



Proposta de produção mais limpa para uma indústria de fabricação de telhas cerâmicas

Alessandra Freddo ¹, Cristiane Witcel ², Jheini Cristina Camana ³, Thiago Edwiges ⁴

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (ale_freddo@hotmail.com)

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná (cristiane_eng.ambiental@hotmail.com)

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná (jheinicris@hotmail.com)

⁴Universidade Tecnológica Federal do Paraná (thiagoe@utfpr.edu.br)

Resumo

O acelerado crescimento populacional implicou em uma expansão industrial. A produção de bens e produtos, fabricados com base na exploração de recursos naturais, consome elementos da natureza e gera volume considerável de resíduos. Diante do exposto, a Produção mais Limpa (P+L) se mostra uma ferramenta favorável de forma preventiva em relação aos seus aspectos ambientais apresentando vantagens ambientais e econômicas. O presente estudo teve como objetivo identificar oportunidades de melhorias no processo produtivo de telhas cerâmicas, a redução de impactos ambientais e de custos de produção por meio de aplicação de técnicas de P+L em uma indústria cerâmica de pequeno porte, para isso foram realizadas as seguintes etapas: diagnóstico, balanço de material e energia, síntese e implantação. Os números do processo de produção foram obtidos por meio de visitas *in loco* para a posterior construção dos indicadores de desempenho da empresa para que melhorias no processo e/ou redução de custo fossem propostas. As opções de melhoria propostas foram: substituição da lenha por briquete de cana de açúcar que possui maior poder calorífico e menor umidade tornando mais eficiente a geração de calor, e transformação dos cacos cerâmicos em agregados para serem incorporados a massa de concreto na construção civil. As melhorias propostas além de contribuir para a redução da degradação ambiental ocasionada pela extração de recursos naturais como argila e madeira, e pela geração de resíduos cerâmicos; gera redução nos custos durante o processo produtivo da indústria. Todas as sugestões se apresentaram positivas quanto a análise ambiental técnica e econômica.

Palavras-chave: Cerâmica. Tecnologias. P+L.

Área Temática: Tecnologias Limpas.

Proposal for cleaner production to a manufacturing industry of ceramic tiles

Abstract

The rapid population growth led to an industrial expansion. The production of goods, manufactured based on the exploitation of natural resources, uses elements of nature and generates considerable amount of waste. Given the above, the Cleaner Production (CP) shown a favorable tool preventively in relation to its environmental aspects presenting environmental and economic advantages. This study aimed to identify opportunities for improvement in the production process of ceramic tiles, reducing environmental impacts and



production costs through application of CP techniques in a small ceramic industry. For that were performed the following steps: diagnosis, material and energy balance, synthesis and implementation. The data on production process were obtained through on-site visits for the subsequent construction of the company's performance indicators for process improvements and / or cost reduction were proposed. The options for improvement proposals were: replacement of firewood by briquettes from sugar cane which has higher calorific value and lower humidity making more efficient heat generation, and transformation of ceramic shards in aggregate to be incorporated into the concrete mass in construction. The proposed improvements and contribute to the reduction of environmental degradation caused by the extraction of natural resources such as clay and wood, and the generation of ceramic waste; leads to reduction in costs during the production process of the industry. All suggestions indicated environmental, technical and economic feasibility.

Key words: Ceramics. Technologies, Cleaner production.

Theme Area: Clean Technologies



1 Introdução

O acelerado crescimento populacional implicou numa expansão industrial para atender a essa demanda. A produção de bens e produtos, fabricados com base na exploração de recursos naturais, consome elementos da natureza e gera volume considerável de resíduos. Nessa situação, a questão ambiental passou a ser assunto de preocupação, estando cada vez mais integrada ao conceito de modernidade empresarial (SCHMITZ & SCHENINI, 2006).

Atender aspectos sociais e ambientais se tornaram condições essenciais para empresas que buscam diferencial competitivo no mercado em que atuam. Para tanto, as organizações fazem uso de metodologias que as auxiliem na verificação e obtenção de um desempenho ambiental eficiente (SILVA *et al.*, 2015).

Diante do exposto, a Produção mais Limpa que tem como finalidade aprimorar a eficiência dos processos produtivos e serviços, se mostra uma ferramenta favorável à atuação das empresas de forma preventiva em relação aos seus aspectos ambientais (PIMENTA & GOUVINHAS, 2012), apresentando vantagens ambientais e econômicas.

O segmento de cerâmica vermelha causa impacto no meio ambiente por possuir estrutura e características particulares. Os problemas ambientais gerados referem-se especialmente a extração e consumo de matérias-primas: argila, água, lenha, etc.; rejeitos de produção, principalmente, produtos defeituosos e emissões gasosas (material particulado), oriundas da queima (MACIEL & FREITAS, 2013).

Conforme a Associação Brasileira de Cerâmica – ABCERAM, a cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas. Por ser um setor amplo e heterogêneo, é dividido em subsetores ou segmentos em função de diversos fatores como matérias-primas, propriedades e áreas de utilização. A cerâmica vermelha é composta de materiais com coloração avermelhada empregados na construção civil (tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas e também utensílios de uso doméstico e de adorno) (ABCERAM, 2015).

No presente estudo, analisou-se o processo produtivo de uma indústria cerâmica vermelha de pequeno porte localizada na região oeste do estado do Paraná, com o objetivo de verificar possíveis melhorias no processo produtivo através da aplicação de técnicas de produção mais limpa. As sugestões de implantação de medidas de P+L foram realizadas a partir do diagnóstico da atual situação ambiental da indústria, que consistiu na identificação e quantificação de resíduos gerados a partir da descrição do fluxograma de produção de telhas cerâmicas, consumo de água e energia e argila.

2 Metodologia

O presente estudo foi realizado em uma indústria cerâmica de pequeno porte, localizada na região oeste do estado do Paraná, cuja fabricação se concentra em peças de cerâmica vermelha como telhas e tijolos. A elaboração do projeto de P+L teve como base a metodologia preconizada pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2003), que pode ser resumida nas etapas de diagnóstico, balanço de material e energia, síntese e implantação.

A implantação de um Programa de P+L em um processo produtivo segue uma sequência de cinco etapas: planejamento e organização; pré-avaliação e diagnóstico; avaliação; estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental e implementação de planos de continuidade. O estudo contemplou as seguintes etapas:



- Diagnóstico ambiental do processo produtivo: esta etapa foi constituída pelas atividades de definição do fluxograma do processo produtivo; avaliação das entradas e saídas; elaboração de indicadores e balanço de massa do processo produtivo;
- Identificação de oportunidades de melhoria: esta etapa consistiu na identificação das causas de geração de resíduos, seleção do foco de avaliação e identificação de opções de P+L;
- Estudo de viabilidade: etapa foi composta pelas atividades de avaliação técnica, econômica e ambiental das oportunidades identificadas.

Os números do processo de produção foram obtidos por meio de visitas *in loco* e a coleta de dados em forma de registros de um ano de produção, como notas de compra de matérias-primas, de produtos químicos, contas de água e de energia elétrica e notas de quantidades de resíduos transportados. Na indisponibilidade de consulta de registros de algum dado pertinente, consultou-se a literatura e estimaram-se valores conforme o porte e característica da indústria.

Os dados foram utilizados para a construção dos indicadores de desempenho da empresa para que melhorias no processo e/ou redução de custo fossem propostas. As informações recolhidas ou calculadas para elaboração dos indicadores de desempenho na cerâmica resumem-se a: consumo de água, consumo de energia, geração de resíduos e uso de matérias-primas.

3. Resultados e Discussões

As ações e sugestões de implantação de medidas de P+L foram realizadas a partir do diagnóstico da atual situação ambiental da indústria, que consistiu na identificação e quantificação de resíduos gerados a partir da descrição do fluxograma de produção de telhas cerâmicas, consumo de água e energia e argila.

Os indicadores ambientais constituem expressões específicas que fornecem informação sobre o desempenho ambiental de uma organização. Os indicadores elaborados possuem relação com a produção encontrada na empresa e podem ser verificados no Quadro 1.

Quadro 1. Produção de telhas cerâmicas em um ano

Denominação dos produtos	Produção		Peso peça (kg)		Relação peso verde/queimado	% hidratação barro
	Milheiros	Quilos	Verde	Queimado		
Telhas cerâmicas	3.549	10.647.00	3,48	3,00	1,16	0,10

3.1 Substituição do combustível

O combustível empregado na empresa é a lenha em forma de toras que ficam expostas as condições de chuva, ou seja, a lenha apresenta baixo poder calorífico e ainda apresenta alta umidade.

A proposta seria a substituição da lenha por briquete de cana de açúcar que possui maior poder calorífico e menor umidade tornando mais eficiente a geração de calor no



processo. O Quadro 2 apresenta a diferença no poder calorífico e umidade desses combustíveis.

Quadro 2. Poder calorífico e umidade de diferentes combustíveis

Material	Poder Calorífico (kcal/kg)	Umidade (%)
Lenha em tora	2400	40
Briquete (Cana de Açúcar)	4600	10

3.2 Geração de resíduos sólidos

Os principais motivos para ocorrência dos resíduos cerâmicos foram relacionados à existência de irregularidades (raízes, pedras) presentes na matéria prima, irregularidades na secagem e na queima, manuseio das peças durante o armazenamento e transporte. O Quadro 3 apresenta a quantidade de resíduos gerados na cerâmica no decorrer de um ano de produção.

Quadro 3. Resíduos gerados na produção por ano

Denominação dos produtos	Quebra na produção verde: 2%		Quebra na produção queimada: 3%	
	P/MIL. (Peça)	Total (Peças)	P/ MIL. (Peças)	Total (Peças)
Telhas cerâmicas	12	42.588	18	63.882

A opção de melhoria quanto aos resíduos relaciona a transformação dos cacos cerâmicos em agregados para serem incorporados a massa de concreto na construção civil. Estudos e análises realizada por GONÇALVES (2007) indicaram que os resíduos da indústria cerâmica podem ser incorporados ao concreto, sem que haja influência significativa em sua resistência. Resultados semelhantes foram obtidos por EVANGELISTA *et al*, que mostrou ser pequena a redução quanto a resistência à compressão do concreto misturado com resíduos cerâmicos.

Essa pequena redução não inviabilizaria a utilização do resíduo cerâmico em massa de concreto, pois o teor de sílica apresentado pelo resíduo apresentou atividade pozolânica, característica muito importante quando se trata da durabilidade das estruturas de concreto e das argamassas aplicadas na construção civil.

3.3 Perda e substituição da matéria prima

Na análise do processo produtivo da empresa, verificou-se a ocorrência de grande perda de argila durante várias etapas do processo (transporte, estocagem, preparação da matéria prima e da massa) e também se concluiu que a argila era responsável por uma grande parte dos custos do produto final (o produto final é constituído basicamente de argila). O Quadro 4 apresenta a quantidade de argila consumida no processo produtivo.

Quadro 4. Consumo de argila e lenha no processo por ano

Denominação dos produtos	Consumo de argila			Consumo de lenha	
	Quant. (t.)	R\$/MILH.	R\$ Total	P/ MIL. (m ³)	Total
Telhas cerâmicas	10.649	5,00	17.745	1	8.681,31



Procuraram-se opções de substituição total ou parcial da argila no processo, pois além do custo do produto outro problema é a extração da argila que é altamente impactante ao meio ambiente. A melhor opção determinada foi quanto à utilização de lodo de esgoto como matéria prima parcial na produção das telhas.

Segundo DIAZ (2013), estudos realizados com lodo de esgoto para a produção de telhas tem apresentado resultados satisfatórios, sendo que o produto final é um produto de boa qualidade. Outras vantagens determinadas foram: a redução na quantidade de lodo que é descartado nos aterros (o lodo geralmente é depositado em aterros sanitários, diminuindo assim a vida útil do mesmo) e também a diminuição na extração de argila da natureza (menor impacto ao meio ambiente).

Analizando o estudo realizado por DIAZ (2013), conclui-se que a porcentagem que será utilizada no processo é de 50% de argila e 50% de lodo (dependendo da disponibilidade de lodo), essa mistura foi a que apresentou melhor relação entre propriedades físicas e mecânicas. O lodo será adicionado ao processo na etapa de preparação da massa, onde será realizado a mistura do lodo com a argila.

4. Conclusões

São diversas as vantagens da implantação de um programa de P+L, entre elas a redução de custos de produção, aumento da competitividade, diminuição dos riscos de acidentes ambientais; melhoria das condições de saúde e de segurança do trabalhador; melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores, poder público, mercado e comunidades; ampliação de suas perspectivas de atuação no mercado interno e externo; maior acesso a linhas de financiamento; melhoria do relacionamento com os órgãos ambientais e a sociedade, entre outros.

As opções de melhoria propostas além de contribuir para a redução da degradação ambiental ocasionada pela extração de recursos naturais como argila e madeira, e pela geração de resíduos cerâmicos; gera redução nos custos durante o processo produtivo da indústria. Todas as sugestões se apresentaram positivas quanto a análise ambiental técnica e econômica.

Referências

ABCERAM. **Associação Brasileira de Cerâmica.**

DÍAZ, **Estudo da possibilidade do uso de lodo de esgoto e lama vermelha como matérias-primas cerâmicas.** Dissertação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

EVANGELISTA, A.C.J., et al. **Aplicação de resíduos cerâmicos como adição mineral na produção de argamassas e concretos.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, nº 3, abril. 2006. Disponível em: <http://www.rbciamb.com.br/publicacoes3.asp>

GONÇALVES, J. P. **Utilização do resíduo da indústria cerâmica para produção de concretos.** Revista Escola de Minas, vol. 60, nº. 4, out-dez, 2007, pp. 639-644. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56416459009>> ISSN 0370-4467

MACIEL, D.S.C. ; FREITAS, L. S. **Análise do processo produtivo de uma empresa do segmento de cerâmica vermelha à luz da produção mais limpa.** Revista Produção Online, v. 13, p. 1355, 2013.



PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. **A produção mais limpa como ferramenta da sustentabilidade empresarial: um estudo no estado do Rio Grande do Norte.** Prod. [online]. 2012, vol.22, n.3, pp. 462-476. ISSN 0103-6513.

SANCHES, Camila. **Análise Econômica do Setor de Cerâmica Brasileiro e as Possibilidades de Exportação.** 10ª Mostra Acadêmica UNIMEP - Congresso de Pós-Graduação, 2012.

SCHMITZ, F. Rensi; SCHENINI, P. C. **Produção mais Limpa.** Revista de Ciências da Administração (CAD/UFSC), v. 8, p. 293-315, 2006.

SENAIS-RS. **Implementação de programa de produção mais limpa.** Porto Alegre: CNTL, 2003, 42 p.

SILVA, N. A.; FURTADO, O. S.; DIAS, W. S.; SELLITTO, M. A. **Avaliação do Desempenho Ambiental em uma Empresa da Indústria Cerâmica de Tocantins.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, p. 848-861, 2015.

WERNER, E. de M. **Produção Mais Limpa: Conceitos e Definições Metodológicas.** INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção, vol. 03, nº 02, Fevereiro, 2011. Disponível em: <www.ingepro.com.br> ISSN 1984-6193.