



Caracterização e Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas Indústrias de Cerâmica Vermelha do Sertão do São Francisco de Pernambuco

Maria Monize de Moraes¹, Yenê Medeiros Paz², Romildo Morant de Holanda³, Paulo César da Silva Lima⁴

¹Mestre em Engenharia Ambiental pela UFRPE (maria.monizemoraes@gmail.com)

²Doutoranda de Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFPE
(yenemedeiros@hotmail.com)

³Professor Dr. da UFRPE (romildomorant@gmail.com)

⁴Professor Dr. da UNIVASF (pcsl1@uol.com.br)

Resumo

A indústria da cerâmica vermelha é responsável por produzir uma quantidade significativa de resíduos, podendo chegar a 10% do total da produção. Neste cenário o gerenciamento dos resíduos sólidos tem grande relevância. Diante disso, o objetivo do trabalho foi caracterizar e propor medidas para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos, para as indústrias que produzem cerâmica vermelha na Região de Desenvolvimento (RD) do Sertão do São Francisco de Pernambuco, para que se adequem à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A metodologia utilizada consistiu em um múltiplo estudo de caso, realizado em três indústrias situadas na RD. Realizou-se um desenho do perfil empresarial das empresas e através de ensaios do PSQ e os resíduos gerados no processo produtivo das indústrias de cerâmica vermelha da área estudada.

Palavras-chave: Política Ambiental. Gestão Ambiental. Resíduos Sólidos. Qualidade.

Área Temática: Resíduos Sólidos

Characterization and Solid Waste Management in Red Ceramic Industries of São Francisco backwoods of Pernambuco

Abstract

The clay industry is responsible for producing a significant amount of waste, reaching 10% of total production. In this scenario the management of solid waste is material. Thus, the aim of this study was to characterize and propose measures for the proper management of solid waste, for industries that produce red ceramic in the Development Region (RD) of the Wild's St. Francis of Pernambuco, for that meet the National Policy Solid Waste (PNRS). The methodology consisted of a multiple case study, carried out in three industries located in DR. We conducted a design business profile companies and through PSQ the testing and the waste generated in the production process of the red ceramic industries of the area studied.

Key words: Environmental politics. Environmental management. Solid Waste. Quality.

Theme Area: Solid Waste



1 Introdução

O setor produtivo de cerâmica vermelha para construção exerce uma grande contribuição na economia do país. No ano de 2013, somente o setor dos minerais não metálicos totalizou US\$ 19,3 bilhões no Produto Interno Bruto (PIB) da indústria, representando um aumento de 5,5% do ano anterior, através de uma produção estimada em 7,8 bilhões de peças cerâmicas (BRASIL, 2014). No mesmo estudo, o autor comenta que o setor participou neste mesmo ano de 0,9% do PIB Nacional e 3,2% do PIB industrial. No sertão pernambucano também podem ser encontradas indústrias cerâmicas, contribuindo para o desenvolvimento de uma região com graves problemas de infraestrutura e conflitos socioeconômicos.

Apesar de existir outros setores que também estimulam o crescimento econômico e produtivo do país, a indústria cerâmica possui relevância nacional e regional, possibilitando a movimentação financeira e a oferta de empregos, crescendo consideravelmente nos últimos anos. Atrélado ao elevado volume de produção e importância do setor na economia brasileira, tem-se o aumento da degradação ambiental, pois na fabricação dos seus produtos essas indústrias extraem recursos naturais para utilização como matéria-prima e insumos, causando passivos ambientais. O crescimento é inevitável, no entanto faz-se necessário o planejamento focando numa produção maior atrelada a conscientização ambiental (ARAÚJO; MENDONÇA, 2009).

Além de consumir grandes quantidades de recursos renováveis e não renováveis, o setor produz grande quantidade de resíduos sólidos (HOLANDA; SILVA 2011). Esses resíduos são gerados em todas as etapas do processo produtivo e no ambiente industrial como um todo, sendo de fundamental importância identificá-los e gerenciá-los da forma adequada, evitando a geração de impactos ambientais, importante para uma melhoria da qualidade ambiental propícia à vida.

Neste cenário é de grande importância o desenvolvimento de um gerenciamento em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), desenvolvendo ações desde a redução na fonte até a destinação e disposição final ambientalmente adequada de todos os resíduos gerados.

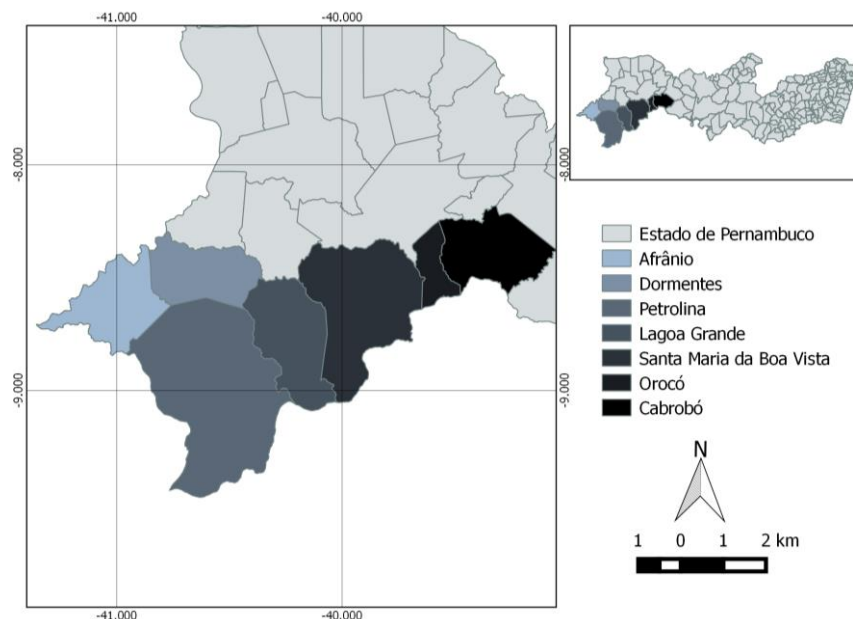
Esse trabalho, portanto, teve como objetivo realizar uma caracterização dos resíduos gerados no processo produtivo das indústrias de cerâmica vermelha e verificar o gerenciamento dado a esses resíduos, além de propor sugestões para melhorias no gerenciamento, trabalhando as particularidades e dificuldades da RD Sertão do São Francisco de Pernambuco.

2 Metodologia

O presente artigo focou as indústrias de cerâmica vermelha, situadas na divisão política do Estado de Pernambuco da Região de Desenvolvimento (RD) do Sertão do São Francisco (BRASIL, 2011), constituído pelos municípios de Afrânio, Cabrobó, Dormentes, Lagoa Grande, Orocó, Petrolina e Santa Maria da Boa Vista, abrangendo uma área de 14.682,2 Km², distribuídos na Mesorregião do São Francisco e localizados na Microrregião de Petrolina (figura 1).



Figura 1 - Caracterização da área de estudo



2.1 Detalhes da Pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório e descritivo de cunho qualitativo. Para tanto, desenvolveu-se um múltiplo estudo de caso, em várias organizações, “com o objetivo de ampliar a compreensão ou a teorização sobre um conjunto ainda maior de casos” (VENTURA, 2007, p.384).

O delineamento metodológico da pesquisa se deu inicialmente por um levantamento de dados secundários, através de investigação científica acerca do tema proposto no trabalho, bem como um panorama do setor das indústrias de cerâmica vermelha, no arcabouço teórico existente.

Foram realizados levantamentos de dados primários, para detalhamento e desenho do perfil empresarial, no que tange ao porte, nível tecnológico, capacidade de produção, percentual de perda, consumo dos recursos naturais, fontes energéticas, resíduos sólidos gerados e o gerenciamento dado a estes.

Para detalhamento da geração dos resíduos sólidos produzidos pelas indústrias estudadas, foram avaliadas as perdas oriundas do processo produtivo desenvolvido por cada indústria estudada. Do mesmo modo, foram identificados os resíduos sólidos gerados em cada setor do ambiente industrial.

A partir dos dados levantados acerca dos resíduos sólidos gerados, foi realizada a classificação conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004) e detalhamento do gerenciamento, desde a segregação, o armazenamento, o transporte e a destinação final. Com isso, foram propostas medidas para o correto gerenciamento de resíduos sólidos.

3 Resultados

3.1 Características gerais das indústrias

Através da análise detalhada dos relatórios de produção e do desenvolvimento do processo produtivo, identificou-se que as indústrias apresentam elevado percentual de perdas



de 11%, 9% e 12% para as indústrias A, B e C, respectivamente. Essa questão pode estar relacionada ao fato de que, de modo geral, as indústrias estudadas apresentam baixo nível tecnológico em seu processo produtivo, com mão-de-obra pouco qualificada. Apesar disso possui um elevado índice de produção, que é comercializado na região onde está inserida, e municípios e estados vizinhos.

Em termos de blocos, somando as perdas das três indústrias resulta em um desperdício de 232.000 blocos por mês. De acordo com Holanda e Silva (2012) uma casa com área de 36,84 m² (sala, cozinha e banheiro) é necessário aproximadamente 2.370 blocos nas dimensões 90x190x190 mm. Assim, com as perdas das três indústrias, mensalmente poderiam ser construídas 97 casas no padrão do Programa Minha Casa Minha Vida.

Em relação as receitas, como o milheiro desses blocos é comercializado por um valor em torno de R\$ 320,00, a redução mensal se de aproximadamente R\$ 42.240, R\$ 28.800 e R\$ 34.560 para as indústrias A, B e C, respectivamente.

3.2 Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Realizou-se uma descrição geral da identificação e classificação conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004), e gerenciamento dos resíduos sólidos gerados no setor administrativo (Quadro 1) e do setor de produção (Quadro 2). Identificou-se que os resíduos administrativos em sua maioria podem ser reciclados, caso as empresas geradoras realizem segregação e acondicionamento adequados. No entanto nota-se que todos esses resíduos são acondicionados misturados, sem tratamento adequado e destinados como rejeitos.

Quadro 1 - Caracterização dos resíduos do setor administrativo

Resíduo	Unidade Geradora	Classe	Armaz. / Acond.	Frequência	Tratamento	Destinação
Setor Administrativo						
Papel	Escritório	IIA	Coletores	Diária	Sem tratamento	Aterro sanitário
Papelão	Escritório	IIA	Coletores	Diária	Sem tratamento	Aterro sanitário
Plástico	Escritório	IIB	Coletores	Diária	Sem tratamento	Aterro sanitário
Latas de alumínio	Escritório	IIB	Coletores	Diária	Sem tratamento	Aterro sanitário
Pilhas e baterias	Escritório	I	Coletores	Eventual	Sem tratamento	Aterro sanitário
Equipamento eletro eletrônicos	Escritório	I	Coletores	Eventual	Sem tratamento	Aterro sanitário
Lâmpadas fluorescentes queimadas	Escritório	I	Coletores	Eventual	Sem tratamento	Aterro sanitário
Papel higiênico sujo / absorvente	Banheiros	I	Coletores	Diária	Sem tratamento	Aterro sanitário
Orgânicos	Refeitório	IIA	Coletores	Diária	Sem tratamento	Aterro sanitário



Quadro 2 - Caracterização dos resíduos do setor de produção

Resíduo	Unidade Geradora	Classe	Acond./ Armaz.	Frequência	Tratamento	Destinação
Setor de Produção						
Produto verde úmido com defeito	Extrusora	II A	Pilhas	Diária	Segregação	Reinseridos ao processo
Rebarbas	Corte	II A	Pilhas	Diária	Segregação	Reinseridos ao processo
Produto verde seco com defeito	Estufa	II A	Pilhas	Diária	Segregação	Reinseridos ao processo
Produto sinterizado com defeito	Fornos / Estoque	II A	Pilhas	Diária	Segregação	Vendidos mediante aceitação
						Pavimentação das estradas
Cinza vegetal	Fornos / fornalhas	IIA	Sacos de nylon	Diária	Segregação	Produção de argamassa para fechamento dos fornos
						Fertilizante agrícola
Saco de cimento	Produção	I	Pilhas	Eventual	Sem tratamento	Aterro sanitário
Sucata ferrosa não contaminada	Produção	II A	Pilhas	Eventual	Segregação	Estocado na indústria
						Vendido
Sucata ferrosa contaminada	Produção	I	Pilhas	Eventual	Segregação	Estocado na indústria
EPIs	Produção	IIB	Coletores	Eventual	Sem tratamento	Empresa particular
EPIs contaminados	Produção	I	Contentor	Eventual	Segregação	Empresa particular
	Oficina mecânica					
Estopas contaminadas	Oficina mecânica	I	Contentor	Eventual	Segregação	Empresa particular
Resíduos pneumáticos	Oficina mecânica	IIB	Pilhas	Eventual	Segregação	Empresa particular
Lâmpadas fluorescentes queimadas	Produção	I	Coletores	Eventual	Sem tratamento	Empresa particular
Óleo lubrificante	Oficina mecânica	I	Tambor	Eventual	Segregação	Empresa particular
Solo contaminado	Produção	I	Pilhas	Eventual	Sem tratamento	Estocado na indústria
Correias contaminadas	Produção	I	Pilhas	Eventual	Segregação	Empresa particular
Estopas contaminadas	Oficina mecânica	I	Contentor	Eventual	Segregação	Empresa particular

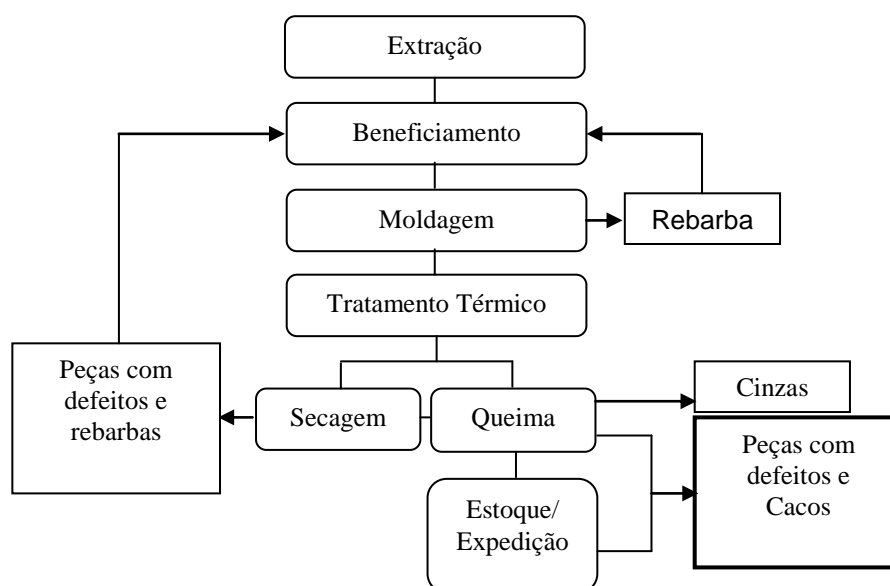
Os demais resíduos são coletados pela prefeitura da cidade e encaminhados para aterro sanitário. Acerca disso, vale ressaltar que em Petrolina os resíduos sólidos são destinados a aterro sanitário localizado no próprio município. Em Dormentes, cidade onde se localizam as outras duas indústrias estudadas a prefeitura destina seus resíduos sólidos em Aterro Sanitário



de Pequeno Porte (ASPP) consorciado e localizado no município de Afrânio (PERNAMBUCO, 2013). As indústrias estudadas têm a prática de segregar apenas os resíduos contaminados (estopas, EPIs contaminados e correias) e óleo lubrificante. Mas, apenas na indústria A foi identificada uma estrutura com baias de segregação de resíduos sólidos. No entanto, apesar do esforço, observou-se que os resíduos encontram-se misturados e o resíduo de óleo de lubrificante não se encontra armazenado conforme estabelece a NBR 12.235 (ABNT, 1992), em destaque. Do mesmo modo, foi observado que os coletores de resíduos sólidos na Indústria B se encontravam com diversos tipos de resíduos misturados, o que dificulta a reciclagem ou reutilização..

No que tange aos resíduos do processo produtivo (produtos defeituosos e cacos), foi observado que a maior geração é proveniente de perdas do produto queimado, pois anteriormente a essa etapa todos os resíduos sólidos gerados retornam ao processo mediante adição de água, como mostra o esquema da Figura 5.

Figura 5 - Geração de resíduos sólidos no processo produtivo



Identificou-se que os principais resíduos gerados nas indústrias estudadas são os resíduos contaminados (correias, estopas, sacos de cimento e EPIs), óleos lubrificantes e os resíduos gerados no processo produtivo. A partir dessa classificação, quantificaram-se esses principais resíduos (Tabela 3).

Tabela 3 - Quantidade de resíduos gerados nas indústrias

Resíduo	Quantidade*
Resíduos contaminados (estopas, EPIs contaminados e correias)	150 kg/ano
Óleo lubrificante	100 litros/ano
Produtos defeituosos e cacos (após a queima)	3.300 ton/ano

*Média de geração para as três indústrias estudadas

Considerando que o peso médio de um bloco de vedação (90x190x190 mm) é de 2,5 kg, a produção de cada indústria e o percentual de perdas apresentados anteriormente, nota-se



que esses valores representam um desperdício mensal do recurso natural não renovável, a argila, de aproximadamente 330 toneladas pela indústria A, 225 toneladas pela indústria B e 270 toneladas pela indústria C. Esses valores apontam que, em média, são gerados 3.300 ton/ano de resíduos sólidos, somente do processo produtivo dessas indústrias.

A quantificação dos resíduos Classe I foi realizada pela empresa responsável em coletar, transportar e destinar os resíduos e encontra-se registrada no manifesto da saída desses, nas três indústrias. Os demais resíduos sólidos do setor de produção das indústrias estudadas são gerados eventualmente e em menor quantidade, comparado aos do processo produtivo.

3.3 Proposições para Melhoria no Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A geração dos resíduos nas indústrias de cerâmica vermelha está diretamente ligada a qualidade do produto final, pois na medida em que diminui a qualidade do produto, aumenta-se o índice de perdas, e o volume de resíduos sólidos. Essas perdas podem estar associadas a baixa qualidade da matéria-prima utilizada e/ou deficiência na gestão da qualidade dentro das indústrias, conferindo baixa qualidade ao produto final.

Pode-se apontar como um dos principais objetivos tanto da PNRS, quanto da PERS a não-geração ou redução. Acerca disso, é importante destacar a necessidade da redução na fonte geradora, pelas indústrias apresentadas, conforme está preconizado nessas políticas. Esse objetivo pode ser alcançado através de uma gestão da qualidade eficaz. No entanto, mesmo com implantação de medidas de redução na fonte, ainda serão gerados resíduos. Desse modo é importante promover a reciclagem e a reutilização, através da implantação dos 3 R's (reduzir, reciclar e reutilizar).

Os resíduos provenientes da indústria de cerâmica vermelha também constituem uma boa opção para serem reaproveitados como substitutos parciais do cimento portland na produção de argamassas e concretos, pois se apresenta com grande disponibilidade no Brasil e propicia benefícios técnicos e ambientais (GONÇALVES, 2007).

Além das alternativas já citadas, após o produto passar pela queima, os resíduos podem retornar ao processo ao serem transformados em partículas bem pequenas, que segundo Casagrande et al. (2008) é do tamanho inferior a 4 mm, formando o chamote. Os autores ainda explicam que é totalmente viável a reutilização de um determinado percentual do chamote no processo cerâmico, garantindo que não haja qualquer perda da qualidade do produto. Adicionalmente Gouveia e Sposto (2009) afirmam que a utilização da quantidade correta do chamote na massa de produção pode corrigir problemas de alta plasticidade das argilas, além de ser capaz de diminuir a ocorrência de trincas por retração e aumentar a resistências dos produtos.

4 Conclusões

Através do múltiplo estudo de caso verificou-se um que as três indústrias apresentam uma elevada produção; no entanto, possui um alto percentual de perdas no processo produtivo, em média 10,7% mensal. Esse elevado percentual de perdas se reflete em uma redução mensal de R\$ 32.200 por cada indústria, o que daria para ser investido em melhorias no processo produtivo. Além disso, essas perdas ainda contribuem para o aumento do volume de resíduos sólidos, que corresponde a aproximadamente 275 ton/mês de resíduos por cada indústria estudada. Apesar de gerar quantidades significativas de resíduos sólidos, as indústrias não realizam o gerenciamento adequado, evitando que sejam dispostos de forma inadequada causando passivos ambientais.



A caracterização dos resíduos sólidos mostrou os tipos de resíduos gerados pelas indústrias estudadas, bem como a unidade geradora, a frequência de geração e a classificação dos resíduos. A partir dessa caracterização, foi possível concluir que essas indústrias geram elevado volume de resíduos, principalmente em seu processo produtivo devido o elevado percentual de perdas. Em geral, somente destinam de forma ambientalmente adequada os perigosos gerados no setor de produção.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do estado de Pernambuco, pela concessão de bolsa de mestrado.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 12.235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. **Anuário Estatístico: Setor de Transformação de Não Metálicos**. Brasília: SGM. 2014.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2010.

CASAGRANDE, M. C.; SARTOR, M. N.; GOMES, V.; DELLA, V. P. HOTZA, D.; OLIVEIRA, A. P. N. Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Industriais: Processamento e Aplicações no Setor Cerâmico. **Cerâmica Industrial**, v. 13, n. 1, p. 34-42, 2008.

GOUVEIA, F. P.; SPOSTO, R. M.. Incorporação de chamote em massa cerâmica para a produção de blocos. Um estudo das propriedades físico-mecânicas. **Cerâmica [online]**, v.55, n.336, p. 415-419, 2009.

GONÇALVES, J. P.. Utilização do resíduo da indústria cerâmica para produção de concretos. **Rem: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 60, n. 4, p. 639-644, 2007.

PAZ, Y. M; MORAIS, M. M.; HOLANDA, R. M. Arranjo produtivo local de cerâmica vermelha: conceitos e discussões da potencialidade de formatação no Estado de Pernambuco. **Exacta**, São Paulo, v. 12, n. 3, p.303-312, 2014.

PERNAMBUCO. **Plano estadual de gestão consorciada e integrada de resíduos sólidos de Pernambuco**. Recife, 2013

HOLANDA, R. M.; SILVA, B. B. Cerâmica vermelha – desperdício na construção versus recurso natural não renovável: estudo de caso nos Municípios de Paudalho/PE e Recife/PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 4, n. 4, p. 872-890, 2011.

ARAÚJO, G. C.; MENDONÇA, P. S. M. Análise do processo de implantação das normas de sustentabilidade empresarial: um estudo de caso em uma agroindústria frigorífica de bovinos. **RAM - Rev. Adm. Mackenzie (Online)**, São Paulo, v. 10, n. 2, 2009, p. 31-56.