPI referente a anos anteriores, uma redução de 3.527 resíduos de pares de luvas anualmente. O que representa 234,5 kg desse equipamento de segurança.

Vale ressaltar ainda que a empresa já está dando a devida abrangência desta ação para seus demais setores com o intuito de obter ganhos similares aos já comprovados no setor de rotomoldagem.

Pode-se citar, como ganho obtido a partir da implementação da ação de P+L, o monitoramento que passou a ser realizado para análise do consumo dos principais EPIs, servindo como fonte de dados e histórico para outras ações futuras.

### **3.5 Benefícios econômicos**

Quanto aos ganhos financeiros, considerando-se as reduções de resíduos relatadas nos itens acima e o custo que a empresa tem para efetuar a destinação ambientalmente correta, verificou-se que houve uma diminuição de custo anual de R\$ 4.660,08. Significando uma redução de 68% na geração deste tipo de resíduo em toda a empresa, levando-se em conta o custo de destinação e também o acréscimo de 38% no preço da luva. Isto pode ser afirmado, pois o cálculo de viabilidade para os demais setores da organização foi embasado na quantidade de luvas de proteção – EPI de maior consumo identificado no setor de rotomoldagem –, gasta antes da aplicação da P+L, e na quantidade utilizada do novo modelo, que foi 4,5 vezes mais durável do que o anterior, promovendo ganhos com a redução de 78% no consumo.

## **4 Conclusão**

Nem sempre é possível eliminar por completo a geração de um determinado resíduo. Nesta pes-

quisa, verificou-se que não seria possível deixar de produzir rejeitos referentes às luvas de proteção usadas no setor de rotomoldagem, por esse motivo, passou-se a analisar a substituição do produto confeccionado com matéria-prima com degradação “rápida” por um feito com material de degradação “lenta”.

O objetivo maior de aplicação da metodologia de Produção mais Limpa neste trabalho foi alcançado com sucesso, uma vez que surtiu efeitos positivos nas três esferas da sustentabilidade, ou seja, a nova luva, fabricada com material mais resistente, gerou mudanças nas vertentes social, ambiental e econômica. Conclui-se, assim, que, mesmo com ações de baixo investimento, pode-se conseguir resultados satisfatórios ao aplicar a P+L. Vale destacar que esta ferramenta sustentável vem pouco a pouco ganhando espaço nas empresas realmente preocupadas em construir um futuro melhor. Este estudo de caso contribuiu para a obtenção de ganhos financeiros por parte da organização, com o uso da P+L, mediante a redução de resíduos de luvas de proteção, bem como para divulgação dos benefícios científicos deste instrumento, confirmando a relevância do tema.

## Referências

- BEALL, Glenn. *Rotational molding: design, materials, tooling and processing*. Munich: Carl Hanser Verlag, 1998.
- BONILLA, S. et al. The roles of cleaner production in the sustainable development of modern societies: an introduction to this special issue. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 1-5, 2010.
- BOTTA, L. R. P.; CARDOZA, E. Uso de práticas de produção mais limpa em empresas de pequeno porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP. 32., 2012. Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: ENEGEP, 2012
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora – NR 6. Equipamento de Proteção Individual – EPI*. Portaria SIT n.º 292, de 8 de dezembro de 2011, Brasília, DF, 2011.
- BRÖNSTRUP, D. E. Proposta de implantação de P+L em um frigorífico de suínos de grande porte: estudo de caso. 2013. 143 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental)–Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, 2013.
- CEBDS. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. *A Produção Mais Limpa na Micro e Pequena Empresa*. Cartilha de PmaisL. Rio de Janeiro: Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, 2004.
- CEBDS. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. *Guia da Produção Mais Limpa: Faça você Mesmo*. Rio de Janeiro: Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, 2014.
- CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. *Implementação de Programas de Produção mais Limpa*. Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDO/UNEP, 42 p., Porto Alegre. 2003.
- COMISSO, T. C. et al. Estudo experimental do processo de rotomoldagem de pelbd: efeitos sobre a morfologia e estabilidade dimensional. *Polímeros*, v. 23, n. 1, p. 97-107, 2013.
- COUTO, C. *Produção + Limpa foi a ferramenta escolhida para criar as possibilidades e os desafios para uma gestão de efluentes industriais*. São Paulo: Cetesb, 2013.
- CRAWFORD, R. J.; THRONE, J. L. *Rotational molding technology*. Norwich, New York: Plastics Design Library, 2002.
- FRAGMAQ. *Descarte de EPI – Equipamentos de Proteção Individual*. 2013. Disponível em: <<http://www.fragmaq.com.br/blog/meio-ambiente/descarte-de-epi/>>. Acesso em: 31 maio 2013.
- GERHARD, G. et al. Aplicación de la metodología de producción más limpia en un proceso de moldeo rotacional como herramienta sostenible aplicado a la seguridad laboral. In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL – COINI. 6., 2013. Los Reyunos, San Rafael-Mendoza, 7 y 8 de nov. Anais... Los Reyunos: COINI, 2013.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- HAMNER, B. *Overview of international regulatory programs on cleaner production*. São Paulo: Cetesb, 2013.
- HANSEN, P. I. et al. Cleaner production assessment in meat processing. 2000. Denmark. UNEP. Disponível em: <<http://www.uneptie.org/shared/publications/pdf/2482-Pmeat.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2015.
- HENRIQUES, J.; CATARINO, J. Sustainable value and cleaner production e research and application in 19 Portuguese SME. *Journal of Cleaner Production*, 2014. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.02.030

- KJAERHEIM, G. Cleaner production and sustainability. *Journal of Cleaner Production*. v. 13, n. 4, p. 329-339, 2005.

KLEMES, J. J.; VARBANOV, P. S.; HUISINGH, D. Recent cleaner production advances in process monitoring and optimization. *Journal of Cleaner Production*. v. 34, p. 1-8, 2012.

KUBOTA, F. I.; ROSA, L. C. Identification and conception of cleaner production opportunities with the Theory of Inventive Problem Solving. *Journal of Cleaner Production*. v. 47, p. 199-210, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297 p.

LAURIANO, L. A.; BUENO, J. H.; SPITZECK, H. *Estado da gestão para sustentabilidade nas empresas brasileiras*. Nova Lima, MG: FDC Núcleo de Sustentabilidade, p. 1-36, 2014.

NUGENT, P. *Rotational molding: a practical guide*. USA: Paul Nugent, 2001.

PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. Cleaner production as corporate sustainability tool: a study within companies from Rio Grande do Norte State. *SCIELO. Produção*, v. 22, n. 3, 2012.

RADONJIC, G.; TOMINC, P. The role of environmental management system on introduction of new technologies in the metal and chemical/paper/plastics industries. *Journal of Cleaner Production*, n. 15, p. 1482-1493, 2007.

REDE GLOBO. *Pesquisa apresenta dados sobre o impacto dos resíduos sólidos no Brasil*. 2012. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2012/08/pesquisa-apresenta-dados-sobre-o-impacto-dos-residuos-solidos-no-brasil.html>>. Acesso em: 18 maio 2013.

ROSSI, M. T. B.; BARATA, M. M. L. Barreiras à implementação de produção mais limpa como prática de ecoeficiência em pequenas e médias empresas no estado do Rio de Janeiro. In: INTERNATIONAL WORKSHOP I ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2., 2009, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2009.

SANTOS, A. R. dos. Metodologia científica: a construção do conhecimento. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000. 144 p.

SEBRAE. *Como implantar a Produção mais Limpa?*. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. 2010. Disponível em: <<http://www.mundosebrae.com.br/2010/02/como-implantar-a-producao-mais-limpa/>>. Acesso em: 1º jun. 2013.

SILVA, A. L. E. et al. Aplicação da metodologia P+L na redução de desperdícios dentro das empresas de beneficiamento de tabaco. *Tecnolórgica*, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 97-102, jul./dez. 2014.

SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R.; MACHADO, E. L. Proposta de um programa de P+L como ferramenta para promoção da gestão ambiental: estudo de caso. *Tecnolórgica*, Santa Cruz do Sul, v. 16, n.1, p. 40-47, jan./jun. 2012.

SILVA, D. A. L. et al. Quality tools applied to cleaner production programs: a first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*, v. 47, p. 174-187, 2013.

UNIDO. United Nations Industrial Development Organization. Resource Efficient and Cleaner Production. United Nations Industrial Development Organization. 2010. Disponível em: <<http://www.unido.org/what-we-do/environment/resource-efficient-and-low-carbon-industrial-production/cp/resource-efficient-and-cleaner-production.html>>. Acesso em: 4 maio 2013.

ZENG, S. X. et al. Impact of cleaner production on business performance. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 10-11, p. 975-983, 2010.

Recebido em 23 mar. 2014 / aprovado em 11 ago. 2014

Para referenciar este texto

NARA, E. O. B. et al. Aplicação da metodologia de produção mais limpa em um processo de rotomoldagem como uma ferramenta sustentável aplicada à segurança do trabalho. *Exacta - EP*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 161-172, 2015.

