RG&SA
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental
Artigos

UMA ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS ODONTOLÓGICOS

DOI: 10.19177/rgsa.v8e32019639-659

Nicollas Luiz Schweitzer de Souza[1]
Ivete de Fátima Rossato[2]
Jairo Afonso Henkes[3]

RESUMO

A necessidade do cuidado com o meio ambiente demandado das empresas pela legislação, adicionado ao intenso uso de matérias-primas esgotáveis, considerando-se ainda a pressão e crítica da sociedade sobre empresas, que não tem em suas diretrizes uma boa política ambiental, faz com que as mesmas busquem meios para se enquadrarem neste novo contexto social. Este artigo tem como objetivo realizar uma análise sobre a aplicação de meios que tornam o processo produtivo de uma empresa fabricante de equipamentos médicos e odontológicos, menos poluente, ou seja, tenha uma produção mais limpa, que vise a otimização no uso dos recursos naturais e energéticos, menor produção de resíduos, com a reciclagem das sobras para uso no próprio processo de produção. A pesquisa se configura como um estudo de caso, com a coleta dos dados majoritariamente documental e em parte bibliográfica para determinação de conceitos. Na análise foram avaliados dois sistemas de eficientização destinados à produção mais limpa, um deles diz respeito à reciclagem e reutilização de sobras no processo produtivo e outro em relação ao uso e consumo de energia neste processo.

Palavras-chave: Produção mais limpa. Logística reversa. Chapas de ABS. Eficiência energética.

[1] Graduando em Engenharia de Produção, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). E-mail: nicollas_schweitzer@hotmail.com

[2] Doutora em Engenharia de Produção (UFSC, 2002), Mestre em Engenharia de Produção (UFSC,1996), Licenciada em Química/UFSM (1987), Engenheira Química (UFSM,1993). E-mail: ivete.rossato@unisul.br

[3] Doutorando em Geografia (UMinho, 2019). Mestre em Agroecossistemas (UFSC, 2006). Especialista em Administração Rural (UNOESC, 1997). Engenheiro Agrônomo (UDESC, 1986). Professor dos Cursos de Ciências Aeronáuticas, Administração, Engenharia Ambiental, do CST em Gestão Ambiental e do Programa de Pós Graduação em Gestão Ambiental da Unisul. E-mail: jairohenkes333@gmail.com

AN ANALYSIS OF CLEANER PRODUCTION STRATEGIES AND ENERGY EFFICIENCY IN AN ODONTOLOGICAL EQUIPMENT INDUSTRY

ABSTRACT

The need for care with the environment demanded by companies by legislation, added to the intense use of exhaustible raw materials, considering also the pressure and criticism of society on companies, which does not have in its guidelines a good environmental policy, makes that they look for ways to fit into this new social context. This article aims to analyze the application of means that make the production process of a medical and dental equipment manufacturer company, less polluting, that is, have a cleaner production, aiming at the optimization of the use of natural resources and energy consumption, less waste production, with the recycling of leftovers for use in the production process itself. The research is configured as a case study, with the collection of data mostly documentary and partly bibliographic to determine concepts. In the analysis were evaluated two efficiency systems for cleaner production, one of them concerns the recycling and reuse of leftovers in the production process and another in relation to the use and consumption of energy in this process.

Keywords: Cleaner production. Reverse logistic. ABS sheets. Energy efficiency.

RG&SA ISSN 2238-8753
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

1 INTRODUÇÃO

O crescimento e a diversificação das atividades produtivas e o consequente aumento da geração de resíduos, assim como a pressão e conscientização social pela causa ambiental fez com que surgissem legislações específicas na área ambiental, cobrando das empresas o controle e tratamento de suas emissões atmosféricas, resíduos sólidos e águas servidas. Porém, nas compreensões passadas, produzir mais e crescer significavam gerar mais resíduos e gastar mais para tratá-los ou dispô-los adequadamente (PEINADO; GRAEML, 2007).

No início da década de 1990, a Organização pelo Desenvolvimento Industrial das Nações Unidas (UNIDO) juntamente com o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (PNUMA), definiu o conceito de produção mais limpa, “como a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços com o intuito de aumentar a eco eficiência e reduzir os riscos à saúde e ao meio ambiente”.

A estratégia da produção mais limpa surgiu então, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas como água, por exemplo, por meio da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados, com benefícios ambientais, econômicos e tecnológicos para os processos produtivos. Todas essas áreas beneficiadas devem agir de forma integrada buscando o mesmo objetivo, o que obriga a empresa a inovar na solução para alcançar a melhor estratégia (SENAI, 2019).

Dessa forma, as companhias atualmente estão sendo desafiadas pelo desenvolvimento sustentável, conforme Bellen (2007), as ferramentas que influenciam a sustentabilidade e suas definições precisam partir de uma premissa que desconhece a sistemática do processo, assim, ocasionando a possibilidade de visualizar apenas os possíveis impactos ambientais que nascem da interação humana com o ambiente.

Diversos profissionais da área da economia apontam semelhanças entre a gestão de portfólios de investimentos e a sustentabilidade, onde se permite maximizar o retorno mantendo o capital constante (RUTHERFORD, 1997), o que sugere a importância de mudar a quantidade de capitais investidos, para uma melhor estratégia de lucros. A logística dessa forma passa a se posicionar sendo uma ferramenta para a gestão empresarial, em vista da sua contribuição para obter vantagens econômicas, não deixando de lado os aspectos ambientais (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

A logística reversa está diretamente ligada às questões legais, ambientais e econômicas, e é uma ferramenta utilizada pelas empresas para se tornarem ecologicamente eficientes, seja pelo o uso da reciclagem, reuso ou redução da quantidade de materiais utilizados no processo produtivo (CARTER; ELLRAM, 1998). Entende-se então como um conceito que se relaciona com o desenvolvimento econômico e social, por meio de atitudes e metodologias para a promoção e a viabilidade da coleta e a restituição dos resíduos, que devem retornar a origem, para reutilização em ciclos do mesmo produto ou mesmo para ser reutilizados na produção de novos itens ou receber uma destinação final adequada (BRASIL, 2010).

De acordo com Leite, (2003), a logística reversa pode se dar de duas maneiras, no pós-consumo ou pós-venda, quando se trata de itens de pós-venda, são aquelas ações que acompanham a venda, durante a comercialização, e aqueles que terminaram sua vida útil, que devem ser restituídos aos fabricantes, onde serão encaminhados para seu destino final (REVISTA PELLEGRINO, 2010).

O objetivo do presente estudo foi realizar uma análise dos processos de fabricação em uma empresa de equipamentos médicos e odontológicos, que utiliza

estratégias tecnológicas para a reutilização de chapas de ABS (Acrilonitrila butadieno estireno), através do Sistema Vacum Forming, e para a eficientização no consumo diário de energia elétrica.

2 METODOLOGIA

O presente artigo quanto ao seu objetivo se classifica como uma pesquisa de caráter descritivo, já que visa enunciar os processos produtivos que atendem as características de uma produção mais limpa aplicada a logística reversa. De acordo com Selltiz, Wrightsman e Cook (1965) esse tipo de pesquisa descreve um fenômeno ou situação em detalhe.

É de natureza quantitativa, onde questões envolvendo as variáveis do processo produtivo podem ser mensuradas e representadas por dados estatísticos, buscando a ideia de precisão, objetividade e racionalidade. Segundo Oliveira (2011) o ambiente fornece os dados e o pesquisador é o instrumento de codificação.

O corte é transversal, pois foi realizada em um determinado momento, "[…] em um ponto no tempo, tal como agora, hoje." (FONTELLES et al., 2009). É delineado por estudo de caso por ser uma investigação empírica, que busca descrever e compreender a totalidade dos processos produtivos utilizados pela empresa em questão que podem ser enquadrados na forma de produção mais limpa, com menor gasto de energia e menor produção de resíduos descartáveis.

A coleta de dados se deu por pesquisa documental, onde a empresa forneceu relatórios de produção; relatórios de contabilidade; relatórios gerenciais; notas fiscais; ordens de compras; planilhas sobre o custo da matéria-prima, custo no processo, imposto gerado sobre a mesma; ordem de serviços; calendários; tabelas; planos estatísticos; indicadores de rejeitos; custo de descarte dos rejeitos; planos de produtividade e também por levantamento bibliográfico realizado no banco de dados de periódicos da CAPES.

Quanto a análise dos dados a pesquisa abordou de forma objetiva e matemática os documentos apresentados pela empresa, podendo retirar informações precisas sobre fenômenos durante o processo que é determinante nos gastos e na economia da produção.

3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Com o crescimento e a diversificação das atividades produtivas e o consequente aumento da geração de resíduos, a indústria brasileira desperta para o conceito de produção mais limpa na década de noventa, após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu no Rio de Janeiro em 1992. Os órgãos ambientais responsáveis pela qualidade do meio ambiente passaram a solicitar das empresas o Licenciamento Ambiental, bem como o controle e tratamento de suas emissões atmosféricas, resíduos sólidos e águas servidas (HALL, 2019).

Com o passar do tempo e em função de alguns graves acidentes que ocorreram nas últimas décadas, muitas empresas resolveram melhorar seu desempenho ambiental, reduzindo emissões. Desaparece a figura do responsável único pela área ambiental e tem início uma fase em que todos os trabalhadores da empresa são responsáveis pelo meio ambiente (essa responsabilidade coletiva está prevista na Lei dos Crimes Ambientais). Surgiram também as certificações de empresas pela ISO 14001. São atestados de que elas, além de cumprirem a legislação ambiental, estão comprometidas com a melhoria contínua (BACARJI, 2019).

RG&SA
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

Porém, empresas mesmo certificadas, começaram a perceber que o custo ambiental, ou seja, o custo para tratar seus resíduos, aumentava na mesma proporção do crescimento da produção. Produzir mais e crescer significavam gerar mais resíduos e gastar mais para tratá-los ou dispô-los adequadamente. Surgiu então a produção mais limpa, cujo princípio é eliminar a poluição durante o processo de produção (WERNER; BACARJI; HALL, 2019).

Uma vez gerados, continuam a consumir dinheiro, seja sob a forma de gastos de tratamento e armazenamento, seja sob a forma de multas pela falta desses cuidados, ou ainda pelos danos à imagem e à reputação da empresa. Produção mais limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo (MMA, 2019). Esta busca por meios produtivos alternativos que levam em consideração a questão ambiental induz as empresas a buscarem inovação, para se tornarem eco eficiente e

economicamente sustentável, sem deixar de serem competitivas, além de trazer desenvolvimento as comunidades adjacentes.

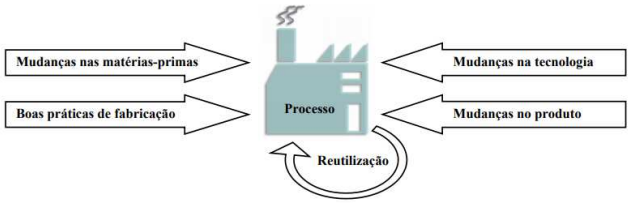
A Produção Mais Limpa, diferentemente da antiga postura, tenta atuar de maneira preventiva e não remediativa. A Produção Mais Limpa segue a filosofia que melhor contribua para a proteção ambiental. A figura 1 mostra a forma de priorização da atuação segundo a velha e a nova abordagem (MMA, 2019).

Figura 1 – Sequência de abordagem da produção mais limpa.

Fonte: CNTL (2019).

A produção mais limpa atua em várias frentes, contribuindo com o melhor desempenho da área estratégica da produção, promovendo a eliminação ou menor uso de componentes tóxicos ou que são ecologicamente prejudiciais, quando se trata de matéria prima, atua na purificação do material de entrada do processo e de maneira a prevenir resíduos poluentes. Tratando de tecnologia ela procura realizar a adaptação dos equipamentos e os métodos, também com meta de eliminar os resíduos. A figura 2 apresenta as formas de atuação da PML nas empresas (LEITE, 2003).

Figura 2 – Frentes de atuação da Produção Mais Limpa.



Fonte: UNEP (2003).

Atitudes de boas práticas de fabricação conduzem métodos que permitem a minimização da geração de resíduos, sendo possível implementá-las em áreas de produção, logística e manutenção. Tenta-se reduzir a formação de resíduos ou o impacto ambiental negativo durante a manufatura do produto ou proveniente do seu

uso. As mudanças no produto procuram alterar a composição, a durabilidade e os padrões de qualidade do mesmo assim como o emprego de substitutos. A reutilização trata da reinserção dos resíduos da produção como matéria-prima (substituta ou complementar de alguma outra matéria-prima) no processo original ou em outros processos (WERNER; BACARJI; HALL, 2019).

A tabela 1 detalha algumas experiências em empresas nacionais no período de 1998 e 1999, que aplicaram esse método.

Tabela 1 – Resultados da implantação da produção mais limpa no período de 1998 e 1999.

Segmento	N° de funcionários	Investimento (R$)	Retorno econômico (R$/ano)	Algumas medidas adotadas	Resultados
Metalurgia	238	22.500,00	99.528,00	Padronização de barras de aço; Reutilização de água;	Redução em 20% na geração de sucata e 80% consumo de água.
Papel e Celulose	450	33.000,00	1.050.00,00	Alteração na madeira utilizada; Separação de fibras de efluentes.	Recuperação de 60ton/dia de fibras; Redução em 1.300 toneladas de madeira seca por mês;
Construção Civil	-	Não houve	1.039,68	Redução de produtos químicos utilizados na lavagem da fachada de prédios; Reaproveitamento da cerâmica.	Redução utilização de cerâmica em 3,3%; Eliminação de produtos tóxicos.
Petroquímica	474	56.730,00	132.766,00	Mudanças no sistema de exaustão; Recuperação de água na lavagem de silos.	Redução de geração de efluente de 54m³/ano; Redução de pó de exaustão em 1 ton/ano

Fonte: CNTL (2006).

4 LOGÍSTICA REVERSA

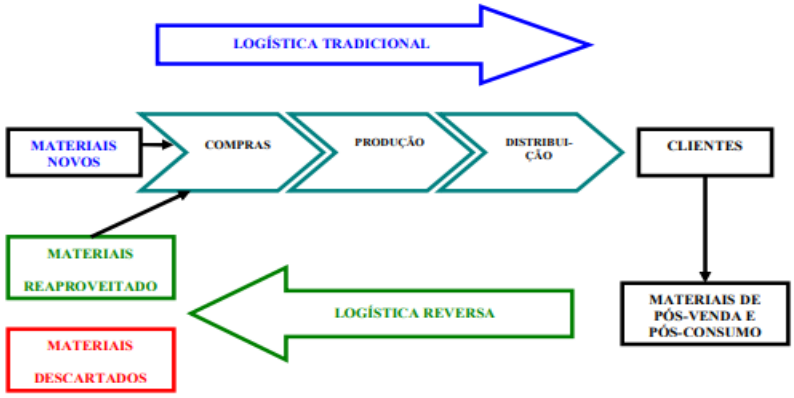
Logística reversa significa todas as operações que se relacionam com o reuso de produtos ou matérias, envolvendo todas as rotinas logísticas de coleta, desmontagem e processamento de produtos, assegurado uma recuperação sustentável (LEITE, 2003).

Na maioria das situações esse tipo de logística é assimilado a temas ambientais e ecológicos, visto que reciclar é um dos assuntos abordados. Porém, a cada dia mais, ela vendo sendo introduzida ao plano econômico, visto que empresas procuram ser mais competitivas através da agregação de valores ao cliente, tendo

como meta então aumentar seus lucros e reduzir prejuízos (PIRES, 2007). A Logística Reversa em estudo de Stock (1998) demonstra a função da Logística, quando se trata de reciclagem, retorno de produtos, redução na fonte, reforma, reparação, substituição de materiais, remanufatura, disposição de resíduos e reuso de materiais.

Para Rogers e Tibben-Lembke (1999), a Logística Reversa é como se fosse à implementação, planejamento e controle do fluxo da matéria prima, do uso do produto até a fabricação dele, onde seu objetivo é recuperar o valor do mesmo, propiciando um descarte ecologicamente correto, conforme ilustra a figura 3. A Logística Reversa estuda então o retorno de produtos aos centros produtivos de origem ou ao descarte correto deles.

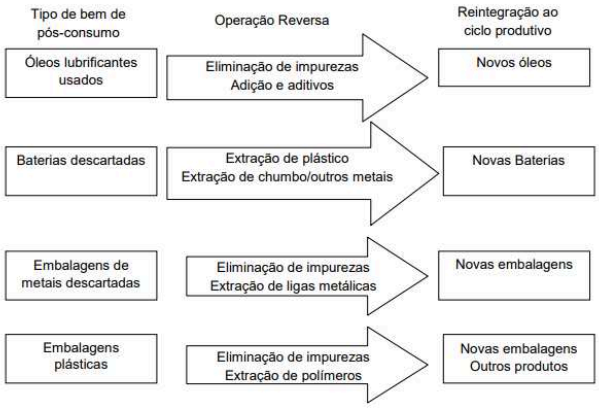
Figura 3 – Processo logístico reverso.



Fonte: Dos autores, adaptado de Rogers e Tibben-Lembke (1998).

Para Leite (2003), a área de uma empresa que visa equacionar as vertentes logísticas de retorno dos produtos ao processo produtivo ou de negócios por meio da variedade de meios de distribuição reversos de pós-venda e de pós–consumo, agregando-lhes valor econômico, ecológico e legal. Logística reversa denominada de pós-venda é aquela que realiza a operação do fluxo físico e informações de bens sem uso, como um aparelho com defeito, que retornam aos elos da cadeia de distribuição direta (ZIMERMANN; GRAEML, 2003). Já pós-consumo é onde ocorre a operação do fluxo físico e as informações de produtos que chegaram ao final de sua vida útil ou foram parcialmente usados com possibilidade de reutilização, conforme exemplos na figura 4.

Figura 4 – Exemplos de operações.



Fonte: Dos autores, adaptado de Leite (2003).

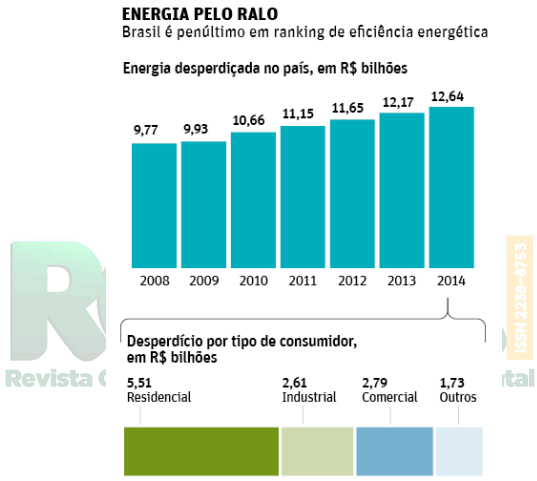
Atualmente tem crescido o controle por parte do governo em relação a legislação ambiental, fazendo com que a responsabilidade do produtor aumente. Sendo não só suficiente a reciclagem dos rejeitos inerente ao processo de produção como também o descarte dos produtos fabricados. Foi criado a Política Nacional dos Resíduos Sólidos com o intuito de reforçar a prioridade de preocupação ambiental, social e econômica de resíduos sólidos, onde ela incentiva a adequação do tratamento e disposição, intensificando o papel importante de coleta pelas cooperativas de catadores. Foi definido que a logística reversa é uma ferramenta dessa política e é obrigatório o gerenciamento dos resíduos gerados pelo pós-consumos, para fabricantes, vendedores e distribuidores, de forma que acarrete uma destinação correta ambientalmente (BRASIL, 2010).

5 OTIMIZAÇÃO DE RECURSOS ENERGÉTICOS

O uso racional e eficiente da energia se tornou um desafio constante para toda a sociedade. A eficiência energética é uma das melhores alternativas para se reduzir as emissões dos gases de efeito estufa, tendo em vista que auxilia na redução da taxa de expansão do sistema elétrico. Nesse sentido, os Programas de Eficiência Energética das Concessionárias, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel, o Sistema Brasileiro de Etiquetagem e outras inúmeras iniciativas contribuem de forma significativa para a eficiência energética do país, além de ser fator chave para o aumento da segurança no abastecimento, que possibilita ações para reduzir a demanda no horário de ponta do sistema elétrico (PROCEL, 2019).

O Brasil possui capacidade instalada de 112 GW, porém desperdiçam quase 18% de toda essa energia gerada, em setores diversos como processos produtivos, instalações inadequadas, equipamentos ineficientes e principalmente no seu uso (ANEEL, 2019). Para uma empresa alcançar uma estrutura de custos racionalizada e competitiva precisa gerenciar e aperfeiçoar o uso de energia elétrica, procurando extinguir as vias de desperdício e uso ineficiente. Podemos perceber a na figura 5 uma divisão anual do desperdício de energia.

Figura 5 – Desperdício de energia no Brasil.



Fonte: ABESCO (2019).

Quando se trata da eficiência energética da água como insumo, o equacionamento do problema é bastante complexo e deve envolver os diversos setores que tenham influência direta ou indireta sobre o mesmo. Ao governo cabe desenvolver políticas que visem à gestão integrada dos recursos hídricos, buscando-se proteger as fontes de água disponíveis, assegurando à população e aos demais setores da sociedade, o acesso à água de boa qualidade. Cabe à população em geral, à indústria e aos demais segmentos econômicos e sociais, a tarefa de utilizar a água de forma a evitar o desperdício, utilizando-se racionalmente os recursos hídricos disponíveis. Dentre as diversas alternativas que podem ser adotadas e desenvolvidas para a otimização do uso dos recursos hídricos e, consequentemente, para a minimização dos problemas associados ao uso indiscriminado da água, deve-se

considerar a adoção de programas de reuso de água, sendo que os mesmos podem ser feitos para fins urbanos, industriais e agrícolas (ECOPLANETENERGY, 2019).

O uso da água deve ser mapeado antes de novos investimentos estruturais que contribuam para o uso econômico do mesmo, é imprescindível saber como se dá o uso do insumo na empresa. Setorizar o consumo, por exemplo, irá contribuir com ações de motivação dos colaboradores a adotar práticas simples, como o cuidado em fechar as torneiras. Os investimentos também podem partir de medidas simples como nessas mesmas torneiras, porém novas com arejadores, que podem contribuir com a redução de 75% no consumo desse setor, além das atividades de manutenção de encanamentos e reservatórios (REZENDE, 2019). Outras medidas como o reuso da água em diferentes processos como resfriamento de peças, onde a mesma quantidade pode ser aproveita por mais de uma vez, é um exemplo de um sistema mais complexo que pode ser utilizado na indústria, assim como a captação da água da chuva que diminuí a captação por mananciais e concessionárias.

A volta desse insumo para a natureza é uma questão importante, é necessário o tratamento e acompanhamento dessa água de descarte que eventualmente volta aos mananciais.

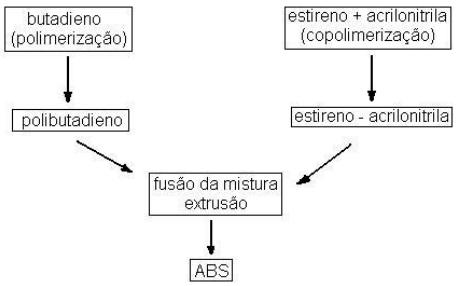
RG&SA ISSN 2238-8761 Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

6 ABS (ACRILONITRILA BUTADIENO ESTIRENO)

O ABS (Acrilonitrila butadieno estireno) é um material termoplástico, ou seja, quando aquecido é maleável, e rígido ao esfriar, possui certa flexibilidade e boa absorção de impacto, resistente a intemperismos e a alguns agentes químicos, devidos a tais características é utilizado em produtos moldáveis e também por seu bom aspecto estético (KASPER et al., 2010).

Sendo um terpolímero gerado com a copolimerização de 3 monômeros: acrilonitrila, butadieno e estireno. Se inicia com a acrilonitrila sendo copolimerizada junto ao estireno, logo após, esse material é extrudado junto ao polibutadieno, que forma o ABS, conforme podemos ver na figura 6 o processo.

Figura 6 – Preparação da resina de ABS.



Fonte: WIEBECK (2005).

O copolímero de ABS pode ser pigmentado de acordo com a necessidade, e reproduzindo tais cores de forma vívida, e com alto brilho que é característico. A aplicação dessa substância na indústria apresenta a vantagem de custo e benefício, tendo em vista que para a produção de 1 kg de ABS é necessário cerca de 2 kg de petróleo, divido entre a matéria-prima e a energia gasta envolvida no processo de produção do plástico. Suas características estão entre boa resistência mecânica, bom aspecto visual, fácil mobilidade, boa resistência ao impacto e tração, boa dureza, cromável, pode formar blendas com outros polímeros e tem grande variação de propriedade.

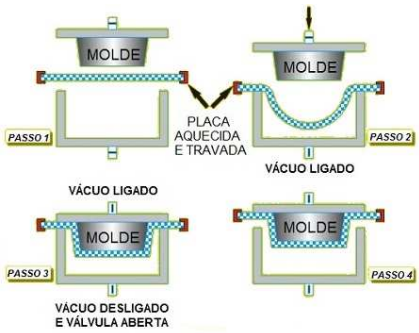
O custo de produção do ABS se comparado com o do poliestireno, por exemplo, não é tão rentável, porém ele é preferido para muitas aplicações pelas suas características físico-químicas, por ser isolante elétrico, e moldável o que permite a reciclagem do mesmo várias vezes. Essa é uma característica que compensa o fato de ele provir de fonte não renovável no caso o petróleo, esse material possui um tempo de vida que agrega valor devido a sua dureza e resistência, e pode ser reutilizado a partir da reciclagem em diversas indústrias e processos produtivos diferentes (SIMÕES JÚNIOR; BRAMBRATTI JÚNIOR; HEMKEMEIERI, 2014).

RG&SA
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

7 VACUUM FORMING (TERMOFORMAGEM)

Hoje o Vacuum Forming ou Termoformagem é amplamente utilizado na indústria. Seu princípio é “lançar” um molde contra uma folha de plástico aquecida e aplicar vácuo, para ela poder ser moldada. Todas as etapas são realizadas através de máquinas específicas, que exigem o mínimo de esforço humano, podemos perceber o processo na figura 7.

Figura 7 – Processo de Termoformagem.



Fonte: TUDO SOBRE PLÁSTICO (2003).

O custo benefício deste processo industrial é favorável para empresas que produzem produtos que não exigem alto grau de qualidade, e são produzidos com baixo custo de investimento, mas mesmo assim, dependendo do tipo de matéria-prima, o produto pode ser resistente e agregador de qualidade, atendendo as necessidades dos consumidores (SERCEL, 2019). Podem ser produzidas através do Vacuum Forming, peças de tamanho variado desde formar de gelo a banheiras de hidromassagem.

Este processo de produção se desenvolve de maneira geral rápida e vantajosa para a empresa, a aplicação do vácuo é a mais rápida, são segundos, o aquecimento depende do tipo de plástico utilizado e do potencial do equipamento, cerca de 10 minutos aproximadamente, assim como o tempo de resfriamento que igual depende do tipo de material utilizado. Tudo isso colabora para uma alta taxa de produtividade dentro da empresa, mais produtos podem ser produzidos em menos tempo.

8 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante a montagem de um equipamento médico odontológico utiliza-se cerca de 5 chapas de ABS que serão transformadas em carenagens para revestir a base da cadeira odontológica, equipo (parte da cadeira onde são acoplados a unidade de água, bandeja e refletor), bandeja e unidade de água. São compradas mensalmente cerca de 4.7 kg de chapas de ABS que passarão pelo processo de Vacuum Forming (termoformagem), onde serão recortadas nos tamanhos indicados

para as carenagens que irão compor os equipamentos. Cada chapa de ABS pesa 2,70 quilogramas, ou seja, por equipamento são utilizados 13,5 kg de material, dessa quantidade, cerca de 45% se torna rejeito conforme podemos ver na figura 8 os excessos de chapa que sobram do molde.

Figura 8 – Imagem de uma peça termoformada.

Fonte: Dos autores (2019).

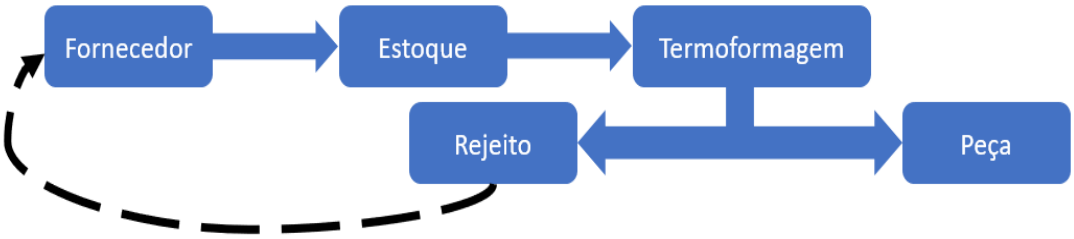
8.1 Otimização de recursos de ABS aplicando a logística reversa e produção mais limpa

RG&SA Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

Até o ano de 2018 as chapas de ABS compradas eram fabricadas com materiais 100% virgem e todo o resíduo gerado no processo de corte das chapas era descartada. Neste período o valor das chapas era de R$ 20,70 resultando em um custo mensal de R$ 97.807,50, além da grande quantidade de resíduo descartado, em torno de R$ 44.013,375 cerca de 45% do comprado, para pode-se mensurar e comparar os resultados dos estudos, denomina-se cada etapa como cenário. O processo da empresa até o ano de 2018 é chamado de 1° cenário (sem reaproveitamento).

No primeiro semestre de 2018 foi realizado um estudo para a redução no custo, sendo denominado de 2° cenário (reutilizando material). A alternativa encontrada, foi a substituição das chapas 100% virgens, por chapas com 60% de material reciclado e 40% de material virgem. Para isto, foram sugeridos e realizados testes, com o envio dos resíduos das chapas para que o fornecedor fizesse o processo de co-extrusão, para a reutilização das aparas, aplicando o conceito de logística reversa e produção mais limpa, conforme figura 9.

Figura 9 – Processo de reutilização com o fornecedor.



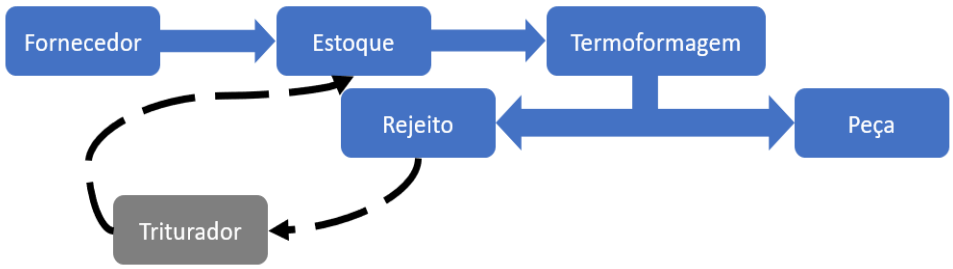
Fonte: Dos autores (2019).

Com essa alternativa, o valor da chapa passou a ser R$ 11,70 e o custo mensal com material passou a ser R$ 55.282,50, que resultou em uma economia de R$ 42.525,00, sendo assim a empresa aplicou esta proposta e passou a não descartar mais estes resíduos, sendo 100% do rejeito reutilizado na reciclagem.

Com o intuito de reduzir ainda mais o valor das chapas foi realizado outro estudo que resultou no 3° cenário (compra de um triturador) viabilizada no segundo semestre de 2018, para processo de reutilização como demonstrado na figura 10, com custo de R$ 20.000,00 (vinte mil reais). Desta forma se conseguiu diminuir os resíduos de chapas que passaram a ser reutilizadas, de forma que não se torna mais necessário o processo de co-extrusão no fornecedor, barateando o ABS.

RG&SA
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

Figura 10 – Processo de reutilização interno com o triturador.



Fonte: Dos autores (2019).

Com esta alternativa, o valor de uma chapa de ABS passou a ser R$ 10,20 e o custo mensal reduziu para R$ 48.195,00, ou seja, com essas medidas a empresa passa a ter uma redução anual de R$ 595.350,00 além de praticar uma produção mais limpa com a logística reversa.

É importante ressaltar que as chapas compostas por 60% de material reciclado e 40% de material virgem não alteram as características das carenagens produzidas, portanto, tem a mesma qualidade dos materiais 100% virgem. Essa

alteração, porém, resultou à empresa uma redução de aproximadamente 51% nos custos de aquisição das chapas de ABS, além contribuir para a preservação do meio ambiente, visto que as chapas serão reaproveitadas.

Na tabela 2 podemos obter os resultados dos estudos e aplicações realizados no processo da chapa de ABS.

Tabela 2 – Resultados dos estudos do processo com o ABS, no ano de 2019.

Cenário	Consumo/ ano (R$)	Investimento (R$)	Rejeito/ano (R$)	Economia/ano (R$)
1 ° cenário (sem reaproveitamento)	1.173.690,00	Não houve	528.160,50	Sem ganho, somente perda.
2° cenário (reutilizando material)	663.390,00	Não houve	Não há	510.300,00
3° cenário (compra de triturador)	578.340,00	20.000,00	Não há	595.350,00

Fonte: Dos autores (2019).

De forma que se possa visualizar para tornar mais compreensível para a empresa os dados e as diferenças dos cenários a tabela 2 tornou-se totalmente decisiva com as decisões.

RG&SA
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

8.2 Otimização de recursos energéticos aplicando a produção mais limpa

Para esse estudo, foram considerados os dados de consumo de energia dos meses de agosto setembro e outubro de 2018. Os resultados obtidos nas faturas constam na tabela 3, que embasou o 1° cenário (sem otimização).

Tabela 3 - Valores de consumo de energia elétrica nos meses de Agosto, Setembro e Outubro de 2018.

	Consumo total (kWh)	Valor (R$)	Consumo horário de ponta (kWh)	Consumo fora de ponta (kWh)
Agosto	70.329	43.415,30	1.355	68.974
Setembro	70.362	46.159,32	1.499	68.863
Outubro	74.568	50.461,86	1.739	72.829

Fonte: Dos autores (2019).

A partir dos dados coletados, é possível observar, que a empresa utiliza em média 1.531 kW/h no horário de ponta, o que corresponde a 2,13% do consumo total faturado mensalmente. Os outros 97,8%, referem-se ao consumo fora do horário de ponta. O horário de ponta estabelecido em Santa Catarina começa às 18h30min e vai

até 21h30min, a tarifa cobrada no horário de ponta é cerca de 3 vezes mais cara do que a tarifa cobrada fora do horário de ponta.

Quanto a questão de consumo energético a empresa analisada é classificada no grupo A4, que tem tarifa binômia, este agrupamento é definido, principalmente, em função do nível de tensão que é atendida e em função da demanda (kW), o que no caso da empresa, está entre 2,3 até 25kW/h, de acordo com seu contrato com a CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.), empresa que fornece energia na região. Além disto, a empresa utiliza a modalidade tarifária horária verde, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização no dia, assim como tem uma única tarifa de demanda de potência.

A empresa, funciona das 7h25min às 17h30min, estendendo suas atividades para o horário de ponta ocasionalmente, quando há a necessidade de aumentar a produção devido à demanda. Os equipamentos que normalmente são utilizados nesse horário são os tornos mecânicos e as máquinas de corte a laser. Para reduzir o valor de energia consumido em 5%, uma alternativa é alterar o horário de funcionamento das máquinas, quando houver a necessidade de hora extra de trabalho, para o horário fora de ponta, após às 21h30min, que para mensurar e comparar os benefícios foi criado um 2 ° cenário (produção fora do horário de ponta).

Para reduzir o consumo, em kWh, a empresa está substituindo às lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED. Cada lâmpada de LED consome cerca de 25W a menos que uma lâmpada fluorescente, o que resulta em uma eficiência entre 19 a 29,2%, enquanto as lâmpadas fluorescentes possuem eficiência de 11 a 13,2%.

Na empresa são utilizadas cerca de 163 lâmpadas fluorescentes que consomem 50W cada uma, o que corresponde a um custo mensal de R$ 1.104,66, em horário fora de ponta, ou seja, em um ano esse valor pode chegar a R$ 13.256,00. Substituindo as lâmpadas fluorescente, por lâmpadas de LED com o mesmo fluxo luminoso (lúmens-lm), o consumo mensal irá reduzir pela metade, ou seja, em um ano a economia da empresa será de R$ 6.628,02, essa substituição das lâmpadas com a produção fora do horário de ponta resultou no 3° cenário (melhorias na iluminação).

Em relação a medidas de economia quanto ao consumo de energia elétrica com duas propostas para a empresa, pode-se economizar anualmente a quantia de R$ 34.647,24, como podemos observar na tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos estudos em relação à economia de energia no primeiro trimestre de 2019.

Cenário	Consumo energia / ano(kWh)	Consumo energia / ano(R$)	Investimento (R$)	Economia/ano (R$)
1 ° cenário (sem otimização)	861.036	560.145,84	-	-
2° cenário (produção fora do horário de ponta)	817.980	532.138,56	-	28.007,28
3° cenário (melhorias na iluminação)	808.598	525.988,60	2.452,00	34.647,24

Fonte: Dos autores (2019).

A mensuração das economias dos cenários diagnosticados é impactante na saúde econômica da empresa, onde se pode observar que estudos baseados em técnicas científicas pode trazer benefícios para a empresa.

8.3 Economia projetada para o ano de 2019

Na tabela 5 pode-se observar o total de economia que as propostas aplicadas com produção mais limpa e logística reversa em seus processos irão conseguir atingir.

Tabela 5 – Resultados de economias projetadas para o ano de 2019.

	Economia mês (R$)	Economia ano (R$)
Energia	2.887,27	34.647,24
ABS	49.612,50	595.350,00
Total	**52.499,27**	**629.997,24**

Fonte: Dos autores (2019).

A economia projetada nos estudos para o ano de 2019, representam uma diminuição considerável dos custos da empresa, podendo melhorar sua margem de contribuição e tornar o processo mais lucrativo.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível determinar que as estratégias de produção mais limpa e a logística reversa, quando construídas e utilizadas de maneira eficiente, resultam em significativas reduções nos custos de matéria-prima. Com um baixo investimento foi possível reduzir em mais de 50% os custos com rejeitos e desperdício de energia,

tendo em vista que a empresa também contribui com a realização do processo de reciclagem de matéria-prima e, consequentemente, com a preservação ambiental.

A empresa ao analisar a pesquisa e se deparar com os três cenários, verificou-se que o 3° cenário relacionado a otimização da chapa de ABS e a economia de energia, foi o cenário com maiores ganhos para a empresa e de menores pequenos investimentos, representando um ganho anual em torno de R$ 630 mil reais.

Considerando que a produção mais limpa e a logística reversa significam a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, o presente trabalho atingiu o objetivo proposto ao analisar as propostas de melhorias atingidas a partir dos três cenários verificados.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST. **Conceitos básicos sobre materiais plásticos.** Disponível em: http://file.abiplast.org.br/download/links/links%202014/materiais_plasticos_para_site_vf_2.pdf. Acesso em: 15 jul. 2019.

ANEEL. **Tarifas.** Disponível em: http://www.aneel.gov.br/tarifas. Acesso em: 15 jul. 2019.

ABESCO. **Associação brasileira de empresas de serviços de conservação de energia.** Disponível em: http://www.abesco.com.br/novidade/desperdicio-de-energia-custou-mais-de-r-60-bi-para-o-brasil-nos-ultimos-tres-anos/**.** Acesso em: 15 jul. 2019.

BARROS, Ricardo. **Metodologia para implantação da Produção Mais Limpa nas MPE's**, 2005, Disponível em: http://www.cyclos.com.br**.** Acesso em: 15 jul. 2019.

BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade:** uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

BOWERSOX, D J. et al., 1986, **Logistical Management: A systems Integration of phisical distribtion, Manufacturing Support and Materials Procurement** – New York: MacMillan.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos – LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm 2010 b. Acesso em Julho/2019.

CARTER, C. R.; ELLRAM, L. M. Reverse Logistics: a review of the literature and framework for future investigation. **International Journal of Business Logistics**, Tampa, v. 19, n. 1, p. 85-103, Jan 1998.

CNTL. **Centro Nacional de Tecnologias Limpas**. 2005. Disponível em:

http://www.cntl.com.br. Acesso em: 15 jul. 2019.

ECOPLANETENERGY. **Como calcular o consumo mensal dos meus equipamentos?** Disponível em: http://www.ecoplanetenergy.com/pt-br/sobre-eco-energia/calcule-consumo. Acesso em: 15 jul. 2019.

FONTELLES, Mauro José et al. **METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA: DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE PESQUISA.** Disponível em: https://cienciassaude.medicina.ufg.br/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf. Acesso em: 24 maio 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KASPER, Angela Cristina et al. Estudo da reciclagem das Blendas PC+ABS e PC+ABS+EPÓXI provenientes de sucatas eletrônicas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p.26-35, jun. 2010. Disponível em: http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/16-06_RBCIAMB-N16-Jun-2010-Materia04_artigos236.pdf. Acesso em: 15 jul. 2019.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade,** São Paulo: Pratice Hall, 2003.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Do conceito de P+L para o conceito de PCS.** Disponível em: http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/do-conceito-de-pl-para-o-conceito-de-pcs.html. Acesso em: 15 jul. 2019.

Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **METODOLOGIA CIENTÍFICA: um manual para a realização de pesquisas em administração.** 2011. Disponível em: https://adm.catalao.ufg.br/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf. Acesso em: 24 maio 2019.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços:** operações industriais e de serviços. Curitiba: Unicenp, 2007.

PIRES, N. **Modelo para a Logística Reversa dos bens de pós-consumo em um ambiente de cadeia de suprimentos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). 278 p. UFSC – Florianópolis, 2007.

PROCEL: **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Disponível em https://eletrobras.com/pt/Paginas/Procel.aspx. Acesso em 25 de maio 2019.

REVISTA PELLEGRINO: **O poder do pós- venda**. Disponível em http://www.pellegrino.com.br/revista/materias.asp?id=465. Acesso em 25 de maio 2019.

REZENDE, Osvaldo Moura. **Redutores de vazão proporcionam economia de água.** Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/redutores-de-vazao-proporcionam-economia-de-agua_14778_10_19. Acesso em: 15 jul. 2019.

ROGERS, D S. e TIBBEN-LEMBKE, R S. 1999, **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices.** University of Nevada, Reno - Center for Logistics

Management, in http://equinox.unr.edu/homepage/logis/reverse.pdf Acesso em: 15 jul.2019.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. **Going Backwards**: Reverse Logistics Trends and Practices. Reno: Reverse Logistics Executive Council, 1998.

RUTHERFORD, I. Use of models to link indicators of sustainable development, In: MOLDAN, B.; BILHARZ, S. (Eds.). **Sustainability indicators**: report of the project on indicators of sustainable development. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.

SELLTIZ, Claire; WRIGHTSMAN, Lawrence Samuel; COOK. **Métodos de pesquisa das relações sociais.** São Paulo: Herder, 1965.

SENAI, Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **O que é Produção mais Limpa?** Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1751789/mod_resource/content/1/O_que_Produo_mais_Limpa.pdf. Acesso em: 15 jul. 2019.

SERCEL. **Os principais benefícios do processo Vacuum Forming.** Disponível em: <http://www.sercel.com.br/blog/os-principais-beneficios-do-processo-vacuum-forming-2.html>. Acesso em: 15 jul. 2019.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** 23. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

SIMÕES JÚNIOR, Jociel; BRAMBRATTI JÚNIOR, Nelson; HEMKEMEIERI, Marcelo. **ASPECTOS AMBIENTAIS DA SUBSTITUIÇÃO DE COMPONENTES EM FIBRA DE VIDRO POR COMPONENTES EM ABS (ACRILONITRILA BUTADIENO ESTIRENO) EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUÇÃO DE CARROCERIAS DE ÔNIBUS.** 2014. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/cieng/article/view/27348/16169. Acesso em: 24 maio 2019.

STOCK, J. R. **Development and Implementation of Reverse Logistics Programs**. United States of America: Council of Logistics Manegement, 1998.

TUDO SOBRE PLÁSTICO. **Terformormagem.** Disponível em: https://www.tudosobreplasticos.com/processo/termoformagem.asp**.** Acesso em: 15 jul. 2019.