



1st
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

IV SEMANA PAULISTA DE P+L
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

Eficiência Ambiental Como Fator Gerador de Aumento de Produtividade – Apresentação de Resultados Obtidos em Indústria Cerâmica no Estado do Ceará

Cândido H. A. Bezerra ^a, Josimeire A. Gomes, Ms. ^b, Kassandra M. A. Morais ^c, Irani C. Mattos, Dr. ^d e Rossana B. Silveira Ms. ^e

a. SENAI-CETAE, Fortaleza/Ce, chbezerra@sfiec.org.br

b. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/Ce, josimeireag@hotmail.com

c. SENAI-CETAE, Fortaleza/Ce, kmmorais@sfiec.org.br

d. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/Ce, ic-mattos@uol.com.br

e. SENAI-CETAE, Fortaleza/Ce, rsbarros@sfiec.org.br

Resumo

A pesquisa foi realizada na Cerâmica Cajazeiras, indústria do setor cerâmico situada em Cascavel-Ceará. Os principais produtos produzidos e comercializados pela empresa são blocos de vedação, lajes e blocos estruturais. A principal matéria prima utilizada é a argila. São gerados efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas durante as atividades produtivas. Os resíduos sólidos são gerados a partir da perda de materiais por defeito no produto acabado. Estima-se uma produção de mais de 2500 milheiros de blocos danificados por ano. O consumo de água, matéria-prima, energia e de resíduos sólidos por produto foram definidos como indicadores ambientais com o objetivo de identificar o consumo por bloco de cerâmica produzido, além de identificar a perda econômica gerada pelo desperdício de blocos danificados na produção. Com essa análise foram sugeridas algumas alternativas para minimização da produção de resíduos, efluentes e emissões dentro do Programa de Produção mais Limpa, tais como, Modificação no produto, Modificação de tecnologia, Reuso e reciclagem, Compostagem, Alterações no processo, entre outros. A partir da avaliação dos dados levantados a empresa foi dividida por setores (preparação, extrusão e queima) para identificação de oportunidades e/ou problemas, plano de ação e estratégias, barreiras e necessidades, além da identificação do nível de prioridade. Devido a utilização de boquilha inadequada o processo de extrusão dos blocos cerâmicos apresentava um índice de retrabalho verificado em até 30%. Com a troca de equipamento por boquilhas novas e balanceadas verificou-se um decréscimo no índice de retrabalho em 12%, gerando um melhor aproveitamento dos recursos naturais e energéticos e conseqüentemente melhores índices de produtividade e receita. Associado a melhoria tecnológica da troca de equipamento de boquilha, foi realizado um levantamento de impurezas que permitiu o planejamento de um manejo da extração e preparação da argila mais adequado, permitindo a entrada de argila no processo produtivo mais limpa de impurezas e desta forma proporcionando melhores resultados na produção. Através de levantamentos *in loco* foi constatado que a utilização de porta simples gera um consumo de 0,08m³/milheiro a mais

do que com a utilização de portas duplas nos fornos hoffmans. Com relação às melhorias ambientais tem-se: Menor consumo de lenha por peça produzida, ao fim de um ano teremos uma área de 36Ha de matas do bioma caatinga que não foram desmatados, considerando que 1ha de mata do bioma caatinga produz 52m³ de lenha nativa (dados da FIERN), proporcionando um impacto ambiental menor do que o anterior a implantação do Programa de Produção mais Limpa.

Keywords: Produção mais Limpa, impacto ambiental, resíduos sólidos, geração de efluentes.

1. Introdução

A pesquisa foi realizada na Cerâmica Cajazeiras, indústria do setor cerâmico com 13 anos de atuação situada em Cascavel-Ceará, faixa litorânea do Estado do Ceará, dentro da planície fluvial do rio Choró a 60 km de distância de Fortaleza pela CE 040. No período em que foi realizado o trabalho, contava com 120 funcionários trabalhando em horário integral. Atua no mercado em âmbito estadual, não tem certificações e está licenciada junto à Superintendência de Meio Ambiente do Estado e ao IBAMA.

Os principais produtos produzidos e comercializados pela empresa são: Bloco de Vedação, Laje H 8 e Bloco Estrutural. Tendo a argila como principal matéria prima utilizada num total anual de 38.880 toneladas ao custo unitário de R\$ 5,20/t e custo total anual de R\$ 202.176,00.

O consumo energético do processo industrial é totalizado em 626 CV, distribuído nos seguintes equipamentos: Bombeamento d'Água/ bomba de vácuo; Alimentação e Transporte (Esteira); Misturador/Laminador/Caixa Alimentador; Extrusão; Exaustor (Queima) e Compressor. Os combustíveis utilizados na Cerâmica são óleo combustível e lenha. Mensalmente a empresa utiliza em média x litros de óleo e 1820 m² de lenha.

A empresa utiliza poço como fonte de abastecimento d'água para o processo produtivo. Não havia, quando da realização do presente trabalho, controle de consumo hídrico nem sistema de tratamento da água. Não há sistema de tratamento de efluentes sanitários. Os efluentes líquidos sanitários são destinados para o rio Choró. São gerados efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas durante as atividades produtivas. Os efluentes líquidos são gerados nas seguintes atividades: Área de estoque de argila; Processos produtivos; Lavagem de pisos e equipamentos e Lavagem de veículos.

As emissões atmosféricas (CO² e material particulado) são geradas nos seguintes pontos: FORNO HOFFMAN e FORNO TÚNEL, ambos movidos a lenha e VEÍCULOS DE CARGA, movidos a diesel. Os resíduos sólidos são gerados a partir da perda de materiais por defeito no produto acabado. Estima-se uma produção de mais de 2500 milheiros de blocos danificados por ano.

2. Balanço de massa

TABELA DE SAÍDA DE MASSA (MÊS BASE – JUNHO/06)

PRODUTO	UNIDADE	MASSA	TOTAL (T)
Bloco 9X19X19	763.700	2,639Kg	2015,4
Bloco 10X20X20	66.600	2,710Kg	180,48
Bloco 9X18X18	98.000	2,195Kg	215,11

TABELA DE SAÍDA DE MASSA (MÊS BASE – JUNHO/06)

Bloco 12X20X20	24.000	2,810Kg	67,44
Bloco 07X20X20	14.000	2,295Kg	32,13
Bloco 08X20X20	9.000	2,315Kg	20,83
Bloco 14X20X20	5.000	2,910Kg	14,55
Laje H8 08X19X34	8.500	3,108	26,42
Estrutural 14X19X34	13.050	5,920	77,25
VALOR TOTAL			2.649,61

TABELA DE ENTRADA DE MASSA

PRODUTO	QUANTIDADE (T/MÊS)
ARGILA	3.240,00

TABELA DE BALANÇO DE MASSA

PRODUTO	ENTRADA (T/MÊS)	SAÍDA (T/MÊS)	BALANÇO(T/MÊS)
ARGILA	3.240,00 (100%)	2.649,61 (81,78%)	590,39 (18,22%)

3. Indicadores ambientais

Indicadores	Objetivo do Indicador	Antes da Produção Mais Limpa
01. Consumo de água por produto	Identificar o consumo hídrico por bloco produzido	Não existe controle de consumo hídrico - M ³ /t
02. Consumo de matéria-prima por produto	Identificar o consumo de argila por bloco de cerâmica produzida	1,22 Kg/Kg
03. Consumo de energia por produto	Identificar o consumo de energia por bloco de cerâmica produzida	2,4 MWh/t
04. Geração de resíduos sólidos por produto	Identificar o consumo de energia por bloco de cerâmica produzida	223 Kg/t
05. Custos associados a resíduos sólidos	Identificar a perda econômica gerada pelo desperdício de blocos danificados na produção	12.675 R\$/t

4. Oportunidades e estudos de caso

Nº	Alternativas para minimização	Resíduos, efluentes e emissões						PROGRAMA P+L
		1	2	3	4	5	6	
M	Modificação no produto							
II	Substituição de matéria-prima (MP)							
III	Melhoria no preparo da MP	x	x					
IV	Modificação de tecnologia	x	x					
V	Otimização de parâmetros operacionais	x	x					
VI	Logística associada a resíduos	x						
VII	Melhoria no sistema de informações							
VIII	Automação de processos		x					
IX	Padronização de procedimentos	x	x					
X	Melhoria do sistema de compras							

XI	Reuso e reciclagem interna								
XII	Reuso e reciclagem externa								
XIII	Compostagem interna ou externa								
XIV	Alterações no processo, inclusão ou exclusão de etapas ou sistemas	x							
XV	Substituição de embalagens								

5. Avaliação dos dados levantados – Oportunidades de Produção Mais Limpa

Área da Empresas	Oportunidades e ou problemas	Plano de ação, estratégias ou opções	Barreiras e necessidades	Prioridade*
Preparação	Grande quantidade de impurezas na massa	Implantação de um manejo adequado da argila a partir da extração até a preparação, considerando tempo de "maturação" da massa e grau de impurezas determinantes na mistura	Para que o procedimento de manejo adequado seja totalmente implantado, requer um tempo relativamente alto devido o tempo de maturação da massa ser entre 18 a 36 meses de acordo com o grau de impurezas identificadas	0
Extrusão	Boquilha fora de esquadro, sem inclinação adequada, com dimensões internas não padronizadas e nível de acabamento grosseiro	Troca das boquilhas por boquilhas de porcelana	Custo de uma boquilha de porcelana nova – R\$ 6.000, como seriam duas ficaria R\$ 12.000 aproximadamente	0
Extrusão	Presença inadequada de soda entre dois cavaletes e tamanho inadequado dos mesmos	Aquisição de um conjunto de dardos de porcelana	Custo de R\$ 3.600 aproximadamente	1
Queima	Perda de calor no fornos Hoffman, diminuindo a potencia de queima dos mesmos	Utilização de portas duplas para vedação dos fornos	Requer uma sensibilização por parte dos operários para que haja essa mudança de procedimento	2

* lista em ordem decrescente de prioridade, utilizando 0,1, 2 e 3, sendo 0 prioridade máxima

6. Identificação das melhorias

MELHORIAS	NOME DO ESTUDO	MOTIVO DA ESCOLHA
1.	Balanceamento de boquilha como elemento para a redução de retrabalho no processo de extrusão de blocos cerâmicos	Devido a utilização de boquilha inadequada gerando um índice de retrabalho verificado em até 30%. Com a mudança de equipamento podemos constatar um decréscimo no índice de retrabalho.
2.	Utilização de portas duplas como procedimento padrão para maior eficiência energética dos fornos hoffmans	Com a utilização de porta simples é consumido 0,08m ³ /milheiro a mais do que se fosse feito a queima com porta dupla. Se a produção mensal é de 2.000.000 peças, logo será gasto a mais 2.000 X 0,08 = 160m ³ /mês. Se o metro cúbico de lenha custa R\$ 10,00 logo o gasto a mais seria de 160 X 10 = R\$ 1.600,00/mês ao final de um ano teremos R\$ 19.200,00 gastos a mais pelo simples fato de se utilizar portas simples ao invés de porta dupla. Com um investimento de R\$ 0,00 (Zero) e um retorno anual de R\$ 19.200,00.

7. Descrição geral da melhorias realizadas

7.1 Melhoria 1 – setor de extrusão

Troca e balanceamento de boquilhas da extrusora como elemento para a redução de retrabalho no processo de extrusão de blocos cerâmicos. Devido a utilização de boquilha inadequada o processo de extrusão dos blocos cerâmicos apresentava um índice de retrabalho verificado em até 30%. Com a troca de equipamento por boquilhas novas e balanceadas com bordas em 90°, inclinação das placas de corte em 82°, com comprimento dos cavaletes em 15cm e guias laterais com a mesma inclinação da placa, verificamos um decréscimo no índice de retrabalho em 12%, gerando um melhor aproveitamento dos recursos naturais e energéticos (argila, água e energia elétrica) e conseqüentemente melhores índices de produtividade e receita. Abaixo a foto das duas boquilhas, a antiga e a nova.

Por conta de utilização de boquilha sem as características descritas acima os blocos cerâmicos apresentavam no processo de secagem fissuras e trincas que levavam a perda de produção e qualidade dos produtos.

O investimento para implantação da melhoria foi de R\$ 17.100,00 gerando um benefício econômico de R\$ 58.000,00 ao ano. Considerando o custo/benefício o retorno do investimento se deu em um prazo de 3 meses e 15 dias.

Investimento Total:

- **R\$ 17.100,00**

Benefício Econômico:

- **R\$ 58.000,00/ ano**

Período de Retorno do Investimento:

- **PR = R\$ 17.100/ R\$ 58.000 = 3,5 meses**

Entretanto associado a melhoria tecnológica da troca de equipamento de boquilha, foi realizado um levantamento de impurezas (matéria orgânica- raízes e galhos, plásticos e sedimentos mais graúdos e de difícil "esfarelamento") que permitiu o planejamento de um manejo da extração a preparação da argila mais adequado, permitindo a entrada de argila no processo produtivo mais limpa de impurezas e desta forma proporcionando melhores resultados na produção.

Todo o estudo de caso é composto de várias medidas, que devem ser descritas da forma mais detalhada possível, para que possam ser conhecidos os aspectos econômicos, ambientais e tecnológicos.

Identificar as operações unitárias envolvidas em cada etapa do processo que se refiram ao estudo de caso, lembrando que deve ser utilizada a mesma numeração do fluxograma e identificada a área de incidência.

7.2 Melhoria 2 – setor de queima

Utilização de portas duplas como procedimento padrão para maior eficiência energética dos fornos Hoffmans.

Através de levantamentos *in loco* foi constatado que a utilização de porta simples gera um consumo de 0,08m³/milheiro a mais do que com a utilização de portas duplas nos fornos hoffmans. Considerando os dados apresentados pela empresa, temos uma

produção mensal de 2.000.000 peças em média, logo será gasto a mais 2.000 milhares X 0,08m³ que é igual a 160m³ de lenha/mês.

O custo atual do m³ de lenha é de R\$ 12,00. Considerando este valor podemos afirmar que é gasto a mais 160m³ X R\$ 12,00 logo o gasto total a mais seria de R\$ 1.920,00/mês. Se considerarmos esse gasto dentro de um ano teremos um total de R\$ 23.040,00 gastos a mais devido a não utilização de portas duplas nos fornos hoffmans.

Para que seja implantado este melhoria não é necessário nenhum investimento financeiro, mas sim uma pequena mudança de procedimento. Considerando o retorno financeiro gerado, esta mudança é justificada.

Com relação as melhorias ambientais temos:

Menor consumo de lenha por peça produzida, ao fim de um ano teremos uma área de 36Ha de matas do bioma caatinga que não foram desmatados, considerando que 1ha de mata do bioma caatinga produz 52m³ de lenha nativa (dados da FIERN), proporcionando um impacto ambiental menor do que o anterior a implantação do programa de produção mais limpa.

Conclusão

O programa de produção mais limpa na Cerâmica Cajazeiras, mostrou ter retorno ambiental e econômico relativamente alto e a curto prazo, considerando o investimento, entretanto para isso é fundamental que haja um maior engajamento da alta direção, da equipa administrativa e da supervisão industrial referente a implantação de dispositivos de controle produtivo que gerem indicadores mais precisos e proporcione um ciclo de melhorias contínuas, que é um dos princípios básicos da gestão ambiental em uma industria. É necessário frisar essa conscientização, pois sem ela não há empenho nem motivação para a execução de um plano de monitoramento baseado na metodologia de Produção Mais Limpa. É indicado, sempre que possível, a realização de palestras e cursos que demonstrem essa importância para serem desenvolvidos por todos os funcionários da Cerâmica Cajazeiras. O mal-hábito gera muitas vezes desperdícios e perda na produção levando a um elevado índice de resíduos e prejuízos financeiros.

O Programa de Produção Mais Limpa iniciado em novembro de 2005 na Cerâmica Cajazeiras foi parte de um projeto piloto no setor cerâmico no estado do Ceará. Podemos concluir que o mesmo logrou êxito por ter atingido seus objetivos propostos pelo projeto. No entanto o prazo inicialmente previsto para ser realizado em seis meses foi alterado e concluído em um ano.

As ações desenvolvidas ao longo do programa são positivas, mas também são passíveis de melhorias por parte da Cerâmica Cajazeiras. Para tanto a contínua busca de reduzir as perdas e o desperdícios no setor produtivo é fundamental para que essas melhorias ocorram.