



VI-060 – A PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA

Eliamara Soares Silva⁽¹⁾

Engenheira Civil pelo Centro Universitário UNINOVAFAPI. Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). Especialista em Gerenciamento de Recursos Ambientais pelo IFPI. Especialista em Gestão de Arranjos Produtivos Locais pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR).

Kênia Lúvia Rodrigues Torres

Técnica em estradas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). Tecnóloga em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). Engenheira Civil pelo Centro Universitário UNINOVAFAPI.

Leonardo Madeira Martins

Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). Coordenador do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário UNINOVAFAPI. Mestre e Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Mario de Alencar Freitas Neto

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Coordenador do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNINOVAFAPI. Mestre e Doutor em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Endereço⁽¹⁾: Rua Antônio Cavour de Miranda, 378 – Monte Castelo - Teresina - PI- CEP: 64017-310 - Brasil - Tel: (86) 99574-7777 - e-mail: liaeliamara@hotmail.com

RESUMO

A competitividade saudável de uma empresa se dá a partir do ponto de equilíbrio: consciência ambiental *versus* lucratividade. A indústria cerâmica, em especial a cerâmica vermelha, como grande geradora de impactos e resíduos, pode ter como auxílio para aumento de seus lucros e consciência ambiental, práticas de Produção mais Limpa. Produção mais Limpa é o aumento da eficiência no uso de matérias-primas, água e energia com a implementação de um conjunto de estratégias na parte tecnológica, ambiental e econômica, visando à minimização da geração de resíduos oriundos do processo produtivo. O estudo a seguir, apresenta práticas de Produção mais Limpa, quando inserida de forma correta e com metas estabelecidas no monitoramento dos resíduos gerados, inovações tecnológicas para melhor evolução do processo produtivo e reutilização dos resíduos são peças-chaves para uma empresa que almeja glórias em um mercado competitivo e qualidade dos seus produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Produção mais Limpa, Cerâmica Vermelha, Resíduos Sólidos.

INTRODUÇÃO

Na civilização antiga o homem ao se tornar agricultor, sair da ignorância total da era das cavernas, sentia necessidades mínimas de como se abrigar, cozer e armazenar os alimentos e sementes para safra seguinte. Portanto, necessitar-se-ia de objetos que pudessem cozer e estocá-los. Esses deveriam ser resistentes à temperatura do cozimento, impermeável devido ao uso de água durante a manipulação e de fácil fabricação, afinal, a época era bastante rudimentar. A solução encontrada, que atendessem resolutivamente todos esses problemas, foi à argila.

“O termo argila é usado para os materiais que resultam diretamente da meteorização e/ou da ação hidrotermal ou que se depositaram como sedimentos fluviais, marinho, lacustre ou eólicos”(GOMES,1986).



A argila, material originário da desagregação de rochas feldspáticas, por ataque químico (água ou ácido carbônico) ou físico (erosão, vulcanismo, etc.) se fragmenta em partículas de dimensões muito pequena. Foi com o uso da argila como matéria prima utilizada na produção de artefatos, que surgiu a cerâmica.

Cerâmica vem do grego "*keramos*" que significa "argila queimada", ou seja, é um processo de produção de objetos, através do uso de materiais inorgânicos, adquiridos a partir de compostos não metálicos, ganhando resistência por se solidificar através do processo químico denominado combustão.

A cerâmica pode ser dividida em duas atividades, a primeira é a artística, a qual se dá a produção de objetos com a funcionalidade estética e a outra é a industrial, em que a produção é voltada para produtos a serem utilizados na construção civil e na Engenharia. Além de ser usada nessas duas atividades, utiliza-se também na tecnologia de ponta, como por exemplo, na fabricação de componentes de foguetes espaciais, devido sua durabilidade.

De acordo com o Serviço Brasileiro de Micro e Pequenas Empresas (2011), a indústria cerâmica no Brasil é responsável por cerca de 1% do produto interno bruto (PIB) do país. Se desenvolveu devido a abundância de matérias-primas naturais, fontes de energia e tecnologia disponível embutidas nos equipamentos industriais, fazendo assim com que diversos produtos do setor obtivesse uma excelente posição nas exportações do país. Sendo reafirmado pela Associação Brasileira de Cerâmica - (ABC), a abundância de matérias-primas naturais, fontes alternativas de energia e disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que as indústrias cerâmicas brasileiras evoluíssem rapidamente e muitos tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial com apreciável quantidade exportada.

O setor cerâmico é composto de diversos segmentos, possuem características diferentes e são classificados em cerâmica branca, cerâmica de revestimentos, cerâmica vermelha, materiais refratários, isolantes térmicos, cerâmica de alta tecnologia/cerâmica avançada, fritas (ou vidrado fritado), corantes, abrasivos, vidros, cimento e cal.

O presente trabalho se delimitará ao segmento da cerâmica vermelha, direcionado a construção civil - tendo como produtos telhas e tijolos- o qual, no Brasil, se considera um dos principais insumos usados na construção civil.

Segundo dados da Associação Nacional da Indústria Cerâmica (2014), o Brasil conta com uma participação de 6903 empresas, na maior parte micro e pequenas empresas de origem familiar, envolvendo a oferta de 293 mil empregos diretos (média de 42,4 empregados por empresa) e 1,25 milhões de empregos indiretos, constituindo um dos maiores parques de produção de cerâmica vermelha no mundo.

O segmento de cerâmica vermelha do estado do Piauí, apresenta 60 empresas (20 olarias) em operação plena, sendo 10 sindicalizadas, produzindo em conjunto cerca de 43.000 milheiros/mês de blocos (83%) e telhas (17%) e envolvendo a oferta de 2.500 empregos diretos (42 funcionários/empresa). A demanda de argila é da ordem de 96.000 t/mês e a produção efetiva, de 82.000 t/mês, levando a uma relação da ordem de 1.900 kg/milheiro. A produção média por empresa é de 716 milheiros/empresa.mês, valor acima da média do Nordeste, com 67% delas entre 200 e 1.000 milheiros/mês e 18% acima de 1.000 milheiros/mês. Os maiores centros produtores são, pela ordem, os municípios da Grande Teresina (42% da produção estadual), Campo Maior (10%) e Parnaíba (4%). Na Grande Teresina operam 32 cerâmicas, 24 delas em Teresina, totalizando uma produção de 18.000 milheiros/mês (média de 563milheiros/empresa.mês) (SCHWOB, 2007).

A cerâmica vermelha é um dos segmentos geradores de impactos ambientais, devido sua estrutura e características particulares. São em geral empresas familiares de micro a médio porte, a qual possuem processos produtivos e tecnologias ultrapassadas, mão-de-obra, em grande parte, com pouca qualificação e alta rotatividade, falta de conhecimento técnico nas etapas de produção, índice elevado de desperdício e total indiferença frente a esta problemática.

Neste sentido, a Produção mais Limpa se apresenta como uma ferramenta de gestão ambiental, a fim de se obter a redução dos impactos ambientais e desperdício, bem como a promoção da saúde e segurança no



ambiente de trabalho. A redução dos impactos ambientais é atingida quando se introduz uma postura de combate aos agentes causadores dos mesmos. No que se refere à saúde e segurança do trabalho, se dá frente a análise do processo produtivo a prevenção de acidentes e incidentes de trabalho.

Conforme Sperandio e Gaspar (2009), a Produção mais Limpa é uma das facetas da operacionalização da gestão ambiental, visto que a adoção de tal ferramenta pelas empresas contribui significativamente para o desenvolvimento sustentável na parcela que compete às iniciativas organizacionais.

Na indústria cerâmica destaca-se o aumento da eficiência sobre a matéria-prima, água e energia, por meio da reciclagem, minimização ou o não uso dos resíduos e emissões obtendo-se benefícios ambientais, econômicos e de saúde, através de estratégias técnicas, econômicas e ambientais. A Produção mais Limpa é uma estratégia de aplicação contínua utilizada para evitar as emissões na fonte geradora dos resíduos, e iniciar uma perspectiva de melhoria contínua da prevenção e do desempenho ambiental nas organizações. É uma estratégia preventiva para minimizar os impactos gerados da produção e dos produtos no meio ambiente (FRESNER,1998). Ainda cabe destacar que ela é um conjunto de estratégias técnicas, econômicas e ambientais que são integradas aos processos, com a finalidade de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas com benefícios ambientais, econômicos e de saúde ocupacional (CNTL, 2003).

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar a Produção mais Limpa, como ferramenta de gestão de resíduos sólidos de uma indústria de cerâmica vermelha. Especificamente diagnosticar se a indústria tem ações referentes à Produção mais Limpa e se estaria apta a implementá-la; reconhecer o processo produtivo bem como seus insumos e resíduos gerados; e analisar o monitoramento e gerenciamento dos resíduos e a conversão dos mesmos em benefícios econômicos e ambientais.

REVISÃO DE LITERATURA

Gestão Ambiental

A norma ABNT NBR ISO 14001: 2004 define Sistema da Gestão Ambiental como sendo a parte de um sistema da gestão de uma organização que inclui a estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos, utilizadas para desenvolver e implementar sua política ambiental e para gerenciar seus aspectos ambientais (ABNT, 2004).

Segundo Reis e Queiroz (2004), os elementos-chave de um Sistema de Gestão Ambiental baseados na ISO 14001 podem ser enumerados conforme segue:

- a) Política Ambiental: aborda a política ambiental e os requisitos para atender a esta política, através dos objetivos, metas e programas ambientais.
- b) Planejamento: a análise dos aspectos ambientais das organizações, incluindo seus processos, produtos e serviços, assim como os bens e serviços usados pela organização.
- c) Implementação e Operação: implementação e organização dos processos para controlar e melhorar as atividades operacionais que são críticas do ponto de vista ambiental. Devem ser considerados os produtos e serviços da organização.
- d) Verificação e Ação Corretiva: verificação e ação corretiva incluindo o monitoramento, medição e registro das características e atividades que podem ter um impacto significativo no ambiente.
- e) Análise Crítica pela Administração: análise crítica do sistema de gestão ambiental pela Administração para assegurar a contínua adequação e efetividade do sistema.
- f) Melhoria Contínua: o conceito de melhoria contínua é um componente-chave do sistema de gestão ambiental, pois através dele a norma ISO 14001 pretende estimular a melhoria do desempenho.



Existem várias iniciativas privadas de gestão ambiental espontânea, em que, além das empresas adotarem as regulamentações da gestão ambiental pública, optam por investir em instrumentos que lhes garantam um diferencial com relação ao desempenho ambiental. As normas ISO série 14000 são o referencial internacional de maior interesse para o setor privado. A certificação com a ISO 14001 indica estar em conformidade com uma série de requisitos legais que garantem o controle dos padrões ambientais. No entanto, empresas que não podem arcar com os custos de implantação e consultoria para um sistema de grande porte podem contar com outras alternativas que trazem benefícios ambientais e econômicos. Uma dessas alternativas é a adoção da ferramenta Produção mais Limpa (P+L), que foca a prevenção à poluição com a redução na fonte da geração de resíduos e emissões.

PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A Produção mais Limpa (P+L) busca compreender o fluxo dos materiais na sociedade, investigando, em particular, a cadeia de produtos: de onde vêm às matérias-primas, como e onde elas são processadas, que desperdício é gerado ao longo da cadeia produtiva, que produtos são feitos dos materiais, e o que acontece a estes produtos durante o seu uso e o término da sua vida útil. A Produção mais Limpa também questiona a necessidade do próprio produto ou serviço, quanto à existência de outro processo produtivo mais seguro e que consuma menor quantidade de materiais e energia (THORPE, 1999).

No entendimento de Barbieri (2004), o modelo de produção inerente à P+L vem sendo desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUUDI), enquanto esforço para fomentar o desenvolvimento sustentável. Na concepção do autor, o conceito de tecnologia limpa deveria alcançar três propósitos distintos e complementares entre si, tais como: (a) lançar menos poluição ao meio ambiente; (b) gerar menos resíduos e consumir menos recursos naturais; e, (b) primar pela racionalização e redução dos recursos não-renováveis. Tais questões remetem a ideia de o cerne da discussão é pautada por tecnologias que sejam capazes de reduzir a poluição e economizar recursos.

A Comissão Nacional de Tecnologia Limpa (CNTL) considera P+L como avaliação técnica, econômica e ambiental de um processo produtivo e a posterior identificação de oportunidades que possibilitem sua maior eficiência, com menor impacto ambiental. Essa abordagem induz inovação nas empresas, dando um passo em direção ao desenvolvimento econômico sustentado e competitivo, não apenas para elas, mas para toda a região que abrangem (CNTL, 2008).

Para Silva e Medeiros (2004), uma organização ao adotar os princípios de Produção mais Limpa, ela está buscando tecnologias que substituam os tratamentos convencionais de “fim-de-tubo”, que são alternativas para remediar ações de agressão ao meio ambiente e que esperam que os resíduos sejam gerados para, então, tratá-los, por modificações no processo produtivo focadas na prevenção e controle de poluição na fonte.

Essas tecnologias de “fim-de-tubo” quando comparadas à tecnologia da Produção mais Limpa apresentam as seguintes vantagens: redução da quantidade de materiais e energia usados, apresentando assim um potencial para soluções econômicas; a minimização de resíduos, efluentes e emissões; a responsabilidade pode ser assumida para o processo de produção como um todo e os riscos no campo das obrigações ambientais e da disposição de resíduos podem ser minimizados (CNTL, 2002).

A figura 1 representa o fluxograma proposto pela P+L e as alternativas são apresentadas em três níveis. O primeiro traz as prioridades da P+L, que compreendem a modificação em produtos e processos objetivando reduzir emissões e resíduos na fonte, ou ainda, eliminar e reduzir a sua toxicidade. O segundo nível acontece quando a geração de resíduos é inevitável; a preferência deve se a de reintegrar os resíduos ao processo de produção da empresa. Já o terceiro nível é identificado quando se esgota a possibilidade de aproveitar a emissão ou o resíduo internamente. Dessa forma, devem ser aplicadas medidas de reciclagem externas, como a doação dos resíduos, caso isso não seja possível, os resíduos devem ser tratados de maneira adequada e descartados de maneira segura (BARBIERI, 2004).

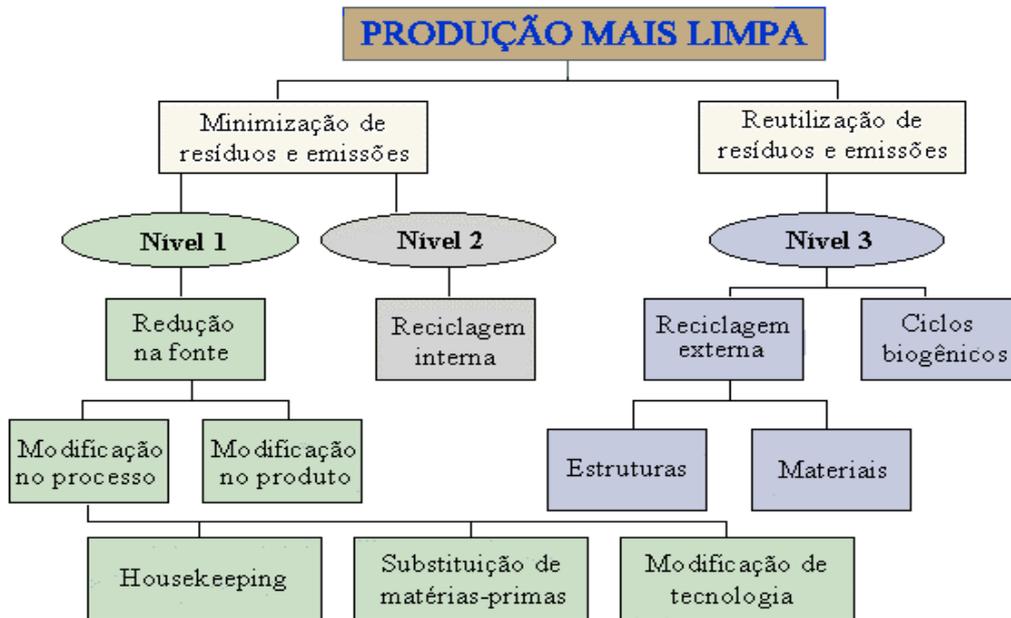


Figura 01: Níveis de aplicação da produção mais limpa. Fonte: CNTL (2008).

Indústria Cerâmica Vermelha

Os materiais cerâmicos são utilizados desde 4.000 a.C. pelo homem, destacando-se pela sua durabilidade, além da abundância da matéria-prima (argila) utilizada. Não se sabe exatamente a época e o local de origem do primeiro tijolo; possivelmente foram os romanos os primeiros a utilizarem o produto na forma que conhecemos hoje, as usinas desta civilização dominavam o processo de queima da argila. (SANTOS, 2002).

A cerâmica vermelha, também conhecida como cerâmica estrutural, integra o setor dos minerais não-metálicos da Indústria da Transformação Mineral, fazendo parte do conjunto de cadeias produtivas que compõem o Complexo da Construção Civil. Os produtos da cerâmica vermelha são caracterizados pela cor vermelha, representados por blocos de vedação e estruturais, telhas, tijolos maciços, lajotas e tubos, abrangendo 90% das alvenarias e coberturas utilizadas no país, além de outros produtos como objetos ornamentais e utensílios domésticos. O segmento utiliza basicamente a argila comum como principal fonte de matéria-prima. No Brasil, a argila destaca-se como a 4ª maior produção da mineração, posicionando-se abaixo da produção de agregados (631 Mt - areia 379 Mt e brita 282 Mt) e minério de ferro 372 Mt (MMT, 2011).

A competitividade do mundo globalizado influencia todos os setores da economia, e no setor de cerâmica vermelha não é diferente, a exigência por produtos com qualidade é requisito essencial para permanência da empresa no mercado. Nesse sentido, o segmento percebe a necessidade de enquadrar seus produtos às exigências das normas técnicas, o que minimizaria a diversidade de produtos existentes, proporcionando redução de custos de produção e melhor atendimento a construção civil. Os desperdícios que hoje ocorrem na indústria da cerâmica vermelha, de um modo geral, são da ordem de 30%. (COELHO, 2009).

Segundo a ABC, a região Nordeste, assim como as regiões Sul e Sudeste, apresenta um considerável índice de desenvolvimento da indústria cerâmica.

A região do Nordeste tem apresentado crescente desenvolvimento, impulsionado por outros setores como indústria e turismo. A demanda por edificações e instalações industriais tem crescido de maneira acentuada, aumentando a demanda por materiais cerâmicos, em especial os ligados à construção civil. (VIEIRA, 2009).

Sustentabilidade na Empresa

Crece o interesse por uma consciência ambiental no contexto da indústria, devido ao aumento nos níveis de poluição e seus efeitos e pelo desenvolvimento de leis e normas preventivas, contempladas pela legislação



brasileira e pelo crescimento da demanda por produtos “verdes” e processos “limpos” ou ecologicamente corretos (OLIVEIRA e ALVES, 2007).

De acordo com Bulhões (2000), o empresário liga-se a sustentabilidade exatamente por aquilo que é a razão econômica de existir da companhia: a produção de riquezas. É do interesse deles o gerenciamento ambiental, utilizando a tecnologia mais eficiente, que poupe mais recursos naturais e energia, que recicle os resíduos da empresa e que previna reclamações e insatisfações dos clientes.

A questão ambiental, além de gerar novas oportunidades de negócios, pode propiciar o surgimento de inovações tecnológicas significativas (LEMOS, 1998). Nesta direção, inovar, adequando-se às regulamentações, pode trazer algumas compensações, como, por exemplo: utilizar melhor os inputs, criar produtos melhores ou melhorar os resultados, a partir dos produtos, tanto para a empresa quanto para os clientes ou consumidores e para a sociedade (PORTER e LINDE, 1995; MAIMON, 1996; PAULI, 1996; 1998; ROMM, 1996).

Segundo Hartman e Stafford (1997), a proteção ambiental, aliada ao desenvolvimento econômico, é uma iniciativa que, além de aumentar a produtividade e a competitividade das empresas, vem sendo reconhecida pela certificação ambiental de sistemas e produtos, o que permite às organizações a oportunidade de agregar maior valor aos produtos e/ou serviços ofertados e ocupar uma situação privilegiada, em relação aos seus concorrentes, posicionando-se como uma organização ambiental e socialmente responsável.

Não se pode pensar em qualidade total, pensando somente na qualidade intrínseca do produto. É fundamental considerar a qualidade ambiental como um elemento a mais da competitividade (LORA, 2000).

MATERIAIS E MÉTODOS

Como ambiente de pesquisa foi escolhida uma empresa localizada em Teresina (PI), que atua no setor de cerâmica vermelha, especificamente na produção de telhas e tijolos.

O presente trabalho caracteriza-se como exploratório e descritivo. Exploratório por que será realizada uma breve avaliação das atividades executadas pela empresa, através da realização de visitas técnicas, a fim de identificar a existência de práticas da Produção mais Limpa. Descritivo, devido à elaboração de um levantamento relativo às características, componentes, fenômenos e informações de todas as etapas da produção de cerâmica vermelha, no intuito de se descrever, registrar, analisar, interpretar e avaliar os fenômenos ocorridos durante o processo produtivo.

De acordo com o CNTL (2000), para a devida operacionalização da pesquisa, na visita técnica será realizado o levantamento de dados para reconhecimento das principais matérias-primas, resíduos e insumos utilizados no processo produtivo, com respectiva quantidade utilizada e custo de aquisição, volume de produtos produzidos, principais equipamentos utilizados no processo produtivo, fontes de abastecimento e finalidades do uso de água e o tipo de tratamento utilizado, consumo de energia, consumo de combustíveis, locais de armazenamento e forma de acondicionamento de matérias-primas, insumos e produtos, os resíduos sólidos gerados - a forma de acondicionamento, o local e tipo de armazenamento e sua destinação final - a existência ou não de emissões atmosféricas e sistemas de controle utilizados, o custo relativo ao controle dos resíduos gerados e perdas de matérias-primas e insumos.

Com as informações obtidas, será elaborado um fluxograma de produção da cerâmica o qual consiste na identificação das etapas que compõem os serviços a serem analisados. Segundo a Gazeta Mercantil (1996), o desenvolvimento de fluxogramas para os processos e atividades setoriais da empresa fornece as informações sobre os locais das saídas de poluentes de cada atividade ou processo. Considera que, num processo industrial, as entradas são constituídas pelas matérias-primas, produtos auxiliares, água e energia. As saídas são os produtos acabados e semi-acabados. No entanto, sabe-se que os processos industriais apresentam outras saídas que são os poluentes gerados, estes merecem a devida atenção.



Como recurso para coleta de dados e análise de arquivos, será a aplicação de questionários e a observação. Se faz importante a aplicação do questionário, o qual estará embutido uma entrevista, ao gerente de produção, sendo a observação não participante a cargo das pesquisadoras. O questionário terá como referência o CNTL (2003), destacando-se o fato que o presente trabalho se limitará as etapas de pré-avaliação e avaliação dentre as cinco fases propostas por esta. O objetivo do questionário será identificar, através do ponto de vista do proprietário, se a empresa está promovendo ou poderia promover "Produção mais Limpa". Sendo composto por questões, o qual abordará aspectos gerais; plano de operações; plano financeiro; arquivo de dados; e plano de marketing. Como opções de respostas serão dadas SIM ou NÃO em que, o SIM, indicará que a empresa está promovendo ou poderia promover a produção mais limpa, o NÃO, significará que a empresa não adota práticas de produção mais limpa.

Quanto à entrevista, optou-se por aplicar essa técnica junto ao proprietário e o gerente de produção. Buscaremos, por meio de um roteiro semi-estruturado, identificar em quais áreas da empresa poderiam estar às oportunidades de aplicação da Produção mais Limpa e quais seriam estas oportunidades. A escolha da entrevista junto ao gerente de produção foi realizada adequadamente, para se obter amplamente a descrição do processo produtivo da empresa, bem como relacionar os resíduos gerados em cada etapa. Permitindo assim, a identificação das oportunidades da Produção mais Limpa como resolução dos problemas encontrados através da avaliação, traçando-se assim, um diagnóstico sobre as causas e consequências de cada etapa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Indústria foco deste estudo está situada no município de Teresina, no estado do Piauí, sendo sua localização na zona rural. Atua desde 2006 no segmento cerâmico, tendo como principal produto a telha.

É caracterizada como empresa de pequeno porte, possui um volume de produção em torno de 900.000 mil telhas/mês e comporta em sua estrutura atual 92 colaboradores.

A apresentação das avaliações e discussões dos dados obtidos junto a Cerâmica quanto ao processo produtivo e aos aspectos e impactos ambientais a ele relacionados, se deu através da aplicação do questionário com o gerente da Cerâmica, na qual procurou-se diagnosticar se a indústria tem ações referentes a produção mais limpa e se esta estaria apta a implementar a ferramenta.

Diante das informações obtidas no questionário e do reconhecimento do processo produtivo constatou-se que a empresa tem conhecimento do que seja uma Produção mais Limpa, visto que o entrevistado informou a respeito da adoção de práticas que visam à prevenção e minimização da quantidade de resíduos e do consumo de água, do reaproveitamento de energia no processo produtivo, bem como da existência de um núcleo responsável pelas questões ambientais, o que facilitaria a aplicação da ferramenta.

Segundo Motta (1998), os conhecimentos sobre benefícios ambientais e econômicos devem ser passados para direção da empresa, gerências, supervisores, encarregados e funcionários em geral. No entanto, quanto ao processo produtivo, constatou-se que a empresa conhece os resíduos gerados e busca minimizá-los, através da adoção de novas tecnologias e ações com seminários de conscientização e treinamento dos funcionários que visam melhorar o desempenho nas questões relacionadas à Produção mais Limpa.

Foi criado um fluxograma do processo produtivo (figura 2), no qual teve destaque a matéria-prima utilizada, as etapas do processo e os resíduos e emissões geradas em cada etapa.

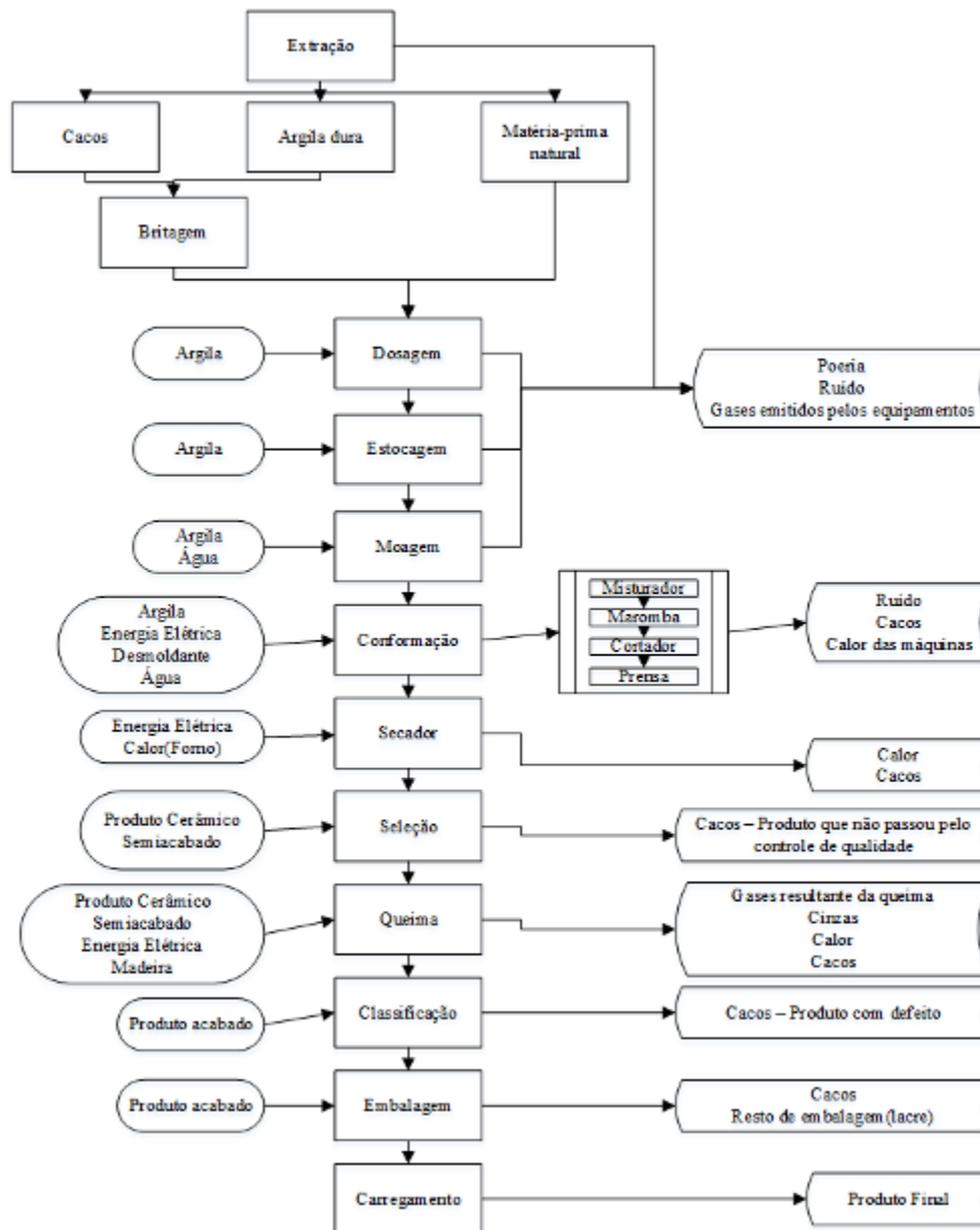


Figura 2: Processo Produtivo na Cerâmica. Fonte: Elaborada pelo autor, 2014.

A matéria-prima na extração é originada de morro e de várzea, são realizados testes de sondagem para se conhecer a altura da camada de argila, bem como sua qualificação. O transporte até o pátio de estocagem (figura 3) é feito por caminhões por via rodoviária, observou-se que a empresa faz-se a utilização de lonas, visando à redução da perda da matéria-prima durante o traslado (extração-pátio de estocagem) a fim de se evitar a poluição por meio de poeira e partículas em suspensão. Sobre essas áreas de mineração são adotadas como medidas mitigadoras: tanques para piscicultura e sistemas de irrigação.

O processo produtivo na cerâmica tem início no pátio de estocagem onde as argilas são armazenadas em montes no formato de pirâmides, classificadas de acordo com a qualidade da mesma.



Figura 3: pátio de estocagem da argila. Fonte: autor, 2014.

Ainda no pátio é realizada a dosagem das matérias-primas para sua homogeneização. Em seguida a argila é transportada por pás carregadeiras até o armazém (figura 4), onde fica estocada por um período de cinco meses.



Figura 4: Armazém de estocagem da argila. Fonte: autor, 2014.

Por meio de pás carregadeiras, a argila é levada até o caixão alimentador, de acordo com a figura 5, e encaminhada por esteiras para dois silos com capacidade de 80 toneladas/cada (figura 8), porém se utiliza apenas 80 toneladas por dia de argila, sendo o outro silo reservado para situações emergenciais em casos de falhas mecânicas. No início da esteira observou-se a presença de sensores para detecção de metais na passagem da argila, que passa também pelo moinho de martelos para moagem com controle de umidade de 7%, conforme figuras 6 e 7 respectivamente, sendo a água originada de poço tubular. Na etapa, existe ainda um filtro de mangas (figura 9) para retirada do pó em suspensão, que se encontra em fase de teste, na qual a funcionalidade deste equipamento é a recuperação de cerca 80% da matéria-prima dispersa durante os processos de preparação da mistura e moagem das argilas.



Figura 5: Caixa alimentador. Fonte: autor, 2014.



Figura 6: Sensores de metais e Umidificador. Fonte: autor, 2014.



Figura 7: Moinho de martelos (moagem). Fonte: autor, 2014.



Figura 8: Silos com capacidade de 80 toneladas. Fonte: autor, 2014.



Figura 9: Filtro de mangas. Fonte autor, 2014.

O pó acumulado no local é recolhido todas as noites para ser reaproveitado. Quanto ao processo descrito até aqui, é importante ressaltar que se dá no período noturno, a fim de minimizar a poeira provocada pelas ações do vento, e consequentemente o desperdício da matéria-prima.

A argila chega às peneiras (figura 10), onde é realizado um processo de segregação, no qual o material retido na primeira peneira possui dimensões de 0,8 mm, com cerca de 90% da matéria-prima moída, a qual é reservada para produção das telhas, a classificada entre 0,9 e 1,5 mm é destinada à produção de tijolos e acima de 1,5 mm retorna para o início do processo.



Figura 10: Peneiras. Fonte: autor, 2014.



Figura 11: Misturador. Fonte: autor, 2014.



Figura 12: Maromba. Fonte: autor, 2014.



Figura 13: Desmoldante e Cortador. Fonte: autor, 2014.



Figura 14: Tabletes em tamanho padrão. Fonte: autor, 2014.

Os tabletes alimentam as cavidades das prensas, submetidos a uma pressão específica, tendo sua forma definida de acordo com NBR 15310 (figura 15).



Figura 15: Prensa. Fonte: autor, 2014.



Figura 16: Telhas após prensagem nas vagonetes. Fonte: autor, 2014.

O processo térmico da Cerâmica compreende as etapas de secagem e queima. Após a etapa de conformação, as peças em geral continuam a conter água, proveniente da preparação da massa. No entanto, é necessário eliminar a mesma, de forma lenta e gradual, em secadores intermitentes e contínuos (figuras 17, 18 e 20), a temperaturas variáveis entre 35 °C a 60°C e controle de umidade entre 90% a 14%. A energia utilizada por esses secadores é elétrica, sendo também utilizado o calor proveniente dos fornos através de exaustores (figura 19), constatando-se assim uma medida para mitigação do consumo de energia ao tempo que reduz-se os custos da empresa.



Figura 17: Entrada das vagonetes no. Fonte: autor, 2014.



Figura 18: Saída das vagonetes do secador. Fonte: autor, 2014.



Figura 19: Exaustor. Fonte:2014

ENTRADAS								
Área para 32 ventiladores	Área para 2 pistas com 40 vagonetes em cada	Área para 32 ventiladores	Área para 2 pistas com 40 vagonetes em cada	Área para 32 ventiladores	Área para 2 pistas com 40 vagonetes em cada	Área para 32 ventiladores	Área para 2 pistas com 40 vagonetes em cada	Área para 32 ventiladores
SAÍDAS								

Figura 20: Esquema do secador. Fonte: elaborada pelo autor, 2014.

Na queima, os produtos adquirem suas propriedades finais. As peças são submetidas a um tratamento térmico a temperaturas elevadas que atingem até 900° C, permanecendo nos fornos por 14 horas. Há um total de 24 fornos, que apresentam um esquema de rotação a fim de se aproveitar o calor dos que estão em processo de queima para outros fornos e secador, sendo utilizados ventiladores para resfriar os que finalizaram a queima (figura 21), verificando-se assim boa produtividade e menor consumo de energia nos fornos.



Figura 21: Ventiladores para resfriamento do forno.
Fonte: autor, 2014.



Figura 22: Acomodação do produto no forno.
Fonte: autor, 2014.

A madeira utilizada para queima é certificada, proveniente do reflorestamento e nativa da região (capina), sua armazenagem é feita no pátio de estocagem em forma de piquetes de 1m³, que são transportadas pela combinação de carretinhas e elevador com capacidade de 2m³ até a entrada das caldeiras superiores (respectivamente as figuras 23 e 24). As cinzas originadas na queima são recolhidas uma vez por ano e utilizadas como adubo no reflorestamento. Quanto ao excesso de gases e calor lançados na atmosfera se dá por meio de uma chaminé, que possui filtro para retenção de partículas sólidas.



Figura 23: Carretinha para transporte da madeira.
Fonte: autor, 2014.



Figura 24: Elevadores da madeira a parte superior do forno. Fonte: autor, 2014.

No que concerne às caldeiras, pode-se observar a presença de termostatos móveis para controle da temperatura durante a queima, essas caldeiras são alimentadas na parte superior do forno por meio de madeiras selecionadas para passagem em diâmetros de aproximadamente 20 cm, conforme figuras 25 e 26.



Fonte 25: Diâmetro de alimentação do forno. Fonte: autor, 2014.



Figura 26: Parte superior do forno. Fonte: autor, 2014.

Durante a queima ocorre uma série de transformações em função dos componentes da massa, tais como: perda de massa, desenvolvimento de novas fases cristalinas, formação da fase vítrea e soldagem dos grãos.

Após o tratamento térmico, é realizada a retirada do produto acabado e feita uma classificação visual e sonora (som vítreo), conforme figura 27. O produto que não passou pelo controle de qualidade será reaproveitado no processo, e aquele aprovado segue para embalagem do produto no padrão de $\frac{1}{2}$ m³ e depois para embarque e transporte do produto final (figura 28).

Os tijolos são produzidos somente para efeito de qualidade das telhas.



Figura 27: Produto cerâmico para classificação. Fonte: autor, 2014.



Figura 28: Embalagem e carregamento. Fonte: autor, 2014.



CONCLUSÕES

A Cerâmica apresenta, mesmo que de forma inconsciente práticas de Produção mais Limpa, podendo-se concluir que o panorama geral da empresa em estudo não apresenta uma perda significativa no que se refere ao seu principal produto (telhas) chegando apenas a 0,89% de desperdício das peças, devido à automação do processo produtivo, controle de umidade e forno eficiente com controle de temperatura. Constatando-se que ao implementar práticas de P+L, o processo produtivo tornar-se-ia mais econômico e sustentável, proporcionando assim visibilidade para a certificação da mesma.

O conhecimento, por parte da empresa, sobre os resíduos gerados, somando-se a implementação do monitoramento no processo produtivo contribuem para melhoria contínua do processo e minimização de aspectos significativos como poeira, ruído e calor.

Diante do exposto pode-se perceber que implementação da produção mais limpa no setor cerâmico, como ferramenta de gestão ambiental é uma aposta satisfatória para empresários que buscam à excelência para suas indústrias e que desejam aumentar seu grau de lucratividade, responsabilidade ambiental e social.

Podendo-se concluir como adoções de práticas de produção mais limpa conforme relacionado abaixo:

PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (CNTL)	PRÁTICAS DE CERÂMICA EM ESTUDO
Dosagem e concentração de produtos	Traço da argila e controle de umidade.
Reorganização dos intervalos de limpeza	Limpeza diária no turno da noite.
Treinamento e capacitação das pessoas envolvidas no programa de P+L.	Treinamento mensal dos funcionários para a boa operacionalização do processo produtivo.
Mudanças tecnológicas	Aquisição de filtro de mangas. Trocas de bomba de vácuo por ar seco. Reutilização do calor dos fornos para os secadores.
Minimização dos desperdícios e ou reutilização.	Otimização do corte da argila (tabletes) que vai à prensa. Reutilização do calor dos fornos para os secadores. Reutilização dos cacos gerados no Processo produtivo, para o mesmo propósito.
Consciência ambiental	Madeira oriundas de reflorestamento. Utilização de resíduos provenientes dos fornos (cinzas) para adubação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Cerâmica - ABC. *Cerâmica no Brasil – introdução*. 2002. Disponível em: <http://www.abceram.org.br/asp/abc_21.asp>. Acesso em: 14 out. 2014.
2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 14001: Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso*. Rio de Janeiro: ABNT, 27p. 2004.
3. Anuário Estatístico 2010. *Setor de Transformação de Não Metálicos*. Ministério de Minas e Energia – MME.
4. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA - ANICER. *Dados do setor*. Disponível em: <<http://www.anicer.com.br>>. Acesso em: 01 dez. 2014.
5. BARBIERI, J. C. *Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. São Paulo: Saraiva, 2004.
6. BULHÕES, F. *Em busca da qualidade*. Editora Record. São Paulo. 1999, 264p.
7. CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas Senai. *O que é Produção mais Limpa?* Porto Alegre, 2008.
8. CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas. *Manual metodologia de implantação do programa de produção mais limpa*. Curso de Consultores em Produção mais Limpa. Fortaleza: CNTL, 2002.
9. CNTL. *Manual 2 – Diagnóstico ambiental e de processos*. Porto Alegre, 2000.



10. CNTL. *Implementação de programas de produção mais limpa*. Porto Alegre: CNTL – SENAI/RS, 2003. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/cntl>>. Acesso em: 08 de Setembro de 2014.
11. COELHO, J. M. *Projeto de assistência técnica ao setor de energia: perfil de argilas para cerâmica vermelha*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2009. (Relatório Técnico, 32)
12. FRESNER, J. Cleaner production as a means for affective environmental management. *Journal of Environmental Management*. London, v. 6, n.1, p. 171- 179, 1998.
13. GAZETA MERCANTIL. *Gestão Ambiental: compromisso da empresa*, São Paulo, n. 1, abr. 1996a. Suplemento.
14. GOMES, C. F. *A argila o que são e para que servem*. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986.
15. HARTMAN, C. L.; STAFFORD, E. R. Market-based environmentalism: developing green marketing strategies and relationships. *AMA – American Marketing Association*, pp. 156-163, winter, 1997.
16. INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION 2, 2009, São Paulo. *Redução do Desperdício de Lenha e Matéria-prima Aplicando a Metodologia de Produção mais Limpa no Setor de Cerâmica Vermelha na Região do Seridó*. CEPIS – Centro de Produção Industrial Sustentável, 2009. 9 p.
17. LEMOS, A. D. *A Produção Mais Limpa com geradora de inovação e competitividade: o caso da Fazenda Cerro do Tigre*, 1998 1v. Tese monografia do Programa de pós graduação em administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
18. LORA, E. *Prevenção e controle da poluição no setor energético industrial de transporte*. Brasília: ANEEL, 2000.
19. MAIMON, D. *Passaporte verde: gestão ambiental e competitividade*. Rio de Janeiro: Quality-mark, 1996.
20. MOTTA, R. S. *Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília. 1998.
21. OLIVEIRA, F. E. M. *Acompanhamento da Produção Industrial em cerâmica da microrregião do Vale do Assu*: Estudo de caso - 2011. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/232/arquivos>>. Acesso em: 28 nov. 2014.
22. OLIVEIRA, J. F. G. de; ALVES, S.M. Adequação ambiental dos processos usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental. *Produção*, v. 17, n. 1, p. 129-138, jan./abr. 2007.
23. PAULI, G. *Emissão zero: a busca de novos paradigmas – o que os negócios podem oferecer à sociedade*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.
24. PAULI, G. *Upsizing: Como gerar mais renda, criar mais postos de trabalho e diminuir a poluição*. Porto Alegre: L&PM Editores, 1998.
25. PEREIRA, C. L. de F. *Produção mais Limpa como um instrumento de gestão ambiental: Estudo de caso de uma indústria de cerâmica esmaltada*. 2003. 113f. Tese (Mestrado em Gestão e Políticas ambientais) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
26. PORTER, M. E.; LINDE, C. V. D. Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, v. 73, nº 5, pp. 120-134, Sep./Oct. 1995.
27. ROMM, J. J. *Um passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica*. São Paulo: Futura, 1996.
28. REIS, L. F. S. S. D.; QUEIROZ, S. M. P. *Gestão ambiental em pequenas e médias empresas*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 140p., 2004.
29. SANTOS, A. R. *Metodologia Científica: a construção do conhecimento*. 5. ed. rev. Rio de Janeiro: 2002.
30. SCHWOB. *Perspectivas de difusão do gás naturalna indústria brasileira de cerâmica vermelha*. COPPE UFRJ, Dissertação de Mestrado em planejamento energético, 2007.
31. SPERANDIO, S. A; GASPARG, M. A. Gestão socioambiental em empresas industriais. *Revista de Adm. UFSM*, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 21-40, 2009.
32. SILVA, G. C. S. da; MEDEIROS, D. D. de. Metodologia de checkland aplicada à implementação da produção mais limpa em serviços. *Gestão da Produção*, v.13, n3, p.411-422, 2006.
33. THORPE, B. Citizen's Guide to Clean Production. Clean Production Network. University of Massachusetts Lowell, 1999.37 p. In: CARDOSO, L. M. F. *Indicadores de produção Limpa: Uma proposta para análise de relatórios ambientais de empresas*. Salvador, 2004. Dissertação (Mestrado Profissional em gerenciamento e tecnologia Ambiental no processo produtivo) – Universidade Federal da Bahia.
34. VIEIRA, C. M. F., FEITOSA, H. S., MONTEIRO, S. N. Avaliação da Secagem de Cerâmica Vermelha Através da Curva de Bigot. *Revista Cerâmica Industrial*, ano 8, n.1, Janeiro/Fevereiro, 2009.