

Retorno financeiro gerado por projetos de proteção ao meio ambiente

Marcos Moreira Pinto (ICSEC) - profemarcos@terra.com.br

Cassiano Tiago Lumi (FAAPF) - cassi.lumi@gmail.com

Sergio Cavagoli Guth (ICSEC/UA/UCS) - sergio.guth@terra.com.br

Elisabeth T. Pereira-Rocha (UA) - melisa@ua.pt

Antonio Jorge Fernandes (U. de Aveiro) - afer@ua.pt

Resumo:

Um dos desafios da gestão na atualidade está em alterar a cultura da produção de consumo em série, para a produção ecologicamente correta, em busca da sustentabilidade. A conservação do meio ambiente é a ordem da vez na agenda das empresas. Algumas atividades produtivas ainda apresentam a cultura de processos antiquados, gerando resíduos que prejudicam o meio-ambiente, além de representarem custos. As estratégias devem estar relacionadas com o uso racional e sustentável dos recursos. Esta necessidade pode ser atendida com os conceitos que envolvem a “Produção mais Limpa”, influenciando o custo final dos produtos e conduzindo a preocupação da empresa para questões ambientais. Os objetivos deste trabalho são: apresentar como a mudança de matéria-prima, pode levar a reduzir a geração de sucatas metálicas na produção de duplicadores a álcool. Reavaliar o processo de produção, com a proposta desta substituição do alumínio para um material plástico, verificando as vantagens ambientais, operacionais e de redução de custos. Analisar o investimento por meio dos métodos do valor presente líquido, da taxa interna do retorno e pelo payback descontado. O estudo de caso se deu em uma empresa localizada no planalto médio do Rio Grande do Sul. Os resultados apresentados garantem vantagens na substituição dos materiais da produção que geram mais de 2.800 kg de resíduos de alumínio, para zero por cento de resíduo. A avaliação econômica financeira apresenta a viabilidade. Portanto, os benefícios ambientais, econômicos e operacionais obtidos mostram a importância destas práticas e a possibilidade de estender para outros produtos da empresa.

Palavras-chave: *Produção limpa, Sustentabilidade, Resultados financeiros*

Área temática: *Gestão de Custos Ambientais e Responsabilidade Social*

Retorno financeiro gerado por projetos de proteção ao meio ambiente

Resumo

Um dos desafios da gestão na atualidade está em alterar a cultura da produção de consumo em série, para a produção ecologicamente correta, em busca da sustentabilidade. A conservação do meio ambiente é a ordem da vez na agenda das empresas. Algumas atividades produtivas ainda apresentam a cultura de processos antiquados, gerando resíduos que prejudicam o meio-ambiente, além de representarem custos. As estratégias devem estar relacionadas com o uso racional e sustentável dos recursos. Esta necessidade pode ser atendida com os conceitos que envolvem a “Produção mais Limpa”, influenciando o custo final dos produtos e conduzindo a preocupação da empresa para questões ambientais. Os objetivos deste trabalho são: apresentar como a mudança de matéria-prima, pode levar a reduzir a geração de sucatas metálicas na produção de duplicadores a álcool. Reavaliar o processo de produção, com a proposta desta substituição do alumínio para um material plástico, verificando as vantagens ambientais, operacionais e de redução de custos. Analisar o investimento por meio dos métodos do valor presente líquido, da taxa interna do retorno e pelo *payback* descontado. O estudo de caso se deu em uma empresa localizada no planalto médio do Rio Grande do Sul. Os resultados apresentados garantem vantagens na substituição dos materiais da produção que geram mais de 2.800 kg de resíduos de alumínio, para zero por cento de resíduo. A avaliação econômica financeira apresenta a viabilidade. Portanto, os benefícios ambientais, econômicos e operacionais obtidos mostram a importância destas práticas e a possibilidade de estender para outros produtos da empresa.

Palavras chave: Produção limpa, Sustentabilidade, Resultados financeiros.

Área Temática: Gestão de Custos Ambientais e Responsabilidade Social.

1 Introdução

O comportamento de consumo da sociedade tem passado por muitas transformações nos últimos anos e continua mudando, apontando para novas tendências, como a busca por praticidade, conveniência e conforto no ato das compras. Por sua vez as empresas, além de estarem preocupadas com as reduções de custos, intensificarem os projetos em qualidade, aumentam sua atenção para a sustentabilidade. Nesse contexto conquistam espaço as empresas que conseguem adaptar-se a estas exigências.

No entanto, a atividade produtiva ainda é responsável pela geração de resíduos, os quais contribuem para o aumento do custo final dos produtos, além de serem prejudiciais ao meio-ambiente. Sendo assim, há necessidade que sejam adotadas novas estratégias, que estejam relacionadas com o uso racional e sustentável dos recursos.

É inquestionável que as tecnologias de produção melhoraram a produtividade das empresas, mas trouxeram consigo, o aumento da poluição, desperdícios de energia, efeitos e impactos ambientais, que diminuiriam substancialmente a qualidade de vida na sociedade como um todo.

Formas alternativas de utilização da energia para produção, bem como a substituição de matérias-primas são pontos a serem adotados pelas as empresas em suas estratégias de melhoria de processos, melhoria de produtos e em consequência, redução de custos, em busca da sustentabilidade.

Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho é evidenciar como a redução da geração de sucata de alumínio de um produto em uma empresa do setor metal-mecânico

localizada no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, por meio da adoção de práticas de produção mais limpas, podem também trazer retornos financeiros. O estudo envolve a avaliação do processo de produção de duplicadores a álcool e faz uma análise quantitativa de todos os resíduos gerados no processo de produção desses equipamentos com a utilização de cilindros de plástico, bem como a avaliação econômica do projeto, a fim de verificar sua viabilidade por meio dos métodos, valor presente líquido, taxa interna de retorno e *payback* descontado.

2 Referencial teórico

Para o Greenpeace Brasil (2008), diversos princípios e critérios passaram a fazer parte do conceito de Produção mais Limpa e a serem promovidos, em várias partes do mundo, especialmente nos países europeus. Continua o órgão explicando que, atenção especial vem sendo dada aos princípios da precaução, prevenção, integração, controle democrático, direito de acesso a informações sobre riscos e impactos de produtos e processos e responsabilidade continuada do produtor:

- **Prevenção e redução do desperdício:** são de extrema importância os procedimentos internos de manutenção, monitoramento de válvulas com vazamento e ajustes. Também contribuem para prevenção e redução, o correto manejo e transferência de matéria-prima e a eliminação de fluxos de desperdício. O controle rígido de inventário possibilita a identificação de passivo ambiental. A modificação dos processos, utilizando a reengenharia ambiental para mudar a forma de pensar sobre o impacto ambiental dos processos e produtos, para prevenir e reduzir desperdícios.

- **Reciclagem e reuso:** a reciclagem e reuso são caracterizadas pela coleta e tratamento dos fluxos de desperdício tais como óleo e solventes usados. A utilização de processos de reciclagem, desenvolvimento de produtos para reuso ou reciclagem, contribui para seu sucesso.

- **Tratamento do lixo:** pelo desenvolvimento de metodologias para prevenir que os lixos perigosos entrem em contato com o meio ambiente. Tratar o lixo com processos biológicos, químicos ou físicos. Desenvolver serviços de tratamento de lixo oferecendo este serviço aos clientes e outras empresas.

- **Disposição do lixo:** para a disposição do lixo é preciso certificar-se que os locais usados sejam desenvolvidos para proteger o meio ambiente, em especial fontes de água subterrâneas.

A figura 1 descrita por Sarkis e Rascheed (1995), representa a metodologia do conceito de Produção mais Limpa. Podem-se observar dois critérios que devem ser levados em consideração quando da aplicação dessa metodologia:

- 1) Minimização de resíduos e emissões: esse é o principal ponto que deve ser observado quando da aplicação do Produção mais Limpa, priorizando sempre o nível 1, onde verifica-se a possibilidade de redução de resíduos na fonte, ou modificação do produto. Caso não se consiga atender o nível 1, passa-se ao nível 2, direcionando esforços para a reciclagem interna ou modificação do processo de produção.

- 2) Reuso de resíduos e emissões: no caso de não ser possível atender as aplicações do nível 1 ou 2, verifica-se o nível 3, onde se prioriza a reciclagem externa, modificação de estruturas, ou alteração dos ciclos biogênicos, com ênfase nos materiais.

De acordo com Barbieri (2002), a expressão Produção mais Limpa (*cleaner production*) refere-se a uma abordagem de proteção ambiental mais ampla, pois considera todas as fases do processo de manufatura e o ciclo de vida do produto, incluindo o seu uso nos domicílios e locais de trabalho. Essa abordagem requer ações contínuas e integradas para conservar energia e matéria-prima, substituir recursos não renováveis por renováveis, eliminar

substâncias tóxicas e reduzir os desperdícios e a poluição resultante dos produtos e dos processos produtivos.

Segundo o CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2008), a Produção mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos produtivos, 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.

Barbieri (2002) classifica reutilização ou reuso como: o reaproveitamento de materiais, que conservem as suas propriedades ou características mesmo após terem sido usados, para uso idêntico ou semelhante como é o caso das embalagens retornáveis.

Já, reciclagem é definida por Barbieri (2002, p. 43), como “a transformação dos resíduos em novas matérias-primas, envolvendo a coleta de resíduos, processamento e comercialização.”

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o destino que preferencialmente os materiais deveriam tomar, com base em uma metodologia de reutilização ou reciclagem de materiais.

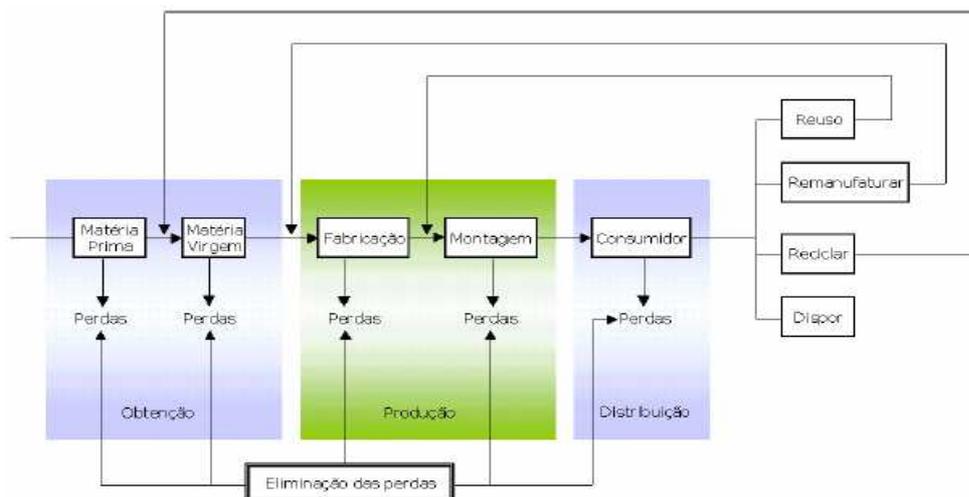


Figura 1. Ciclo de vida – processo produtivo.

Fonte: Adaptado de Sarkis e Rascheed (1995).

Segundo o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (2008), a Produção mais Limpa é importante para a redução de resíduos visto que a mesma leva ao desenvolvimento e a implantação de tecnologias limpas no processo produtivo. Para se introduzir as técnicas de Produção mais Limpa em um processo produtivo podem ser utilizadas várias estratégias, tendo em vista metas ambientais, econômicas e tecnológicas.

Valle (2002), afirma que o produto a ser reutilizado entra quase no final da cadeia produtiva, na montagem ou acabamento do produto. Entretanto, a parte a ser reaproveitada deve estar em perfeito estado de conservação e praticamente pronta para ser novamente reusada. Em partes de produtos, onde a segurança é importante, testes não destrutivos devem ser realizados para comprovar o estado de integridade do material selecionado. Sendo difícil a reutilização de produtos ou peças sem uma necessidade mínima de processamento prévio, pode-se estipular que um material é classificado como reutilizado se o mesmo exigir um processamento cujo custo não ultrapasse 15% do custo final do produto, obtido a partir de um processo de reciclagem ou reutilização.

Segundo a CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (2008), as organizações ainda acreditam que sempre necessitariam de novas tecnologias para a implantação de Produção mais Limpa, quando, na realidade, aproximadamente 50% da poluição gerada pelas empresas poderia ser evitada somente com a melhoria em práticas de operação e mudanças simples em processos. Também já foi verificado que toda vez que houve uma legislação obrigando as organizações a mudarem seus processos de produção ou serviços, houve uma maior eficiência e menor custo de produção.

A análise do bem ecológico descrito pelos autores, no ato da mudança de cultura produtiva encontra um obstáculo para implantação, a viabilidade econômica. Apesar dos argumentos apresentados e pelo apelo social para a prática destas políticas de Produção Limpa, o mundo empresarial, muitas vezes reluta sua aplicação, em função de que nem todas as mudanças são viáveis, do ponto de vista financeiro.

Para fazer esta mensuração, o presente trabalho buscou na literatura os métodos usuais no processo de análise de investimentos, segundo pesquisas realizadas descritas no quadro 1:

| Autores | Ano da Pesquisa | Nº de Empresas | Público | Resultado | Método |
|------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------|
| Gitman e Forrest | 1977 | 103 | Grandes Empresas | 58,8% 9,8% | TIR VPL |
| Moore e Reichet | 1983 | 298 | 500 Maiores Revista Fortune | 86% | Fluxo de Caixa Descontado |
| Stanley e Block | 1984 | Não Consta | | 65% | TIR |
| Bierman | 1993 | 73 | 100 Maiores Revista Fortune | 73% | Fluxo de Caixa Descontado |
| Trahan e Gitman | 1995 | 84 | Grandes Empresas | Aprox. Mesmo | TIR / VPL / Fluxo de caixa |
| Grahan e Harvey | 1999 | 392 | 4.440 Grandes Empresas | 74,9% 75,7% | VPL TIR |

Quadro 1 – Resultados obtidos em pesquisa de critérios de análise

Fonte: Adaptado de Souza (2003).

Pode-se observar que três métodos destacam-se na pesquisa acima. Segundo os autores, os dirigentes de grandes empresas adotam na hora de realizar sua análise econômica financeira de seus projetos de investimentos, o valor presente líquido, o *payback* e a taxa interna de retorno. A seção a seguir descreverá de forma sucinta cada método.

2.1 Métodos de análise econômica financeira de projetos de investimentos

Cada método tem um objetivo específico em sua fórmula e resultado matemático. Basicamente a preocupação do gestor é com questões financeiras, ou seja, quanto de capital o projeto irá deixar para empresa. Também com o prazo de recuperação e com a taxa interna de retorno, a fim de balizar o comparativo com a taxa de atratividade do mercado. Sendo assim, pode-se observar a seguir:

a-) *Payback* descontado

No modelo de *payback* original, o valor do dinheiro no decorrer do tempo não é considerado. Isso levou a algumas críticas, pois é recomendável que seja determinado por meio de um fluxo de caixa descontado, bastando, para tal, descontar os valores pela taxa mínima de atratividade (TMA) e verificar o prazo de recuperação do capital. Assim, as regras para o *payback* descontado são idênticas às utilizadas no *payback* normal, porém os valores do fluxo de caixa são tratados considerando uma taxa de desconto, geralmente a taxa mínima de atratividade (TMA), (KASSAI et al., 2000). Percebe-se, então, um período maior no

payback descontado do que no *payback* original, o que obviamente se dá pela utilização da taxa de desconto, mas sua confiabilidade é maior.

Assim, *payback* descontado é quase o mesmo que o *payback*, porém, antes de calculá-lo, primeiro se desconta seu fluxo de caixa. Reduzem-se os pagamentos futuros pelo custo de capital, porque é dinheiro que será ganho no futuro e terá menos valor que o dinheiro hoje (KASSAI et al., 2000). Portanto, o método do *payback* econômico ou descontado busca contornar a deficiência do *payback* normal de não considerar o valor do dinheiro no tempo. O entendimento é simples, assim como os recursos despendidos no investimento apresentam um custo, que tem de ser incluído ao longo do período de análise do projeto de investimento (BRASIL, 2002).

A rejeição de projetos pelo *payback* descontado pode ser realizada comparando-se o valor do indicador obtido ao tempo máximo tolerado. O projeto será descartado por esse critério caso se verifique que o valor *payback* descontado de um projeto é superior ao valor do tempo máximo tolerado; se o valor *payback* comum for igual ao tempo máximo tolerado, o projeto poderá ou não ser aceito; já, se o *payback* descontado for inferior ao tempo máximo tolerado, deverá ser aceito (KASSAI et al., 2000). Essa abordagem é resumida na fórmula:

Fórmula 1 - Payback descontado

$$Valor = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{1FC_t}{(1+r)_t} \quad [1]$$

b-) Valor Presente Líquido (VPL)

Ao ser considerado um investimento com possibilidade de mais de uma alternativa, ou seja, fazer o investimento ou não fazê-lo, mantendo o capital atualizado por outro tipo de remuneração, a questão reside em decidir qual situação é mais viável ao investidor. O valor presente líquido foi criado para facilitar a comparação entre opções de investimento.

De acordo com Souza (2003), “considera-se o valor presente líquido (VPL) como subsídio ao processo decisório porque esse indicador é extremamente importante no processo de análise de projetos de investimentos de capital”. Assim, o projeto será aceito caso o valor presente líquido (VPL) seja positivo, considerando determinada taxa de juros, e será rejeitado se o VPL for negativo.

Motta e Calôba (2002) afirmam que o VPL serve para “seleção entre alternativas mutuamente exclusivas. A única restrição é que todas as alternativas tenham um horizonte de planejamento”, ou seja, identifica-se o maior Valor Presente Líquido até que se encontrem as restrições do caixa da empresa, por meio de seu orçamento.

Quando se trabalha com o valor presente líquido (VPL), a definição da taxa mais apropriada a ser utilizada nos cálculos pode torna-se um problema. Portanto, nos cálculos do VPL, que se efetuam para subsidiar o processo de análise de projetos de investimento de capital, utiliza-se a fórmula a seguir, transcrita de Souza (2003, p. 82):

Fórmula 2 - Valor presente líquido

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad [2]$$

Sendo: VPL = valor presente líquido; FC = fluxo de caixa; I = taxa de desconto.

c-) Taxa Interna de Retorno (TIR)

Uma das mais polêmicas formas de análise de investimento, juntamente com o valor presente líquido, é a taxa interna de retorno a qual apresenta resultados que, segundo sua concepção, podem desvirtuar um projeto.

A taxa interna de retorno de um investimento é a taxa de juros que anula a diferença entre os valores atuais dos retornos de seu fluxo de caixa e o valor do investimento. Numa análise, a escolha recai na alternativa de maior taxa de retorno. “A Taxa Interna de Retorno (TIR), por definição, é a taxa que torna o Valor Presente Líquido (VPL) de um fluxo de caixa igual a zero” (SOUZA e CLEMENTE, 1995). Uma alternativa de investimento é considerada vantajosa quando a taxa de retorno é maior que a taxa mínima de atratividade.

Para Brealey e Myers (2003), a TIR é, freqüentemente, utilizada em finanças e pode ser uma medida acessível, mas, como se pode observar, também pode ser desastrosa. Deve-se, portanto, saber como calculá-la e usá-la adequadamente.

Assim, de acordo com Kassai et al. (2000), a fórmula de cálculo da TIR é a seguinte:

Fórmula 3 - Taxa interna de retorno

$$Zero = \frac{FC_n}{(1 + IRR)^n} \quad [3]$$

Onde: FC = Fluxos de caixa esperados (positivos ou negativos)

Kassai et al. (2000) informam que é considerado economicamente atraente todo investimento que apresente, após análise, TIR maior ou igual a TMA.

3 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na Empresa Menno Equipamentos para Escritório Ltda., do setor metal-mecânico localizada em Erechim/RS. Para tal, está sendo avaliado, em especial, a redução de resíduos na fabricação de duplicadores a álcool e a viabilidade econômica do projeto. A seguir são mostradas todas as etapas do processo de montagem do duplicador a álcool, também popularmente denominado mimeógrafo.

3.1 Caracterização do processo produtivo

Foram levantados dados referentes aos processos que são realizados na empresa, para a produção do cilindro visando quantificar a utilização de máquinas com o objetivo de verificar as seguintes variáveis:

- Consumo de energia durante o processo nas diversas máquinas que são utilizadas (serra, torno e fresa);
- Levantamento do número de colaboradores envolvidos no processo e seus respectivos custos;
- Custos externos envolvidos no processo de produção do cilindro como: custos com frete da matéria – prima; custos com impostos; custos de transporte interno; custos com a disposição do resíduo resultante do processo;

3.2 Processo produtivo do duplicador a álcool

1) Pré-montagem das laterais: A Figura mostra a pré-montagem das laterais do duplicador onde são fixados alguns componentes com a ajuda de uma rebidadeira.

2) Pré-montagem do cilindro de alumínio: Nesse processo o cilindro de alumínio recebe alguns componentes como engrenagens e mecanismos articuladores (Figura 2).



Figura 2 - Pré - montagem das laterais dos duplicadores à álcool.



Figura 2 - Pré – montagem do cilindro.

3) Montagem do cilindro nas laterais: Na seqüência, mostrado na Figura 3, o cilindro de alumínio é montado junto às laterais que começam a formar o corpo do duplicador.

4) Montagem das mesas receptoras e alimentadoras: A Figura 4 mostra a etapa na qual as mesas receptoras de papel, e alimentadoras de papel são montadas no corpo do duplicador.



Figura 3. Montagem do cilindro de alumínio com as laterais que estruturam o duplicador à álcool.



Figura 4. Instalação das mesas suportes para alimentação e recebimento de papel.

5) Testes: No processo mostrado na Figura 5 são realizados os testes no equipamento para verificar a qualidade das cópias, e seu funcionamento.

6) Montagem das laterais plásticas: bem como alguns componentes avulsos. Logo após o produto é embalado e enviado a expedição (Figura 6).



Figura 5. Etapa de testes do equipamento.



Figura 6. Etapa final para expedição do duplicador à álcool.

3.3 Processo produtivo do cilindro de alumínio

O cilindro de alumínio usado nos duplicadores a álcool envolve distintas atividades, que compreendem desde o corte dos tubos de alumínio, a usinagem do cilindro para eliminar imperfeições, e a montagem das laterais do cilindro em uma máquina de estampo e a operação de fresa para colocação da régua. Na seqüência, são apresentados os processos necessários para a fabricação do cilindro de alumínio:

1) Corte dos tubos de alumínio: A Figura 7 mostra os tubos de alumínio que são recebidos num comprimento de $3 \pm 0,043$ m; e, posteriormente cortados no tamanho necessário (23 cm) para a confecção do cilindro do duplicador à álcool.

2) Fresa do rasgo para a colocação da régua:

A Figura 8 mostra o equipamento onde é feito um rasgo na lateral do cilindro para que se possa fazer a montagem da régua posteriormente.



Figura 7. Processo de Corte dos tubos de Alumínio.



Figura 8. Processo de fabricação da fenda para inserção da régua no duplicador à álcool.

3) Colocação das laterais: Na prensa mostrada na Figura 9, são fixadas as laterais do cilindro, juntamente com um eixo interno que fica posicionado no centro do mesmo.



Figura 9. Prensa para fixação das laterais do cilindro.

4) Usinagem do cilindro: Finalmente, antes de ser mandado para o setor de montagem, onde é acoplado ao produto final, o cilindro é usinado, para eliminar as imperfeições que podem ocasionar defeito na impressão quando o produto estiver em funcionamento.

3.4 Caracterização da matéria – prima para a confecção dos cilindros

O processo convencional de produção dos duplicadores à álcool consiste na utilização de cilindros em alumínio.

O cilindro para seu usado no duplicador necessita de algumas características devido a sua função como:

- A parte externa do cilindro que ficará em contato com a matriz, responsável por fazer as cópias necessita de uma linearidade, pois quaisquer imperfeições que sejam encontradas podem causar falhas nas cópias, o que prejudica o funcionamento do equipamento;
- Na usinagem do cilindro deve ser observada a velocidade de rotação e de avanço, pois nesse caso também pode haver imperfeições que acarretam em mau funcionamento do aparelho;

Na Tabela 1 são mostrados os dados da caracterização dos lotes de cilindros de alumínio utilizados na confecção dos duplicadores à álcool.

Tabela 1 - Caracterização dos lotes de cilindros de alumínio utilizados na fabricação dos duplicadores à álcool.

| Caracterização dos lotes de cilindros de alumínio | Lote 1 | Lote 2 | Lote 3 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Cilindros cortados por lote (Un) | 130 | 130 | 130 |
| Peso unitário dos cilindros antes da usinagem (Kg) | 0,7550 | 0,7535 | 0,7570 |
| Peso unitário dos cilindros depois da usinagem (Kg) | 0,5450 | 0,5320 | 0,5570 |
| Peso total do lote antes da usinagem (Kg) | 98,150 | 97,955 | 98,410 |
| Diâmetro dos cilindros (mm) | 109,69 | 109,65 | 109,76 |
| Espessura da parede dos cilindros antes da usinagem (mm) | 3,44 | 3,58 | 3,47 |
| Espessura da parede dos cilindros depois da usinagem (mm) | 2,44 | 2,53 | 2,19 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

3.5 Análise quantitativa dos resíduos gerados com a utilização de cilindros de alumínio

Foi realizado um levantamento de dados visando obter informações sobre o processo produtivo dos duplicadores a álcool com cilindro de alumínio a fim de se mensurar a quantidade de resíduos gerados durante o processo. As informações obtidas referentes aos resíduos foram tabuladas e comparadas com a proposta de modificação da matéria-prima do mesmo para um material plástico, para que se possa verificar a viabilidade de modificação da matéria-prima nas variáveis ambientais e econômicas.

Para a pesagem dos cilindros foi utilizada uma balança Toledo modelo 3400/1, série 05061010086-LG, com carga mínima de 0,010 Kg e máxima de 2,5 Kg. A medida do diâmetro, comprimento e espessura dos cilindros foi realizada através de um paquímetro digital Mitutoyo modelo Digimatic CD-6" BS, série 0074013.

Para se obter o peso total do lote de cilindros será multiplicado o peso de um cilindro pelo número total de cilindros obtidos durante o corte de um lote (130 peças).

Depois de terminado o levantamento dos dados acima foi feita uma pesagem dos resíduos gerados durante o processo de produção do lote para verificar as quantidades de resíduos gerados conforme abaixo:

- Sobras de limalhas de alumínio obtidas no corte dos cilindros; sobras do tubo de alumínio; sobras de limalha durante o processo de fresagem das laterais; sobras de limalha durante o processo de usinagem do cilindro

As sobras de limalha de alumínio, e de tubos obtidas durante o corte dos tubos serão pesadas em uma balança Toledo, modelo 2184, série 6657380, fabricada em 1989 com carga mínima de 2,5 Kg e máxima de 250 Kg. Já as sobras de limalha que são obtidas durante o processo de fresagem das laterais bem como as sobras de limalha da usinagem serão pesadas em uma balança Toledo modelo 3400/1, série 05061010086-LG, fabricada em 2005 com carga mínima de 0,010 Kg e máxima de 2,5 Kg.

A caracterização do resíduo gerado durante o processo produtivo do cilindro de alumínio foi feita por meio de medições na empresa dos resíduos encontrados durante o processo a fim de levantar os seguintes dados:

- Número de cilindros que são cortados por lote de 10 barras; peso unitário de cada cilindro; diâmetro dos cilindros; comprimento dos cilindros; espessura dos cilindros

Na produção dos cilindros de alumínio, são gerados vários resíduos. Esses resíduos são basicamente limalhas que são geradas pela operação de corte do tubo de alumínio, sobras do tubo que não podem ser utilizadas por seu tamanho não atingir o tamanho mínimo necessário, além de limalhas geradas durante o processo de fresagem das laterais e usinagem do cilindro.

Na Tabela 2 são apresentados os dados referentes às sobras de limalhas obtidas durante o corte dos tubos de alumínio, sendo que os lotes são de 130 peças cada:

Tabela 2 - Sobras de limalhas de corte

| | Lote 1 (130 pçs) | Lote 2 (130 pçs) | Lote 3 (130 pçs) |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Sobras de limalha de alumínio (Kg) | 0,637 | 0,645 | 0,679 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

Na Tabela 3 são apresentados os dados referentes às sobras de pedaços de tubo de alumínio que não podem ser aproveitados após o corte dos tubos, conforme 03 lotes de 130 peças cada:

Tabela 3 - Sobras de tubos de alumínio.

| | Lote 1 (130 pçs) | Lote 2 (130 pçs) | Lote 3 (130 pçs) |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Sobras de tubo de alumínio (Kg) | 1,568 | 1,654 | 1,612 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

A variação encontrada nos pesos acima se deve ao tamanho dos tubos não ser uniforme, resultando em sobras de tubos de tamanhos diferentes.

Na Tabela 4 são apresentados os dados referentes às sobras de limalha de alumínio durante o processo de fresagem das laterais, para lotes de 130 peças:

Tabela 4 - Sobras de limalha da fresagem

| | Lote 1 | Lote 2 | Lote 3 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Sobras de limalha de alumínio (Kg) | 0,637 | 0,655 | 0,623 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

Na Tabela 5 são apresentados os dados coletados referente às sobras de limalha de alumínio durante o processo de usinagem do cilindro para lotes de 130 peças:

Tabela 5 - Sobras de limalha da usinagem

| Sobras de usinagem | Lote 1 | Lote 2 | Lote 3 |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| Sobras de limalha de alumínio (Kg) | 27,30 | 27,95 | 27,56 |
|---|-------|-------|-------|

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

Na Tabela 6 são apresentados os dados totais referentes ao somatório de resíduos de alumínio gerado no processo produtivo do cilindro.

Tabela 6 - Resíduos totais

| Resíduos totais | Lote 1 | Lote 2 | Lote 3 |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Kg | 30,142 | 30,904 | 30,474 |
| Média para três lotes | 30,506 | | |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

Levando em consideração a média de resíduos obtidos nos três lotes avaliados e multiplicarmos pela quantidade mensal e anual média produzida de duplicadores chegamos a o seguinte número:

- Média de vendas mensais: 1000 unidades
- Média de vendas anuais: 12000 unidades
- Média de resíduos mensais: $30,506 / 130 \times 1000 = 234,66$ Kg
- Média de resíduos anuais: $30,506 / 130 \times 12000 = 2815,93$ Kg

Os resultados mostram que quase 3.000 kg de sucata de alumínio, contaminada com óleo de corte são obtidas desse processo de fabricação de duplicadores à álcool. Esse resíduo é destinado a um Aterro de Resíduos Perigosos pela Empresa, onerando o processo, devido à disposição desse material.

3.6 Proposta de Substituição de Matéria Prima como Alternativa de Produção Mais Limpa

Dentro desse contexto, um novo modelo de material foi desenvolvido, com a proposta de substituir o cilindro de alumínio, e, conseqüentemente, todas as etapas vinculadas desde o recebimento dos cilindros de alumínio até a adequação nos duplicadores à álcool. O novo modelo de cilindro proposto será fabricado em PVC (policloreto de Vinila), que é o segundo termoplástico mais consumido em todo o mundo, sendo considerado também o mais versátil dentre os plásticos. A grande versatilidade do PVC deve-se a suas propriedades e também a sua adequação aos mais variados processos de transformação. Sendo a resina do PVC atóxica e inerte, a escolha de aditivos com essas mesmas características permite a fabricação de filmes para embalagens de alimentos e também produtos médico-hospitalares.

Além da simplicidade operacional do uso de cilindros de PVC, que já são fornecidos no tamanho correto solicitado pela empresa, não haverá mais necessidade de todos os demais equipamentos para corte, fresamento e usinagem que são hoje utilizados. Nos testes feitos foram aprovados pelos operários devido a facilidade operacional obtida com esta nova forma de fabricação de duplicadores à álcool, além dos resíduos evitados anualmente, proporciona melhor qualidade de trabalho para os funcionários que deixarão essas funções consideradas de elevado risco à saúde, devido à exposição desses funcionários aos equipamentos, contato com fluídos de corte, peças metálicas cortantes e seus resíduos e barulho constante.

Uma vez aprovada a operacionalidade, houve a necessidade de verificar se o projeto seria viável, sendo observada as questões econômicas financeiras.

3.8 Avaliação dos aspectos financeiros envolvidos na modificação do cilindro

Utilizaram-se, nesta análise, três indicadores, pois, quando se avalia um projeto de investimento deve-se levar em consideração vários aspectos e variáveis, os quais geralmente não são totalmente absorvidos por um único indicador. Os números aqui descritos sofreram uma deflação afim de, proteger o sigilo dos dados da empresa, no entanto as relações percentuais mantiveram-se as reais.

A tabela 7, a seguir, apresenta a análise de investimento para a substituição do componente do produto:

Tabela 7 – Dados para análise do investimento

| Componente Atual | Cilindro de alumínio | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|---------------|
| Produção | | 1000 | Unidades | |
| Custo do Produto | R\$ | 74,74 | | |
| Custo Componente Atual | R\$ | 16,10 | | |
| Custo Total Atual | R\$ | 74.740,00 | | |
| Proposta | | | | |
| Investimento | - 20.000,00 R\$ | | | |
| Componente | Cilindro de PVC | | | |
| Produção | | 1000 | Unidades | |
| Custo do Produto | R\$ | 69,02 | | |
| Custo Componente proposto | R\$ | 10,38 | (variação %) | 35,53% |
| Custo Total Proposto | R\$ | 69.020,00 | | |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

Na tabela 8 pode-se observar o fluxo de caixa incremental, onde é apresentado o total do investimento, necessários para o desenvolvimento do novo cilindro, bem como os testes realizados. Também a relação entre o custo antigo, o custo novo do produto e o respectivo fluxo de caixa líquido, que se trata da diferença entre o valor antigo e o valor novo:

Tabela 8 – Fluxo de caixa do projeto

| Prazo | Investimento | Custo Atual | Custo Novo | Fluxo de Caixa |
|--------------|---------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Meses | Total | Mensal | Mensal | Líquido |
| 0 | -20.000,00 | | | 0,00 |
| 1 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 2 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 3 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 4 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 5 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 6 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 7 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 8 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 9 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 10 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 11 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| 12 | | 74.740,00 | 69.020,00 | 5.720,00 |
| TOTAL | | 896.880,00 | 828.240,00 | 68.640,00 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

Pode-se observar que o custo do projeto novo é menor que o custo do projeto antigo, e apresenta fluxo de caixa incremental mensal de R\$ 5.720,00.

Sendo assim, na tabela 9 pode-se observar o resultado do valor presente líquido (VPL), no qual o projeto nos apresenta um resultado de R\$ 45.449,49 o que significa que em 12 meses, além de recuperarmos o investimento de R\$ 20.000,00. As taxas de juros utilizadas

para esse calculam foi a SELIC, que segundo o Banco Central do Brasil (2009), é obtida mediante o cálculo da taxa média ponderada e ajustada das operações de financiamento por um dia, lastreadas em títulos públicos federais e cursadas no referido sistema ou em câmaras de compensação e liquidação de ativos, na forma de operações compromissadas. Do exposto pode-se concluir que a taxa SELIC se origina de taxas de juros efetivamente observadas no mercado.

Tabela 9 - Resultado do Valor presente líquido (VPL)

| Taxa SELIC ANUAL | 9,25% | 12 | Meses |
|-------------------------------------|---------------------|-------------------|--------------|
| Taxa Equivalente | 0,74% | 1 | Mês |
| | Investimento | | |
| Prazo Meses | 0 | -20.000,00 | |
| | 1 | 5.720,00 | |
| | 2 | 5.720,00 | |
| | 3 | 5.720,00 | |
| | 4 | 5.720,00 | |
| | 5 | 5.720,00 | |
| | 6 | 5.720,00 | |
| | 7 | 5.720,00 | |
| | 8 | 5.720,00 | |
| | 9 | 5.720,00 | |
| | 10 | 5.720,00 | |
| | 11 | 5.720,00 | |
| | 12 | 5.720,00 | |
| Valor Presente Líquido (VPL) | | 45.449,49 | |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

Na tabela 10 observamos o resultado da taxa interna de retorno modificada (MTIR), onde o objetivo é de que se obtenha uma taxa de retorno maior que a taxa de juros paga para a captação do dinheiro, no caso a SELIC, além de considerar o investimento desse dinheiro com a rentabilidade normal da poupança, onde a taxa resultante também deve ser maior.

Tabela 10 - Resultado da taxa interna de retorno modificada (MTIR)

| TAXA INTERNAR DE RETORNO MODIFICADA (MTIR) | | | |
|---|---------------------|-------------------|-----------------|
| Taxa de Atratividade ou Reaplicação | | 0,65% | Poupança |
| | Investimento | | |
| Prazo Meses | 0 | -20.000,00 | |
| | 1 | 5.720,00 | |
| | 2 | 5.720,00 | |
| | 3 | 5.720,00 | |
| | 4 | 5.720,00 | |
| | 5 | 5.720,00 | |
| | 6 | 5.720,00 | |
| | 7 | 5.720,00 | |
| | 8 | 5.720,00 | |
| | 9 | 5.720,00 | |
| | 10 | 5.720,00 | |
| | 11 | 5.720,00 | |
| | 12 | 5.720,00 | |
| MTIR | | 11,15% | |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

Observa-se então que a Taxa Interna de Retorno Modificada é maior que a taxa SELIC atual do mercado, montando-se então um investimento atraente pois a remuneração do capital investido no projeto é maior que a remuneração média do mercado financeiro.

A próxima avaliação que faremos é calcular em quanto tempo, se caso acontecer à empresa recupera o investimento feito no projeto.

Tabela 11 - Resultado do *Payback* descontado (PB-D)

| Prazo Meses | Investimento | Valor Presente | Saldo | |
|-------------|--------------|----------------|-------------|--------------|
| 0 | -20.000,00 | | | |
| 1 | 5.720,00 | -5.677,99 | -14.322,01 | |
| 2 | 5.720,00 | -5.636,28 | -8.685,74 | |
| 3 | 5.720,00 | -5.594,88 | -3.090,86 | |
| 4 | 5.720,00 | -5.553,78 | 2.462,92 | |
| 5 | 5.720,00 | -5.512,99 | 7.975,91 | |
| 6 | 5.720,00 | -5.472,49 | 13.448,41 | |
| 7 | 5.720,00 | -5.432,30 | 18.880,70 | |
| 8 | 5.720,00 | -5.392,40 | 24.273,10 | |
| 9 | 5.720,00 | -5.352,79 | 29.625,89 | |
| 10 | 5.720,00 | -5.313,47 | 34.939,36 | |
| 11 | 5.720,00 | -5.274,44 | 40.213,80 | |
| 12 | 5.720,00 | -5.235,70 | 45.449,49 | |
| PB-D | | | 3,55 | Meses |

Fonte: Elaborado pelos autores (2010)

Observa-se que o investimento feito no projeto é recuperado em 3,55 meses, também bastante atraente do ponto de vista de retorno de investimento.

4. Considerações finais

O estudo de produção mais limpa para reduzir a geração de sucata de alumínio de um produto em uma empresa do setor metal-mecânico, derivou a sugestão de substituir a matéria-prima de confecção dos cilindros desse produto, para um material plástico. Esta idéia permitiu a avaliação das vantagens ambientais, operacionais e de redução de custos (fabricação e não necessidade de disposição de resíduos). O trabalho permitiu concluir que há grandes vantagens na substituição dos materiais do equipamento produzido pela empresa, pela eliminação total dos 2.800 Kg de sucata, em um total de 12.000 unidades/ano de produção. Os benefícios ambientais, econômicos e operacionais obtidos nesta linha de produção, mostram claramente a importância de que práticas de Produção mais Limpa possam ser estendidas para outras linhas de produção da empresa. Durante o trabalho se pode observar também que outros fatores de interesse a empresa também foram gerados com a mudança proposta como redução de algumas peças que antes eram agregadas ao processo de montagem do cilindro, que com a nova proposta, não mais serão necessárias, eliminando alguns processos fabris e reduzindo alguns custos de fabricação, bem como a redução do consumo de energia elétrica necessário para essas operações.

A implantação de técnicas de “Produção mais Limpa” na empresa referida nesse trabalho mostrou que não só no aspecto ambiental, mas como financeiramente. Na análise dos valores propostos para os fluxos de caixa incrementais, observou-se que pelo método do valor presente líquido, o projeto é aceitável, uma vez que apresentou valor de R\$ 45.449,49, valor este acima do investido. Na análise da taxa interna de retorno, encontrou-se uma de 11,15%, representando superioridade ao custo proposto pela empresa, que utiliza a Selic anual como taxa de corte, que nesta data apresenta valor nominal de 9,25%. E quanto a análise do *payback* descontado o prazo de retorno do valor investido ficou mensurado em 3 meses e 16 dias, ou seja, aceitável, segundo as exigências da empresa.

O investimento financeiro necessário ao projeto, calculado com base nos métodos de avaliação financeira apresentaram dados atrativos de retorno nos três indicadores utilizados.

Chamando atenção da empresa para que esse tipo de elo em projetos de Produção mais limpa sejam ampliados para outras linhas de produção.

Esta oportunidade de estudo veio ao encontro da preocupação social da empresa, nas questões ambientais, uma vez que busca seu crescimento em conjunto com a sustentabilidade, pois compartilha da ideia que custos ambientais são irreparáveis e os danos permanecerão por muitas gerações.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, José C. **Desenvolvimento e meio ambiente. As estratégias de mudanças da agenda 21**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

BCB – Banco Central Do Brasil. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/>>. Acessado em 17 de jul. 2009.

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C. *Capital investment and valuation*. New York: Mc Graw Hill, 2003.

BRASIL, Haroldo Guimarães. **Avaliação moderna de investimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<http://www.cebds.com>>. Acessado em 10 de mar. De 2008.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acessado em 23 de mar. 2008.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/cntl>>. Acessado em 04 de abr. 2008.

GREENPEACE BRASIL. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil>>. Acessado em 10. mar. 2008.

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2002.

KASSAI, José Roberto et al. **Retorno de investimento**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SARKIS, Joseph. RASHEED, Abdul (1995). *Greening the Manufacturing Function. Business Horizons, September-October*.

SOUZA, Acilon Batista de. **Projetos de investimentos de capital: elaboração, análise e tomada de decisão**. São Paulo: Atlas, 2003.

SOUZA, Alceu. CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1995.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental: ISO 14 000**. São Paulo: SENAC, 2002.

YOUNG, S. David; O'BYRNE, Stephen F. **EVA® e gestão baseada em valor: guia prático para implementação**. Tradução de Paulo Lustosa, Porto Alegre: Bookman, 2003.