

Identificação de oportunidades para Produção Mais Limpa: estudo de caso em uma pequena indústria de alumínio do estado do Ceará

Nívea Marcela Marques Nascimento Macêdo, Universidade Federal da Paraíba
nivea.macedo@hotmail.com

Maria Albenisa Gadelha, Universidade Federal da Paraíba,
benaonix@hotmail.com

Jaqueline Guimarães Santos, Universidade Federal de Campina Grande
jsantos.adm@gmail.com

RESUMO

Um dos principais objetivos das empresas da atualidade é sua adequação aos novos requisitos de desenvolvimento, os quais estão fundamentados na busca pela sustentabilidade das empresas. Nesse contexto, as tecnologias implantadas devem fornecer os subsídios necessários para que as empresas possam atender às diretrizes econômicas e principalmente ambientais, dado o fato de que o meio ambiente é um dos principais impactados pelas ações empresariais. Para efeito deste estudo, será abordada a implantação da tecnologia Produção mais Limpa nos processos produtivos de uma indústria sendo esta tecnologia uma alternativa para que as empresas viabilizem a existência de ações que colaborem para o desenvolvimento sustentável. Assim sendo o objetivo deste estudo é identificar as oportunidades de implantação de procedimentos de produção mais limpa em uma empresa de fabricação de portões de alumínio da cidade de Fortaleza. A pesquisa pode ser caracterizada como exploratória e descritiva, conduzida sob a forma de estudo de caso. Os dados foram coletados principalmente por meio da técnica de observação não participante. Os resultados apontam que existem algumas maneiras de implantar procedimentos de produção mais limpa como a diminuição do consumo de energia elétrica e o menor desperdício de matéria-prima. A relevância do estudo consiste na promoção de uma discussão sobre as iniciativas que as empresas podem promover no sentido de contribuir para o alcance do desenvolvimento sustentável.

Palavras-Chave: Produção mais Limpa; Indústria de alumínio; Oportunidade.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, maiores foram as considerações sobre o crescimento e geração de resíduos industriais, os quais proporcionam à sociedade e ao meio ambiente malefícios como a poluição e principalmente o esgotamento dos recursos naturais. O atual modelo de sociedade evidencia o descarte na natureza de grandes quantidades de resíduos gerados pelas empresas, e as empresas e grupos de interesse em geral procurar medir e trabalhar para mitigar as consequências oriundas dessa prática.

Para Tachizawa (2004, p.73) tecnologias limpas, projetos de desenvolvimento sustentável, gestão de resíduos sólidos industriais e reciclagem de materiais transformaram-se na última década no principal foco do negócio de empresas, atraindo a atenção de novos investidores para a área.

É nesse sentido que as empresas voltam-se para a origem da geração de seus resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, na busca de soluções em seus próprios processos produtivos, no intuito de minimizar o emprego das tecnologias fim-de-tubo, as quais trabalham sob o ponto de vista da transformação dos resíduos, sendo assim bem diferente da produção mais limpa.

Esta última procura principalmente identificar opções para não geração de resíduos que podem ser provenientes dos processos produtivos. Assim, uma empresa que aplica a metodologia de produção mais limpa minimiza seus custos de produção e torna o processo mais ágil, garantindo uma vantagem competitiva sob os concorrentes.

A aplicação de procedimentos de produção mais limpa pode contribuir para a solução de problemas ambientais e econômicos no âmbito da empresa, uma vez que a prioridade da metodologia está na identificação de opções de não geração dos resíduos produzidos nestes processos produtivos. De acordo com Valle (2000), a implantação de iniciativas voltadas a P+L induz a um processo de aprimoramento contínuo na procura do controle da geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos, emissões atmosféricas no processo produtivo.

A partir destas inferências, coloca-se que o objetivo deste estudo é identificar as oportunidades de implantação de procedimentos de produção mais limpa em uma empresa de fabricação de portões de alumínio da cidade de Fortaleza. E sua relevância reside no fato de poder ser possível através dele a discussão de ferramentas de gestão que as empresas podem dispor para o alcance do desenvolvimento sustentável.

Para isso, além desta introdução, o presente estudo aborda um referencial teórico acerca da sustentabilidade nas empresas e sobre a conceituação da produção mais limpa. A terceira seção mostra os procedimentos produtivos que subsidiaram o estudo. A quarta seção apresenta algumas características da empresa pesquisada e o estudo de caso proposto. Posteriormente evidenciam-se as conclusões e considerações finais sobre a pesquisa e as referências utilizadas.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável parte da noção de que a preservação, a longo prazo, dos recursos naturais e ambientais não pode ser feita sem que haja simultaneamente um desenvolvimento econômico, social e político-institucional que beneficie em particular os mais desfavorecidos (PINHEIRO, 2004).

A sustentabilidade está fundamentada na preservação de princípios éticos, princípios estes relacionados com a questão da natureza e com o meio-ambiente, ademais das questões sociais e econômicas mais complexas, tais como a justa distribuição de bem-estar e poder.

Para Rodriguez (2001) apud Martins (2008), a sustentabilidade é definida como a gestão e administração de recursos/ serviços, assim como também, a direção das mudanças tecnológicas e institucionais, com intuito de buscar a contínua satisfação das necessidades humanas para as gerações atuais e futuras, sem desconsiderar os limites da capacidade de sustentação dos sistemas ambientais.

Percebe-se desta forma, uma estreita relação entre o conceito de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, em que um necessariamente não exclui o outro. O que se verifica é que para se ter um desenvolvimento econômico equilibrado, faz-se necessário a compreensão do modo de utilização dos recursos naturais, definidos no meio produtivo como matérias-primas, sem um prejuízo ambiental e econômico, pois a sociedade está mais consciente do compromisso que as empresas possuem com a produção ecologicamente correta.

Portanto, as empresas têm um papel fundamental no sentido de contribuir para o desenvolvimento sustentável do planeta. Para tanto, será necessário incorporar o conceito de sustentabilidade nos sistemas de planejamento e gestão corporativos. Uma ferramenta

apropriada para analisar as suas variáveis e compreender os elos das relações existentes, é a utilização de indicadores de sustentabilidade corporativa.

No que se refere ao compromisso ambiental, os resíduos industriais, por exemplo, possibilitam verificar uma enorme ineficiência nos processos produtivos, sendo que estes afetam diretamente as condições de vida da humanidade, ferindo o princípio do direito da sociedade ter um ambiente ecologicamente saudável, que possibilite em conseqüência, uma sadia qualidade de vida.

2.2 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A tecnologia de produção mais limpa ou simplesmente PML tem o principal objetivo de aumentar a eficiência na mitigação da geração de resíduos resultantes dos processos produtivos por parte das empresas. Ao contrário das tecnologias fim-de-tubo, que visam remediar os impactos ambientais já causados, a PML visa que eles não aconteçam.

A preocupação de ter um marco teórico da Produção mais Limpa, parte de um entendimento errôneo em pensar que a PML trata-se de uma fase posterior à implementação de um sistema de gestão ambiental. Vale salientar que essa ferramenta tem se mostrado como uma forma efetiva de controle da poluição e de redução de impactos ambientais (PIMENTA; GOUVINHAS, 2007, p. 3).

Com a utilização da PML, é possível eliminar ou reduzir a geração de efluentes líquidos, resíduos e emissões, como também racionalizar a utilização de matérias primas e outros insumos. Seu objetivo central, assim, é a busca de melhores práticas de produção, com foco principal nas áreas ambiental e econômica.

O termo vem sendo conhecido e utilizado há pouco tempo, e traduz-se na preocupação por parte dos gestores das empresas com os sistemas de produção das empresas em todo o mundo. Na verdade, o caráter preventivo da metodologia vem sendo abordado por todos os pesquisadores da área. Com base em problemas ambientais e econômicos já conhecidos, esta metodologia investiga as formas de produção e demais atividades das empresas, verificando a melhor maneira para utilização dos materiais, água e energia. Assim, esta abordagem proporciona inovação nos processos das empresas, com a inserção de novos procedimentos para o desenvolvimento sustentável.

Enquanto as técnicas de “fim-de-tubo” representam ações remediativas, que esperam que estes resíduos sejam gerados para, posteriormente, tratá-los, a PML é uma ação preventiva, que visa evitar ou diminuir a formação do resíduo durante o processo produtivo. Quando uma organização adota os princípios da PML, está tentando buscar tecnologias que substituam os tratamentos convencionais de “fim-de-tubo” por modificações no processo produtivo focadas na prevenção e controle de poluição na fonte (SILVA; DE MEDEIROS, 2006, p. 412).

Verifica-se que a PML trata-se de um processo que visa integralizar objetivos econômicos ou de produção a objetivos ambientais, como forma de mitigar as emissões e resíduos gerados no que concerne à sua quantidade e periculosidade ao meio ambiente e pessoas.

Assim, os recursos utilizados na produção são estudados e analisados para sua conseqüente melhoria. Para Hinz, Valentina e Franco (2006) a PML tem procedimentos simples e econômicos podendo chegar a um número maior de empresas, pois a análise é feita compreendendo apenas a unidade fabril em questão, sem considerar a cadeia produtiva como um todo, ou seja, fornecedores e clientes não são foco de estudo.

Cada empresa em particular procura prevenir-se ao acúmulo e lançamento de resíduos no ambiente de seu entorno. Diferentemente, conforme já abordado, da postura tradicional de geração e posterior tratamento de resíduos. A figura 1 a seguir procura explicar a diferença entre as duas abordagens:



Figura 1: Formas de priorização da nova e da antiga abordagem ambiental. Fonte: CNTL (2002)

A figura descreve a seqüência de abordagem lógica a qual consiste na PML, que parte da prevenção da geração de resíduos até sua disposição, e a seqüência de abordagem tradicional. Ambas relacionam a maneira de interperlar os problemas de geração de resíduos nas empresas. Na abordagem tradicional a prevenção está como última alternativa, o que implica em maiores custos para as empresas.

A implantação da PML nas empresas implica em mudanças nos produtos as quais alteram a composição, a durabilidade e os padrões de qualidade e o emprego de produtos substitutos. Tenta-se com isso reduzir a formação de resíduos ou o impacto ambiental durante a manufatura do produto ou proveniente do seu uso.

Quanto a mudanças na tecnologia, procuram adaptar-se os equipamentos e os processos, com o objetivo de reduzir ou eliminar a geração de resíduos. Estão incluídas nessas mudanças: alterações no processo de produção, automação, mudanças nas condições de processo (temperatura de produção, pressão, umidade utilizada), rearranjos físicos da produção e modificações nos equipamentos (SILVA FILHO; SICSÚ, 2003).

De forma geral, vale destacar, a existência de uma grande relutância para a prática da Produção Mais Limpa. Os maiores obstáculos ocorrem em função da resistência à mudança; da concepção errônea (falta de informação sobre a técnica e a importância dada ao ambiente natural); a não existência de políticas nacionais que dêem suporte às atividades de produção mais limpa; barreiras econômicas (alocação incorreta dos custos ambientais e investimentos) e barreiras técnicas (novas tecnologias) (MOURA; et al, 2005).

Apesar destas barreiras, existem muitos benefícios e vantagens, os quais alguns autores como Diaz e Pires (2005) e Gasi e Ferreira (2006) explanam:

- A busca pela redução dos poluentes leva a criação de uma cultura que busca inovação dos processos continuamente, aumentada conseqüentemente, a produtividade das empresas;
- Melhoria no ambiente de trabalho por redução de uso de substâncias tóxicas;
- Limitação da responsabilidade futura devido ao lançamento de resíduos para o meio ambiente.

Além das empresas, a sociedade e o meio ambiente são beneficiados com melhorias na qualidade do ambiente quando uma empresa considera e pratica uma produção mais equilibrada e enxuta.

A PML pode ser adotada em qualquer setor de atividade e constitui-se de uma análise técnica, econômica e ambiental detalhada do processo produtivo, objetivando a identificação de oportunidades que possibilitem melhorar a eficiência, sem acréscimo de custos para a empresa. A implementação do programa pode envolver um ciclo de estratégias de *design* em todas as fases do processo, passando a envolver todo o ciclo de vida (SILVA; DE MEDEIROS, 2006, p. 413).

A decisão por adotar procedimentos de PML depende da relação custo/benefício que será proporcionada. No entanto, ressalta-se que a maior eficiência dos processos e do uso das matérias-primas, insumos, água e energia da produção e a diminuição de geração de resíduos e emissões tornam-se grande incentivo para o planejamento de sua implantação. A diminuição dos custos operacionais e de compra e venda de muitos materiais também colocam-se como incentivadores para a adoção da metodologia.

3. MÉTODO DO ESTUDO

No intuito de investigar melhor o tema e suas particularidades, optou-se pela realização de uma pesquisa de cunho exploratório e documental. Assim, foram verificadas referências dos principais autores sobre o tema PML no intuito de estudar algumas de suas aplicações e conceituações. Posteriormente, para a realização da pesquisa, estruturou-se um estudo de caso, uma vez que seria necessário o conhecimento sobre a empresa pesquisada e suas características. Para Yin (1984) estudos de caso são também usados como etapas exploratórias na pesquisa de fenômenos pouco investigados ou como estudos-piloto para orientar o design de estudos de casos múltiplos. Assim, a presente pesquisa enfocou a identificação de oportunidades para produção mais limpa em uma empresa em particular, dada sua realidade do momento, contexto e características particulares.

Uma pesquisa do tipo descritiva também foi necessária, visto que foi realizada a apresentação de toda a estrutura produtiva da empresa e seu fluxograma, para que fosse possível evidenciar oportunidades de implantação de procedimentos PML. Procurou-se identificar como se dava a disposição da fábrica, a utilização dos insumos e principalmente quais os eventuais problemas decorrentes do processo, que de alguma forma influenciassem negativamente o processo.

Nesse sentido, utilizou-se como técnica para coleta de dados a observação não participante do processo produtivo e algumas conversas informais com alguns funcionários. A partir dos dados gerados com a observação, foram verificadas as possibilidades para implantação da PML. Foi possível também estruturar alguns cálculos mediante a alteração dos procedimentos. Esses cálculos servem de base para propiciar maior entendimento e mensuração das modificações que podem ser implantadas. No entanto, ressalta-se que os dados encontrados podem não contemplar com efetividade os resultados a serem alcançados, mas ilustram diretamente os benefícios que podem advir da adoção das iniciativas de PML.

Destaca-se a pesquisa como qualitativa e quantitativa no tocante ao tipo de abordagem, uma vez que a natureza dos dados encontrados e dispostos são fundamentadas nas observações verbais dos pesquisadores, bem como nos cálculos gerados.

Com a explanação dos recursos empregados para o levantamento e análise, pode-se verificar as características da empresa considerada e sua estrutura de produção, bem como os resultados encontrados na presente pesquisa.

4. RESULTADOS

4.1 A EMPRESA PESQUISADA

A empresa pesquisada atua no mercado desde 1996, é administrada pelo proprietário, e seu nicho de mercado é a fabricação de portões, portas de alumínio, estruturas metálicas, box e produtos customizados. Hoje, a empresa tem uma produção de mais de seiscentos produtos/ano e sua comercialização se dá em Fortaleza e regiões metropolitanas, no momento está passando por uma reestruturação para aumentar seu nicho de mercado. Para melhor entendimento, apresenta-se a estrutura produtiva no que concerne à fabricação dos portões de alumínio:

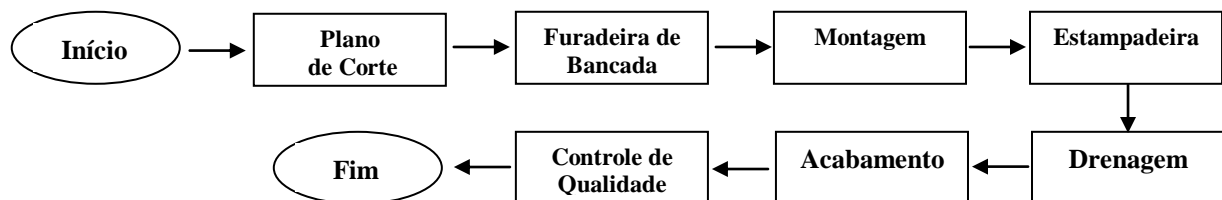


Figura 2: Estrutura da Produção da empresa pesquisada

O ciclo tem início com o projeto, em que se determina o produto de acordo com suas medidas e matéria-prima a ser utilizada. Depois é feito o corte do material em que são cortados os filetes de alumínio de acordo com as medidas descritas no projeto. Com isso, segue para a furadeira, montagem, estampadeira, drenagem do portão semi-acabado, acabamento, em que é feito o polimento, a colocação de borrachas e fechaduras. Ocorre depois a inspeção, em que é feita a averiguação das medidas para a comparação com os requisitos, e por fim o controle de qualidade. Foram analisadas, para efeito desta pesquisa, tanto a estrutura produtiva dos itens da fábrica quanto a estrutura administrativa, o layout da fábrica, a estocagem e principalmente os tipos e quantidades de matérias-primas utilizadas.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA PML

Diante da análise do processo produtivo, matérias-primas e principalmente da disposição dos insumos e resíduos da produção, identificou-se algumas possibilidades de mudança que proporcionam a introdução de procedimentos para PML. Corrobora-se que estes procedimentos podem ser introduzidos sem que as modificações requeridas para sua introdução sejam muito marcantes.

Verificou-se que, à princípio, seria necessária a estruturação de um layout do processo de produção mais detalhado, no intuito de verificar possíveis problemas, gargalos ou empecilhos à correta manutenção da fabricação. Assim sendo, efetivou-se o desenho da estrutura da empresa para também melhor especificação dos resultados encontrados. Pelo exposto na figura 3, é possível verificar o fluxo dos processos e suas seqüências; identificou-se também os caminhos percorridos em cada etapa do processo pelo produto em fabricação, os tempos gastos com transporte e demais atividades da produção.

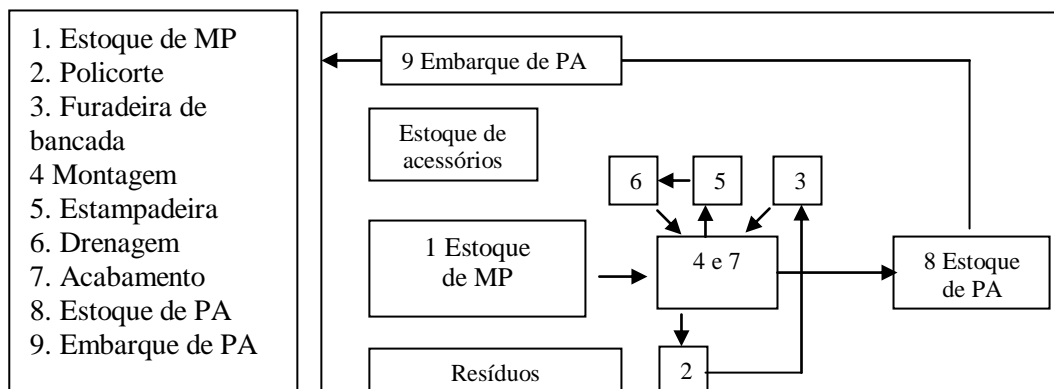


Figura 3: Fluxograma da Produção da empresa pesquisada

A partir da análise do fluxograma apresentado, verifica-se primeiramente que a empresa não está utilizando de maneira mais eficiente seu espaço físico, sendo possível observar que o produto não obedece a um fluxo contínuo de produção; essa ausência de fluxo mais organizado é um problema acarretado pelo espaço reduzido que a empresa possui, o que traz alguns transtornos para os operários e desperdícios de matéria-prima, entre outros problemas.

Verifica-se que as etapas de produção 3, 4 e 5 colocam-se como as principais questões problemáticas uma vez que o tempo gasto no trajeto do produto nestes estágios é grande. Os próprios funcionários colocam que este é um problema que impacta o tempo gasto na produção, o fluxo dos processos, o trabalho dos operários e inclusive a qualidade dos produtos.

Nesse sentido, coloca-se que a empresa pesquisada poderia aperfeiçoar seu fluxo produtivo, ou seja, seu espaço físico através da mudança do layout de matéria-prima e consequentes etapas 3, 4, 5. Verificou-se que se estes fluxos mantiverem-se contínuos, seria necessária a retirada de um dos estágios da produção por falta de espaço. Assim, ao se construir um outro espaço para o embarque de produtos acabados na fábrica, verifica-se que mesmo com a ocorrência deste investimento, o tempo economizado na produção e a diminuição dos custos inseridos no processo antes da modificação são grandes.

Coloca-se também a possibilidade de eliminar o cavalete central de estoque de matéria-prima, acondicionar estoque vertical de matéria-prima próximo da parede, aumentar o espaço físico de estoque de produtos acabados e reduzir a quantidade de fretes. Após estas modificações, será disponibilizado um espaço físico de 15,59 m².

As matérias-primas serão acondicionadas próximas, verticalmente, utilizando-se uma pequena área. É possível também, estabelecer critérios de seletividade de resíduos metálicos por tamanho, evitando o desperdício de matéria-prima. Esse procedimento elevará a capacidade de estoque de produtos acabados, ao mesmo tempo em que reduz o número de fretes de produtos acabados que anteriormente era diário para apenas três fretes semanais, diminuindo assim os custos e emissões de gases atmosféricos. Este último fator a ser aperfeiçoado consiste numa das principais contribuições dos procedimentos de PML na empresa pesquisada.

Foi levantada também uma prospecção econômica em relação às mudanças sugeridas, onde os resultados foram positivos. Em relação à liberação do espaço físico a empresa obterá um ganho financeiro de R\$3.962,00/ano (levantado o valor de um aluguel na região proporcional ao espaço liberado), com a redução dos fretes o benefício econômico terá um ganho de R\$2.880,00/ano, e o custo para montagem do novo estoque será de R\$477, 00, totalizando um benefício financeiro de R\$6.365,00/ano.

Ao implantar estas ações sugeridas, coloca-se que primeiramente a empresa estará aperfeiçoando a utilização do seu espaço físico, o que por sua vez diminui o tempo para produção de uma unidade do produto e diminui a utilização de energia necessária. Assim, a empresa estará reorganizando seu processo produtivo de maneira sustentável, vai obter menores custos de produção e maior produtividade.

Um outro ponto a destacar no que concerne à PML a ser implantada na empresa seria a prevenção na geração de resíduos que pode ocorrer quando da admissão de melhores formas de emprego da matéria-prima utilizada dado o estabelecimento de critérios de seletividade dos resíduos metálicos por tamanho. Ocorre também a possibilidade de reciclagem dos materiais desperdiçados na produção, que consistem principalmente nos restantes de borrachas e metal das fechaduras.

Ocorre que a empresa já manifestava a possibilidade de reaproveitamento desses materiais, e o faz na prática, embora com algumas restrições, mas necessita de uma conscientização dentro do seu grupo de trabalho, para evidenciar os benefícios que as ações podem trazer para uma melhor qualidade de vida no trabalho para todos.

Ressalta-se a diminuição do consumo de energia elétrica com a redução do tempo gasto na fabricação proporcionado pelo aperfeiçoamento do espaço físico. Este passa a ser também um benefício gerado pela metodologia PML.

Conforme pode ser verificado pela explicitação das oportunidades de melhoria da empresa pesquisada, é possível verificar que os procedimentos de PML podem ser inseridos na prática de uma empresa sem que seja necessário para isso maiores custos ou investimentos, e sendo observável que os benefícios gerados são de grande importância ambiental e econômica.

O meio ambiente e a própria comunidade onde se encontra a empresa pesquisada podem ser favorecidos pela introdução de procedimentos PML, principalmente pela diminuição dos fretes e do consumo de energia elétrica, dos materiais utilizados e na reciclagem das borrachas e metal restantes da produção.

Coloca-se, no que concerne aos aspectos econômicos, que o prazo de retorno para os possíveis investimentos realizados – os custos para modificação - seja de menos de um ano. No entanto, esses resultados encontram-se atrelados aos benefícios ambientais, os quais são os principais responsáveis pela busca da sustentabilidade na organização.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve o objetivo de identificar as oportunidades de implantação de procedimentos de produção mais limpa em uma empresa de fabricação de portões de alumínio da cidade de Fortaleza. Nesse sentido, procurou-se efetivar, de maneira sucinta, um estudo no sentido de apresentar a viabilidade da introdução de procedimentos PML, ainda que sejam necessários investimentos para isso. É válido ressaltar que os resultados apresentados podem não contemplar com efetividade a realidade dos custos e retornos esperados, no entanto, é possível inferir com clareza os resultados da aplicação em questão.

Foi possível, através da observação da estrutura física e utilização das matérias-primas e outros recursos, abordar algumas questões problemáticas na empresa que podem ser

modificadas no intuito de contribuir para a sustentabilidade. A empresa pesquisada pode fazer uso do presente estudo para a modificação de suas instalações e aperfeiçoamento de sua produção. Foi possível também, promover e estruturar alguns cálculos de retorno financeiro, os quais também servem de suporte tanto à empresa pesquisada quanto a empresas de outros setores as quais objetivem estudar sobre o tema PML.

Corroborar-se que o objetivo principal do artigo não é a estruturação dos cálculos, mas a abordagem da PML como ferramenta concreta para viabilização da sustentabilidade. Através da introdução de procedimentos PML, é possível às empresas a modificação de sua estrutura para maior aperfeiçoamento e melhor utilização dos recursos e até das pessoas, sendo possível esta verificação e confirmação através do presente estudo.

6. REFERÊNCIAS

- CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS – CNTL.** As Cinco Fases da Produção Mais Limpa. Apostila. Porto Alegre, 2002. 91 p.
- DIAZ, C. A. P.; PIRES, S. R. I.** Produção mais limpa: integrando meio ambiente e produtividade. Revista de Administração. CREUPI (RACRE), vol. 5, nº 9, 2005.
- GASI, T. M. T.; FERREIRA, E.** Produção Mais Limpa. In: VILELA JR., A.; DEMAJOROVIC, J. Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Senac, 2006.
- HINZ, R. T. P.; VALENTINA, L. V. D.; FRANCO, A. C.** Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do ciclo de vida. Estudos Tecnológicos, vol. 2, nº 2, 2006, pp. 91-98.
- MARTINS, M. F.** A influência dos índices de desenvolvimento sustentável na competitividade sistêmica um estudo exploratório no arranjo produtivo local de confecções em Campina Grande – PB. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Produção. Universidade Federal de João Pessoa, 2008.
- MOURA, T. N, et al.** Intervenção da produção mais limpa nas indústrias têxteis do município de Jardim de Piranhas, 23º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais, Campo Grande-MS: ABES, 2005.
- PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P.** Implementação da produção mais limpa na indústria de panificação de Natal – RN. In: Anais XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, 2007.
- PINHEIRO, D. R. C.** O desenvolvimento sustentável (DS): Indicadores de sustentabilidade. Revista Humanidades, Fortaleza, vol. 19, nº 2, 2004, pp. 92-99.
- SILVA, G. C. S.; DE MEDEIROS, D. D.** Metodologia de Checkland aplicada à implementação da produção mais limpa em serviços. Revista Gestão & Produção, vol. 13, nº 3, 2006, pp. 411-422.
- SILVA FILHO, J. C. G.; SICSÚ, A. B.** Produção mais limpa: uma ferramenta de gestão ambiental aplicada às empresas nacionais. In: Anais XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003.
- TACHIZAWA, T.** Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. 2 ed. Revista e ampliada. São Paulo: Atlas, 2004.
- VALLE, C. E.** Como se preparar para as normas ISO 14000. São Paulo: Pioneira, 2000.