



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



AVALIAÇÃO DO DESPERDÍCIO DA ARGILA NAS INDÚSTRIAS DA CERÂMICA  
VERMELHA E CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE  
PAUDALHO E RECIFE NO ESTADO DE PERNAMBUCO

ROMILDO MORANT DE HOLANDA

Área de Concentração: RECURSOS NATURAIS

Linha de Pesquisa: SAÚDE E MEIO AMBIENTE

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

ABRIL - 2011

Romildo Morant de Holanda

AVALIAÇÃO DO DESPERDÍCIO DA ARGILA NAS INDÚSTRIAS DA CERÂMICA  
VERMELHA E CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE  
PAUDALHO E RECIFE NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Tese submetida ao programa de Pós-  
Graduação em Recursos Naturais da  
Universidade Federal de Campina  
Grande, como parte dos requisitos  
necessários para obtenção do título de  
Doutor em Recursos Naturais.

Orientador: Dr. Bernardo Barbosa da Silva

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

ABRIL - 2011

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG**

H722a Holanda, Romildo Morant de.

Avaliação do desperdício da argila nas indústrias da cerâmica vermelha e construção civil: estudo de caso nos municípios de Paudalho e Recife no Estado de Pernambuco / Romildo Morant de Holanda. — Campina Grande, 2011.

120 f. : il.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Barbosa da Silva.

1. Argila. 2. Cerâmica Vermelha. 3. Construção Civil 4. Desperdício. 5. Recursos Naturais. I. Título.

CDU-666.32(043)

Romildo Morant de Holanda

AVALIAÇÃO DO DESPERDÍCIO DA ARGILA NAS INDÚSTRIAS DA CERÂMICA  
VERMELHA E CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE  
PAUDALHO E RECIFE NO ESTADO DE PERNAMBUCO

**APROVADA EM: 28/04/2011**

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Bernardo Barbosa da Silva (Orientador)  
UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof. Dr. Pedro Vieira de Azevedo  
UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof. Dr. José Dantas Neto  
UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof. Dr. Mário de Miranda Villas Boas Ramos Leitão  
UNIVASF – Universidade Federal do Vale do São Francisco

---

Prof. Dr. Sergio Monthezuma Santoianni Guerra  
UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco

## RESUMO

A construção civil é um setor muito importante da economia e para a sociedade e, entre os principais subsetores, o de edificações é um grande consumidor de tijolos cerâmicos — um dos principais insumos para fechamento de vãos em casas e apartamentos. Embora importante, a indústria da construção civil, subsetor edificações (ICC/SE), ainda mantém níveis altos de perdas de insumos, raramente quantificados. Neste sentido, esta pesquisa foi conduzida com vistas à quantificação das perdas da cerâmica vermelha na construção civil no estado de Pernambuco. Foram levantados dados em duas edificações localizadas na cidade do Recife, durante seis meses no ano de 2010. Nas duas obras foram registradas perdas médias de 20,49% de alvenaria, o que acarretou desperdício também da matéria-prima argila, pois o resíduo gerado não constitui recurso natural, e sim resíduo sólido com grande potencial de impactar o meio ambiente. Concluiu-se que devem ser adotadas medidas preventivas com urgência, pois as perdas anuais de argila, somente no estado de Pernambuco, são da ordem de 300.000 m<sup>3</sup>, causando degradação e impacto ambiental em inúmeros locais, o que representa um grande risco ambiental. Assim, este trabalho também estudou duas olarias no município de Paudalho/PE evidenciando as perdas na extração da argila e na fabricação de tijolos, bem como entrevistou empresas de tratamento de resíduos e coleta, fechando assim o ciclo do desperdício de argila. No final é apresentada uma proposta de regulamentação técnica para a indústria da construção civil com foco na gestão das empresas da construção civil e treinamento de seus funcionários, especificamente para as obras de edificações que utilizem componentes a indústria da cerâmica vermelha.

Palavras-chave: argila, cerâmica vermelha, construção civil, desperdício, recursos naturais.

## ABSTRACT

The building sector is a very important section of economy and for society, and among their main sub-sections one of constructions is a great consumer of ceramic bricks, because it is one of the main inputs for closing of spaces in houses and apartments. The ceramic brick is, in its totality, constituted of clay, in case a natural resource no renewable. After its extraction in the beds and of its clay coalition the ceramic element starts to exist and mineral resource no metal that composes clay no more it exists. Even of great importance the building sector industry, sub-section Constructions (BSI/SC) it still maintains high levels of losses of inputs, rarely quantified. In this sense, present work had for objective the quantification of red ceramic losses in a building site in the State of Pernambuco. Data collected in two constructions located in Recife city for a period of six months in the year of 2010 were used for quantification of the losses. The two sites presented an average losses of 20,49% and that caused a waste of primary matter clay, because the generated residue is no more a natural resource and it represents a solid residue with great potential environment impact. It was concluded that some urgent attitudes must be adopted in order to reduce such waste since that annual losses of clay, only in the State of Pernambuco, represent an approximate volume of 300,000 m<sup>3</sup>, causing degradation and environmental impact in countless places, what represents a great environmental risk. Like this, this work also studied two brickworks in the municipal district of Paudalho/PE evidencing the losses in the extraction of the clay and in the production of bricks, as well as he/she interviewed companies of treatment of residues and collection, closing like this the cycle of the clay waste. In the end a proposal of technical regulation is presented for the industry of the building site with focus in the administration of the companies of the building site and their employees' training, specifically for the works of constructions that use components the industry of the red ceramic.

Key words: clay, red ceramic, civil building, waste, natural resources.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado a capacidade e a oportunidade de escolher e trilhar meus caminhos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e a Universidade Federal do Vale do São Francisco, instituições da qual me orgulho de ser colaborador e efetivo.

Ao Professor Bernardo Barbosa da Silva, pela dedicação na orientação e acima de tudo, pela amizade construída durante esse período.

Aos Professores membros da Banca Examinadora (Pedro Vieira, José Dantas, Mario Miranda e Sérgio Guerra) que, deixando seus afazeres diários, aceitaram o nosso convite para participar do evento.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande.

Ao Prof. Lincoln Eloi pelo companheirismo, amizade e pela grande contribuição na formatação final da tese e da ajuda preciosa na avaliação dos questionários e entrevistas. Além do grande parceiro de artigos e trabalhos acadêmicos.

A Sra. Cleide, que, a frente da secretaria do PPGRN, nunca mediu esforços para informar, ajudar, colaborar, orientar os procedimentos e acima de tudo, transmitir serenidade e apoio, quer pessoalmente ou por telefone e com a sua simplicidade me ajudou a contornar todas as “dificuldades” burocráticas e necessárias para obtenção do título de Doutor no PPGRN/UFCG.

Aos amigos das jornadas dos últimos anos, que muito colaboraram com a formatação das idéias aqui expostas, TURMA 2007 (M/D) do PPGRN/UFCG.

Aos amigos e alunos do curso de graduação em engenharia agrícola e ambiental da UFRPE, em especial: Alan César Bezerra, Leandro Valeriano Neri, Francisco Cardoso Neto e Robson

Salustiano de Oliveira, pela cooperação e dedicação nas coletas de dados do estudo de caso desta tese.

Ao Professor Mario Miranda Villas Boas Ramos Leitão pela oportunidade que ele me apresentou em uma tarde de calor na UNIVASF em 2006, o programa da UFCG, sendo inclusive um dos professores que redigiu a secreta e necessária carta de recomendação ao PPGRN/UFCG.

Ao Professor Pedro Vieira de Azevedo, uma pessoa de grande caráter e profissionalismo que é exemplo de ser humano, de esteio familiar e de um grande amigo que ganhei aqui.

Ao Professor Sérgio Monthezuma Santoianni Guerra, companheiro do DTR/UFRPE que desde o início colaborou e incentivou a conclusão do Doutorado e as nossas parcerias futuras.

Ao Professor Ronaldo Freire de Moura, in memoriam, pelo exemplo de profissional, dedicação acadêmica e pela carta de recomendação ao PPGRN/UFCG

Aos amigos e professores Paulo Cesar e Pericles Bezerra da UNIVASF que além de amigos das disciplinas obrigatórias do PPGRN, grandes companheiros de viagens e estadias nos “hoteis” e estradas nesta fase em que todos têm sonhos e voltam a ser simplesmente alunos.

A colega de turma e de viagens Recife/Campina Grande, Werônica Meira pela sua companhia e colaboração em tantas tarefas acadêmicas.

Aos Amigos Marcelo Lira e Ana Cleide, há tantos anos parceiros de discussão.

À Polliana Veras , pela revisão do texto apresentado.

As Amigas Giovanna Paiva e Maria Moura, pelas trocas de idéias.

A amiga (poliglota) Semiramis da SDEC/PE pela grande contribuição nas traduções dos textos e nas “aulas” de espanhol, francês, inglês e português.

Ao Professor José Weber Freire de Macedo, Magnífico Reitor da UNIVASF que foi desde o início um grande incentivador deste desafio e que me deu a oportunidade de conhecer o interessante mundo das IFES, tendo confiado em mim para ser membro da sua equipe de reitorado como pró-reitor de ensino e depois outro desafio como pró-reitor de planejamento e administração.

Ao Professor Valmar Corrêa de Andrade, Magnífico Reitor da UFRPE que é um educador nato e que admiro pela sua simplicidade, amizade e honra, agradeço também poder fazer parte da equipe de gestão da UFRPE como pró-reitor de planejamento desde 2009.

A Revista Brasileira de Geografia Física da UFRPE e a todo corpo editorial e dos avaliadores que entenderam a importância e me deram a oportunidade de divulgar os resultados desta pesquisa.

Ao Professor Joaquim Corrêa de Andrade, diretor da TECOMAT, pessoa de excepcional conhecimento técnico e personalidade, que disponibilizou os laboratórios e os técnicos para análises e resultados confiáveis dos ensaios desta tese.

Ao Eng. João Carlos Rêgo Barros Monteiro, diretor da Construtora Pottencial, que disponibilizou a empresa para estudo de caso;

Ao Empresário Mário Henrique, sócio diretor da Cerâmica Bom Jesus, que disponibilizou a empresa e seus técnicos para “intermináveis” pesquisas de campo e de gestão necessários no estudo de caso da ICV.

Ao Empresário Manoel Nunes Neto, grande amigo e incentivador das artes e da ciência, sempre disponibilizado as suas empresas para estudos de caso.

As Empresas Ciclo Ambiental e Global Serviços pela disponibilidade em concederem entrevistas e visitas técnicas para os estudos de caso da Tese.

Ao Senai/PE, ao Sindicar/PE e a ANICER pelos dados referentes a Indústria CV e do PSQ/ICV

Aos amigos anônimos que conheci nas incontáveis viagens de Campina Grande para Recife, algumas de ônibus, algumas arriscadas em “alternativos” para não perder a hora, mas em todas conheci pessoas com sonhos, agradáveis e sempre foi positivo.

As queridas batalhadoras das cantinas da UFCG, principalmente a cantina de Dona Inês e de Dona Socorro. Que sempre dispunham de um belo e saboroso lanche e de companhias agradáveis em um ambiente sempre respeitoso e familiar.

Finalmente, às demais pessoas que, direta ou indiretamente, ajudaram-me a obter esta grande vitória.

A Marclínio e Késia,, meus adoráveis sogro e sogra, pelo incentivo e apoio durante todo o período, aliviando minha ausência junto aos meus filhos e esposa, e ele como companheiro em diversas viagens e ao apoio incondicional no período de estudo e finalização da tese.

Ao meu Irmão Ricardo, sua esposa Socorro e meus queridos sobrinhos (Diogo, Mariana e Davi) pelas cobranças e incentivos, além de amigo das horas incertas e companheirismo desde criança.

A minha irmã Maria da Penha, seu esposo Jorge e minhas sobrinhas (Katharina, Nathália e Dyanna) pela compreensão e suas preces.

Aos meus filhos Kyriale Vasconcelos Morant e Raphael Vasconcelos Morant por terem compreendido a minha ausência, para a minha realização pessoal e para poder oferecer-lhes um futuro melhor.

De maneira muito especial ao amor da minha vida, minha esposa Keila Morant, que esteve presente em todos os momentos dessa conquista.

## DEDICATÓRIA

**Dedico esta conquista aos meus pais, Romildo Alves de Holanda e Maria Tereza Morant de Holanda (minha querida Maloca), pelo amor, dedicação e conselhos, focados sempre na valorização do conhecimento como meta do crescimento pessoal e profissional.**  
*(In memoriam)*

## GLOSSÁRIO

**Auditoria de Certificação:** Auditoria realizada, para qualquer nível de certificação, para a verificação da conformidade do sistema de gestão da qualidade da empresa, contemplando todos os requisitos e aspectos regimentais do nível em avaliação, para a especialidade técnica e subsetor do SiAC considerados

**Eficácia :** Comparação entre as realizações, os resultados e/ou os impactos efetivos com os que eram esperados ou estimados. A eficácia pode ser quantificada através de indicadores de realização, de resultado ou de impacto.

**Empreendimento:** Atividade fim da Construção Civil, nos setores público ou privado, envolvendo uma série de agentes e de etapas, do estudo de viabilidade à operação, uso e manutenção, passando pelas etapas de projeto e execução.

**Limite de liquidez (LL) :** É o teor em água acima do qual o solo adquire o comportamento de um líquido.

**Limite de plasticidade (LP) :** É o teor de umidade abaixo do qual o solo passa do estado plástico para o estado semi-sólido, ou seja ele perde a capacidade de ser moldado e passa a ficar quebradiço.

**Obra:** Toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta por uma empresa construtora ou indireta por uma empresa construtora ou por um conjunto de empresas especializadas de execução de obra.

**Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H :** Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) que tem como objetivo avaliar a conformidade de Sistemas de Gestão da Qualidade em níveis adequados às características específicas das empresas do setor de serviços e obras atuantes na Construção Civil, visando a contribuir para a evolução da qualidade no setor

**Programa Setorial da Qualidade PSQ:** Documento elaborado por entidades representativas dos diferentes agentes da Construção Civil envolvidos na produção do *habitat*, que contém o programa da qualidade específico, com seu diagnóstico, metas, prazos e requisitos da qualidade a serem implantados pelas empresas. Possui caráter nacional, para o caso de entidades representativas de fabricantes de materiais e componentes, e nacional ou local, para o caso de entidades representativas de empresas de serviços e obras.

**Sistema de Gestão da Qualidade:** Estrutura organizacional, responsabilidades, procedimentos, atividades, capacidades e recursos que, em conjunto, têm por objetivo assegurar que os produtos, processos ou serviços da empresa satisfaçam às necessidades e expectativas de seus clientes.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Considerações iniciais.....	1
1.2 O problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Recursos naturais .....	5
2.2 A indústria da cerâmica vermelha .....	7
2.3 O recurso natural “argila” .....	11
2.4 Processo de fabricação do tijolo da cerâmica vermelha.....	12
2.5 Impactos ambientais na indústria da cerâmica vermelha .....	11
2.6 Resíduo sólidos da cerâmica vermelha <i>versus</i> meio ambiente .....	14
2.7 Tijolo cerâmico .....	14
2.8 A indústria da construção civil .....	15
2.9 Resíduos sólidos da construção civil e da demolição .....	16
2.10 Sistema de gestão integrado .....	23
2.10.1 Sistema de gestão da qualidade.....	24
2.10.2 Sistema de gestão ambiental .....	25
2.10.3 Certificação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat.....	27
2.11 Regulamento técnico.....	27
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
3.1 Área de estudo .....	29
3.2 Material .....	30
3.3 Métodos .....	30
3.3.1 Etapa inicial da metodologia utilizada .....	31
3.3.2 Gestão de recursos natural não renovável argila .....	31
3.3.3 Dinâmica do processo de produção dos tijolos na indústria da cerâmica vermelha.....	32
3.3.4 Recurso natural não renovável argila na indústria da cerâmica vermelha.....	32
3.3.5 Recurso natural não renovável argila na indústria da construção civil.....	33
3.3.5.1 Estudo de caso da indústria da construção civil no estado de Pernambuco - subsetor edificações.....	33

3.3.5.2 Desperdício de argila na indústria da cerâmica vermelha e da construção civil no estado de Pernambuco e em nível nacional.....	35
3.3.6 Entrevistas e questionários aplicados nas olarias e nas obras 1 e 2 da UFRPE .....	35
3.3.7 O recurso natural não renovável argila e o descarte nas indústrias da cerâmica vermelha e da construção civil.....	36
3.3.8 Proposta de regulamentação técnica de gestão do recurso natural argila nas indústrias da cerâmica vermelha e da construção civil .....	36
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
4.1 Dinâmica do processo de produção de tijolos da indústria da cerâmica vermelha.....	37
4.2 Argila na indústria da cerâmica vermelha.....	42
4.3 Estudo de caso do estado de Pernambuco – indústria da cerâmica vermelha.....	45
4.4 Ensaaios laboratoriais das amostras coletadas .....	46
4.5 Estudo de caso de Pernambuco – indústria da construção civil: subsetor edificações.....	49
4.5.1 Canteiro de obra 1.....	53
4.5.2 Canteiro de obra 2.....	54
4.5.3 Obras em conjunto – 1 e 2.....	55
4.6 Desperdício da argila nas indústrias da construção civil e na da cerâmica vermelha .....	59
4.7 Projeção da gestão mensal de argila para o estado de Pernambuco.....	62
4.8 Projeção da gestão mensal da argila para o cenário nacional.....	63
4.9 Entrevistas e questionários aplicados na construtora.....	64
4.10 O recurso natural não renovável argila – descarte na indústria da cerâmica vermelha e na indústria da construção civil - subsetor edificações como resíduo de construção e demolição .....	71
4.10.1 Coletora de resíduo – Recife/PE .....	71
4.10.2 Coletora de resíduos sólidos nas obras 1 e 2.....	73
4.10.3 Central de tratamento de resíduo.....	75
4.11 Proposta de regulamento técnico de gestão de recursos naturais.....	80
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>83</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>87</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>88</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>94</b>

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
Tabela 1 - Dados estatísticos para cerâmica vermelha no Brasil .....	8
Tabela 2 - Resíduos gerados na fabricação de cerâmica vermelha.....	11
Tabela 3 - Valores de desperdício de materiais em processos construtivos convencionais em 12 estados e outras pesquisas.....	17
Tabela 4 - Ensaio laboratoriais de amostras de argilas coletadas .....	47

## LISTA DE QUADROS

	<b>Página</b>
Quadro 1 - Peso específico do material coletado na olaria em 16/12/2010 e ensaiado no laboratório em 7/1/2011.....	49
Quadro 2 - Coeficiente de perdas e eficácia do estudo de caso na ICC/SE.....	59
Quadro 3 - Cálculo das perdas nas obras 1 e 2 .....	61
Quadro 4 - Projeções dos resultados da pesquisa para o estado de Pernambuco..	63
Quadro 5 - Projeções dos resultados da pesquisa para o cenário nacional.....	64

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1 - Urna mortuária do Museu do Homem Americano em São Raimundo Nonato - PI (a) e tijolo de 8 furos padronizado (b).....	9
Figura 2 - Imagem aérea da cerâmica Bom Jesus em Paudalho/PE.....	10
Figura 3 - Jazida de exploração do município de Paudalho - PE abandonada há dois anos e sem atividade de recuperação de área degradada, com sinais de erosão e modificação do relevo na região.....	13
Figura 4 - Estoque de argila tipo massapé próximo a olaria (a) e extração de argila vermelha em mina no meio de canavial (b).....	37

Figura 5 - Pedras e raízes na jazida de argila magra .....	38
Figura 6 - Enchedeira na olaria (a) e material solto no solo (b).....	38
Figura 7 - Fotografias do silo (a) e da correia transportadora (b).....	39
Figura 8 - Alimentação do desintegrador pela correia transportadora.....	39
Figura 9 - Misturador, local onde se controla a umidade da matéria-prima.....	40
Figura 10 - Esteira transportadora. ....	40
Figura 11 - Galpão de secagem (a), vagonete (b) e da cortadora de tijolos (c).....	41
Figura 12 - Antecâmara de secagem.....	42
Figura 13 - Tijolos empilhados para queima nos fornos(a) e forno da olaria (b).	42
Figura 14 - Fotografias ilustrativas do estoque interno no início dos serviços (a) e estoque interno ao final de um dia de serviço (b).....	49
Figura 15 - Estoque externo da olaria (a) e das pilhas manuseadas) (b).....	50
Figura 16 - Sequência de fotos da obra 1 — paralelamente à execução da estrutura da obra seguem os serviços de alvenaria de fechamento de vão.....	52
Figura 17 - Sequência de fotos da obra 2 com destaque para paredes demolidas durante a obra por erro de execução ou em virtude do projeto estar obsoleto.....	53
Figura 18 - Representação do total de m <sup>2</sup> de alvenaria executada por semana.....	56
Figura 19 - Fotografia com ilustração do desperdício de material.....	58
Figura 20 - Gênero (%) (a) e idade dos trabalhadores (%) (b).....	65
Figura 21 - Grau de escolaridade (%) (a) e função desempenhada na empresa (%) (b).....	65
Figura 22 - Quadro de funcionários na empresa (%) (a) e primeiro emprego na construção civil (%) (b).....	66
Figura 23 - Tempo de trabalho na construção civil (a) horas de trabalho por dia (b)...	66
Figura 24 - Tempo de serviço na empresa (a) e participação em treinamento ambiental (b) (%).....	67
Figura 25 - Participação direta ou indireta de desperdício na obra (a) e nível de preocupação com os recursos naturais (b).....	68
Figura 26 - Nível de conscientização sobre desperdício na empresa (a) e conhecimento sobre a definição de um recurso natural não renovável (b).....	68
Figura 27 - Conhecimento sobre a escassez dos recursos naturais utilizados na construção civil (a) e têm consciência sobre os danos da construção civil ao meio ambiente (b).....	69

Figura 28 - Conhecimento sobre as formas de redução dos danos ao meio ambiente (a) e opinião sobre a economia de materiais provenientes de recursos naturais (b).....	69
Figura 29 - Materiais mais (a) e menos (b) importantes na construção civil.....	70
Figura 30 - Material da construção civil que mais gera perdas (a) e que deve ser economizado (b).....	70
Figura 31 - Coleta nas obras 1 e 2 por caçambas estacionárias.....	74
Figura 32 - Usina de reciclagem de resíduos sólidos de construção.....	76
Figura 33 - Produção de meio fio para calçamento com utilização de resíduos de construção em um CTR do Recife.....	77
Figura 34 - Segregação na central de tratamento de resíduos de madeiras e aço.....	78

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

A consciência sobre a necessidade de prevenir-se contra a degradação do meio ambiente forçou os países a reconhecerem, no universo do planeta Terra, a existência de um único meio ambiente, que teria regulamentação racional por intermédio da unificação dos “meios ambientes” em um único sistema normativo, determinado pelo Direito Nacional ou Internacional.

Diante deste quadro, observou-se a necessidade do estabelecimento de regras jurídicas destinadas à proteção do meio ambiente, bem como a proibição expressa das atividades que pudessem resultar em efeitos danosos à saúde do ser humano. No Brasil, a Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, estabelece princípios, objetivos e instrumentos para a implantação da preservação dos recursos naturais no País, além de instituir o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, que, entre outras competências, administra regras e práticas responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

Outro passo importante foi o compromisso firmado quando da assinatura da carta de Istambul pelo Brasil em 1996, segundo a qual o País se comprometeu a melhorar a qualidade do habitat e modernizar a produção, em conjunto com o setor da Construção Civil por intermédio do Programa Brasileiro da Qualidade e da Produtividade do Habitat (PBQP-H), criado em 1991 e instituído em 18 de dezembro de 1998 através da Portaria nº 134 do Ministério do Planejamento e Orçamento. O PBQP-H (1998), em ações conjuntas, visa, entre outras, “avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação da mão de obra...” (PBQP-H, 1998).

É perceptível a necessidade de se preservar o meio ambiente quanto ao processo produtivo, tanto para o mercado interno quanto para as exportações — tema muito discutido entre consumidores, investidores, empresas e países —, devido à importância dada a empresas que produzem e não danificam o meio ambiente.

A percepção de preservação dos recursos naturais (ar, água, fauna, flora, minérios etc), com a globalização, refere-se à sobrevivência da humanidade, visto que a apropriação desenfreada dos recursos naturais pode acarretar sérias consequências, como a redução do crescimento econômico, da preservação ambiental e da equidade social — princípios fundamentais à sustentabilidade das sociedades futuras, segundo a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (World Commission on Environment and Development).

O ciclo de vida dos empreendimentos da construção civil abrange desde a extração e beneficiamento da matéria-prima para produção de insumos, passando pelo planejamento, projeto e construção das edificações e obras de infra-estrutura, até a sua demolição (fim do uso ou obsolescência da obra) e o gerenciamento dos entulhos. Os princípios do desenvolvimento sustentável, quando aplicados durante o ciclo de vida dos empreendimentos da indústria da construção civil, oferecem a possibilidade de avaliação das decisões de planejamento e de projeto, identificando oportunidades de melhorias para futuros empreendimentos. Entre as condições impostas às partes interessadas na construção civil, no caminho para a sustentabilidade, destacam-se a maior eficácia das empresas, o comprometimento com a qualidade dos processos, a redução do desperdício, a formalidade dos atores e a inovação tecnológica.

Em razão da necessidade de criação de leis específicas para a gestão do resíduo sólido da construção civil e de ferramentas voluntárias para capacitar as empresas a adotarem práticas de gestão da qualidade e ambientais, é necessário que os postulados do desenvolvimento sustentável privilegiem ações de uso racional dos recursos naturais, de modo a resguardar as capacidades das vindouras gerações. Essa condição exige, portanto, ações de planejamento que articuladas em níveis global e local possam assegurar as normas ambientais conquistadas para o melhoramento da qualidade de vida das populações.

Assim, entende-se que as empresas devem atuar de forma sistemática e integrada, com foco na gestão dos recursos naturais, priorizando e avaliando os seus processos produtivos de modo a desenvolverem projetos racionalmente, reduzindo ao máximo o desperdício, para que estes resíduos minimizem os impactos, contribuindo para a preservação dos recursos naturais.

A extração de minérios altera a paisagem terrestre e provoca impactos ambientais sobre a água, o ar, o solo e o subsolo, os quais interferem diretamente no bem-estar da sociedade. Essa atividade, embora importante para o desenvolvimento social, causa impactos ambientais negativos muitas vezes irreversíveis (BRANDT, 1998). O setor da construção de edificações vem ampliando consideravelmente o consumo do recurso natural argila. O agregado argila para a indústria da construção civil, um dos insumos minerais mais consumidos mundialmente, é a principal matéria-prima da indústria da cerâmica vermelha. Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, em Pernambuco, as reservas de argila no ano de 2005 contabilizavam um montante lavrável de 118.475.896 t (BRASIL, 2006).

Uma das políticas ambientais propostas pela literatura é aquela que cria condições para que os agentes econômicos internalizem os custos da degradação em suas obrigações, o que

pode ser feito através da precificação dos recursos naturais. De acordo com Barbisan et al. (2009), a valoração econômica ambiental é um importante instrumento de auxílio ao processo de tomada de decisão no momento da definição de políticas públicas ambientais e de desenvolvimento sustentável. Assim, um regulamento técnico que subsidie o gestor público quanto aos desperdícios de recursos naturais finitos, como a argila, faz-se absolutamente necessário para barrar o desperdício não somente da argila, como também melhorar o desempenho das indústrias envolvidas, no caso a construção civil e a da cerâmica vermelha.

## **1.2 O problema**

É pertinente relatar que um dos principais problemas que se integram no âmbito da indústria da construção civil é o significativo percentual dos resíduos produzidos nas áreas urbanas e esses resíduos somados aos provenientes de atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, remoção de vegetação e escavação de solos são dispostos em locais não apropriados, gerando inundações e servindo de abrigo dos pequenos animais e insetos — ratos, escorpiões, baratas, mosquito *Aedes aegypti*-transmissor da dengue, entre outros.

A problemática deste estudo, fundamentada em maior consciência e apreensão ambiental sob uma ótica global e nacional, expõe o fato de que a indústria brasileira da construção civil está “longe” do que se preza para um processo que desenvolva produtos ecologicamente corretos para o mercado consumidor, preservando os recursos naturais, haja vista a consciência dos clientes/sociedade sobre a importância do meio ambiente equilibrado para seu próprio bem-estar. Apesar de iniciativas como normas legislativas para a separação e reciclagem de entulho (Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002 e a de nº 348 de 16 de agosto de 2004 do CONAMA), o setor pode ser classificado como tradicional e reticente às necessidades de maior conservação ecológica.

A construção civil contribui bastante não somente nos números econômicos e geração de empregos, mas também na utilização intensa de recursos naturais, na sua baixa eficácia de seus processos e na geração de resíduos e poluição. Dentre os recursos não renováveis (combustíveis fósseis, minerais, água, fauna, flora e outros), destaca-se a argila, objeto de estudo, que, por meio da produção de tijolos cerâmicos, acarreta problemas desde a extração sem estudo técnico, afetando o relevo, até a disposição dos resíduos sem reaproveitamento ou em locais inadequados.

No caso da argila (massapé e vermelha) utilizada para a produção do tijolo cerâmico de 8 furos, comumente empregado na indústria da construção civil para diversas utilidades, como fechamento de vão, contenções, muros, caixas etc, é muito importante a preocupação da sociedade em saber o quanto se perde de matéria-prima na produção da cerâmica vermelha, o quanto se perde na construção civil e como o material é descartado quando proveniente de perdas no processo produtivo da construção ou refugos provenientes de demolição. O conhecimento destes valores é importante para se calcular o impacto ambiental do sistema: produção de tijolos x construção civil x recurso natural (argila).

### **1.3 Objetivos**

Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo geral de avaliar o desperdício do recurso natural não renovável argila em âmbitos social, econômico e ambiental na indústria da cerâmica vermelha e na indústria da construção civil, a fim de gerar subsídios à gestão empresa x meio ambiente x homem. Os objetivos específicos foram:

- Constatar a legalidade das olarias em relação às licenças ambientais;
- Analisar as áreas de extração de argila;
- Efetuar classificação laboratorial da matéria-prima argila;
- Avaliar o desperdício das obras em níveis estadual e nacional; e
- Sugerir uma proposta de regulamentação técnica de gestão de recursos naturais para a construção civil – cerâmica vermelha.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

É foco da pesquisa o conhecimento isolado de cada sistema, em que sua integração eficaz irá contribuir para a preservação dos recursos naturais não renováveis, em particular a problemática da produção e aplicação da cerâmica vermelha na indústria da construção civil - subsetor edificações.

### 2.1. Recursos naturais

São considerados recursos naturais tudo aquilo que é necessário ao homem e se encontra na natureza: solo, água, oxigênio, energia oriunda do Sol, florestas, animais, entre outros. São classificados em dois grupos distintos: renováveis e não renováveis.

Os recursos naturais não renováveis abrangem todos os elementos usados nas atividades antrópicas, sem capacidade de renovação, a exemplo do alumínio, ferro, petróleo, ouro, estanho, níquel, argila, entre outros. Isso significa que, quanto maior a extração desses materiais, menores serão a vida útil das reservas, por isso é importante reduzir o consumo para poupar recursos para o futuro.

Impacto ambiental é qualquer alteração resultante da atividade humana que afeta direta ou indiretamente a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as atividades socioeconômicas, o ecossistema, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais (CERQUEIRA, 2006).

Soares & Pereira (2004) discorrem sobre o impacto ambiental da construção civil e seus respectivos processos construtivos sendo estes analisados por inventários, por apresentarem fluxos detalhados de entrada e saída de materiais e energia associando-os a diferentes categorias de impactos a fim de obter as consequências ambientais decorrentes.

O Brasil possui a 4ª maior produção da mineração de argila, posicionando-se abaixo da produção de ferro (368,8 Mt) e de agregados minerais, areia (300 Mt) e brita (234 Mt) (BNB 2010).

A argila é a principal fonte de matéria-prima para a produção da cerâmica vermelha. Com base na produção estimada de peças cerâmicas em 2008 (73,7 bilhões) e considerando a massa média de 2,0 kg/peça, estima-se que somente naquele ano tenham sido consumidos 148 Mt de argila (BNB, 2010).

Os recursos naturais renováveis, florestas, água e solo, detêm a capacidade de renovação após utilização pelo homem em suas atividades produtivas, mas estes recursos poderão ser insuficientes para atender as demandas se não forem racionalizados.

A exploração do subsolo no País exige prévia consulta ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM acerca de eventual solicitação de pesquisa da área. O protocolo fornece à empresa interessada prioridade na exploração. Por outro lado, a concessão da exploração do subsolo, por empresa, fica condicionada à posterior regeneração da área, mediante seu programa de recuperação.

O conceito de jazida, conforme o Decreto No. 62.934, de 2 de julho de 1968 e suas modificações, conforme o seu Art.6º que estabelece “Considera-se jazida toda massa individualizada de substância mineral ou fósil, aflorando à superfície ou existente no interior da terra e que tenha valor econômico; e mina, a jazida em lavra, ainda que suspensa.” Na atual constituição, o Art. 176 determina ainda que “as jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica, constituem propriedade distinta do solo, para efeitos de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra. Ao proprietário do solo, segundo o § 2º, assegura participação nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei.

Assim, a pesquisa e a lavra dependem de autorização da União e só podem ser dada, no interesse nacional, a brasileiros ou empresa brasileira de capital nacional, na forma da lei, atribuindo ao DNPM competência para registro, fiscalização e controle de toda atividade minerária no País.

Encontra-se previsto no Art. 2º do Código de Mineração o regime de aproveitamento de substâncias minerais, intitulado de Regime de Extração, que permite o aproveitamento de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, mediante registro junto ao DNPM, por parte de órgãos da administração direta e autárquica da União, dos estados, municípios e Distrito Federal. O objetivo final desse regime é um título que permita o aproveitamento do recurso mineral que, no caso, é uma portaria do ministro das Minas e Energia, denominada corriqueiramente de Portaria de Lavra. No entanto, a área máxima é de 50 ha para a argila vermelha utilizada na indústria cerâmica.

Verifica-se que para uma empresa (olaria) iniciar seus trabalhos de extração mineral de argila utilizada no segmento de argila vermelha, deverá possuir um título minerário, que poderá ser a Guia de Utilização, Portaria de Lavra ou Registro de Licença expedido pelo DNPM e a Licença Ambiental de Operação, expedida pelo órgão ambiental competente. As

empresas que não atenderem às exigências estarão em desacordo com a Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/98) no seu Art.55 que estabelece que: “Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida, resulta em pena de detenção de seis meses a um ano, e multa”.

## **2.2. A indústria da cerâmica vermelha**

A indústria de minerais não-metálicos da região Nordeste é caracterizada por uma gestão marcadamente familiar, sobretudo no segmento de cerâmica vermelha, onde a presença das micro e pequenas olarias ainda é importante. Trata-se de uma indústria que depende da exploração de jazidas com grande número de micro e pequenas empresas, inclusive em condições informais.

O Brasil, assim como a Espanha, Itália e China, é um grande produtor mundial de produtos cerâmicos, mas consome quase toda a sua produção. Os produtos brasileiros gerados encontram-se distribuídos, em ordem de importância, nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste. No Brasil há, aproximadamente, 5.500 empresas com produtividade média de 15 mil peças/operário/mês, variando conforme a região (Anuário Estatístico..., 2008). Segundo a mesma fonte, em 2008, a produção aumentou 6% em relação a 2007, passando de 69,5 bilhões de peças para 73,7 bilhões, sendo 75% de blocos/tijolos e 25% de telhas. Segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica - ANICER, o faturamento do setor em 2008 foi estimado em R\$ 6,8 bilhões.

No Nordeste, a produção de cerâmica concentra-se principalmente nos estados do Ceará, Bahia e Pernambuco, seguida do Rio Grande do Norte, Maranhão e Piauí. Entre os maiores produtores ceramistas nordestinos, as principais aglomerações são (BNB, 2010, 1983; AMARAL FILHO, 1998): Pernambuco: Centro-Oeste Pernambucano, Agreste Pernambucano, Zona da Mata Pernambucana, distribuídas nos municípios de Caruaru, Bezerros, Recife, São Lourenço da Mata, Pau D’Alho e Vitória de Santo Antão.

Segundo dados do BNB e do Ministério de Minas e Energia, a região Nordeste tem uma produção de aproximadamente 21% da nacional, mas consome cerca 22%, revelando ser um pequeno importador de produtos de cerâmica vermelha (ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2008).

Os principais produtos fabricados são tijolos, blocos de vedação e estruturais, telhas naturais e coloridas, elementos de enchimento, tubos, pisos, entre outros materiais.

Constam na Tabela 1 os quantitativos aproximados de empresas produtoras de blocos/tijolos e telhas, produção mensal de peças e o consumo em toneladas por mês da matéria-prima argila no Brasil.

Tabela 1 - Dados estatísticos para cerâmica vermelha no Brasil

Item	Nº aproximado de empresas	Produção mensal (nº de peças)	Consumo (t/mês)
Blocos/Tijolos	4820	4.000.000.000	7.800.000
Telhas	2509	1.300.000.000	2.500.000

Fonte: Dados oficiais da ANICER (2009).

De acordo com a ANICER (2009), estão atualmente instaladas cerca de 7431 empresas de cerâmicas e olarias no Brasil, gerando um quantitativo de empregos diretos e indiretos de 293 mil e 1,25 milhões, respectivamente. O faturamento anual dessas empresas gera um montante de R\$ 6 bilhões de reais para o País. Só a indústria da cerâmica vermelha representa 4,8% do faturamento anual dentro da indústria da construção civil nacional (Anuário Estatístico, 2008).

Segundo dados do BNB (2010), o setor de cerâmica vermelha responde por cerca de 0,4% do produto interno bruto (PIB) do País, valor equivalente a R\$ 6,8 bilhões/ano. Possui cerca de 5.500 fábricas registradas e outras 2.500 unidades de produção, incluindo olarias e microempresas de operação informal e/ou sazonal. No total, o setor de cerâmica vermelha proporciona 403 mil postos de trabalho no Brasil.

A cerâmica vermelha ou estrutural é um segmento industrial de uso intensivo de mão de obra, seja de microempresas familiares com técnicas essencialmente artesanais, seja de empresas de pequeno e médio portes que utilizam processos produtivos tradicionais. Assim, são consideradas tecnologicamente atrasadas ao serem comparadas com o padrão produtivo empregado nos principais países produtores. Entretanto, a necessidade de reverter esse quadro está levando empresários a investir em tecnologias para melhorar a qualidade dos produtos e eliminar desperdícios no processo de produção.

A indústria da cerâmica vermelha acompanha o homem desde os primórdios da civilização, consumindo grande parte dos recursos naturais não renováveis do planeta. Inicialmente, com utensílios como pratos, bacias, jarros, potes, urnas mortuárias, enfeites, obras de arte como esculturas e painéis (Figura 1a). Até hoje as argilas são exploradas por

milhares de famílias em todo o mundo e o foco desta pesquisa é a utilização da argila na indústria da cerâmica vermelha que produz tijolos (Figura 1b).

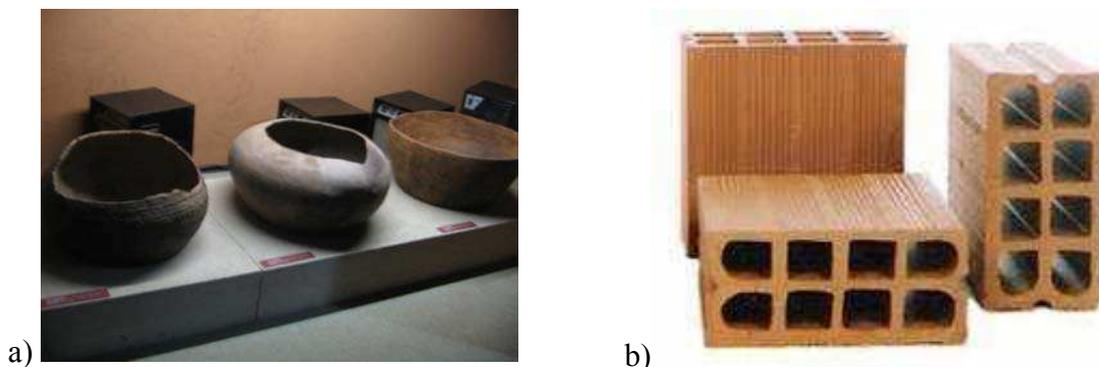


Figura 1 - Urna mortuária do Museu do Homem Americano em São Raimundo Nonato - PI (a) e tijolo de 8 furos padronizado (b).

A denominação cerâmica vermelha é usada quando se reporta aos produtos que, após a queima, apresentam características avermelhadas. Inserem-se nesse grupo os materiais cerâmicos da construção civil, tais como: tijolos, telhas, manilhas, objetos vazados, lajotas, dentre outros (Limaverde, 1983). Ou melhor, usa-se esse termo ao se referir às indústrias que se dedicam à fabricação de produtos cerâmicos estruturais utilizados pela construção civil e produzidos por meio de argilas do tipo massapé, com teor de ferro maior que 6% e cor vermelha após o processo de queima. A argila, de fato, é um material facilmente modelado, que depois de sinterizado torna-se inerte e resistente.

Segundo a ANICER (2009), no Brasil, a cerâmica teve um impulso socioeconômico, alcançando US\$ 6 bilhões, o que gerou 293 mil empregos diretos e 1.250.000 indiretos. Segundo o (IBGE, 2008), foram cadastradas 7.431 olarias que, em conjunto, produziram 4 bilhões de tijolos cerâmicos por mês. Os principais pólos ceramistas localizam-se nas regiões Sul e Sudeste do País. Entretanto, na região Nordeste, esse setor cresce significativamente, principalmente pelas demandas da construção civil atual.

De acordo com o Sindicato dos Ceramistas de Pernambuco - SINDICER-PE no seu relatório anual de 2010, o setor gerou no estado 5 mil empregos diretos e 15 mil indiretos, realçando seu potencial de crescimento. A maior concentração das indústrias ceramistas ocorre nos vales dos rios Capibaribe (municípios de Camaragibe, São Lourenço, Paudalho, Carpina e Limoeiro) e Ipojuca (municípios de Vitória, Bezerros, Gravatá, Caruaru, São Caetano, Tacaimbó e Belo Jardim). Além da concentração nos vales, existem algumas

empresas na Mata Sul do estado e também no município de Salgueiro - Sertão de Pernambuco.

Os dois maiores pólos de produção ceramista concentram-se nos municípios de Caruaru (Agreste) e Paudalho (Zona da Mata Norte), sendo este segundo município responsável por 70% da produção de cerâmica vermelha do estado.

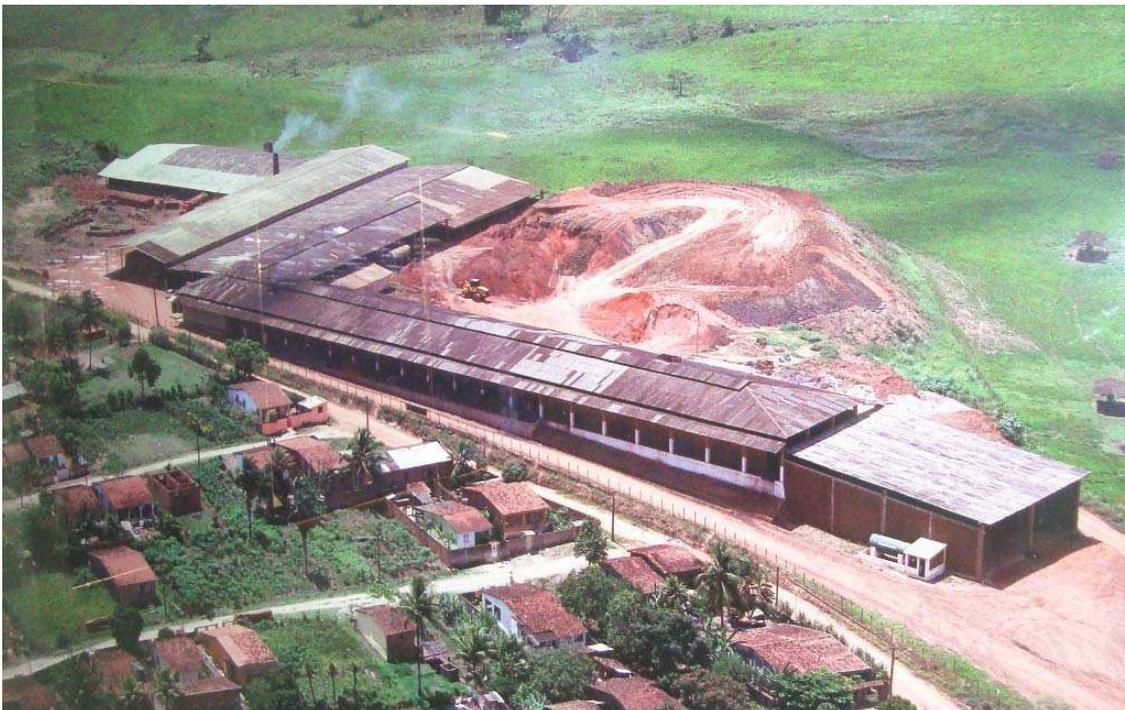


Figura 2 – Imagem aérea da cerâmica Bom Jesus, município de Paudalho, imagem cedida pela empresa do seu arquivo.

Além da importância histórica para a humanidade, é indiscutível a importância socioeconômica do setor ceramista, que tende a crescer. Entretanto, faz-se necessário aliar o desenvolvimento do setor com a conservação do meio ambiente, garantindo a sustentabilidade desta atividade, em âmbitos local, estadual e nacional. O setor ceramista engloba diversos produtos e processos produtivos, todos consumidores de recursos naturais (renováveis e não renováveis) e energia e produtores de grande quantidade de resíduos. Vários impactos ambientais são gerados na cadeia produtiva dos produtos cerâmicos, cujos impactos ocorrem desde a extração das matérias-primas, nas jazidas de argila, no transporte deste material até as olarias, passando pelos processos industriais (sinterização), comercialização, consumo até a disposição final destes produtos.

### 2.3 O recurso natural “argila”

A principal matéria-prima utilizada na cerâmica vermelha é um material natural de baixa granulometria que, ao ser umedecido, adquire grau de plasticidade suficiente para moldagem — característica perdida temporariamente pela secagem e permanentemente pela queima —, adquirindo resistência mecânica. Segundo Petrucci (1998), argila é:

“... conjunto de minerais, compostos principalmente de silicatos de alumínio hidratados, que possuem a propriedade de formarem com a água uma pasta plástica suscetível de conservar a forma moldada, secar e endurecer sob a ação do calor”.

Os materiais argilosos utilizados na indústria de cerâmica vermelha — comercial e vulgarmente denominados “barro” — podem ser ricos em substâncias argilosas (barro gordo) ou com certa quantidade de areia e silte, dando um aspecto áspero ao tato (barro magro).

As argilas nunca são encontradas puras, mas misturadas com outras substâncias que determinam suas características. A argila, em termo genérico, pode ser denominada argila industrial. Por ter aplicação econômica bastante diversificada, seu produto industrializado pode ser chamado de cerâmica vermelha, branca, especial, refratária, entre outras. As argilas são rochas de origem sedimentar, resultantes da alteração e decomposição de rochas silicadas.

Na natureza podem ser encontradas em situação de relativa pureza ou associadas a diversos materiais. Também são chamadas de barro. Segundo Bylaardt et al. (2007), as argilas podem ser classificadas quanto ao modo de formação das jazidas: primárias e secundárias. As primárias são aquelas que permanecem no próprio local em que se formaram. As secundárias são as que sofreram transporte pelos agentes naturais, como as águas superficiais, e se depositaram longe do local onde se formaram (BYLAARDT et al., 2007).

Grande parte das matérias-primas utilizadas na indústria tradicional é natural, encontrando-se em depósitos espalhados na crosta terrestre. Após a mineração, os materiais devem ser beneficiados, isto é, desagregados ou moídos, classificados de acordo com a granulometria e muitas vezes também purificadas. O processo de fabricação, propriamente dito, tem início somente após essas operações. As matérias-primas sintéticas geralmente são fornecidas prontas para uso, necessitando apenas, em alguns casos, de ajuste na granulometria.

## **2.4 Processo de fabricação do tijolo de cerâmica vermelha**

Os materiais cerâmicos geralmente são fabricados a partir da composição de duas ou mais matérias-primas, além de aditivos e água ou outro meio. Mesmo no caso da cerâmica vermelha, para a qual se utiliza apenas argila como matéria-prima, dois ou mais tipos de argilas com características diferentes participam de sua composição.

A argila pertence ao grupo das micáceas, que têm maior abundância e utilização na fabricação de tijolos. O processo mecanizado de fabricação dos produtos de cerâmica vermelha (tijolos, telhas etc) compreende as seguintes operações fundamentais: preparação de "massa cerâmica" ou mistura dosada das argilas e água; moldagem dos tijolos, produzindo, obtidos por extrusão; secagem das peças moldadas na forma final; após a secagem, há queima ou cozimento dos tijolos em fornos. O tempo de duração para todo o processo de queima é de aproximadamente 80 horas dependendo da umidade dos tijolos colocado no forno. O segmento de cerâmica vermelha emprega como combustíveis, principalmente a lenha nativa (50%) e resíduos de madeira (40%): cavaco, serragem, briquetes e outros resíduos (BNB, 2010). Às vezes queima-se também o coque de petróleo. A combustão é a fonte principal de emissões atmosféricas.

## **2.5 Impactos ambientais na indústria cerâmica**

Os impactos ambientais são relacionados principalmente com a lavra, secagem e a queima, que consomem bastante energia. Em razão do frequente uso de "lenha" como insumo energético, a indústria cerâmica no Nordeste é associada a práticas de degradação ambiental, visto que as empresas estão instaladas próximas às jazidas, que se situam normalmente nas regiões da Zona da Mata e do Semiárido (SENAI, 2011).

Nesse sentido, a utilização de lenha por parte dessas indústrias contribui para agravar o frágil ecossistema das referidas regiões. Os maiores percentuais de resíduos gerados durante o processo de fabricação encontram-se durante o processo de extrusão/corte e secagem (Tabela 2).

Tabela 2 - Resíduos gerados na fabricação de cerâmica vermelha

Processo	Resíduos (%)	Produção mensal (t)	Resíduos (t)
Extrusão e corte	4,5%		144,8
Secagem	6%		190,5
Total	10,5%	3.174,4	335,3

Fonte: SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Departamento Regional de Pernambuco (2011).

Os impactos associados à degradação ambiental causada pela indústria da cerâmica vermelha, identificados durante o trabalho de campo, foram: desmatamento constante da mata nativa das áreas próximas das olarias, cuja lenha é utilizada nos fornos para a queima da argila, o que ocasiona assoreamento e erosão das margens dos rios (Figura 3); poluição atmosférica, que, com a queima da lenha nos fornos das olarias, emite fuligem para a atmosfera, causando sérias doenças respiratórias, poluição do ar local e fronteiroço da região estudada; dentre outros aspectos.



Figura 3 - Jazida de exploração do município de Paudalho - PE abandonada há dois anos e sem atividade de recuperação de área degradada, com sinais de erosão e modificação do relevo na região.

Um dos impactos mais recorrentes na área de estudo, resultante da remoção da argila feita por escavadeiras, é o dano provocado no solo que exhibe *cavas* por toda área da jazida. Esse fato acelera o processo de erosão e assoreamento dos rios próximos da região, provocado pela terra, que é arrastada para o fundo dos rios, reduzindo sua profundidade, bem como a perda do potencial vegetativo do solo.

## **2.6 Resíduos sólidos da cerâmica vermelha *versus* meio ambiente**

Extraída da natureza através da argila, que é a sua principal matéria-prima, a cerâmica, um dos mais importantes materiais de construção, é utilizado desde épocas remotas onde o homem ainda nem dominava a escrita. Relatos históricos discorrem sobre a utilização da argila por meio do uso do tijolo. A bíblia relata ainda a utilização de tijolo na Torre de Babel. Assírios, caldeus, egípcios, hebreus, gregos, romanos, árabes e ingleses utilizavam tijolos em suas construções.

Usada para revestir, construir e até decorar, a cerâmica vermelha abre espaço na construção civil, por sua praticidade, além do baixo custo de sua fabricação. No entanto, surgem diversas discussões acerca dos impactos ambientais decorrentes da produção lasciva da cerâmica vermelha na construção civil. As queimas sucessivas das argilas por meio de combustíveis fósseis contribuem para poluir o meio ambiente, além da constatação de que a cerâmica vermelha é um dos principais geradores de resíduos na construção civil.

Outro aspecto relevante é o desmatamento de áreas vitais que, concretizado sem nenhum juízo crítico com vistas à aquisição da lenha e associado à falta de uma prática de reflorestamento de áreas devastadas que se encontram dentro do “polígono das secas”, alimenta cada vez mais e de forma decisiva o problema da desertificação da região.

Guerra & Cunha (1996) identificaram as áreas de desertificação como “... áreas desertificadas: região nordeste (semiárido nordestino), cujas causas de desertificação estão associadas ao desmatamento...”.

## **2.7 Tijolo cerâmico**

A alvenaria estrutural é o mais antigo sistema construtivo usado pela humanidade. Nos tempos bíblicos, o pessoal da Babilônia já construía com tijolos de barro seco ao Sol, os antigos egípcios usavam alvenaria de pedra e na Idade Média foram construídas pontes e catedrais ainda intactas. Mais recentemente, na era da industrialização na construção civil, a alvenaria estrutural está em uso já há mais de um século. Na alvenaria estrutural as paredes da edificação são também a estrutura que suporta todas as cargas: além do peso próprio, também das lajes, coberturas e carga, bem como de fatores externos como o vento.

Um elemento tão versátil como a alvenaria precisa atender a cada situação, sempre com atenção aos itens básicos que são a resistência mecânica, peso, absorção de umidade, características de isolamento e condução térmica, tipo de superfície e sua compatibilidade

com o acabamento previsto. Um dos utensílios mais utilizados na alvenaria estrutural é o tijolo – fabricado a partir da argila. O tijolo furado, também denominado “tijolo baiano”, apresenta na parte externa uma série de rachaduras, para facilitar a aderência da argamassa de revestimento, e em seu interior pequenos canais prismáticos, popularmente chamado de “furos”. Apesar da variedade de tijolos furados, destacam-se os de 6 furos e de 8 furos, que apresentam rapidez na execução, baixo peso e preço acessível.

## **2.8 A indústria da construção civil**

A indústria da construção civil é um importante setor para a economia nacional, pois é responsável por uma parcela significativa e crescente do PIB e destaca-se na geração de empregos e de renda para a população mais carente da sociedade. Segundo Gusmão (2008), a cadeia da construção civil apresentou índice de participação no PIB nacional e industrial de 8,3 e 30,3%, respectivamente. Para a economia nacional, cabe destacar que a Comissão Econômica para América Latina e Caribe (Cepal) projeta que em 2009 a economia dos países da América Latina deverá ocorrer redução de 1,8%, mas o Brasil crescerá 0,3%. Apesar de ser um resultado modesto, é um número positivo (CBIC, 2010).

O setor da construção civil é um dos principais indutores do novo ciclo de crescimento nacional. A estimativa do ano de 2010 foi que a cadeia produtiva da construção, em nível nacional, representou 9,2% do PIB e foi responsável pela ocupação de mais de 10 milhões de pessoas, apresentando a dimensão da força do setor (CBIC, 2010). Segundo John (2005), a indústria da construção civil consome entre 15 e 50% de todos os recursos extraídos da natureza, o que a classifica como a maior consumidora individual de recursos naturais.

A hipótese sobre a valorização das etapas de planejamento e projeto, como forma de reduzir a geração de entulho, expõe um lado muitas vezes desvalorizado no País (FRAGA, 2006). O projeto é de extrema relevância, pois, embora represente pequeno percentual do custo de uma obra, pode delinear estratégias que representam mais de dois terços das despesas. Neste contexto, a gestão sobre os RCC (Resíduos de Construção Civil) deve iniciar-se ainda na fase de planejamento, prevendo perdas por conta do cotidiano de um canteiro de obras, além de planejar o uso do entulho inevitavelmente produzido.

É importante ressaltar a iniciativa da criação de projetos para reciclagem, a exemplo de países como a Holanda, que considera a demolição posterior, como também seus planos indispensáveis às obras, utilizando em seus processos não só produtos, mas também substâncias recicláveis. Na Holanda incentivam-se os PPR (programas que permitam

reciclagem posterior) por meio de certificados, prêmios, trabalhos de recuperação e cobranças de impostos sobre matérias-primas não recicláveis ou sobre matérias-primas secundárias raras (HENDRIKS, 2007).

Uma prática também promissora é a adotada no Arquipélago de Fernando de Noronha – PE, onde as construções dependem da autorização da administração da Ilha. Além disso, os insumos são quantificados com base em composições unitárias, e o transporte e descarga (do continente para a ilha) somente são liberados com base nas autorizações emitidas, evitando ao máximo o desperdício e a geração de resíduos de construção civil.

A partir da década de 90, a indústria da construção civil começou a despertar para a questão da qualidade em seus processos construtivos. Nos primeiros dez anos do novo milênio, as normas brasileiras (ISO série 9000, ISO 14001), o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e as resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) contribuíram significativamente para o avanço do ecologicamente correto no setor construtivo. Dados referentes ao desenvolvimento do Brasil da região Nordeste nos anos de 2005 e 2006 foram apresentados pelo PAIC – Pesquisa Anual da Indústria da Construção (BRASIL, 2006).

O Ministério do Trabalho apresentou um relatório sobre crescimento nacional de 12,93% para empregabilidade no ramo da construção no ano de 2008, ao tempo que somente no estado de Pernambuco foi de 23,37% (SINDUSCON/PE, 2009).

A construção civil contabilizou, em 2009, a geração de 177.185 novas vagas de emprego no país (CBIC, 2010). Segundo o relatório de indicadores de desempenho do IBGE (2009), a indústria da construção civil no ano de 2009 teve crescimento de 4,4%.

## **2.9 Resíduos sólidos da construção civil e da demolição**

Os resíduos da construção civil (RCC), também denominado resíduos da construção e demolição (RCD) ou simplesmente “entulho”, originam-se dos serviços de infra-estrutura urbana: execução de novas obras, serviços de terraplanagem, demolições e reformas de construções existentes. Segundo Barros (2004), é crescente a falta de áreas disponíveis para a disposição correta desses resíduos, assim como dos resíduos sólidos urbanos (RSU) produzidos nas cidades de médio e grande porte. Ainda, segundo o autor, é importante ressaltar que a geração de entulho é tão antiga quanto à própria atividade da construção civil.

Há relatos sobre cidades que depois de guerras foram reconstruídas com seus próprios escombros, como ocorreram em Londres, Berlim e Varsóvia, logo após a Segunda Guerra Mundial, período em que ocorreu o uso significativo dos resíduos de construção e demolições, motivado pelo desenvolvimento da tecnologia de reciclagem destes resíduos.

De acordo com Pinto (1999), a geração dos RCC em cidades brasileiras de grande e médio portes corresponde aproximadamente a 41 a 71% da massa dos resíduos sólidos urbanos. Na Tabela 3 estão apresentados os valores dos desperdícios de materiais em atividades construtivas convencionais em 12 estados brasileiros.

Tabela 3 - Valores de desperdício de materiais em processos construtivos convencionais em 12 estados e outras pesquisas

Materiais	Pinto (1989)	Soilbeman (1993)	Souza et al. (1998)
Concreto usinado	2%	13%	9%
Aço	26%	19%	11%
Blocos e tijolos	13%	52%	13%
Cimento	33%	83%	56%
Cal	102%		36%
Areia	39%	44%	44%

Fonte: Adaptado de Pinto (1999).

Marques Neto (2005) relata que a maior quantidade de geração dos RCC está diretamente relacionada ao desperdício de materiais de construção produzidos nos empreendimentos da indústria da construção civil.

De acordo com Pinto & Gonzáles (2005), os resíduos da construção civil no Brasil têm diferentes origens, mas destacam a grande quantidade de resíduos gerados em reformas, ampliações e demolições (59% do total), enquanto em novas residências com área inferior a 300 m<sup>2</sup> o percentual é de 29% e as de área superior, 21% de RCC.

Pinto & Gonzáles (2005) relataram que, em alguns municípios brasileiros, mais de 75% dos resíduos da construção civil são provenientes de construções informais (obras não licenciadas) enquanto 15 a 30% são oriundas de obras formais (licenciadas pelo poder público).

O Decreto Estadual PE n° 8.468 de 08 de setembro de 2006, em seu artigo 51 determina que: “Não é permitido depositar, dispor, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular no solo

resíduos, em qualquer estado da matéria, desde que poluentes, na forma estabelecida no artigo 3º deste” (CETESB, 2006). O artigo 3º considera poluente das águas, atmosfera e solo toda e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nestes.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, por meio da Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002 e 348 de 16 de agosto de 2004, classifica e conceitua os resíduos sólidos nas Classes: A - reutilizáveis ou recicláveis como agregados, como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc) produzidas nos canteiros de obras; B - recicláveis para outras destinações, como plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros; C - aqueles que não passaram por tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, como os produtos oriundos do gesso; D - perigosos, oriundos do processo de construção, como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Segundo Pinto (2009), os resíduos das atividades construtivas representam de 41 a 70% da produção urbana — percentual alto se considerados os impactos ambientais decorrentes da construção civil (RCD), uma vez que espaços nas cidades para disposição desses materiais são insuficientes/inapropriados. Em outro trabalho, esses autores relataram que os pequenos volumes podem ainda corresponder a 75% dos resíduos gerados em alguns municípios (PINTO & GONZÁLES, 2005).

Gusmão (2008) apresentou percentuais dos resíduos de construção e demolição na Região Metropolitana do Recife, em que os maiores índices foram de tijolos (17%).

Fagury (2009) relata que a redução de custos com limpeza urbana, preservação de sistemas de aterro e geração de emprego e renda e o incentivo à redução desses RCD pelas construtoras, diminuiriam as explorações das jazidas de Recursos naturais resultando em um desenvolvimento sustentável.

De acordo com Girardet (1999), o conceito de uma cidade sustentável seria “ Uma cidade sustentável é organizada de modo a permitir que os seus cidadãos supram as suas

próprias necessidades e aumentem o seu bem-estar sem prejudicar o mundo natural ou sem colocar em risco as condições de vida de outras pessoas, seja no presente ou no futuro”.

Os resíduos provenientes das construções e demolições são utilizados mais corriqueiramente como agregados (também conhecidos na construção como: filer, pedra britada, bica-corrída e rachão que a, partir de sua origem, são naturais ou industrializados, no caso daqueles obtidos por processos industriais das matérias-primas, como as argilas. De acordo com Albuquerque (2000), estes materiais são utilizados para base e sub-bases de pavimentos, aterros e agregados para concretos, além de serem utilizados como matéria-prima para a fabricação de tijolos.

Os impactos ambientais decorrentes da gestão dos RCD devem-se à inexistência de políticas públicas que disciplinem a captação e destinação dos resíduos, além de um ineficaz gerenciamento ambiental de alguns agentes ligados à gestão dos RCD, que impõe à população um expressivo número de áreas degradadas denominadas, conforme Pinto & Gonzáles (2005), bota-foras clandestinos ou deposições irregulares. De acordo com esses autores, a diferença entre bota-fora clandestino e deposição irregular é a seguinte:

Bota-foras clandestinos - área procedente da deposição irregular de resíduos executada, principalmente, por empresas privadas de transporte de RCC, que utilizam grandes áreas sem licenças ambientais ou com consentimento tácito, ou explícito, das administrações locais;

Deposição irregular - resultado da disposição de resíduos gerados por pequenas obras e reformas realizadas pela população mais carente, que não dispõe de recursos financeiros para contratar empresas de transporte. Em geral, há maior número deste tipo de área em relação aos bota-foras e estão mais próximas dos locais de origem dos resíduos.

O estado de Pernambuco possui uma área de 98.983 km<sup>2</sup>, com população estimada em 8.542.250 no ano de 2011. Sua capital, Recife, possui 1.536.934 habitantes (IBGE, 2010).

De acordo com Gusmão (2008), o panorama da cidade do Recife com relação aos resíduos gerados pelas empresas nela instaladas estão apresentados em seu Manual de Gestão dos Resíduos da Construção Civil, como segue:

A cidade do Recife, apesar de já ter uma lei específica, nº 17.072 de 04 de janeiro de 2005 para implantação do Programa Municipal de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Construção Civil (PMGRCC), ainda não está regulamentada. Os dados coletados por esse autor mostram que, em 2005, 41% dos resíduos (peso) gerados na cidade foram de atividades relacionadas ao setor da construção civil. Apenas 3% desses resíduos foram depositados no aterro da Muribeca (único autorizado para esses fins), deduzindo-se que um montante de 487.000 toneladas de resíduos de construção foi depositado clandestinamente na cidade.

Segundo o Jornal do Comércio do estado de Pernambuco (2011), o lixão da Muribeca é o maior de Pernambuco e um dos dez maiores do Brasil em quantidade depositada. Recebe diariamente cerca de 2.600 novas toneladas de lixo. Este aterro (7 km<sup>2</sup> de área) está localizado a 28 km do Recife e desde 2001 é gerenciado por uma gestão compartilhada entre as prefeituras do Recife e de Jaboatão dos Guararapes. O aterro de resíduos sólidos da Muribeca já tem cerca de 40 dos 62 ha ocupados pelos dejetos vindos do Recife e Jaboatão formando montanhas de 35 m. No Recife, a estimativa de geração de resíduos da construção civil por dia é de 1.334 toneladas, correspondendo a uma geração per capita de 280 kg/hab.ano.

Segundo Carneiro (2002), as práticas de destinação dos RCD atualmente empregadas são os lixões a céu aberto e os aterros controlados ou sanitários, levando ao desperdício de um recurso limitado, o solo, por tempo indeterminado. No entanto, na prática, constata-se que grande parte dos RCD gerados é distribuída clandestinamente pelas empresas responsáveis pelo transporte e pelos coletores informais em locais inadequados, como terrenos baldios, margens de mananciais, calçadas e terrenos particulares. Uma parcela dessas deposições irregulares surge em virtude da distância cada vez maior dos aterros da zona urbana. A participação do item deslocamento (combustível e manutenção dos veículos) representa cerca de 41% do total dos custos das empresas licenciadas para a coleta dos resíduos provenientes de atividades construtivas.

A partir da década de 90, os RCD passaram a ser objeto de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico em diferentes áreas da engenharia, resultando na publicação de trabalhos referenciais sobre o tema (John, 2000; Levy, 1997; Pinto, 1999; Zordan, 1997). Todo esse esforço resultou, em 2002, na Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002),

que normalizou as principais questões relacionadas aos RCD e definiu como tais todos os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção, bem como os resultantes da preparação e da escavação de terrenos.

Quanto à composição média dos RCD em outros países, é interessante notar que também em países desenvolvidos há dificuldades de caracterização dos resíduos. Relatórios da E.P.A. - Agência de Proteção Ambiental dos EUA apresentam enfoques diversificados: em 1986 foi estimada a geração anual de 31,5 milhões de toneladas de RCD nos EUA, os relatórios de 1988, 1990 e 1992 não fazem referência aos RCD (THE SOLID WASTE ASSOCIATION OF NORTH AMERICA - SWANA, 1993), os dados disponíveis demonstram que a realidade encontrada varia bastante. No caso de Toronto, por exemplo, cerca de 35% dos resíduos de construção e/ou demolição gerados são de madeira, o que pode ser explicado pela tradição construtiva da região, SWANA (1993). Na Bélgica, resíduos de concreto e alvenaria juntos são responsáveis por aproximadamente 83% do total gerado, sendo a madeira responsável por apenas 2%. No que se refere à participação das diferentes origens, pode-se afirmar que tais índices são extremamente variáveis, uma vez que têm relação direta com a intensidade de construção e de demolição da região.

No Brasil, Lucena et al. (2005) constataram que os resíduos de construção civil são compostos, principalmente, de tijolos, areias e argamassas (em torno de 80%). Numa menor proporção foram encontrados ainda restos de concreto (9%), pedras (6%), cerâmica (3%), gesso (2%) e madeira (1%). Ainda os resíduos de tijolo, argamassa e areia são os mais gerados, independentemente do tipo de obra considerada, uma vez que as suas porcentagens não variam significativamente entre um tipo e outro.

De acordo com Cavalcanti (1995), embora ainda não existam características em todo o País, o entulho que sai dos canteiros brasileiros é composto basicamente por: 64% de argamassa, 30% de componentes de vedação (tijolos e blocos) e 6% de outros materiais (concreto, pedra, areia, metálicos e plásticos).

A EMLURB - Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana, uma empresa pública constituída pelo poder executivo municipal em 26 de abril de 1979 e vinculada à Secretaria de Serviços Públicos da Prefeitura do Recife, tem como objetivos a prestação de serviços públicos de manutenção e conservação do sistema viário e das áreas verdes, a implantação e manutenção da rede de drenagem, pavimentação, iluminação pública, necrópoles e limpeza urbana. Segundo a EMLURB, a geração de resíduos provenientes da construção civil na cidade do Recife alcança um volume superior a 20.000 toneladas/mês.

A coleta dos resíduos sólidos provenientes da construção civil é realizada e operada pela EMLURB, através da coleta regular de lixo. Os resíduos são acondicionados em volumes de até 0,30 m<sup>3</sup>, equivalente a 300 litros. Anteriormente, a coleta acima desse volume também era executada pela EMLURB, por intermédio da Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) e o material era destinado ao aterro da Muribeca.

A partir de 1998, a coleta, o transporte e a disposição dos resíduos da construção civil sofreram modificações no seu gerenciamento, por intermédio do Decreto N° 18.082/98, que regulamenta a Lei Municipal N° 16.377/98. A execução dos serviços de limpeza pública, recolhimento, transporte e disposição dos resíduos acima de 300 litros foi regulamentada e passou a ser realizada por terceiros, através de firmas especializadas, mediante prévio cadastramento na EMLURB.

O acondicionamento do material é feito em caçambas estacionárias e ou contêineres, devidamente identificados e sinalizados. A EMLURB fiscaliza a disposição em vias e logradouros públicos destas caçambas, advertindo e/ou penalizando as que descumprirem o estabelecido na legislação vigente. A disposição final dos resíduos é definida pela EMLURB, que recebe das empresas licenciadas o relatório global dos serviços executados.

O resíduo de construção e demolição (RCD) que pode ser usado na indústria da construção civil e, com isso, reduzir o consumo dos recursos naturais. Pode ser puro ou misturado ao solo; antes, porém, deve ser processado por equipamentos de britagem/trituração, para alcançar a granulometria desejada, e pode apresentar contaminação prévia por solo, desde que em proporção não superior a 50% em peso. Todo esse processo geralmente é feito em uma Central de Tratamento de Resíduo - CTR, mas pode ser realizado diretamente nos canteiros de obras, desde que disponha de equipamentos e espaço adequados.

O resíduo ou a mistura podem então ser utilizados como reforço de subleito, sub-base ou base de pavimentação (regularização mecânica da rua, para o uso como revestimento primário). O entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita). As principais vantagens são: a) utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras etc), sem a necessidade de separação de nenhum deles; b) economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas; c) possibilidade de utilização de maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam

o investimento em equipamentos de moagem/ trituração; e d) possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento.

## **2.10 Sistema de gestão integrado**

Chaib (2005) conceitua sistema como “um conjunto de elementos interdependentes, cujo resultado final é maior do que a soma dos resultados que esses elementos teriam caso operassem de maneira isolada”. Segundo esse autor, um sistema de gestão é conceituado como o conjunto de pessoal, recursos e procedimentos, dentro de qualquer nível de complexidade, cujos componentes associados interagem de maneira organizada para realizar uma tarefa específica e atingem ou mantêm um dado resultado.

As pressões legais — consumidores, acionistas e comunidade — têm direcionado as organizações a um novo estado de conscientização e cultura organizacional, ou seja, não adianta apenas atender as legislações. As organizações precisam inovar neste mercado globalizado, disputado e competitivo e apresentar à sociedade e todas as partes interessadas um produto de qualidade, ambientalmente correto, comprovando a preocupação com as questões sociais.

Com isso, as organizações, voluntariamente, passaram a adotar padrões internacionais das questões de qualidade e meio ambiente em suas atividades, produtos e serviços. Esses padrões (normas) internacionais, como a ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade e ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental, foram mundialmente disseminados e adotados por organizações que buscam a melhoria contínua das questões da qualidade e ambientais em suas atividades, produtos e serviços. Essa ampla aceitação e adoção por parte das organizações começou com a implantação do Sistema de Gestão da Qualidade (ISO 9001), em 1987. Com o passar do tempo as organizações começaram a implantar outros sistemas, a exemplo do Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14001).

Todos os processos que permeiam a implantação das Normas, seja ISO 9001, ISO 14001, têm um único objetivo central: a redefinição de tarefas baseadas na padronização e no estabelecimento de linhas de autoridade e responsabilidade. Certificar não significa fornecer um produto ou serviço de melhor qualidade, mas garante que todos os procedimentos mundialmente conhecidos foram efetivados. Segundo Barbará (2006), todos esses preceitos se enquadram na definição de Gestão Estratégica da Qualidade: “são atividades planejadas,

organizadas e coordenadas taticamente para dirigir e controlar um grupo de pessoas e instalações com responsabilidade, autoridade e relações definidas na organização, no que diz respeito à qualidade”.

A partir da década de 90, o governo brasileiro se conscientizou da importância do tema e criou o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), gerando motivação nacional para aplicação dos princípios da qualidade, com a finalidade de melhorar a qualidade dos produtos e serviços aqui produzidos, de forma a competir e até superar em qualidade os importados.

O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat, criado pelo Governo Federal em 1996, foi instituído em 1998 pela portaria nº 134 do Ministério do Planejamento e Orçamento. Esse programa vem estabelecendo conjuntamente com as construtoras o estabelecimento de políticas de favorecimento da pesquisa como forma de obtenção de produtos mais duráveis, o uso de energia renovável, o incentivo à capacitação da mão de obra e principalmente, a prática da reciclagem e o reaproveitamento dos materiais, estabelecendo a implantação de planos integrados de gerenciamento dos resíduos de construção e demolição, como forma de adquirir melhor qualidade de vida por meio da sustentabilidade.

No entanto, as organizações começaram a perceber que era muito oneroso e trabalhoso manter vários sistemas de gestão isolados simultaneamente. Essas organizações perceberam que a integração de sistemas podia resultar em algumas vantagens e passaram a implantar o Sistema de Gestão Integrado (SGI). Para gerenciar negócios e adquirir melhoria de desempenho dentro do mercado, as empresas constataram que as exigências dos clientes atuais não se restringem apenas a questões relacionadas ao produto final, mas também ao processo de produção e suas consequências para a sociedade e o meio ambiente.

### **2.10.1 Sistema de gestão da qualidade**

Somente em 1987, com a finalidade de reforçar a inspeção nos processos de produção das empresas, foi criada a Norma Brasileira de Regulamentação - NBR ISO (International Organization for Standardization), série 9001 de Gerenciamento de Processos, apresentando os requisitos necessários de forma ampla, a englobar todas as fases envolvidas em um projeto.

A adoção de um sistema de gestão da qualidade provoca muitas mudanças na cultura da empresa e em todos os níveis da organização, começando na alta direção e chegando até o colaborador recém contratado (Maranhão, 2001). Normalmente, as mudanças geram conflitos.

No período de janeiro de 2005 a janeiro de 2011, no estado de Pernambuco, 190 empresas foram certificadas pela Norma ISO 9001: 2000 e 2008, de acordo com o INMETRO (2011).

A indústria da construção civil e a indústria de transformação de produtos minerais não metálicos receberam, respectivamente, 719 e 109 certificações pela Norma ISO 9001:2008, de acordo com o código NACE - Classificação Estatística de Atividades Econômicas na Comunidade Européia. As indústrias de mineração e extrativismo e da construção civil receberam, respectivamente, 21 e 719 certificações pela Norma ISO 9001:2008, de acordo com o código IAF – Fórum Internacional de Acreditação.

### **2.10.2 Sistema de gestão ambiental**

Atualmente, os impactos ambientais gerados pelo desenvolvimento industrial e econômico constituem entrave para autoridades e organizações ambientais. Em 1993, a ISO viu a necessidade de se desenvolverem normas que tratassem da questão ambiental e visassem a padronização dos processos de empresas que trabalham com recursos extraídos da natureza e/ou causassem algum dano ambiental decorrente de suas atividades.

A gestão ambiental visa o atendimento a requisitos ambientais; porém, o bom desempenho de uma gestão ambiental não se esgota apenas em atendimento de momento. O cuidado ambiental não só impõe a intenção de padrões de qualidade, mas também o resgate de padrões anteriores à intervenção no meio e o seu aprimoramento. É importante que a visão gerencial de uma organização contemple a perspectiva da busca da qualidade ambiental sempre em um patamar superior e que o desempenho ambiental seja avaliado periodicamente, identificando-se eventuais necessidades de reformulações no sentido da melhoria contínua (Fornasari Filho & Coelho, 2002).

Uma gestão empresarial sustentável implica na redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades da empresa de modo economicamente viável, utilizando uma abordagem prevencionista, dentro do princípio de melhoria contínua.

Cerqueira (2006) relata as seguintes formas de prevenção das inúmeras e adversas poluições:

“..a redução ou a eliminação de fontes de poluição, as alterações de processo, produto ou serviço, o uso eficiente de recursos e

materiais, e a substituição de energia, reutilização, recuperação, reciclagem, regeneração e tratamento”.

Com relação à certificação ambiental das empresas, Cavalcanti (2001) afirma que a “...conscientização da população e a expansão do movimento ambientalista – têm repercutido numa maior pressão aos órgãos de regulação no que tange ao controle e monitoramento da poluição e na consolidação de um aparato institucional e legal da política ambiental”.

A gestão ambiental envolve sustentabilidade, preservação do meio ambiente, qualidade, responsabilidade social, mudança de paradigmas e, sobretudo, maiores ganhos a longo prazo. Assim, a gestão ambiental se constitui em uma constante preocupação das organizações que possuem atividades produtivas poluentes ou que utilizam instrumentos de produção que podem acarretar danos ao meio ambiente. Para evitar problemas, o governo brasileiro tem leis e regulamentos, a fim de alocar essas empresas sob menores níveis de poluição.

Segundo Moura (2000), em 1995, o Brasil lançou o “Protocolo Verde”, uma forma de pressionar as empresas que dependem dos financiamentos de Bancos Federais (Banco do Brasil, Caixa Econômica, Banco da Amazônia, Banco do Nordeste, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDS e Banco Central) a apresentarem projetos contendo os reais riscos ambientais e seu nível de aceitação.

Em 1992, acontecia na cidade do Rio de Janeiro a ECO 92, quando os 178 países participantes solicitaram a ISO, a elaboração da NBR ISO 14001:1996 – sua primeira versão, com o objetivo de padronizar os processos produtivos e, assim, minimizar os problemas decorridos do processo de construção das empresas de forma a equilibrar as necessidades da sociedade, de melhoria e qualidade de vida e da economia. A ISO desenvolveu, por intermédio do Comitê Técnico 207 – Sistema de Gestão Ambiental – TC 207, a série ISO 14001, baseada na série ISO 9000.

A década de 90 caracterizou-se pelo desenvolvimento da Gestão Ambiental Privada (Magrini, 2001), em que as empresas se mobilizaram na elaboração da série de normas ISO 14000: Sistema de Gestão Ambiental – SGA. A ISO 14001 teve sua primeira revisão em 2004-atual. Seu objetivo é dar respaldo às organizações no que concerne aos elementos de um sistema ambiental eficaz, que, em conjunto com outras normas, busca contínuo aprimoramento para atingir seus objetivos ambientais e econômicos.

### **2.10.3 Certificação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat**

O SIAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e obras), instituído através da Portaria nº 118, de 15 de março de 2005, tem como objetivo avaliar a conformidade do sistema de gestão da qualidade das empresas de serviços e obras, considerando as características específicas da atuação dessas empresas no setor da construção civil, e baseando-se na série de normas ISO 9000 (SIAC, 2009). O Sistema busca contribuir para a evolução dos patamares de qualidade do setor, envolvendo especialidades técnicas de execução de obras, serviços especializados de execução de obras, gerenciamento de obras e de empreendimentos e elaboração de projetos.

### **2.11 Regulamento Técnico**

No campo jurídico-legal, a Carta Magna de 1988 já havia dado destaque à proteção do ambiente, onde a ordem econômica brasileira instituída na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa possui, entre os seus princípios, a defesa do ambiente. Esse foi um dos principais avanços, pois inclui o respeito ao ambiente como limite da iniciativa privada, que não pode prevalecer quando atividade desta iniciativa (ou da pública) viola a proteção ambiental e deixa assim de cumprir uma das suas funções sociais.

Possuindo o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, o *status* de direito fundamental apresenta, reflexamente, natureza difusa. Tal entendimento encontra-se substanciado na carta Magna, que estabelece no *caput* de seu Artigo 225:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

A inserção do meio ambiente no ordenamento jurídico brasileiro, regulamentado de forma incipiente, apesar de numerosa, deu-se como um requisito para o licenciamento de obras e/ou atividades potencialmente degradadoras; ficou caracterizado como uma regra (ambiental) a ser seguida no Direito Administrativo.

Com o decorrer do tempo, o meio ambiente deixou de estar vinculado ao Direito Administrativo e passou a integrar um novo ramo, autônomo, do Direito Público: o Direito Ambiental. Essa ramificação visa regular a proteção do meio ambiente a partir de um âmbito jurídico.

Uma das principais ferramentas legais utilizadas no Brasil é o regulamento técnico, que é um documento, adotado por uma autoridade com poder legal, que contém regras de caráter obrigatório e estabelece requisitos técnicos, seja diretamente, seja pela referência a norma técnica ou a incorporação do seu conteúdo, no todo ou em parte. Em geral, regulamentos técnicos visam assegurar aspectos relativos à saúde, à segurança, ao meio ambiente ou à proteção do consumidor e da concorrência justa.

O cumprimento de um regulamento técnico é obrigatório, e seu descumprimento constitui uma ilegalidade com a correspondente punição. Por vezes, um regulamento técnico, além de estabelecer as regras e requisitos técnicos para um produto, processo ou serviço, também pode estabelecer procedimentos para a avaliação da conformidade ao regulamento, inclusive a certificação compulsória.

No Brasil, os regulamentos técnicos (RT) podem ser adotados pelos diversos órgãos nos níveis federal, estadual ou municipal, de acordo com as suas competências específicas estabelecidas legalmente. Por razões de tradição, nem sempre são chamados de regulamentos técnicos, como é o caso das Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho.

Não existe uma compilação oficial completa da regulamentação federal brasileira. Assim, os interessados na regulamentação técnica para um produto, processo ou serviço específico devem procurar informações nos diversos órgãos do governo com relação ao assunto. No âmbito do PBQP - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade, o INMETRO liderou o projeto de modernização da regulamentação técnica federal, que inclui uma compilação dos regulamentos técnicos federais em vigor, bem como o estabelecimento de novas diretrizes para a sua redação.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A estratégia adotada para o desenvolvimento deste trabalho seguiu dois caminhos que se integram:

- Qualitativo: pesquisa para apresentar um diagnóstico dos principais temas: indústria da construção civil, indústria da cerâmica vermelha, empresas de coleta de resíduos de construção civil, empresas de beneficiamento e reciclagem de resíduos de construção civil, legislação do CONAMA sobre resíduos de construção e demolição, e os principais tipos de gestão de empresas com foco na qualidade e no meio ambiente;
- Quantitativo: com embasamento em levantamento de dados numéricos, a partir de pesquisas nos estudos de caso. Os dados quantitativos visam esclarecer a importância da problemática do recurso natural não renovável e seu desperdício mesmo após processamento na indústria da cerâmica vermelha, na indústria da construção civil e sua projeção para um cenário estadual e nacional.

#### 3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no estado de Pernambuco, tendo como área prioritária duas olarias no município de Paudalho (Cerâmica São José e Cerâmica Bom Jesus); duas edificações na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (Construtora Pottencial); uma empresa de coleta de resíduos (Global); e uma central de tratamento de resíduos – CTR (Ciclo Ambiental), no município de Recife.

As olarias situadas no município de Paudalho - PE são responsáveis por 70% (setenta por cento) da produção no estado de Pernambuco e produzem cada uma, mensalmente, mais de 1.500.000 peças de tijolos cerâmicos 9 cm x 19 cm x 19 cm (8 furos). Os principais clientes são as construtoras e os armazéns do Recife – PE. Na olaria Cerâmica São José, avaliaram-se o sistema de gestão e os principais aspectos do processo comercial, ao passo que na Cerâmica Bom Jesus, analisaram-se os processos de produção do produto (tijolo de 8 furos) e o sistema de controle de perda na produção.

Em outra área de estudo, campus da UFRPE, nas edificações contratadas pela construtora, avaliaram-se os dois canteiros de obras. O canteiro de obras 1 é um prédio com quatro pavimentos, sendo um térreo e três pavimentos superiores. No pavimento térreo, ficam três auditórios com capacidade para 140 pessoas cada, um laboratório de informática para 90 máquinas, duas salas para 63 alunos, banheiros, copa e circulação. Os três pavimentos

superiores possuem 12 salas de aula por andar, banheiros e circulação. O canteiro de obras número 2 é um prédio com três pavimentos, sendo um térreo e dois pavimentos superiores. No pavimento térreo ficam seis laboratórios para o curso de Educação Física com pé direito de 4,5 m, banheiros, copa e circulação. No primeiro pavimento, existem oito salas de aula para 60 alunos, a coordenação do curso de graduação em Educação Física, banheiros e circulação. No segundo pavimento, há duas salas de aula para 60 alunos, diretoria de departamento, salas de professores, salas de grupos de pesquisa, banheiros e circulação.

Na empresa coletora de resíduos de construção civil, que disponibiliza as caçambas estacionárias e deposita o material em Centrais de Tratamento de Resíduos na região metropolitana do Recife, realizou-se uma entrevista para formar um panorama do setor e sua correlação com o setor da construção civil e a consciência ambiental dos gestores.

Por último, avaliou-se uma central de tratamento de resíduos - CTR, considerando-se as expectativas da equipe de gestão com relação à consciência das empresas de construção quanto ao uso de material reciclado e coletoras para depositar as caçambas estacionárias em centrais de tratamento de resíduos de construção e demolição.

### **3.2 Material**

A primeira parte da pesquisa foi realizada por meio de levantamento bibliográfico, utilizando-se livros, revistas, jornais, artigos e sites de internet com assuntos pertinentes ao tema, com base na legislação vigente, incluindo normas e leis. O delineamento empregado corroborou a utilização de uma gestão ambiental na construção civil subsector edificações na tentativa de promover desenvolvimento sustentável adequado do setor.

Na segunda parte, realizou-se um estudo de caso com uma construtora do subsector edificações (ICC/SE). Foram aplicados questionários aos funcionários das empresas responsáveis pela construção das obras 1 e 2; realizadas entrevistas gravadas com os funcionários e administradores das olarias, da coletora e da CTR; realizadas visitas nas áreas de estudo; efetuada coleta de matéria-prima (argila) para análise em laboratório; feitos registros fotográficos das etapas do processo de extração até a comercialização da argila e/ou cerâmica vermelha; entre outros.

### **3.3 Métodos**

Segundo Barros & Lehfeld (2000), em pesquisas, independentemente da tipologia, o levantamento e a seleção de uma literatura concernente é condição *mister* para a construção e

comprovação das características de um objeto de estudo. A busca do conhecimento por meio da bibliografia pertinente possibilitará o enriquecimento do embasamento teórico do pesquisador.

O estudo de caso, em conformidade com Yin (2001), é uma estratégia de pesquisa que busca arguir um acontecimento hodierno dentro de seu contexto. Contemporiza, pois, os delineamentos experimentais no sentido de deliberadamente divorciar o fenômeno em estudo de seu contexto. Do mesmo modo, estudo de caso difere do método histórico, por se referir ao presente, e não ao passado.

Roesch (1999) argumenta que, enquanto as perguntas fechadas em questionários são fáceis de compilar, o mesmo não incide com as perguntas abertas. Uma vez que se deu liberdade para o respondente, respostas súbitas normalmente aparecem e deverão ser categorizadas, a fim de possibilitar sua interpretação.

Segundo Ferreira (2000), amostra, entre outras definições é a parte de uma população selecionada para pesquisa de características dela. Para a escolha dos componentes da amostra, foi utilizado o método não probabilístico, em que o pesquisador pode, eventual ou conscientemente, selecionar as informações que serão compreendidas na amostra. A coleta dos dados para o estudo de caso foi feita por procedimentos diversos: observação, análise de documentos, entrevista, história da empresa (GIL, 1991).

### **3.3.1 Etapa inicial da metodologia utilizada**

O primeiro método a ser utilizado foi um histórico das condições reais do recurso natural argila — início de sua extração e utilização na fabricação da cerâmica vermelha e demais utensílios até sua comercialização pela indústria da cerâmica vermelha para indústria da construção civil (ICC), tanto estadual quanto em nível nacional. Esse método busca avaliar a dinâmica deste processo, que se estende da extração da matéria-prima argila à fabricação dos tijolos pela indústria da cerâmica vermelha, associando os impactos desta atividade sobre a sociedade e ao meio ambiente, pelo uso de um recurso natural não renovável.

### **3.3.2 Gestão do recurso natural não renovável argila**

Para avaliar a gestão do recurso natural argila, foi estabelecida uma análise do crescimento da indústria da cerâmica vermelha e da indústria da construção civil no estado de Pernambuco nos últimos anos, cuja base para tal avaliação foram as obras 1 e 2 da UFRPE. Essa metodologia consistiu em averiguar o crescimento das indústrias (ICV e ICC), em

relação à quantidade de trabalhadores nas obras, qualidade de tais profissionais, avaliação dos projetos, cumprimento da legislação vigente, outros aspectos, por intermédio de entrevistas e registros fotográficos das áreas estudadas.

### **3.3.3 Dinâmica do processo de produção dos tijolos na indústria da cerâmica vermelha**

Nas duas olarias do município de Paudalho – PE, a matéria-prima era composta por uma argila magra, ou seja, com maior nível de impurezas, e outra gorda, com baixa impureza, denominada massapé. Para avaliar o processo de extração da argila na mina até a saída do produto final, foi utilizada máquina fotográfica e gravações de áudio das entrevistas, no intuito de registrar todo o processo. Iniciou-se o registro da atividade pela extração da argila magra, mais abundante na região de estudo e, logo após, pela argila gorda, que se encontra mais distante das olarias. Nas extrações utilizaram-se caminhões, pás carregadeiras e enchedeiras; depositou-se o material na caixa de alimentação e logo após efetuou-se processo de mistura dos dois tipos de argila nas olarias, a partir desta mistura iniciou-se o processo de fabricação dos tijolos cerâmicos até sua comercialização.

### **3.3.4 Recurso natural não renovável argila na indústria da cerâmica vermelha**

Ao iniciar essa etapa da pesquisa, os administradores das olarias foram questionados, por meio de entrevistas, sobre a certificação das empresas nesta atividade, ou seja, se as olarias tinham licença para funcionar e extrair argila. Nesta fase foram feitas visitas às jazidas de argilas magra e gorda, as quais foram fotografadas no intuito de averiguar o comportamento do setor, suas regras e limitações e, assim, avaliar os impactos decorrentes da atividade degradatória. Foram feitas entrevistas com os gestores do Sindicato da Indústria Cerâmica do estado de Pernambuco - SINDICER/PE, da Associação Nacional da Indústria Cerâmica –ANICER e do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI/PE, que é o gestor do Programa de Qualidade Setorial da Cerâmica Vermelha –PQS/CV em Pernambuco. Essas empresas forneceram os dados de produção em níveis estadual e nacional e indicadores de desperdícios nas jazidas e na ICV, que conseqüentemente geraram os dados de perdas das argilas no processo.

### **3.3.5 Recurso natural não renovável argila na indústria da construção civil**

Foi avaliado o comportamento da indústria da construção civil no estado de Pernambuco, em contrapartida também a ICV, tendo como base as olarias do município de Paudalho e informações do SINDICER/PE. Foram coletadas amostras das argilas envolvidas no processo de fabricação dos tijolos cerâmicos, distribuídas da seguinte forma:

- Foram selecionadas duas amostras no campo, ou seja, na jazida, uma de argila magra e a outra da argila gorda (massapé);
- Outras duas amostras foram selecionadas durante o processo de produção, uma na caixa de alimentação e a outra no processo de laminação da argila na olaria.

Essas amostras foram selecionadas no intuito de estabelecer o peso específico da matéria-prima argila extraída no município de Paudalho - PE, com finalidade de mostrar os limites de plasticidade e limites de liquidez do material e de suas misturas, de acordo com a norma técnica brasileira em vigor.

#### **3.3.5.1 Estudo de caso da indústria da construção civil no estado de Pernambuco - subsetor edificações**

A metodologia utilizada para a medição da perda foi aplicada em dois canteiros de obras situados na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE; ambos foram edificados pela mesma construtora. Assim, a administração central e a gestão superior da empresa construtora era a mesma; no entanto, as equipes de produção eram independentes.

Definiu-se como equipe de produção o encarregado geral, os pedreiros e os serventes de cada obra. Também eram independentes os locais de armazenagem dos insumos, que no caso foi o tijolo cerâmico de 8 furos não estrutural (tijolos de fechamento), de 9 cm x 19 cm x 19 cm.

As obras estudadas localizam-se na Universidade Federal Rural de Pernambuco, campus Dois Irmãos, na cidade do Recife – PE, definida no contexto do planejamento físico do campus como obra número 1 ed. João Vasconcelos Sobrinho, localizado na Zona 4 e a obra número 2 denominada ed. Manoel Amaro de Lima, localizado na Zona 3.

A equipe teve que monitorar os estoques interno e externo para evitar que o material fosse deslocado de uma obra para outra sem o registro, situação que ocorria quando em uma obra o encarregado necessitava do material e a olaria ainda não tinha feito a entrega.

Para avaliar o desperdício da indústria da construção civil, foram analisadas as obras 1 e 2 na UFRPE, pela contagem dos tijolos utilizados, tanto interna quanto externamente, e

pelas medições das paredes de forma inequívoca, compatíveis com o projeto, no intuito de estabelecer as perdas diárias de cada obra.

Foram adotados os seguintes procedimentos para acompanhamento diário da produção das duas obras, com uma equipe de quatro estagiários de Engenharia Agrícola e Ambiental:

- Contagem do número total de tijolos assentados;
- Contagem do número de tijolos armazenados dentro da obra;
- Contagem do número de tijolos armazenados fora da obra;
- Quantificação das transferências de tijolos efetuadas entre as obras.

Com a coleta diária dos dados adotou-se a equação abaixo para determinar a perda (P) semanal:

$$P = [ E_{k-1} + I_{k-1} + T_k ] - [ E_k + I_k + A_k ] \quad (1)$$

em que:  $E_{k-1}$  é o estoque de tijolos fora da obra no final da semana anterior;  $I_{k-1}$ , o estoque de tijolos dentro da obra no final da semana anterior;  $E_k$ , o estoque de tijolos fora da obra no final da atual semana;  $I_k$ , o estoque de tijolos dentro da obra da atual semana;  $T_k$ , a transferência de tijolos da obra durante a semana, sendo positivo quando chegam tijolos e negativo quando saem tijolos;  $A_k$ , o número de tijolos assentados durante a semana.

A partir dos dados levantados, foram contabilizadas as perdas e gerados gráficos de comparação entre o total de tijolos assentados *versus* perdas, no intuito de estabelecer o que realmente foi assentado e o que foi realmente desperdiçado; o total de tijolos assentados por  $m^2$ , nas duas obras; e o total desperdiçado nas duas obras da UFRPE. Foram sugeridos dois indicadores de avaliação da ICC/SE, um referente à *Perda de Material* (IP) e o outro a Eficácia da Obra, doravante denominado *Eficácia da obra Morant* (IEM).

- Índice de perda (IP)

Para o cálculo do índice de perda, utilizou-se a seguinte equação:

$$IP'_t = [(T_{tj\_d})/(T_{tj\_a})] \times 100 \quad (2)$$

em que  $IP'_t$  é perda total direta em %;  $T_{tj\_d}$ , total de tijolos desperdiçados ; e  $T_{tj\_a}$ , total de tijolos adquiridos.

- Índice de eficácia Morant

O indicador de eficácia Morant - IEM de uma obra é expressa em percentual e será igual a 100% quando a empresa gastar somente a quantidade necessária de insumo para realizar uma atividade. Assim, defini-se o indicador como:

$$IEM_{ob} = \{1 - [(T_{tj\_d}) / (T_{tj\_n})]\} \times 100 \quad (\%) \quad (3)$$

em que  $T_{tj\_d}$  é o total de tijolos desperdiçados e  $T_{tj\_n}$ , o total de tijolos necessários.

Nota: quando o IEM for 0,00% indica que a empresa utilizou o dobro do material necessário, caso a empresa utilize mais que o dobro o IEM será negativo.

### **3.3.5.2 Desperdício de argila nas indústrias da cerâmica vermelha e da construção civil no estado de Pernambuco e em nível nacional**

O desperdício da argila na indústria da cerâmica vermelha e na indústria da construção civil foi projetado para o estado de Pernambuco a partir dos dados de produção do SINDICER/PE, e a projeção nacional com os dados fornecidos pela ANICER. O cálculo do desperdício baseou-se nos valores iniciais das jazidas e olarias, que conseqüentemente serviram de parâmetro para o cálculo de desperdício nas obras 1 e 2. Esses dados foram extrapolados para o estado de Pernambuco e em nível nacional. Tal resultado propõe evidenciar a quantidade de argila desperdiçada nas obras 1 e 2 da UFRPE - PE, no estado de Pernambuco e em nível nacional, e, desse modo, estabelecer a quantidade de recurso natural não renovável realmente desperdiçado e a quantidade correspondente de tijolos e de dinheiro desperdiçado.

### **3.3.6 Entrevistas e questionários aplicados nas olarias e nas obras 1 e 2 da UFRPE**

Para avaliar o grau de entendimento dos funcionários em relação ao recurso natural argila, utilizou-se um questionário (Anexo 1), que aborda questões ambientais, sociais e econômicas relacionadas diretamente ao trabalhador e ao meio ambiente.

### **3.3.7 O recurso natural não renovável argila e o descarte nas indústrias da cerâmica vermelha e da construção civil**

Visitou-se a empresa contratada pela construtora para a coleta e remoção dos resíduos de construção e demolição, no intuito de avaliar suas condições a gestão administrativa por intermédio de entrevistas e relatos informais dos colaboradores da empresa bem como a visão deles com relação a indústria da construção e a consciência ambiental, bem como a empresa de recebimento e beneficiamento de resíduos da construção (central de tratamento de resíduo), e sua visão do contexto coletora x construtora.

### **3.3.8 Proposta de regulamentação técnica de gestão do recurso natural argila nas indústrias da cerâmica vermelha e da construção civil**

Apresentou-se uma proposta de regulamento técnico para a indústria da construção civil, com base nos requisitos de consumo de tijolos disponibilizados em projetos específicos e em indicadores de eficácia e de desperdício da construtora visando mitigar o impacto no recurso natural não renovável argila.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Dinâmica do processo de produção de tijolos da indústria da cerâmica vermelha

No processo produtivo da cerâmica vermelha, a pasta para a sua produção é composta de dois tipos de argilas (matéria-prima): uma *gorda*, material que serve para moldar e *dar liga* à mistura (massapé) (Figura 4a) e outra *magra* (Figura 4b), um barro vermelho com maior teor de impurezas e pouco plástico, extraído por retroescavadeira, que faz o carregamento para um caminhão basculante.

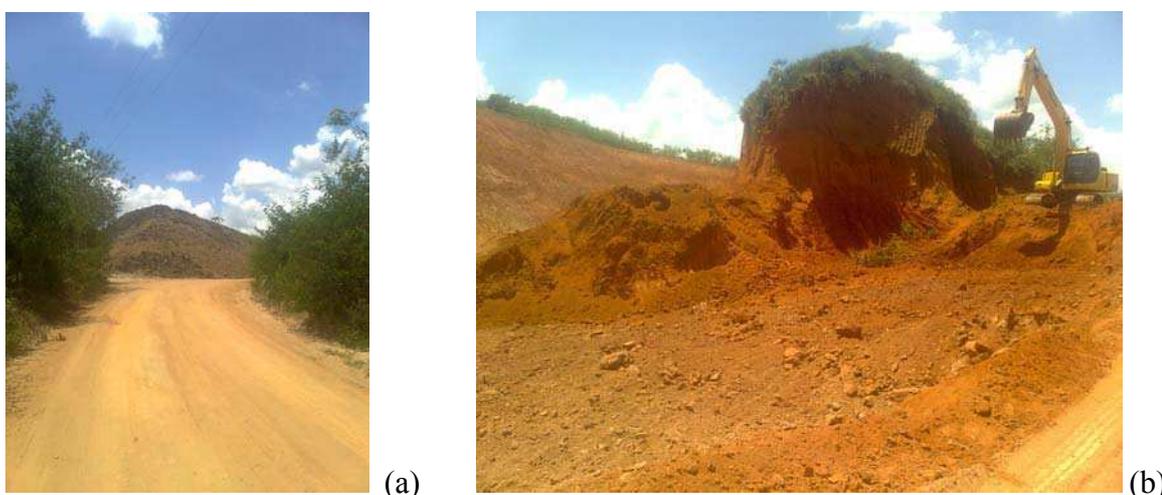


Figura 4 - Estoque de argila tipo massapé próximo a olaria (a) e extração de argila vermelha em mina no meio de canavial (b), Paudalho, PE.

Observou-se em campo que a extração da argila magra é feita com máquinas escavadeiras da própria olaria e o transporte, por caminhões agregados (Figura 4b). O processo de extração do minério é realizado de modo que não exista um estoque de material depositado para o carregamento, e sim um traslado direto da jazida para o caminhão. Desse modo, o material é selecionado na hora do carregamento pelo operador. No entanto, quando existe presença de pedras ou raízes que contaminam o carregamento, o operador descarta uma grande quantidade de material (Figura 5), pois o caminhão já está na “doca” para carregar e transportar o material para a olaria. Por ser um trajeto interno e em estradas vicinais, o caminhão não utiliza lona para evitar perda da carga, o que causa poluição nas redondezas, pois por onde passa deixa cair material e poeiras. Desta forma, observa-se que no trajeto existe perda tanto quanto na extração na mina, pois o operador não faz uma pré-seleção de material.



Figura 5 – Pedras e raízes na jazida de argila magra, Paudalho, PE.

Os caminhões levam a matéria-prima a uma área (caixa de alimentação) que serve de estoque aos dois tipos de argilas. Nesta caixa de alimentação se faz a mistura dos dois tipos de argilas. Ao chegar à olaria, o apontador faz o recebimento do caminhão e calcula o volume do carregamento e depois o material é estocado no solo, para ser posteriormente misturado (traçado) com a ajuda de uma enchedeira (Figura 6a) e de um arado fixado em um trator agrícola na proporção definida pelo *traço* de 1:3, ou seja, uma parte de argila magra (argila vermelha) equivalente a 25% do volume, e três partes de argila gorda (argila massapé) equivalente a 75% do volume (Figura 6b).



(a)



(b)

Figura 6 – Enchedeira na olaria (a) e material solto no solo na caixa de alimentação (b).

Após a mistura, o material fica estocado para ser utilizado na linha de produção. Com o auxílio da enchedeira, a mistura é depositada em um silo (Figura 7a), que ao ser acionado a abertura de descarga libera a matéria-prima para a correia transportadora (Figura 7b).



Figura 7 – Fotografias do silo (a) e da correia transportadora (b).

Dando continuidade ao processo de produção do tijolo, a mistura é levada de maneira contínua pela correia transportadora que alimenta o desintegrador. Este reduz o tamanho dos torrões e, em caso de contaminação da mistura com pedras e/ou raízes, o supervisor da linha intervém retirando tais materiais manualmente (Figura 8).



Figura 8 – Alimentação do desintegrador pela correia transportadora.

Depois de desintegrado o material é levado para o misturador onde é feito o controle da umidade. Do misturador, a argila desce por gravidade até o laminador, o qual reduz a argila pastosa em lâminas finas, fazendo-a passar entre dois cilindros de ferro fundido que, além de

triturarem por esmagamento todas as pedrinhas ou torrões ainda não desfeitos, produzem mais uma mistura (Figura 9).



Figura 9 - Misturador, local onde se controla a umidade da matéria-prima.

O material resultante (laminado) é transportado por outra esteira automática até a maromba, que é a máquina de fabricar tijolos (Figura 10) a vácuo, onde calcadores/alimentadores forçam-no a passar através das grelhas, fragmentando-o em pequenas porções nas quais se processa a desaeração, reduzindo ao mínimo o ar contido ou incluído na massa cerâmica pela ação das misturas e da água agregada.



Figura 10 - Esteira transportadora de material.

Após a fragmentação o material resultante cai no parafuso-sem-fim (Figura 11), quando então a mistura é impelida para frente, passa pela câmara de vácuo (Figura 11) e logo em seguida através dos orifícios da boquilha que é o molde dos tijolos (Figura 11). O bloco de

argila extrusada que sai da boquilha corre sobre os rolos da máquina cortadora e é automaticamente cortado em tamanhos pré-fixados (10 cm x 20 cm x 20 cm) (Figura 11). Os tijolos cortados são classificados fazendo-se retornar à maromba as peças refugadas. As demais peças são retiradas manualmente e armazenadas nos galpões para secagem (Figura 11). Algumas olarias utilizam a pré-secagem dos tijolos, armazenando-os em vagonetes (Figura 11), que irão direto para antecâmaras de secagem em fornos.

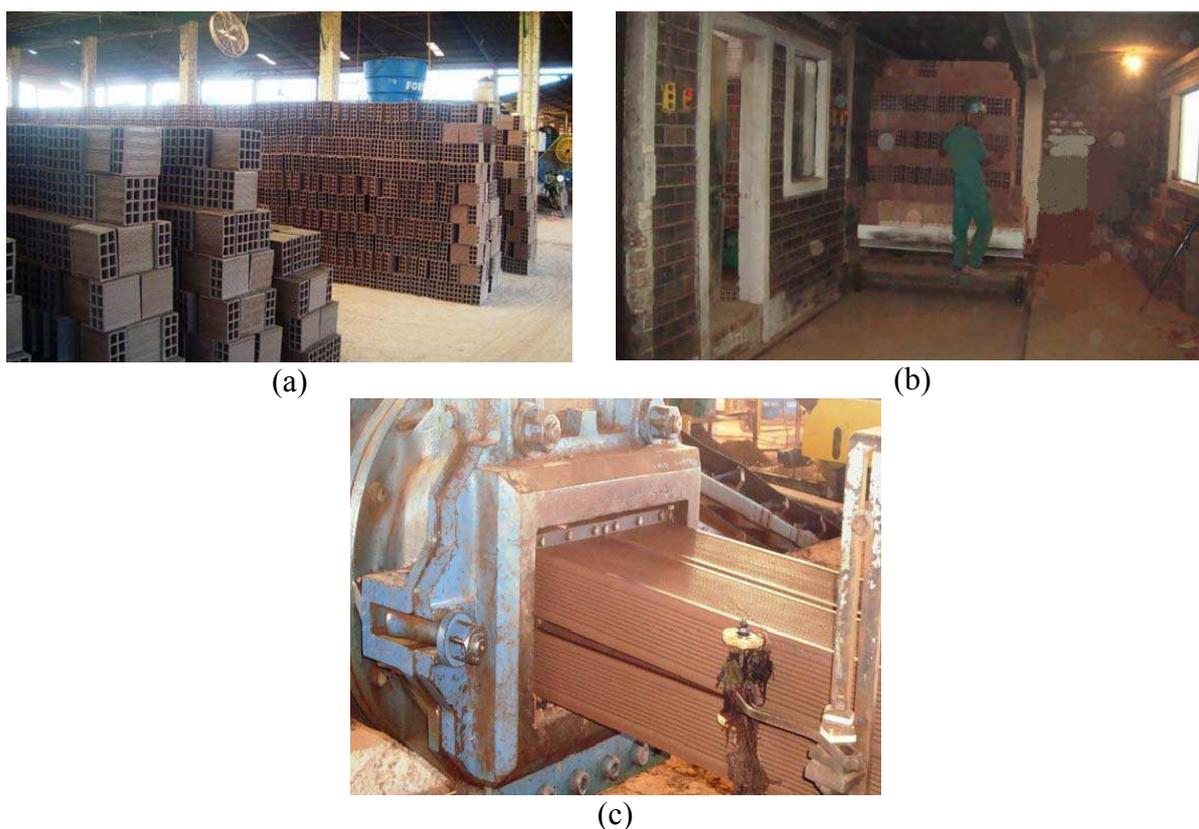


Figura 11 - Galpão de secagem (a), vagonete (b) e da cortadora de tijolos (c).

A duração da secagem natural com tempo bom (período seco), dura em média 10 dias e aproximadamente 30 dias em período chuvoso. Nos casos em que a olaria dispõe de antecâmaras de secagem (Figura 12), o prazo pode ser reduzido para aproximadamente 72 horas, quando utilizados vagonetes.



Figura 12 – Antecâmara de secagem de tijolos.

Por fim, após secagem das peças ao tempo, os tijolos são manualmente transportados para os fornos e empilhados a fim de que a queima se processe de forma homogênea em todas as peças (Figura 13 a,b). No caso de secagem nas antecâmeras, os vagonetes continuam nas etapas de forma contínua. Após a sinterização nos fornos em temperatura de 800 a 1000 °C, as peças deverão descansar até que adquiram a temperatura ambiente, com a dimensão final de 9 cm x 19 cm x 19 cm, sendo então encaminhadas para o controle de qualidade e posteriormente para a expedição.



Figura 13 – Tijolos empilhados para queima nos fornos(a) e forno da olaria (b).

#### 4.2 Argila na indústria da cerâmica vermelha

Durante a pesquisa identificou-se uma prática comum em algumas localidades de extração da argila vermelha: algumas olarias não cumprem as formalidades legais, ou seja, são clandestinas, com pontos de extração da argila de difícil fiscalização pelos órgãos ambientais, pois

estão no meio das plantações de cana-de-açúcar dos engenhos. As olarias fazem acordos com plantadores de cana e oferecem a construção e manutenção das estradas vicinais para explorar a argila vermelha. Esta manutenção das estradas vicinais é realizada durante todo o período de extração da argila. Apesar de comentários generalistas que existe clandestinidade nesta atividade, as empresas pesquisadas neste estudo de caso tinham documentação conforme a legislação em vigor.

Outro fato importante em relação ao comportamento da ICV é que em entrevista feita a alguns funcionários das olarias observou-se que do ponto de vista do operário o recurso natural não renovável argila é considerado um produto da natureza inesgotável e de valoração econômica e ambiental irrisório. Quando questionados sobre a possível falta da matéria-prima no futuro, visto que estão retirando mais de 20 caminhões diários, todos os trabalhadores foram enfáticos ao responder: *“isso não vai acabar nunca doutor, tem muito barro ainda por aqui”*.

Tal resposta evidencia a falta de comprometimento das olarias com a capacitação de seus operários com os temas ambientais e a falta de informação dos empregados em relação ao meio ambiente e seus recursos naturais, pois a abundância da matéria-prima argila vermelha nos dias de hoje, em 2011, não está relacionada com o recurso sempre renovável ou infinito. Os operários entrevistados demonstraram não perceber que a argila vermelha é um recurso natural não renovável e conseqüentemente finito.

No decorrer da entrevista perguntou-se sobre o que deve ser feito na área da mina depois que a cota acordada com o proprietário do terreno chega ao fim (após extração da argila vermelha), já que eles simplesmente abandonam a área. Portanto, não se evidencia qualquer preocupação para regenerar ou recuperar a área (Figura 4). Em respostas os entrevistados afirmaram: *“a natureza vai resolver o problema, pois o que a gente fez foi só rebaixar o morro”*.

Tal afirmação mostra o desconhecimento ambiental, ou seja, para os entrevistados a atividade de extrair a argila vermelha (“rebaixar um morro”) não agride a natureza, modifica apenas por algum tempo a paisagem, que posteriormente se regenera e retorna a sua exuberância inicial ou não. Este equivocado modo de ver o meio ambiente pelos trabalhadores confirma a necessidade de implantar a educação ambiental no dia a dia dos trabalhadores e nas comunidades vizinhas; pois ao abandonar a área degradada a sua própria sorte, tal recuperação natural pode até acontecer, mas de forma lenta e em alguns casos sem nenhuma melhoria da área afetada.

Ao visitar uma das minas de extração de argila vermelha, a qual foi explorada por oito meses e que há dois anos está abandonada (Figura 4), observa-se a não ocorrência da regeneração da área, sem cobertura vegetal adequada e com erosão acentuada. É corriqueiro que ao encerrar as atividades de exploração na jazida, as etapas previstas para a recuperação e regeneração devem ser imediatas. No entanto, as minas são simplesmente abandonadas.

Na maioria das vezes os resíduos da extração como pedras e raízes misturadas à argila ficam abandonados na jazida. Essas impurezas poderiam ser selecionadas, descartadas e a argila remanescente transportada para a olaria. No entanto, devido à necessidade de processamento (peneiramento), torna-se mais vantajoso para os proprietários das minas computarem como perdas no processo de produção do tijolo na olaria.

A perda identificada nas olarias pesquisadas foi de 4% do volume retirado da jazida, desde o início na lavra passando pelo seu armazenamento na caixa de alimentação até o transporte ao desintegrador. Esta perda está associada ao tipo de transporte (caminhões sem lona), à forma de armazenamento na caixa de alimentação, uma vez que ao ar livre o estoque fica exposto às intempéries, vento e chuva, que são carregados no período de chuvas; além de materiais descartados quando se apresentam contaminados na caixa de alimentação antes do traço, por pedras e raízes.

A maior parte do desperdício em volume é da argila magra (argila vermelha), que devido ao seu baixo valor o controle de qualidade praticamente não existe e fica a cargo do operador da escavadeira e do caminhoneiro, que de forma visual faz uma classificação do material durante a extração. O valor final na olaria é de R\$ 50,00 por caminhão com 12 m<sup>3</sup> da argila magra. Em contrapartida, a argila gorda ou massapé, argila mais importante no processo da cerâmica vermelha, pois é ela que dá liga aos materiais, custa R\$ 250,00 por caminhão de 12 m<sup>3</sup>. Considerando que o traço é de 1:3, ou seja, uma parte da argila magra e três partes da argila massapé, o custo de 1 m<sup>3</sup> da mistura é de  $(R\$ 50,0 + 3 R\$250,0) / 48,0 \text{ m}^3$  o que totaliza R\$16,67 por m<sup>3</sup>.

Na entrevista com as equipes que gerenciam as jazidas de argila massapé notou-se uma demonstração de maior entendimento e consciência ambiental, diferentemente da equipe da argila magra, pois como a argila gorda é escassa e mais onerosa, o cuidado se torna necessário, com maior atenção com o carregamento, pelo operador da máquina escavadeira e do motorista, existência de apontadores, dois operários loneiros (que aplicam a lona no caminhão) e um supervisor da mina. Perguntados se eles acham que o Massapé vai acabar, eles responderam que:

*“Está cada vez mais difícil extrair o massapé, são séculos de extração. No Recife onde também tínhamos uma grande reserva de Massapé, já não podemos extrair mais. Antigamente nos bairros da Várzea e Dois Irmãos nós tínhamos bastante, e isso não faz nem 40 anos. Agora tá muito complicado tirar o Massapé do Recife, assim eles tem que vir aqui para Passira, Limoeiro, e redondezas.”*

Tal fato só vem a confirmar a exploração demasiada e inadequada observada nas áreas de estudo, pois a extração de argila gorda deixa grandes lagoas quando o material está disposto em bolsões ou quando é retirada da beira dos rios. Nesse caso provoca assoreamento e acaba com a mata ciliar.

Toda essa extração que resulta na transferência de material do solo e do subsolo de uma área para outra, sem nenhuma preocupação em recuperar a área danificada, gera lucro em toda a cadeia comercial da cerâmica vermelha, pois no centro de custo nas olarias não aparece nas despesas com recuperação das áreas degradadas, ou seja, as áreas de extração obsoletas ficaram do jeito que estão sem nenhum tratamento de recuperação.

Por sua vez, os menos privilegiados e mais afetados são a população local, que perde os seus recursos naturais indevidamente e o seu valor agregado. O correto seria transferir ganhos para a sociedade civil por parte de alguns empresários da ICV e da ICC, fato este expresso na Constituição de 1988, em seu Art. n.º 225 § 2º, que estabelece que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da Lei” (BRASIL, 1988).

A problemática da extração de um recurso natural não renovável para uma prática de beneficiamento e produção de um bem deve ser uma preocupação da sociedade em geral. A comunidade tem o direito de saber se o processo de produção do bem é planejado de modo a reduzir ou eliminar os desperdícios; se a utilização do bem manufaturado é vantajosa; se não causa dano a quem utiliza; e se o descarte de seus resíduos não causa impacto ambiental grave.

#### **4.3 Estudo de caso do estado de Pernambuco – indústria da cerâmica vermelha**

De antemão, sabe-se que o desenvolvimento da atividade ceramista tem se dado por meio de um processo produtivo bastante complexo e que envolve algumas fases, como: a extração da matéria-prima (a argila e o barro vermelho), a mistura/moldagem, a secagem/queima, bem como, o destino final dos produtos cerâmicos. Esse processo produtivo é caracterizado, ainda, por procedimentos arcaicos, em que se destaca como insumo energético o consumo de lenha no processo de queima dos produtos. Portanto, trata-se de um

processo de produção que atualmente não tem conseguido reduzir as perdas produtivas, nem melhorar a produtividade e a qualidade do produto. Mesmo assim, tem sinalizado novas potencialidades, haja vista encontrar-se em praticamente todo o estado de Pernambuco, gerando postos de trabalho, renda e até a integração de parte da sociedade, embora de maneira seletiva e desigual.

O estudo de caso nas duas cerâmicas da região de Paudalho - PE foi de forma quantitativa e qualitativa e com entrevistas e observações junto aos consultores do SENAI/PE e aos executivos responsáveis em elaborar os indicadores do Sindicato das Indústrias Cerâmicas do estado de Pernambuco. A região de Paudalho - PE é responsável por 70% da produção de tijolos de 8 furos no estado de Pernambuco, que produz 100 milhões de tijolos por mês. Dentre as duas cerâmicas (olarias) estudadas uma delas está participando do programa de certificação integrada Qualidade, Meio Ambiente e Segurança Ocupacional (ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001), que tem como equipe de consultores o SENAI/PE.

A partir das entrevistas e pesquisa de campo realizada nas olarias (Cerâmica Bom Jesus e Cerâmica São José, no município de Paudalho - PE), constatou-se que as perdas nas jazidas de argila equivalem a 4% do montante retirado de matéria-prima não renovável e 3% de perda total na produção da cerâmica vermelha. Esses valores podem ser considerados baixos, no entanto são de suma importância, pois somam 7% de desperdício de um recurso não renovável no início da cadeia de produção da cerâmica vermelha do estado de Pernambuco.

#### **4.4 Ensaios laboratoriais das argilas coletadas**

Para melhor entendimento e aperfeiçoamento da técnica utilizada, fez-se uma avaliação do material extraído das olarias (Anexos I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII) e dos ensaios realizados em laboratório credenciado pelo INMETRO, atendendo às Normas Brasileiras da ABNT. Na Tabela 4 são reunidos os principais resultados das amostras realizadas.

No intuito de fundamentar o material extraído das jazidas, foram retiradas quatro amostras da matéria-prima argila, sendo duas dos tipos de argila (argila massapé e argila magra) e duas da mistura (sendo uma da caixa de alimentação e outra no processo de laminação). Em laboratório verificou-se que a argila gorda (massapé) possui Limite de Plasticidade (LP) de 30,8% e Limite de Liquidez (LL) de 42,3% (Anexo I). Estes valores indicam que o material é facilmente moldável, ou seja, quanto maior os limites melhor será o material para moldagem.

No ensaio de granulometria por peneiramento e sedimentação (Anexo II), totalizou-se 48,7% de argila e 51,3% de impurezas (soma de pedregulhos, areia grossa, areia média e silte). Conforme a NBR 7181, o material é classificado como: Argila Siltosa Arenosa Cinza Escura.

Tabela 4 - Ensaios laboratoriais do material de argila coletado na cerâmica Bom Jesus, Paudalho, PE.

Amostra Nr.	Observação	Norma	Relatório Nr.	Resultado	Data da coleta	Data do ensaio	Anexo
447	Argila Vermelha	NBR 6459 Determinação do Limite de Liquidez	ELC.EXTR.001.11-00	NL	09/11/2010	10/01/2011	III
448	Argila Massapê	NBR 6459 Determinação do Limite de Liquidez	ELC.EXTR.002.11-00	42,3%	16/12/2010	05/01/2011	I
449	Mistura na Caixa	NBR 6459 Determinação do Limite de Liquidez	ELC.EXTR.003.11-00	40,2%	16/12/2010	05/01/2011	V
450	Mistura no laminador	NBR 6459 Determinação do Limite de Liquidez	ELC.EXTR.0004.11-00	42,0%	16/12/2010	05/01/2011	VII
447	Argila Vermelha	NBR 7180 Determinação do Limite de Plasticidade	ELC.EXTR.001.11-00	NP	09/11/2010	10/01/2011	III
448	Argila Massapê	NBR 7180 Determinação do Limite de Plasticidade	ELC.EXTR.002.11-00	30,8%	16/12/2010	05/01/2011	I
449	Mistura na Caixa	NBR 7180 Determinação do Limite de Plasticidade	ELC.EXTR.003.11-00	21,4%	16/12/2010	05/01/2011	V
450	Mistura no Laminador	NBR 7180 Determinação do Limite de Plasticidade	ELC.EXTR.0004.11-00	26,8%	16/12/2010	05/01/2011	VII
447	Argila Vermelha	NBR 7181 Análise Granulométrica	GRSD.001.11-00	Arg. 19,8% Ar.Sl.Arg	09/11/2010	07/01/2011	IV
448	Argila Massapê	NBR 7181 Análise Granulométrica	GRSD.002.11-00	Arg. 48,7% Arg.Sl.Ar.	16/12/2010	07/01/2011	II
449	Mistura na Caixa	NBR 7181 Análise Granulométrica	GRSD.003.11-00	Arg. 30,8% Ar.Arg. Sl	16/12/2010	07/01/2011	VI
450	Mistura no Laminador	NBR 7181 Análise Granulométrica	GRSD.004.11-00	Arg. 38,4% Arg. Ar.Sl	16/12/2010	07/01/2011	VIII

Laboratório: TECOMAT, Recife/PE.

Em contrapartida, a argila magra (vermelha) não apresentou limite de liquidez e de plasticidade (Anexo III). No ensaio de granulometria por peneiramento e sedimentação (Anexo IV), totalizou-se 19,8% de argila e 80,2% de impurezas (soma de pedregulhos, areia grossa, areia média e silte). Tal resultado evidencia que o material possui muitas impurezas para a moldagem, ou seja, o material também é classificado conforme a NBR 7181 como: Areia Siltosa Argilosa Vermelha Escura com Mica.

Já a mistura resultante na caixa de alimentação do traço de 1:3, sendo um de argila magra e três de argila gorda, apresentou Limite de Liquidez de 40,20% e Limite de Plasticidade de 21,40%. Este resultado evidencia que mesmo acrescentando 25% de volume na

mistura com o massapé, a mistura resultante apresenta uma adequada plasticidade para a moldagem de tijolos (Anexo V).

No ensaio de granulometria por peneiramento e sedimentação (Anexo VI) totalizou-se 30,8% de argila e 69,2% de impurezas (soma de pedregulhos, areia grossa, areia média e silte), com classificação conforme a NBR 7181 como: Areia Argilosa Siltosa Cinza Escura.

Deve-se esclarecer que o material arenoso inserido no material muito plástico reduz as trincas de retração. No entanto, o material arenoso pode prejudicar a vida útil dos rolamentos e dos cilindros das máquinas. Outro fato a ser ressaltado é a utilização do chamote (prática no sul do país), na qual se moem os tijolos refugados após o cozimento e adiciona-os no lugar da argila magra. Tal prática reduz a utilização do recurso natural argila, além de mitigar o impacto ambiental do descarte de tijolos não aproveitados no meio ambiente.

A quarta mistura foi retirada da esteira do laminador que alimenta a maromba (Anexo VII), cujos resultados para o Limite de Liquidez foi de 42,0% e Limite de Plasticidade de 26,80%. O ensaio de granulometria por peneiramento e sedimentação (Anexo VIII) indicou 38,4% de argila e 61,6% de impurezas (soma de pedregulhos, areia grossa, areia média e silte), com classificação conforme a NBR 7181 como: Argila Arenosa Siltosa Vermelha Escura.

Observou-se que a amostra quatro acrescida da magra diferenciou-se da amostra três, pois durante o processo voltou a ser classificada como argila. Assim ganha na moldagem e redução de trincas, além de reduzir o valor final da pasta, já que houve a mistura no traço de 1:3.

Ressalta-se ainda que a ICV em Pernambuco poderia utilizar o chamote, citado anteriormente, para obter resultados semelhantes, gerando ganhos com o reaproveitamento dos resíduos, que conseqüentemente reduziria a coleta de matéria-prima (argila magra), o qual ocasionaria uma diminuição do desperdício do recurso natural gerado na extração, no transporte e na produção.

Nesta pesquisa foi utilizado o peso específico do material misturado no laminador, por representar as características finais do recurso natural não renovável, antes da sinterização, ou seja, quando o processo ainda é reversível (Quadro 1).

Quadro 1 - Peso específico do material coletado na olaria em 16/12/2010 e ensaiado no laboratório em 7/1/2011

Dados de ensaios coletados na ICV/PE				
Peso específico	2.282,0	kg/m <sup>3</sup>	Mistura no laminador	Estudo realizado em laboratório credenciado junto ao INMETRO (TECOMAT - Recife/PE)
Consumo material (na maromba)	2,7	kg	Unidade	

#### 4.5 Estudo de caso de Pernambuco – indústria da construção civil: subsector edificações

Deve-se ressaltar o comprometimento da empresa construtora em contribuir com a pesquisa, permitindo total controle sobre os documentos de transferências e aquisições.

Observou-se que, além da preocupação com os estoques internos e externos, os desperdícios começam na movimentação e no descarrego interno, a armazenagem em pilhas durante o período de trabalho e também na forma de estocagem ao final do dia de serviço internamente (Figura 14 a, b). O material era “tombado” de um lado para o outro e nesses transportes e manuseios internos ocorriam muitas perdas. Observou-se isso também nos estoques externos (Figura 14 a, b), ou seja, os trabalhadores retiravam sem ordem e deixavam muito material desperdiçado ou exposto, aumentando ainda mais o desperdício na obra.



(a)



(b)

Figura 14 - Fotografias ilustrativas do estoque interno no início dos serviços (a) e estoque interno ao final de um dia de serviço (b).

O acesso entre os estoques interno e externo nas obras era bastante precário, o que prejudicava tanto a produtividade do servente na atividade de abastecer o posto de trabalho do pedreiro, como também contribuiu para aumentar o desperdício, pois muitas vezes os operários pegavam os tijolos das pilhas, ou seja, tijolos novos, para fazer caminhos e passagens sobre o solo. Como era de se esperar esses tijolos se quebravam e não mais eram aproveitados na obra (Figura 15).



(a)



(b)

Figura 15 - Estoque externo da olaria (a) e das pilhas manuseadas (b).

Evidenciaram-se também algumas perdas maiores que a média diária, motivadas por erro de locação das paredes, ou seja, o operário estava utilizando uma planta obsoleta e a engenharia da obra não informava ao mestre da obra a nova versão do projeto. Assim, várias paredes foram refeitas e o material proveniente da demolição foi computado como desperdício. Em outras situações, identificou-se que o pedreiro não utilizava o reaproveitamento do material em sua volta, pois preferia quebrar um tijolo para aproveitar metade a aproveitar uma metade existente entre os quebrados pelo transporte ou na pilha de estoques, demonstrando total falta de consciência ambiental sobre o desperdício do material utilizado e a falta de comprometimento com os custos da obra para empresa.

A determinação das perdas foi efetuada diariamente e contabilizada semanalmente, para facilitar as leituras dos resultados. As leituras foram efetuadas no período de 25 de maio a 26 de outubro de 2010 para a obra 1 e de 5 de julho a 17 de outubro de 2010 para a obra 2. Devido à coincidência dos períodos, a empresa optou em montar uma equipe de produção para cada obra, ficando o encarregado responsável em selecionar e capacitar seus funcionários (pedreiros).

Vale ressaltar que da 4ª até a 12ª semana foi observado aumento no assentamento de tijolos com menos perdas, pois nessa época foi implantado um sistema de pagamento por produção, ou seja, os pedreiros ganhavam por metro quadrado construído. Desta forma, produziam mais, pois quanto mais assentassem mais ganhavam, reutilizando todos os tijolos e as sobras, reduzindo o desperdício da cerâmica vermelha, viabilizando o processo de construção e minimizando a perda da argila.

Com isso, a tendência foi reduzir as perdas, preservar o recurso natural e aumentar a produtividade, o que ocasionou melhoria significativa no desempenho ambiental da construtora, associada à valorização do capital humano, por meio de melhor retribuição financeira aos empregados e melhor resultado econômico para construtora. Percebe-se que existe uma relação entre a e as perdas quantidade de tijolos, associada à forma de pagamento dos funcionários, sem considerar as dificuldades de movimentação interna ou os casos de projetos obsoletos.

Constatou-se também que o modo como foi feito a elevação das paredes (Figuras 16 e 17), com a estrutura ainda em execução, dificultou o acompanhamento por parte do encarregado geral de cada obra e dos engenheiros, segundo os quais:

*“... tínhamos que dar atenção àquilo que é mais perigoso, no caso a estrutura. Por isso às vezes a gente deixava o pedreiro solto, e isso quer dizer que só íamos fiscalizar quando já estava pronto. Aí já era tarde e o jeito era quebrar e fazer de novo.”*



Figura 16 - Sequência de fotos da obra 1 — paralelamente à execução da estrutura da obra seguem os serviços de alvenaria de fechamento de vão.

*“... agora na medida em que eles iam fazendo a alvenaria, eles iam aprendendo os detalhes de cada projeto e isso fez também que a maioria das perdas por erros deles ocorressem no início quando ainda não conheciam direito o projeto, depois até que dava tudo certinho.”*



Figura 17 - Sequência de fotos da obra 2 com destaque para paredes demolidas durante a obra por erro de execução ou em virtude do projeto estar obsoleto.

#### 4.5.1 Canteiro de obra 1 – Prédio João Vasconcelos Sobrinho

O prédio possui uma área de 4.550 m<sup>2</sup> e teve orçamento base de R\$ 8.200.000,00 (oito milhões e duzentos mil reais) em agosto de 2009, o que equivale a R\$ 1.802,00/m<sup>2</sup> de obra. Desse total, o valor correspondente à alvenaria foi de R\$ 107.000,00 destinados a executar 3.374,06 m<sup>2</sup> de paredes, ou o equivalente a R\$ 31,71/m<sup>2</sup> de parede. Assim, o serviço de alvenaria correspondeu a 1,30% do valor da obra.

Durante o estudo de caso o valor do tijolo de 8 furos no mercado era de R\$ 0,32 a unidade. Considerando que cada m<sup>2</sup> de parede consome 25 tijolos, totalizando então R\$ 8,00/m<sup>2</sup> pagos ao fornecedor de tijolo, ou seja, do valor de R\$ 31,71/m<sup>2</sup> somente 25,22% é gasto em tijolo, o restante é para a bonificação da construtora e de outros insumos, inclusive mão de obra e as despesas indiretas.

No final dos serviços de alvenaria na obra 1 constatou-se que foram utilizados 105.629 tijolos de 8 furos (9 cm x 19 cm x 19 cm), quando na realidade somente eram necessários 82.561 tijolos, ou seja, gastou-se 21,84% (utilizando-se a equação 2) a mais de tijolos, que neste estudo de caso definiu-se como índice de perda de tijolos, totalizando então 23.068 tijolos gastos a mais.

Ao ser feito o comparativo com o valor do tijolo observa-se que foram gastos R\$ 7.381,76 a mais, somente com o insumo tijolo de 8 furos. Outro dado importante é que este valor, que corresponde ao índice de perda  $\rightarrow IP = 21,84\%$ , é uma média das semanas. No entanto, ao se observarem os resultados semanais verificaram-se variações de 11,91% a 32,32% nas 22 semanas de duração do serviço de alvenaria na obra 1. Evidentemente, que nas semanas de grandes perdas estão incluídas aquelas em que houve a demolição de paredes por erro de locação. Não foram identificados durante o estudo de caso demolição de alvenaria por causa de erro de execução do funcionário. Assim, todos os profissionais envolvidos no serviço de alvenaria eram experientes e detinham conhecimento do processo de execução de alvenaria de fechamento.

Constatou-se também que na obra 1 a média de tijolos gastos por  $m^2$  de parede executada foi de 24,67. Assim, evidencia-se que existe outro desperdício na obra, a argamassa, pois foi averiguado que os tijolos fornecidos atendem às dimensões de 9 cm x 19 cm x 19 cm; desse modo, se geometricamente os tijolos recebidos atendem à norma nas dimensões, fica estabelecido que o restante é preenchido com argamassa para totalizar os 25 tijolos por metro quadrado. Apesar de a argamassa não ter sido objeto de estudo, é importante relatar que o custo deste material é maior que o do tijolo e, portanto, reduz, o lucro da empresa.

No cálculo do Índice de Eficácia Morant da obra 1, tem-se os que os dados da obra na Equação 3,  $IEM = 72,06\%$ .

#### **4.5.2 Canteiro de obra 2 – Ed. Manoel Amaro de Lima**

O prédio todo possui uma área de 2.600  $m^2$  e teve orçamento base de R\$ 4.600.000,00 (quatro milhões e seiscentos mil reais) em agosto de 2009, o que equivale a R\$ 1.769,00/ $m^2$  de obra. Desse total, o valor correspondente a alvenaria foi de R\$ 79.000,00 para executar 2.139,82  $m^2$  de paredes, equivalente a R\$ 36,92/ $m^2$  de parede. Assim, o serviço de alvenaria corresponde a 1,72% do valor da obra.

Durante este estudo de caso, o valor do tijolo de 8 furos teve o valor de mercado em R\$ 0,32 a unidade. Considerando que cada  $m^2$  de parede consome 25 tijolos, totaliza então R\$8,00/ $m^2$  pagos ao fornecedor de tijolo, ou seja, do valor de R\$ 36,92/ $m^2$ , somente 21,67%

foram gastos com tijolos, e o restante com a bonificação da construtora, de outros insumos inclusive mão de obra e despesas indiretas.

No final dos serviços de alvenaria na obra 2, foram utilizados 63.638 tijolos de 8 furos, quando na realidade somente era necessário 52.016 tijolos, ou seja, gastaram-se 18,26% a mais de tijolos (utilizando-se a equação 2), que no estudo de caso é definido como perda de tijolos, totalizando então 11.622 tijolos gastos a mais.

Fazendo o comparativo com o valor do tijolo, observa-se que foram gastos R\$ 3.719,04 a mais, somente com o insumo tijolo de 8 furos. Outro dado importante é que este valor que corresponde ao índice de perda  $\rightarrow IP = 18,26\%$  é uma média semanal; no entanto, ao se observar os dados semanais verificam-se perdas de 11,35 a 46,62%, nas 15 semanas de duração do serviço de alvenaria na obra 2. Evidentemente que, nas semanas de grandes perdas, estão incluídas aquelas em que houve a demolição de paredes por erro de locação. Não foi identificada, durante o estudo de caso, demolição de alvenaria decorrente de falha humana, assim, todos os profissionais envolvidos no serviço de alvenaria eram experientes e detinham conhecimento no processo de execução de alvenaria de fechamento.

A média de tijolos gastos por  $m^2$  de parede executada na obra 2 foi de 24,31 tijolos assim, constata-se que existiu também o mesmo desperdício ocorrido na obra 1: a argamassa. No cálculo do índice de eficácia Morant da obra 2, tem-se que, utilizando os dados da obra na equação 3, obtém-se IEM de 77,66%. Neste caso, a obra 2 foi mais eficaz que a 1, pois consumiu menos recursos para atingir o objetivo.

#### **4.5.3 Obras em conjunto – Obra 1 (Ed. João Vasconcelos Sobrinho) e Obra 2 (Ed. Manoel Amaro de Lima)**

Fazendo a simulação das duas obras e utilizando a média ponderada com base no total de  $m^2$  de paredes em cada obra, obtiveram-se as variações das perdas (Figura 18), de acordo com a quantidade de tijolos assentados na mesma época: o período da obra 1 foi de 25/5/2010 a 26/10/2010 (22 semanas) e o da obra 2, de 5/7/2010 a 17/10/2010 (15 semanas).

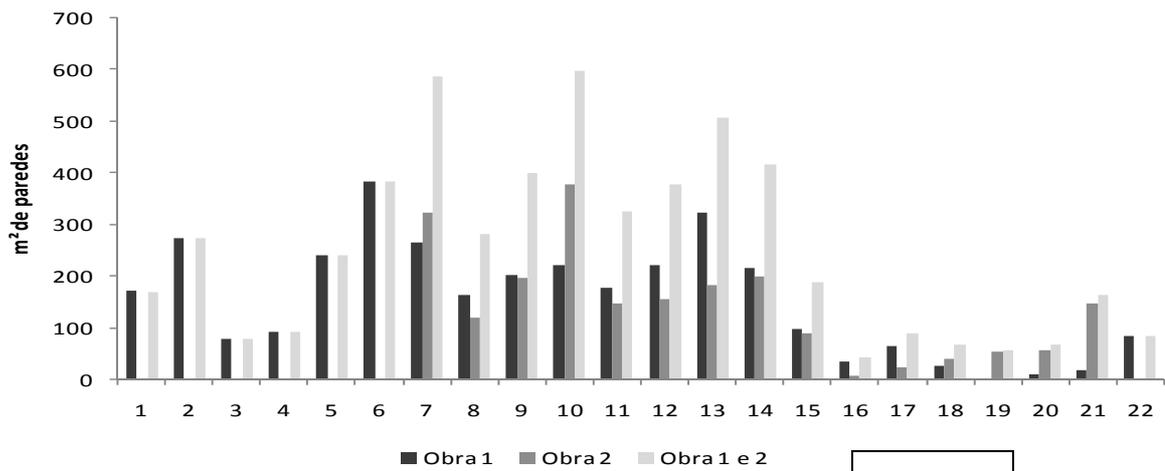


Figura 18 – Representação do total de m² de alvenaria executada por semana.

Observa-se que nas semanas de 1 a 6 existiam somente os serviços de alvenaria na obra 1. A partir da semana 7 até a semana 21, os dois canteiros estavam realizando os serviços de alvenaria. Quando terminou a semana 21, os serviços de alvenaria foram concluídos na obra 2, mas permaneceram até a semana 22 na obra 1. Assim, o tempo total da obra 1 foi de 22 semanas e na obra 2, de 15 semanas. Isto também se explica pelo fato de a obra 1 ser um prédio com quatro pavimentos e 3.374,06 m² de paredes de alvenaria, enquanto a obra 2 é um prédio com três pavimentos e 2.132,82 m² de paredes de alvenaria.

Percebe-se, principalmente, que existe uma correlação entre a quantidade perdida de tijolos e a quantidade de tijolos assentados. Isso se deve ao fato de que quanto mais tijolos são necessários para execução da alvenaria, mais tijolos são transportados pelos ajudantes, facilitando a ocorrência de perdas na movimentação da cerâmica armazenada no estoque externo para dentro da obra. A distribuição das tarefas de elevação de paredes foi feita conforme a liberação dos serviços (cronograma da obra), ou seja, existiam semanas que tinha muita área para elevar paredes liberada. No entanto, logo em seguida havia uma parada dos serviços e aí a produção caía. Esta falta de liberação de área é um dos motivos da desmotivação da equipe de produção, que deixava de receber na produção e passava a receber por diária. Assim de um total de 169.267 tijolos adquiridos para as duas obras, foram efetivamente aplicados 134.577 nas duas obras o que resultou numa perda de 34.690 tijolos. Assim, se comparar diretamente a perda, tem-se o valor de 20,49% de perda conforme a equação 2.

No entanto, resolveu-se considerar a perda ponderada para a empresa, onde colocou-se como peso a área (m<sup>2</sup>) das paredes de cada obra, já que a complexidade das duas obras são idênticas devido a tipologia das obras (obras com fins de espaços acadêmicos). Assim, considerando os dados abaixo:

Total de área (m<sup>2</sup>) de paredes da obra 1 :  $T_{m^2_{O1}} = 3.374,06 \text{ m}^2$

Desperdício da obra 1:  $IP_{t_{O1}} = 21,84\%$

Total de paredes da obra 2 :  $T_{m^2_{O2}} = 2.139,82 \text{ m}^2$

Desperdício da obra 2 :  $IP_{t_{O2}} = 18,26\%$

Total m<sup>2</sup> de paredes do estudo de caso (obra 1 + obra 2):  $T_{m^2_{ec}} = 5.513,88 \text{ m}^2$

Total de desperdício ponderado é:  $IP_{pt} = [(T_{m^2_{O1}} \times P_{t_{O1}}) + (T_{m^2_{O2}} \times P_{t_{O2}})] / (T_{m^2_{ec}})$ .

Obteve-se como resultado o valor do  $IP_{pt} = 20,49\%$ , que será o adotado para a perda neste estudo de caso. Este valor está dentro da faixa de 13% a 52% conforme dados de desperdícios da tabela 3. Apesar de a indústria da construção civil ser um segmento que já utiliza em suas obras uma mão de obra bastante especializada, principalmente em setores de complexidade como o de projetos e estudos de materiais, observa-se que ainda é aceitável entre os empresários os valores de desperdício elevados em materiais e serviços de baixo valor econômico e impacto no valor da obra. Sabe-se que o ideal de perda seria zero; no entanto, na atividade de alvenaria de fechamento é praticamente impossível de se alcançá-lo, mas na maioria da literatura das composições de custo unitário dos serviços, não é aceitável valores superiores a 5%, o que prejudica a competitividade, afetando diretamente o resultado final da empresa. Principalmente quando se trata de um produto (insumo) que é elaborado quase que totalmente com a utilização de recurso natural não renovável que é a argila.

No entanto, esses resultados estão muito distantes dos descritos no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), coordenado pela Caixa Econômica Federal - CEF e obrigatório para determinar o valor dos serviços para obras financiadas pela CEF ou para obras públicas. No SINAPI, por se tratar de custo, não existe perda, ou seja, o valor da perda é 0,00% (zero por cento).

Observa-se também que nas semanas de 7 a 21, ou seja, no período de 05/07/2010 a 17/10/2010, em que houve os trabalhos simultâneos nas duas obras, somente em 3 semanas a obra 2 teve maior desperdício que a obra 1 (semanas 7, 8 e 12). Não se pode colocar como efeito a aprendizagem, pois as equipes eram independentes. Assim, nas observações de campo

concluiu-se que o encarregado da obra 2 era um pouco mais exigente com a sua equipe de produção.

Outro fato importante é que para executar o total de  $m^2$  de paredes do estudo de caso (obra 1 + obra 2) de  $T_{m^2_{ec}} = 5.513,88 m^2$ , foram gastos 134.577 tijolos nas duas obras, perfazendo uma média de 24,40 tijolos por metro quadrado, evidenciando que ainda assim a obra consumiu mais argamassa que o necessário.

Nas observações diárias, verificou-se que o desperdício está associado à cultura dos funcionários das obras, como os pedreiros que não têm o hábito de aproveitar partes dos tijolos quebrados (Figura 19). Porém, vale ressaltar que a partir da quarta semana foi implantado o sistema de pagamento por produção, ou seja, os pedreiros ganhavam por metro quadrado construído e, naturalmente, passaram a reutilizar os tijolos e as sobras. Este procedimento aumentou a produtividade média dos pedreiros até a décima quarta semana (Figura 15). Após esse período, embora tenham mantido o sistema de produção, os gargalos aumentaram com interferência de outros serviços em paralelo, como instalações, esquadrias e revestimentos, obrigando a empresa a deslocar os pedreiros da alvenaria para outros serviços de revestimentos — aplicação de grade de portas, de reboco e de cerâmica.



Figura 19 – Fotografia com ilustração do desperdício de material.

Outra vantagem observada no sistema de pagamento por produção foi a redução do desperdício e aumento da produtividade da empresa, a qual obteve melhoria da eficácia no processo de alvenaria, ou seja, fez-se mais metro quadrado com menos recursos, associada a valorização do capital humano, por meio de melhor retribuição financeira aos empregados.

Evidenciou-se nas duas obras que o sistema de armazenamento dos tijolos em contato direto com o solo natural (sem nenhuma cobertura), deixando-os mais quebradiços.

O indicador de eficácia Morant do estudo de caso foi obtido por intermédio da equação [3] e será 100% quando a empresa gastar somente a quantidade necessária de insumo para realizar uma atividade.

Calculando a eficácia tem-se:

$T_{tj\_d}$  = total de tijolos desperdiçados → 34690 tijolos

$T_{tj\_n}$  = total de tijolos necessários → 134.577 tijolos

Indicador de eficácia Morant ponderado →  $IEM_{ob} = 74,22\%$

Quadro 2 - Coeficiente de perdas e eficácia do estudo de caso na ICC/SE

	Obra 1	Obra 2
Indicador de perda	21,83%	18,26%
Indicador de eficácia Morant	72,06%	77,66%
Indicador perda ponderada		20,49%
Indicador de eficácia Morant ponderado		74,22%

#### 4.6 Desperdício da argila nas indústrias da construção civil e da cerâmica vermelha

Observou-se que, em ambas as indústrias da cerâmica vermelha e da construção civil, subsector edificações – ICC/SE, os percentuais de perdas foram muito altos. Com base nos resultados da coleta de campo das duas obras estudadas no Recife - PE, onde se avaliaram as perdas no processo de execução da alvenaria, bem como na olaria no município de Paudalho - PE, e dados da ANICER e do Programa Setorial da Cerâmica Vermelha no estado de Pernambuco, coordenado pelo SENAI/PE, avaliou-se a real situação das perdas ocasionadas nas olarias e nas indústrias da construção civil do estado de Pernambuco e, conseqüentemente, o impacto na argila.

Com relação ao volume de argila desperdiçada, verificaram-se 8,61 m<sup>3</sup> na jazida de coleta da matéria-prima, 6,19 m<sup>3</sup> na produção de cerâmica vermelha e na área de estudo (obras 1 e 2) 41,04 m<sup>3</sup>, com um total de argila desperdiçada na ICV e na ICC de 55,85 m<sup>3</sup>. Os elevados valores observados neste estudo ressaltam a importância de se estabelecer um limite considerável de perdas de tal recurso natural (argila), bem como em relação à cerâmica vermelha. Fez-se uma pesquisa junto à biblioteca da Caixa Econômica Federal (GIDUR/VT ano 2006), constatando-se que o modelo padrão desenvolvido para uma casa (área de

construção de 36,84 m<sup>2</sup>) com dois quartos, sala, cozinha e banheiro consumiria um total de 2.370 tijolos de oito furos. Assim, fez-se um comparativo com a perda ocorrida nas duas obras estudadas (Quadro 3), que totalizou 34.690 tijolos, quantidade suficiente para edificar 15 casas. Portanto, isso mostra a necessidade de implantação de uma política pública de redução de desperdício, com medidas mitigadoras que beneficiem as populações de baixa renda sem moradia (imóveis).

Quanto ao valor real dos tijolos, que no estado de Pernambuco foi comercializado por R\$ 0,32 no ano de 2011, esse desperdício corresponderia a R\$ 11.100,80, que equivalem a 175,15 m<sup>3</sup> de argila, valores irrisórios se considerados apenas as obras estudadas e o valor do contrato das duas obras (R\$ 12.800.000,00). No entanto, a preocupação maior é com o recurso natural não renovável, que apesar do alto potencial geológico dos depósitos de argilas, são finitos e como tal deve-se ter uma visão de preservá-lo.

Quadro 3 - Cálculo das perdas nas obras 1 (Ed. João Vasconcelos Sobrinho) e 2 (Ed. Manoel Amaro de Lima) – localizados na UFRPE campus Dois Irmãos, Recife/PE

Resultado da pesquisa nos estudos de caso em Pernambuco (Brasil)				
Perda na jazida (sem sinterização)	4%	Escavação, transporte e estocagem. (Fonte: Cerâmica Bom Jesus- Paudalho/PE)		
Perda na produção	3%	Tijolo cozido/Tijolo vendido (Fonte: Cerâmica Bom Jesus - Paudalho/PE)		
Perda na obra 1	21,8%	Área de paredes	3.374,06	m <sup>2</sup>
Perda na obra 2	18,3%	Área de paredes	2.139,82	m <sup>2</sup>
Perda adotada ponderada	20,4%	Área total paredes	5.513,88	m <sup>2</sup>
Tijolos de 8F utilizados obra 1/und	82.561	Perda de tijolos obra 1/Und.	23.068	
Tijolos de 8F utilizados obra 2/und	52.016	Perda de tijolos obra 2/Und.	11.622	
Total de tijolos de 8F utilizados	134.577	Perda de tijolos 8F	34.690	
Total de tijolos consumidos	169.267			
Consumo argila (material) – kg	457.027	Volume de argila retirada da jazida de cerâmica (m <sup>3</sup> )	215	
		Volume de argila na produção de cerâmica (m <sup>3</sup> )	206	
Perda de argila na jazida da ICV (m <sup>3</sup> )				8,61
Perda de argila na produção da ICV (m <sup>3</sup> )				6,19
Perda equivalente de argila nas obras EC – 1 e 2 (m <sup>3</sup> )				41,04
Total de argila desperdiçada no processo: ICV + ICC (m <sup>3</sup> )				55,85

Nota 1 - Uma casa popular de 36,84 m<sup>2</sup> (projeto da CEF/GIDUR-VT), consome em média 2.370 tijolos de 8 furos, ou seja, a perda identificada nestas obras seria suficiente para fornecer tijolos de 8F para a construção de 15 casas.

Nota 2 - O valor do tijolo 8F em PE é de R\$0,32 a unidade que totaliza uma perda de R\$ 11.100,80.

Nota 3 - Valor da mistura das argilas no traço de 1:3 (um para três) é de R\$16,67 / m<sup>3</sup>, considerando que a perda do material na olaria de 8,61 m<sup>3</sup> neste estudo de caso para as obras 1 e 2 equivale a R\$143,56 a perda da mistura em reais.

#### **4.7 Projeção da gestão mensal de argila para o estado de Pernambuco**

Em nível estadual, as perdas da argila decorrentes da projeção dos resultados associados à cerâmica vermelha, especificamente para o produto tijolo de 8 furos, abordam um patamar mais significativo em relação às obras 1 e 2 (estudo de caso anterior). A produção no estado de Pernambuco é de 100.000.000 tijolos/mês (SINDICER/PE e SENAI/PE - 2009) e destes 70% são produzidos na região de Paudalho – PE. As perdas na jazida de argila e cerâmica vermelha foram de 5.246 e 3.659 m<sup>3</sup>, respectivamente, correspondendo aos 7% de perdas na etapa inicial do processo, enquanto na indústria de cerâmica vermelha foi de 8.205 m<sup>3</sup>/mês (Quadro 4). Esses valores, em relação a unidades de tijolos desperdiçado no estado, correspondem a 3.000.000 unidades/mês e representam 3% de perdas na olaria para produção mensal de 100 milhões de unidades.

O desperdício gerado de 20,4% daria para fornecer tijolos de cerâmica de 8 furos (9 cm x 19 cm x 19 cm) para mais de 9.000 casas populares com dois quartos e 36,84 m<sup>2</sup> de área construída. Nota-se também que o volume de argila extraído no estado de Pernambuco é de aproximadamente 127.000 m<sup>3</sup> de recursos naturais não renováveis por mês, dos quais mais de 27.000 m<sup>3</sup> são desperdiçados mensalmente, ou seja, seria possível fornecer 129 vezes o montante de argila necessários para os dois estudos de casos em apenas um mês.



#### Quadro 5 - Projeções dos resultados da pesquisa para o cenário nacional

---

Projeção do resultado da pesquisa para o cenário nacional

---

Produção estadual de tijolos 8F é de 4.000.000.000 (quatro bilhões) de unidades por mês.  
Fonte: ANICER (Fev/2011)

Consumo de material é de: 10.800.000.000 kg/mês, considerando que são 2,70 kg de argila por tijolo

Volume de argila movimentado na jazida é de 5.088.915 m<sup>3</sup>/mês, com base no peso específico do material ensaiado no laboratório

Volume necessário de argila na olaria para atender a produção mensal é de 4.879.062 m<sup>3</sup>/mês (Volume movimentado na ICV)

Volume de argila que é transportado para a construção civil em forma de tijolos de 8 furos 4.732.691 m<sup>3</sup>/mês

Perda de argila na jazida da ICV = 209.852 m<sup>3</sup>/mês, perda parcial do recurso natural (argila), porém causa impacto ambiental (mudança de relevo e assoreamento de cursos d'água)

Perda de argila na produção da ICV : 146.372 m <sup>3</sup> /mês	Perda da argila é de
Perda equivalente de argila na ICC/SE : 967.879 m <sup>3</sup> /mês	1.114.251 m <sup>3</sup> /mês

Perda equivalente de tijolos 8F na ICV 123.711.340 und/mês	Perda de tijolos é de
Perda equivalente de tijolos de 8f na ICC/SE: 818.036.741 und/mês	941.748.081 und/mês

Uma casa popular de 36,84 m<sup>2</sup> consome em média 2.370 tijolos, ou seja, a perda mensal de tijolos de 8F dava para fornecer o equivalente a 397.404 casas

Valor do tijolo 8F em PE é de R\$0,32/unid., que equivale à perda de R\$ 301.359.386,00

Valor da argila na cerâmica 1:3 é de R\$16,67 / m<sup>3</sup>, que equivale à perda de R\$ 5.937.067,09

---

#### 4.9 Entrevistas e questionários aplicados na construtora

Os resultados obtidos referem-se às questões relacionadas ao aspecto socioeconômico da empresa. Foram avaliados os impasses sociais, econômicos e tecnológicos (Figura 20).

Um dos aspectos iniciais da pesquisa social da empresa da construção civil foi o gênero (Figura 20a). Observou-se que 94,12% dos trabalhadores são do sexo masculino e apenas 5,90% do sexo feminino. De acordo com esses indicadores, a indústria da construção civil e a indústria da cerâmica vermelha no estado de Pernambuco são compostas quase que em sua totalidade por homens em seus canteiros de obra. A idade destes trabalhadores varia de 18 a acima de 46 anos, com percentual similar entre as classes, de 11 a 26% (Figura 20b).

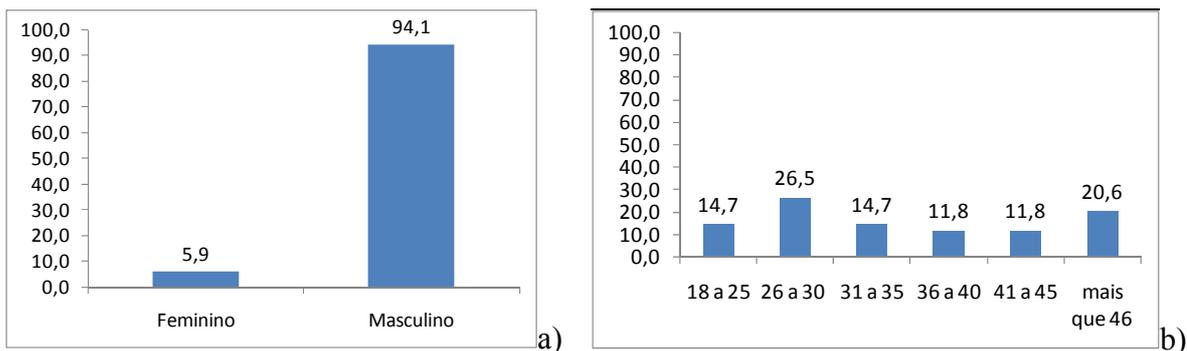


Figura 20 - Gênero (%) (a) e idade dos trabalhadores (%) (b) da indústria de construção civil no estado de Pernambuco.

Outro problema social observado nestas empresas é o grau de escolaridade dos trabalhadores, que em geral é baixo (sem nenhuma instrução). A maioria dos trabalhadores do estudo de caso tem escolaridade variando da 4ª série primária ao ensino médio completo (Figura 21a), correspondendo a mais de 70% dos trabalhadores, que por sua vez se distribuem em várias funções dentro da construtora (Figura 21b): 47,1% de serventes, 26,5% de pedreiros, 2,9% de engenheiros, 17,6% em outras funções e os demais ocupam cargos transientes entre variadas atividades dentro do canteiro de obra, ou seja, é o “faz-tudo” da empresa. Este é um problema social grave, pois os trabalhadores não possuem conhecimento e informação necessária para tomada de decisão e gerenciamento de eventuais problemas.

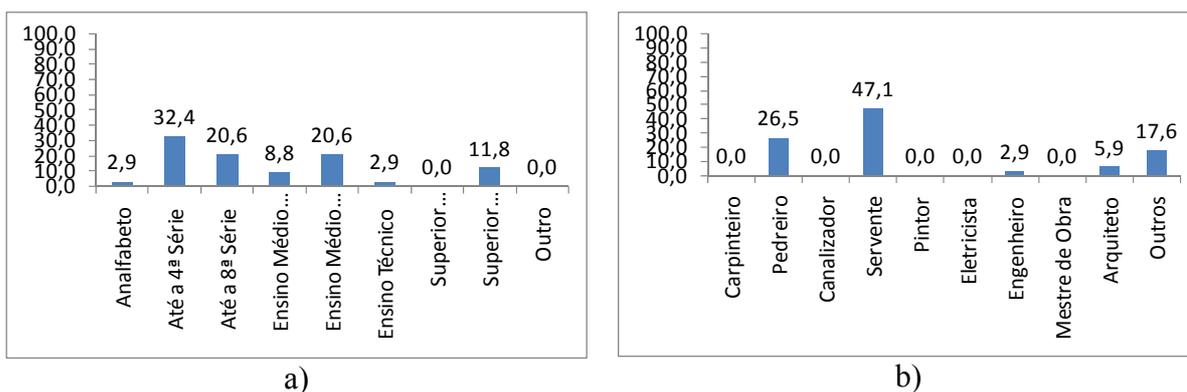


Figura 21 - Grau de escolaridade (%) (a) e função desempenhada na empresa (%) (b).

Constatou-se que 50% dos empregados eram efetivos (quadro permanente); 41,2%, contratados por tempo determinado; 5,9%, prestadores de serviço; e 2,9%, em outras situações de empregabilidade (Figura 22a). Verificou-se que 82,4% dos funcionários eram veteranos na profissão e somente 17,6% iniciaram a profissão nesta obra (Figura 22b).

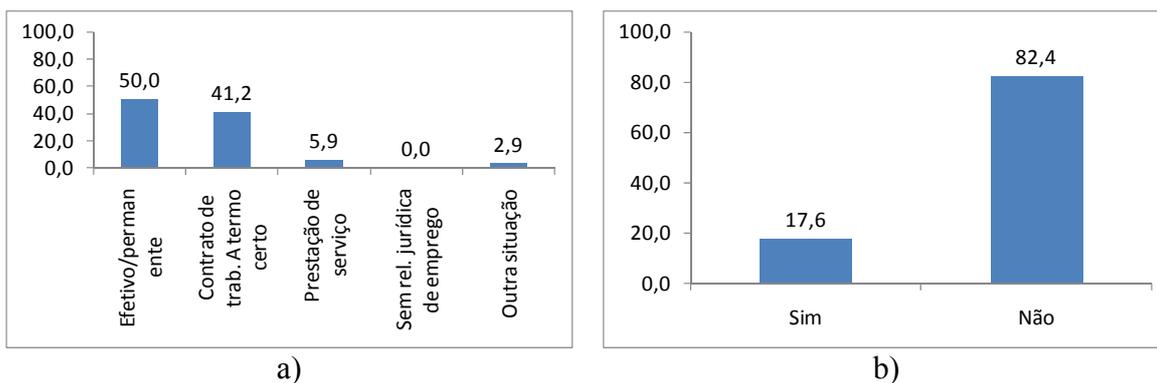


Figura 22 - Quadro de funcionários na empresa (%) (a) e primeiro emprego na construção civil (%) (b).

Quanto ao tempo de serviço do empregado na construção civil, constatou-se que 47,1% têm menos de cinco anos na profissão, evidenciando o comportamento de aquecimento do mercado nos últimos anos na área da construção civil, 8,8% entre 6 e 9 anos, 17,6% entre 10 e 14 anos e 26,5% tem mais de 15 anos de experiência (Figura 23a). Em relação às horas trabalhadas diariamente (Figura 23b), 70,6% trabalharam entre 8 e 9 horas, 8,8% entre 9 e 10 horas, 8,8% entre 7 e 8 horas, 8,8% mais de 11 horas e 2,9% entre 10 e 11 horas. Este dado confirma a diversificação da área da construção civil, pois as horas trabalhadas estão diretamente relacionadas às funções desempenhadas pelo empregado dentro da construtora.

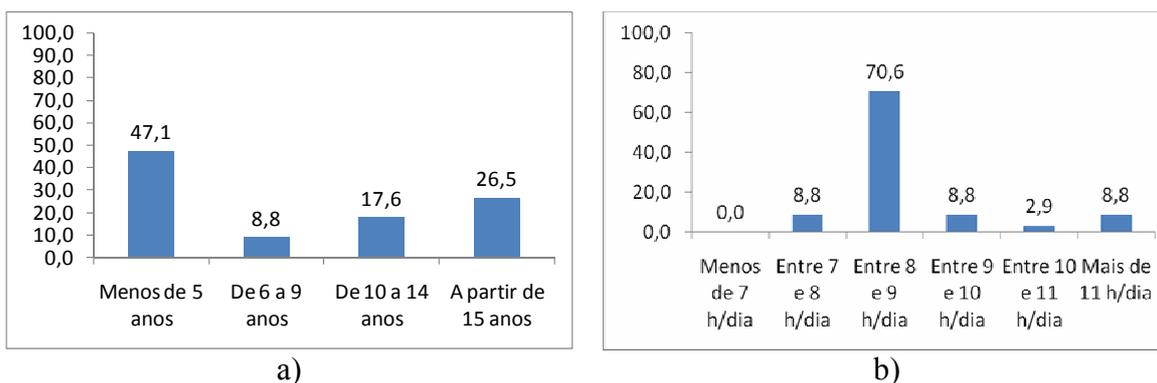


Figura 23 - Tempo de trabalho na construção civil (a) horas de trabalho por dia (b).

O tempo médio dos trabalhadores na empresa é basicamente estabelecido nos últimos cinco anos, ou seja, todos os trabalhadores entraram na empresa nesta fase de desenvolvimento da construção civil no país (Figura 24a). Com relação ao aspecto ambiental da empresa e dos trabalhadores, foi questionado se, em empregos anteriores ou na empresa atual, houve treinamento ou palestra na área ambiental (Figura 24b). Constatou-se que 67,6% dos empregados nunca tiveram nenhum treinamento ou quaisquer palestras a respeito do meio ambiente e somente 32,4% já passaram por algum treinamento. A falta de qualificação e de treinamento adequado pode ser uma das responsáveis pela visão da maioria dos trabalhadores sobre do meio ambiente e de sua relação com os recursos naturais, visto que o importante é o trabalho ser remunerado e adequado a suas condições socioeconômicas.

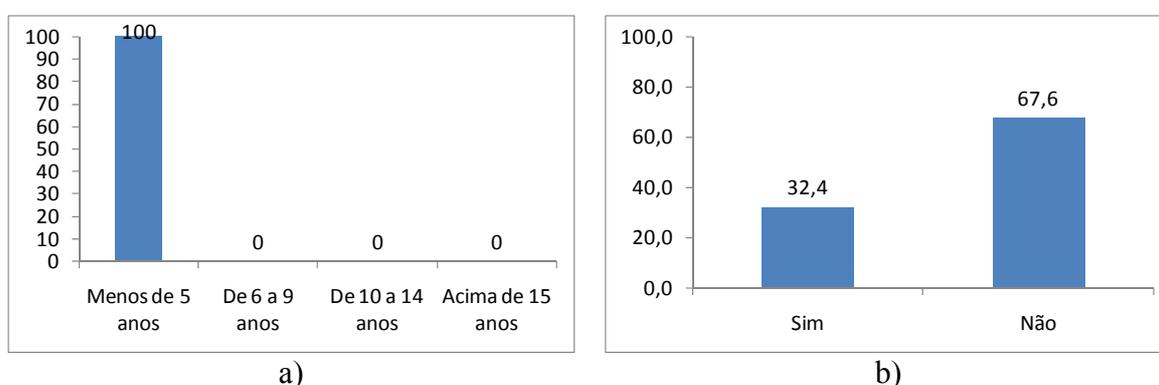


Figura 24 - Tempo de serviço na empresa (a) e participação em treinamento ambiental (b) (%).

Em continuidade com as questões ambientais, citou-se o posicionamento dos funcionários em relação ao desperdício de recurso natural na obra (Figura 25a). Observou-se que 55,9% afirmaram que nunca desperdiçaram recurso natural na construção, 32,4% algumas vezes e 11,8% uma só vez. Estes resultados mostraram que o desperdício não é prática nesta obra. No entanto, a Figura 24b indica que mais de 60% dos empregados não obtiveram nenhum treinamento ambiental, o que os teria habilitado a utilizar corretamente os materiais, sem causar muitos prejuízos e desperdícios. Assim, pode-se associar um número tão relevante de pessoas preocupadas com o não desperdício à intimidação no momento da aplicação dos questionários, ou seja, mostrando que é falada uma coisa e na realidade é feita outra. Os resultados apresentados na Figura 25a reforça estes resultados, pois a maioria (43,3%) respondeu que está preocupada com o uso dos recursos naturais, mas na realidade os mais preocupados com o desperdício dos recursos naturais são os donos das empresas, posto que

20% afirmaram estar muito preocupados, 16,7% pouco preocupados, 3,3% sem nenhuma preocupação e 16,7% não sabiam responder.

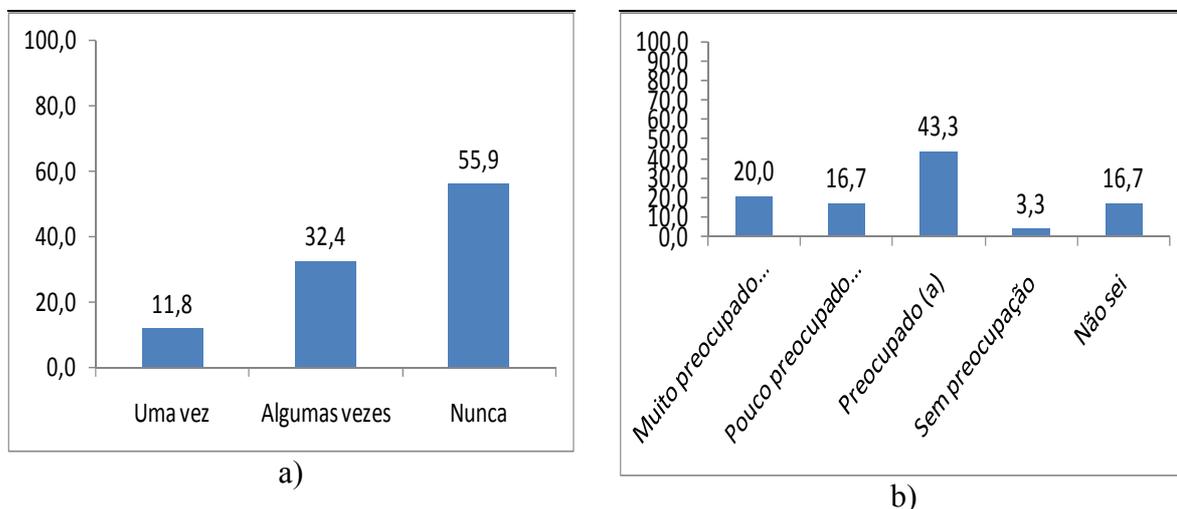


Figura 25 - Participação direta ou indireta de desperdício na obra (a) e nível de preocupação com os recursos naturais (b).

Observa-se na Figura 26a que 54,5% dos entrevistados consideram muito importante a conscientização dos funcionários sobre desperdício na empresa, 39,4% importante, 3% pouco importante e 3% indiferentes. Na Figura 26b é abordado o conhecimento dos empregados em relação aos recursos naturais não renováveis, dos quais 58,8% afirmaram que não sabem o que significa e 41,2% afirmaram que sim, resultado diretamente relacionado ao grau de instrução dos empregados, que é inadequado, e à falta de experiência no trabalho (Figura 22), impossibilitando a relação de conhecimento construção civil *versus* meio ambiente.

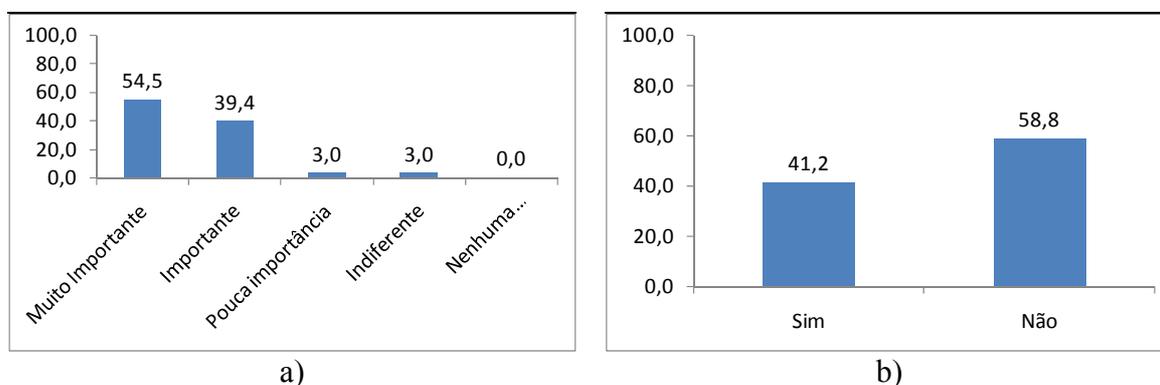


Figura 26 - Nível de conscientização sobre desperdício na empresa (a) e conhecimento sobre a definição de um recurso natural não renovável (b).

Observou-se que 47,1% dos funcionários afirmaram ter consciência sobre a escassez dos recursos naturais (Figura 27a). Questionamento parecido e ainda mais relevante, para melhor entendimento das práticas ambientais nas empresas em relação ao uso dos recursos naturais pelos empregados (Figura 27b), demonstrou que 83,9% afirmaram ter consciência dos danos gerados pela construção civil ao meio ambiente.

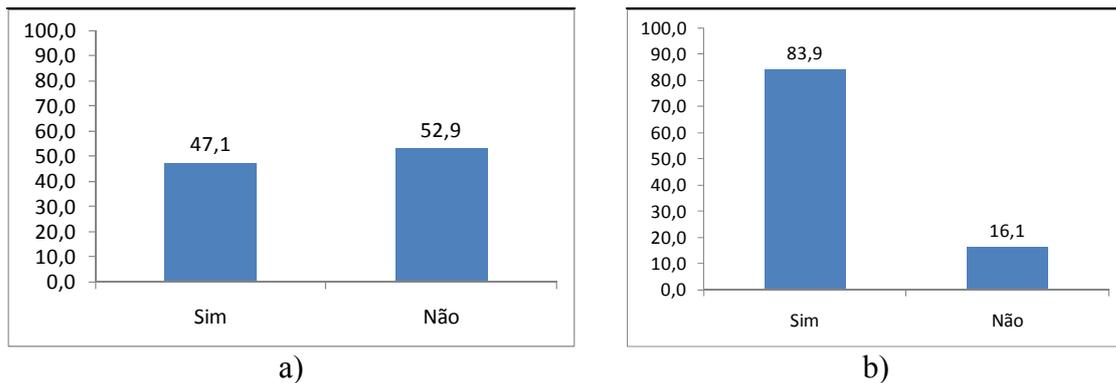


Figura 27 - Conhecimento sobre a escassez dos recursos naturais utilizados na construção civil (a) e têm consciência sobre os danos da construção civil ao meio ambiente (b).

Em relação ao conhecimento de formas de minimizar danos ao meio ambiente (Figura 28a), 54,55% afirmaram que conhecem alguma forma de mitigar tais efeitos ao meio e 45,45% afirmam que desconhecem. Na Figura 28b observa-se que 51,5% dos entrevistados acham importante economizar os materiais provenientes dos recursos naturais, 39,4% muito importante, 6,1% indiferentes e 3% pouco importante.

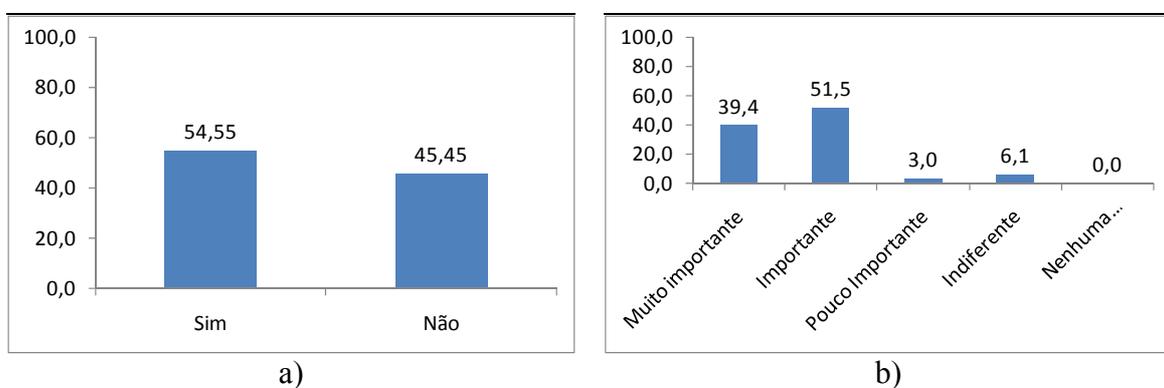


Figura 28 - Conhecimento sobre as formas de redução dos danos ao meio ambiente (a) e opinião sobre a economia de materiais provenientes de recursos naturais (b).

Na Figura 29a aborda-se a questão dos materiais mais importantes na construção civil, resultado importante, pois o foco deste estudo é utilização da argila, recurso natural não renovável, que por sua vez é a principal matéria prima da cerâmica vermelha, ou seja, o tijolo, material este questionado a seguir. Cerca de 53,1% afirmam que o cimento é o material mais importante, 12,5% o ferro, 6,3% a areia, 18,8% outros materiais e só 9,4% o tijolo. Esse resultado corrobora os de desperdício de 20,4% (quadro 2) do tijolo nas obras da construção civil no País.

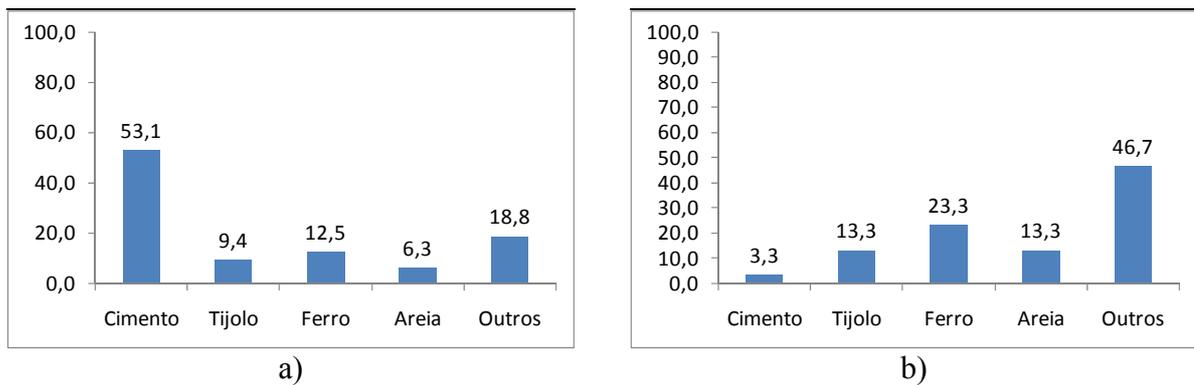


Figura 29 - Materiais mais (a) e menos (b) importantes na construção civil.

Segundo 29,4% dos empregados da construção civil (Figura 30a), o material que mais gera perda na obra é o cimento, 29,4%; os tijolos, 23,5%; e outros materiais, 17,6%. Este resultado confirma, pelo menos na prática, que o tijolo é um dos materiais mais desperdiçados no ambiente de trabalho e um dos mais importantes a ser economizado (Figura 30b). Em melhor colocação de economia na obra, encontra-se o cimento (44,1%), seguido de outros materiais (20,6%), areia (5,9%) e ferro (5,9%).

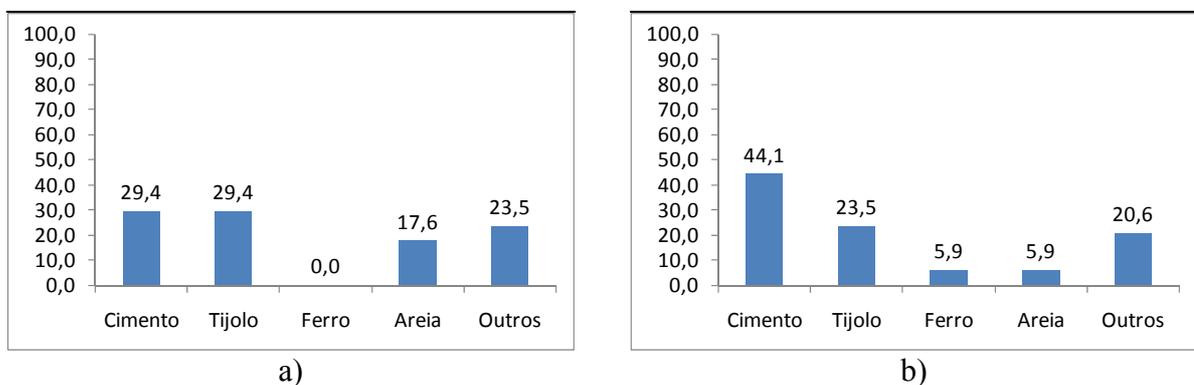


Figura 30 - Material da construção civil que mais gera perdas (a) e que deve ser economizado (b).

#### **4.10 O recurso natural não renovável argila – descarte na indústria da cerâmica vermelha e na indústria da construção civil - subsetor edificações como resíduo de construção e demolição**

##### **4.10.1 Coletora de resíduos – Recife/PE**

Fez-se uma visita à coletora de resíduos e realizou-se uma entrevista na gerência da empresa, para determinar as principais dificuldades e sugestões para a melhoria das atividades de coleta de resíduos de construção e demolição - RCD nos canteiros de obras.

As respostas mostraram que se trata de uma empresa constituída em 1997, que tem hoje 23 funcionários e a gerência é de um profissional com 47 anos e formação superior. A empresa busca, por intermédio de congressos e seminários, manter sua alta direção atualizada sobre os temas ligados ao meio ambiente. No entanto, não repassa de forma sistemática essa atualização aos seus funcionários. Questionada em quais locais são depositados os entulhos recolhidos nas obras, a empresa relata que não tem depósito e os resíduos eram encaminhados aos lixões do Recife e Jaboatão dos Guararapes. Outro aspecto importante é que a empresa não possui certificação voluntária da ISO 9001 ou da ISO 14001, apesar de afirmar que possui conhecimento aprofundado nos requisitos da norma ISO 14001.

Constatou-se também que a empresa tem conhecimento da Resolução 307/2002 do CONAMA, porém não possui funcionário específico para a área ambiental, no intuito de capacitar a seleção dos resíduos por classe. A empresa tem controle rigoroso da destinação dos resíduos transportados, evitando que os funcionários despejem os resíduos em locais não adequados.

Quando questionada sobre os problemas reais na empresa, foram destacados elevada carga tributária, excesso de exigências legais dos órgãos fiscais, inadimplência de clientes e concorrência informal. Também foi citado que não existe problema quanto à demanda, pois tem clientela demasiada, e à capacitação de mão de obra, visto que não se exige qualificação específica para motoristas, serventes e demais funcionários.

Como informação adicional outra empresa coletora pesquisada acrescentou que:

*“... se faz necessário que os órgãos controladores do meio ambiente deveriam exigir a separação dos diversos resíduos no canteiro de obras: ex.(papelão, sacos plásticos, madeira, vidro, ferro, metralha) e ter fiscalização disto, para que quando recolhidos tivessem a destinação para reciclagem ou aterro. O órgão público deveria ter locais destinados ao descarrego de materiais recicláveis em diversos pontos da cidade, desta forma não destinaríamos material para o aterro que poderia ser reciclado.”*

Em conversa informal, ou seja, uma entrevista livre, a empresa de coleta e transporte dos RCD (Direção da empresa) discutiu diversos aspectos ligados ao dia a dia da empresa e dos entraves encontrados na gestão da empresa:

*“A nossa empresa possui um objetivo claro, que é a melhoria da nossa prestação de serviço. Serviço esse que se baseiam na coleta do material inerte – em sua grande maioria – gerado pelas construtoras e pela população em geral, pessoas que realizam pequenas reformas geralmente edifícios da região metropolitana do Recife (RMR).*

*Nossos motoristas passam por um treinamento e acompanhamento permanente. Porque se eles despejam as caçambas em locais impróprios a empresa vai pagar multas por isso.*

*Damos destino final aos entulhos na central de tratamento de resíduo - CTR Candeias e apesar das melhoras que fizeram na localidade, ainda não é suficiente para atender a demanda da região e também muito car. Se no Recife existisse um aterro para concorrer com a CTR a nossa situação seria melhor. Eles da CTR têm o monopólio dos resíduos da construção civil, pois só temos lá pra descarregar.*

*Há pouco tempo atrás tínhamos o lixão de Igarapu, e lá tinha uma associação que tinha o controle dos catadores. Quando chegava um caminhão de tal localidade e com certos materiais, eles já tinham certa noção dos tipos de materiais que vinham dependendo da região. Depois de despejados o lixo, eles faziam a triagem dos materiais e vendiam ali mesmo para os atravessadores, depois o lixo ia pro aterro. Isso ajudava na redução dos resíduos e na duração do tempo do aterro. Mas agora como eles fecharam temos que ir pra CTR. Precisariamos de uma melhor organização na segregação dos materiais e melhorar a situação da população que sobrevive do “lixo.”*

*Meios políticos deveriam ser mais rígidos em relação ao problema lixo nas cidades. Uma forma de termos um ganho positivo seria a reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos sólidos de construção.*

*Hoje a nossa empresa trabalha com um entulho que pode ser totalmente reciclado, como restos de alvenaria e outros materiais que voltariam a ser usados como um bom agregado. Além do mais, esse tipo de resíduo está num grupo na natureza que deve ter sua vida útil prolongada, pois são recursos finitos, não renováveis. Já tentei fazer uns contêineres com divisórias de materiais pra ser colocado nas construtoras, mas não deu certo.*

*As empresas precisam ter um plano de gerenciamento de seu lixo, assim prestando treinamento aos seus funcionários para que assim eles venham jogar o lixo no seu respectivo lugar no contêiner. Essa minha ideia de colocar caçambas com separadores seria pra melhorar a segregação do material descartado, assim aumentando sua reciclagem. Essa minha ideia não deu muito certo devido ao treinamento dos funcionários, onde tinha que colocar concreto tinha plástico, onde tinha que colocar papel tinha concreto. Assim ficou difícil de continuar.*

*O governo deveria, em forma de leis, obrigar um devido tratamento e reaproveitamento deste entulho para que ele faça parte de um novo ciclo de construção e a sociedade e, principalmente, construtoras deveriam ter a conscientização dos seus atos em relação às questões ambientais, pois como*

*falei anteriormente, são matérias primas finitas, como areia, argila, metais, madeira, água e por aí vai. Como eles vão fazer depois que acabarem ou simplesmente ficar escasso, aí eles vão ter que partir pra novas soluções. Por que eles não fazem isso agora com esses resíduos? Simplesmente porque hoje tem facilidades em transportar tornando o material mais caro. E eles não se preocupam de onde vem, de onde é retirado, só querem o material mais rápido na obra, só que há anos atrás encontrar esses recursos era mais fácil e perto dos centros barateando os custos”.*

Desta forma, é necessária uma política pública que obrigue as empresa construtoras, de alguma maneira, a adquirir produtos reciclados em suas obras, bem como as empresas públicas, pois pode melhor estruturar a indústria de base para produção de bens e serviços com a utilização de insumos provenientes dos resíduos de obras e de demolições (as famosas metralhas).

#### **4.10.2 Coletora de resíduos sólidos: Obra 1 (Ed. João Vasconcelos Sobrinho) e Obra 2 (Ed. Manoel Amaro de Lima)**

Evidenciou-se que, dos 100.000.000 de tijolos produzidos mensalmente pela indústria da cerâmica vermelha - ICV, 3.000.000 milhões (3%) são descartados por perda no processo produtivo. As olarias utilizam estes resíduos para pavimentar os pátios internos da olaria e áreas de circulação de caminhões de carga e descarga. No entanto, não utilizam para reprocessamento na forma de chamote, como no sul do Brasil, quando até 15% substituem a argila magra.

Os resultados da pesquisa evidenciam que mais de 20 milhões de tijolos são quebrados e descartados por mês, somente no estado de Pernambuco na ICC/SE. É necessário, portanto, investigar junto às empresas responsáveis pelo setor de coleta e tratamento de resíduos, contratadas pela empresa construtora das obras, como é realizado o recolhimento e processamento do resíduo de construção e demolição das obras 1 e 2 (Figura 31), sua aplicação e manuseio deste resíduo. As empresas trabalham com caçambas estacionárias que deixam o resíduo em locais definidos. Assim, quando completam a carga, as caçambas são retiradas e as empresas deixam outra vazia no local. Esta rotatividade é diária, uma caçamba para cada obra, sendo cobrados R\$70,00 (setenta reais) por caçamba de 6,00 m<sup>3</sup> de volume de carga.



Figura 31 - Coleta nas obras 1 e 2 por caçambas estacionárias.

No entanto, a maior reclamação da empresa coletora é que são depositados todo tipo de material, ou seja, todas as classes de entulhos na caçamba, não existindo, portanto, pré-seleção no canteiro.

Para os encarregados o importante é manter a obra limpa, assim afirmam que:

*“nós temos uma equipe de limpeza que fica fazendo o recolhimento de varredura da obra, para não ficar intransitável, mas não dá para separar por material, assim a gente compra sacos e eles vão enchendo nos andares; no final eles transportam para as caçambas. Quem deve fazer a separação são eles lá, aqui não dá, seria necessário uma caçamba para cada tipo (madeira, tijolo, papel, vidro, ferro, etc...)”*

Assim, se durante o período de execução da alvenaria fossem retiradas 22 caçambas da obra 1 e 15 da obra 2, ou seja, 37 caçambas de entulhos, obter-se-iam 222 m<sup>3</sup> de entulhos, custeados em R\$2.590,00 pelas remoções. Constatou-se, portanto, desperdício de tijolos de

41,04 m<sup>3</sup> (Quadro 2), sob a condição de aumento de volume por causa dos pedaços gerados vazios, denominados desempolamento do RCD. Para efeito de arredondamento, foi adotado um número empírico e aceito na prática da ordem de 40%, assim os 41,04 m<sup>3</sup> de argila em forma de tijolos passam a equivaler 57,46 m<sup>3</sup> (41,04 x 1,40) de resíduos de tijolos no período para as duas obras, ou seja, 10 caçambas, as outras 27 caçambas, foram dos outros entulhos gerados no período, como areia, cimento, cal, aço, madeira, brita, embalagens e sobras de concreto. Sem dúvida é um volume muito grande de entulhos.

#### **4.10.3 Central de tratamento de resíduos**

Em Recife e na região metropolitana, atuam duas Centrais de Tratamento de Resíduos – CTR (Figura 32), que discordam dos valores cobrados pelas empresas coletoras de resíduos, pois, segundo a gerência das CTR, é impossível armazenar os resíduos e dar o devido tratamento posterior.

As Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e de Demolição têm como objetivo transformar os resíduos da construção civil em agregados reciclados, podendo substituir a brita e a areia em elementos da construção civil que não tenham função estrutural. Assim, os resíduos transportados por empresas coletoras por caminhões ou por caçambas estacionárias, depositam em local pré-determinado na usina o material sem contaminação (papel, plástico, metal, lixo orgânico). Toda usina deve ter uma área para se realizar inspeção, e a parcela rejeitada pela inspeção é destinada ao aterro sanitário.

O material aceito é classificado em: classe A – resíduos de peças fabricadas com concreto (lajes, pilares, blocos, pavimentação), argamassas, fibrocimento, pedras ornamentais; e classe B – resíduos predominantemente cerâmicos (tijolos, telhas, azulejos). Os materiais recicláveis são separados manualmente dos rejeitos que, se forem recicláveis ou reaproveitáveis, são devidamente destinados. Em seguida, os RCD são levados pela pá-carregadeira até o alimentador vibratório do britador de impacto e, por gravidade, para a calha simples e ao transportador de correia.

Todo esse material é processado e destina-se à base e sub-base de pavimentação de vias, drenos, camadas drenantes, material de enchimento de *rip-rap*, preparação de argamassa e concreto não estruturais, utilizados na fabricação de bloquetes para calçamento, blocos de vedação, guias para meio-fio, entre outros.



Figura 32 - Usina de reciclagem de resíduos sólidos de construção – ciclo ambiental – Recife/PE.

Em entrevista não estruturada a uma das centrais (Usina de tratamento de Resíduo da Construção e da Demolição), observou-se que a crítica se reflete na necessidade de uma legislação mais rigorosa aos depósitos clandestinos e na exigência de adquirir insumos artificiais feitos com resíduos de construção e demolição, bem como materiais (peças pré-moldadas e argamassas) elaborados a partir de insumos reciclados. Perguntada sobre qual é o objetivo da empresa, afirmou:

*“A empresa busca dar soluções ambientais novas para o tratamento dos resíduos da construção civil (resíduos de sólidos). Ao invés de mandarmos esse tipo de resíduo para uma área inerte, nós damos um tratamento ambiental adequado a ele, por reciclagem. Assim gerando um subproduto e repondo esse subproduto no mercado diminuindo assim a quantidade de material retirado das jazidas naturais, que são recursos naturais não renováveis (Figura 33).*

Do seu ponto de vista, se existisse uma política de consumo para que as construtoras usassem esses materiais, qual seria a reação do mercado das construtoras:

*“Teria que ser feito isso realmente. Porque se o governo não der ênfase a algum tipo de lei que obrigue o gerador a usar o subproduto reciclado a gente vai demorar muito para conscientizar o gerador de que ele tem que reciclar e que ele tem que utilizar materiais reciclados. Até você mudar essa cultura de que você pode usar material reciclado na sua obra e que ele não vai prejudicar o resultado final de sua obra vai levar muito tempo. E a gente conscientizar o gerador que hoje paga um pequeno “x”, ou que quase não paga pra destinar o resíduo, e ele passar a pagar pra destinar o resíduo dele corretamente é muito difícil abrir a cabeça dos empresários para isso, poucas empresas hoje tem essa consciência ambiental.”*

*“Ontem mesmo estive em uma obra e ele falou: “Olha eu pago “x” reais por viagens tiradas daqui e não preciso de certificado de destinação, não quero saber onde estão colocando, o governo não me cobra...” não existe essa política.”*

*“Então o que a gente tenta hoje em outros órgãos públicos é fazer com que implantem leis que sejam mais rigorosas e fiscalizem em cima dos geradores. Porque desse jeito a gente poderá receber esses resíduos. Como não é obrigatório eles não vem trazer aqui para a usina de beneficiamento.”*



Figura 33 - Produção de meio fio para calçamento com utilização de resíduos de construção em um CTR do Recife.

Questionado acerca dos recursos naturais, ou seja, se há preocupação das construtoras quanto à retirada, a resposta foi a seguinte:

*“Elas não têm preocupação alguma em relação a isso (retirada e quanto tempo vai durar esses recursos). Algumas empresas que já estão virando multinacionais têm essa conscientização por conta do mercado internacional e tal, mas são pouquíssimas. Se você viaja hoje os países de primeiro mundo, 90% das obras usam materiais reciclados. Então o que realmente falta é uma política de conscientização, realmente. Precisamos da ajuda de empresas e*

*estudantes pesquisadores para se conscientizar as empresas e mostrar que os materiais reciclados são viáveis.”*

*“Aqui em Recife se não me engano só tem uma obra que recicla e utiliza seu próprio resíduo. Você chega aos EUA onde a maioria das obras possuem sua própria unidade recicladora, uma unidade igual a nossa aqui, cada obra tem a sua, seja ela maior ou menor dependendo da capacidade de cada obra. A conscientização é o mais importante.”*

*“É difícil hoje em dia você tentar conscientizar os caras das empresas de construção de que você não pode jogar lixo daquele tipo em qualquer caçamba podendo separar só os sacos, só metais e naquela outra só jogar os concretos, isso agente não tem assim. A conscientização é o que falta dentro das empresas (Figura 34).”*



Figura 34 - Segregação na central de tratamento de resíduos de madeiras e aço.

Quando perguntada a opinião em relação ao que deveria ser feito pra mudar a falta de conscientização das empresas construtoras sobre a destinação do resíduo sólido da construção e o seu reuso por meio de insumos e produtos, o entrevistado afirmou que:

*“Precisa de treinamento dentro das empresas, precisam-se colocar pessoas qualificadas para que se possa dar treinamento específico. Hoje prestamos esse serviço também apesar de não ser nosso ramo, nossa atividade... Mas agente faz isso como uma forma de ajudar a segregar o resíduo, senão chega aqui plástico, garrafa pets, chega marmita de comida... esses tipos de coisas.*

*Essa é uma das principais dificuldades. Você vê hoje a gente cobra 'x' reais pra receber, mas estou pagando mais 'x' reais pra destinar no aterro sanitário. É muito difícil!”*

*“Um dos principais problemas também hoje são as transportadoras que até então, como não existia uma empresa do ramo da reciclagem de resíduo da construção como a nossa, o que acontecia: as transportadoras pra tornar isso viável elas cobravam 'x' reais na troca da caçamba, sem seleção de materiais e a empresa coletora dava o destino que se enquadra na legislação. E então elas levam para onde for mais barato depositar o material.”*

*“Não temos contrato algum hoje com as transportadoras, já tentamos fazer isso. Chegávamos pra conversar com as transportadoras e elas diziam isso é impossível tu fazer um contrato comigo e eu cobrar R\$150,00, R\$100,00 ou R\$120,00 ao meu cliente. Não tem como, eles pagam R\$70,00 hoje.! Você cobra R\$25,00 a tonelada pra se receber aqui. Como vou fazer essa conta? Não dá!”. Uma caçamba estacionária que eles mandam tem entre cinco ou sete toneladas de resíduos, então a conta não fecha!”*

*“O que é que acontece hoje? Existe parceria com algumas empresas transportadoras, eles passam os seus principais clientes e agente vai lá tentar fechar contrato diretamente com esses clientes. São clientes maiores que possuem um setor de meio ambiente e um setor segurança do trabalho mais organizado, que já existe uma consciência ambiental já dentro da empresa. Assim fica mais fácil para agente fechar contrato, ai sim agente fecha contrato direto com o gerador e as empresas transportam pra cá.”*

*“A gente ainda sofre muito com o fato de a empresa que se diz mandar concreto pra cá e quando chega aqui tem lixo comum. Agente não sabe se foi trocado no caminho se não é trocado no caminho... Se no caminho alguém foi lá e jogou. Hoje em dia agente rejeita qualquer caminhão que chegue com lixo comum.”*

*“O que precisa é todo mundo ter a consciência, principalmente o gerador pessoa física. Se você na sua casa como pessoa física esta realizando uma reforma ou construção, gerando como exemplo uma caçamba de resíduo.”*

*“Qual foi a sua consciência ambiental? Ligou para a usina de reciclagem? fez seu cadastro? pagou R\$25,00 por tonelada? pagou R\$150,00 a caçamba? e recebeu seu certificado de destinação. Assim você imagina quantas pessoas faz reforma em sua própria casa? A maioria das pessoas que fazem reforma em casa são de subúrbio de baixa renda, elas não têm condições. Eles pegam aquilo ali juntam tudo e jogam no mato!”*

*“Apesar de existir uma política do governo, ela ainda esta engatinhando você não tem perna suficiente para ficar fiscalizando, até sair uma norma ou lei que determine que toda pessoa tenha que destinar aquele resíduo para algum lugar para que seja reciclado.”*

*“Hoje se geram em torno de 5.000 toneladas por dia de resíduo da construção civil. E os números que são destinados para aterro sanitário ou para a operadora de reciclagem não passam de duas mil toneladas. E as outras três mil toneladas estão aonde? Aterrando rio, mangue, rua, etc.”*

*“Nossos produtos no mercado hoje são em torno de 40% a 60% mais baratos em relação aos das jazidas naturais!”*

Questionado sobre as dificuldades para se obter uma licença ambiental e sobre o destino final adequado para resíduos de construção, o entrevistado afirmou:

*“Até nisso o governo ajuda a complicar com a legalidade dos outros, são gerados cinco mil toneladas por dia, três mil são destinados em locais clandestinos e ilegais. Vamos legalizar todo mundo e vamos acabar com isso. Pra vocês verem a licença daqui saiu em um ano e meio. Se descomplicar e liberar as licenças ambientais mais rápidas, hoje poderíamos estar em melhor condição.”*

Mais uma vez, existe a necessidade de o poder público intervir com regras bastantes claras para que as empresas possam ter capacidade de operação suficiente para a demanda de mais de 5 mil toneladas de resíduo sólido de construção gerado no Recife, onde somente a metade tem destino adequado, porém não processado para reutilização.

#### **4.11 Proposta de regulamento técnico de gestão de recursos naturais**

A proposta de regulamento técnico visa fixar requisitos mínimos para as empresas da indústria da construção civil que atuam no seguimento de construções de edificação na área residencial, industrial ou comercial e utilizam em seus processos os blocos ou tijolos cerâmicos, desde a fase de elaboração de projetos, manutenção, recuperação e construção. Em modelo de um documento formal, apresentamos no Anexo IX, somente para que se possa tomar como referência.

A regulamentação técnica fornecerá subsídios e auxiliará aos gestores públicos, empresários envolvidos na construção, coleta de resíduos, beneficiamento de resíduos, produção de produtos. Aos usuários dará a possibilidade de coletar dados para implementação de políticas, com vistas à melhor gestão dos recursos naturais não renováveis, à garantia de qualidade dos materiais reciclados, segurança, efetividade e promoção do uso seguro e racional dos resíduos das construções e demolições.

O gestor público deverá exigir da construtora a licença da obra e o Projeto de Gerenciamento de Resíduo da Construção Civil (PGRCC), devidamente elaborado com base em estudos técnicos e registrado no CREA, por meio de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). O responsável pela implantação do PGRCC deverá ser o responsável técnico da obra ou serviço de engenharia e em caso de fiscalização pelo agente público, o não cumprimento será considerado crime ambiental.

A proposta de regulamento técnico dos recursos naturais na construção civil/cerâmica vermelha baseia-se nos princípios da não geração e da minimização da geração de resíduos, que descrevem as ações relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos referentes à minimização na geração, segregação, acondicionamento, identificação, coleta e transporte interno, armazenamento temporário, tratamento interno, armazenamento externo, coleta e transporte externo, tratamento externo e disposição final. Deve atender as demais recomendações da Resolução 307/2002 do CONAMA, bem como as demais recomendações do poder público Municipal, do Distrito Federal, Estadual e da União.

A empresa deve prever no RTRN/CC-CV cursos de capacitação para todos os empregados das obras, compatível com o estágio da obra e das recomendações do PGRCC de no mínimo 8 horas, que deve conter: noções de meio ambiente, conceito de recursos naturais (renováveis e não renováveis), aspectos ambientais, impactos ambientais, reciclagem de resíduos de construção, reutilização de materiais de construção, reutilização de insumos e materiais de construção, entre outros. Todos os empregados devem receber uma via do certificado da capacitação e a empresa deve manter os registros de todos os empregados, por meio de histórico individual e ata, devidamente assinada pelo responsável técnico da obra e do instrutor, além do programa de treinamento e da avaliação da eficácia do treinamento, que deverá ser feito por meio de uma prova, cujo escore deve variar de 0 (zero) a 10 (dez) e obter nota mínima de 5 (cinco). A avaliação do treinando poderá ser feita conforme a escolha do instrutor, desde que a metodologia de avaliação esteja de acordo com o planejamento do curso e a ata de avaliação e contenha a assinatura do instrutor e do responsável técnico da empresa.

Em toda obra ou serviço que houver a previsão de execução de alvenaria de cerâmica estrutural ou de divisória não estrutural, com previsão de utilização de blocos ou tijolos cerâmicos estruturais ou não estruturais, a empresa deverá, nos procedimentos de execução dos serviços e no controle de recebimento, armazenamento e manuseio dos insumos da cerâmica vermelha, detalhar os impactos ambientais dos resíduos gerados no PGRCC e o quantitativo dos serviços e dos materiais de construção. Também deverá conter um *check-list*, que deverá ser preenchido mensalmente. Toda documentação com estas informações deverá ser arquivada na empresa construtora ou permanecer com o responsável técnico por um período superior a três anos, após a entrega da obra.

Os serviços de execução e os materiais controlados devem ter controles adequados durante todas as fases de compra, recebimento, estocagem, manuseio, aplicação e descarte. A identificação das fases e suas formas de controle devem ser definidas pela empresa,

mantendo-se os registros dos controles realizados por um período mínimo de três anos, após a entrega da obra.

Caso a empresa seja certificada na NBR ISO 9001 ou no Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e obras da Construção Civil (SiAC) do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H, poderá utilizar os mesmos dispositivos para evidenciar o controle dos serviços e dos materiais controlados, desde que os quantitativos estejam disponíveis nos registros.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidenciou-se que o recurso natural não renovável argila é utilizado desde os primórdios da humanidade até os dias de hoje, como um dos componentes principais para a produção do tijolo/bloco cerâmico (cerâmica vermelha) amplamente utilizado na Indústria da Construção Civil, para execução de paredes divisórias e de fechamento de ambientes. Tal setor é um grande produtor de emprego e tem como seus principais representantes o sul e sudeste do Brasil; na região Nordeste, principalmente no estado de Pernambuco, os dois municípios responsáveis pela maior demanda são Caruaru e Paudalho.

Os impactos gerados pela atividade das indústrias da cerâmica vermelha e da construção civil foram identificados, quais sejam: desmatamento constante da mata nativa das áreas próximas das olarias; assoreamento e erosão das margens dos rios; poluição atmosférica; dentre outros aspectos danosos ao meio ambiente.

A argila é composta de dois tipos: uma magra e outra gorda, no entanto, a argila gorda é mais importante no processo e, conseqüentemente, a mais cara e de difícil acesso na região do município de Paudalho/PE. Em relação à dinâmica da confecção dos tijolos cerâmicos observou o processo desde sua extração nas jazidas de argila (magra e gorda), seu processamento nas olarias, até a sua comercialização final para Indústria da Construção Civil; Todo processo evidenciou como é rudimentar a atividade ceramista no Brasil, principalmente no estado de Pernambuco.

Identificou-se uma prática comum em algumas localidades de extração da argila, algumas olarias são clandestinas, com pontos de extração da argila de difícil fiscalização pelos órgãos ambientais, pois estão no meio das plantações de cana-de-açúcar dos engenhos. No entanto, é digno de nota que as duas empresas pesquisadas no estudo de caso possuem documentação conforme a legislação em vigor. Durante as entrevistas com funcionários e administradores das olarias, os operários que trabalham na coleta da argila magra consideraram o recurso natural inesgotável e de valoração econômica e ambiental irrisório; no entanto, a equipe que trabalha na extração da argila gorda demonstrou maior entendimento e consciência ambiental, por opinarem que, quanto mais escasso o recurso natural, mais oneroso é o processo.

As áreas de extração de argila já utilizadas (jazidas e/ou minas) são na maioria das vezes abandonadas a sua própria sorte e manutenção natural, pois para os membros de tal atividade, todo o processo não agride a natureza, modifica apenas por algum tempo a

paisagem, que posteriormente se regenera e retorna a sua exuberância inicial; fato este equivocado, pois não foi visto nenhuma recuperação e/ou regeneração das áreas utilizadas pela indústria da cerâmica vermelha. Por sua vez, os menos privilegiados e mais afetados é população local, que perde os seus recursos naturais indevidamente e o seu valor agregado.

O desperdício observado nas olarias foi de 4%, nos processos iniciais de extração e transporte da matéria prima, principalmente de argila magra, pois é mais barata e mais abundante nas proximidades do município de Paudalho/PE, e 3% de perda total na produção da cerâmica vermelha.

A indústria da cerâmica vermelha no estado de Pernambuco possui procedimentos arcaicos, em que se destacam como insumos energéticos, o consumo de lenha no processo de queima dos produtos. Portanto, trata-se de um processo de produção que atualmente não tem conseguido reduzir as perdas produtivas, melhorar a produtividade e a qualidade do produto;

Os resultados laboratoriais das quatro amostras de argila mostraram que a argila gorda é facilmente moldável, através de seus limites de plasticidade (LP) e de liquidez (LI), sendo classificada como: Argila Siltosa Arenosa Cinza Escura. Em contra partida, a argila magra possui muitas impurezas que dificultam a moldagem, sendo classificada como: Areia Siltosa Argilosa Vermelha Escura com Mica. Já os resultados da mistura dos dois tipos de argila mostram que é necessário acrescentar 25% de argila gorda na mistura para o material resultante ter a plasticidade adequada para a moldagem de tijolos, sendo classificada como: Areia Argilosa Siltosa Cinza Escura. Ainda na análise laboratorial calculou-se o peso específico do material recolhido em campo. Nas obras 1 e 2 da UFRPE, observou-se que o desperdício inicial foi no transporte dos tijolos, na estocagem dos mesmos e no decorrer do dia de trabalho, através do uso inadequado do produto, sem nenhum aproveitamento. Em contrapartida, quando o sistema de pagamento dos operários foi modificado para o de produção, esses desperdícios diminuíram, ou seja, houve maior produção e redução do desperdício e da perda de argila, o que acarretou melhoria significativa no desempenho ambiental da construtora, associada à valorização do capital humano, por meio de melhor retribuição financeira aos empregados e melhor resultado econômico para construtora – maior eficácia. Outro fato importante em relação aos desperdícios nas obras 1 e 2 foi o grande desperdício no assentamento de tijolos nas paredes (alvenaria), em decorrência do grau de importância dado à estrutura inicialmente e logo após ao assentamento propriamente dito.

No canteiro de obra 1, gastaram-se 23.068 tijolos a mais, ou seja, o índice de perda da obra foi de 21,84%, no qual foram assentados 24,67 tijolos por metro quadrado, que equivale

a 0,33 metros quadrados para utilização de argamassa, outro produto desperdiçado na obra, mas que não foi objetivo desse estudo. No canteiro de obra 2, gastaram-se 11.622 tijolos a mais, ou seja, o índice de perda da obra foi de 18,26%, no qual foram assentados 24,31 tijolos por metro quadrado, que equivale 0,69 metros quadrados de argamassa. Para o cálculo do desperdício das obras em conjunto, foram gastos 34.690 tijolos a mais, com índice de perda de 20,49% e indicador de eficácia Morant da obra de 74,22%. Esses desperdícios equivalem a R\$ 11.100,80 e 175,15 m<sup>3</sup> de argila, suficientes para a construção de 15 casas de 36,84 m<sup>2</sup>. Em relação ao estado de Pernambuco, o desperdício foi de R\$ 7.533.984,65, que equivalem a 27.856 m<sup>3</sup>/mês de argila, que dariam para construir 9000 casas de 36,84 m<sup>2</sup>. Em nível nacional, o desperdício foi de 301.359.386,00, que corresponde a 1.114.251 m<sup>3</sup>/mês de argila, suficientes para construir 397.404 casas de 36,84 m<sup>2</sup>; com tal desperdício daria para aterrar a Lagoa Rodrigo de Freitas em 156 dias, somente com o desperdício da argila na produção de tijolos de 8 furos. Outro fato importante observado é a não utilização dos descartes das obras no país, que equivalem a mais de 3.000.000 milhões de unidades de tijolos, os quais poderiam ser reaproveitados na forma de chamote como no Sul do Brasil, quando até 15% são inseridos no processo substituindo a argila magra. Ou seja, as empresas trabalham com caçambas estacionárias próximo das obras, que servem de depósito para tais resíduos; no entanto, os resíduos são de todos os tipos, sem nenhuma separação de material inicial.

Foram retiradas das obras 37 caçambas de resíduos, ou seja, 222 m<sup>3</sup> de entulho, correspondendo a 57,46 m<sup>3</sup> (desperdício + desempolamento) de resíduo nas obras. Na central de tratamento dos resíduos observou-se que os resíduos têm uma classificação diferenciada para cada material e posterior disposição final; no entanto, o que se evidenciou foi a discórdia entre as empresas coletoras dos resíduos e a central de tratamento dos resíduos através dos valores cobrados por caçamba de entulho. Outro fato importante é o pedido, por parte das empresa, de legislação mais rigorosa para os depósitos clandestinos e a conscientização do setor para a destinação final dos resíduos, com mais treinamento das empresas e entendimento ambiental sustentável.

Com base nos questionários sobre as condições socioeconômicas e ambientais dos administradores e empregados da construtora Pottencial, evidenciou-se que a maioria dos funcionários da empresa é de baixa renda e baixa escolaridade, com salários variados em diferentes funções dentro da empresa. Tal referência social está diretamente ligada à inadequada conscientização ambiental observada no grupo questionado, sem nenhum

entendimento em relação aos aspectos ambientais no geral, com algumas ressalvas em alguns questionamentos.

Por fim, evidenciou-se uma proposta de regulamentação técnica de gestão de recursos naturais para a construção civil – cerâmica vermelha, a qual aborda a fixação de requisitos mínimos para a atuação da indústria da construção civil, exigindo a não geração ou minimização dos resíduos, treinamento qualificado dos funcionários das empresas, dentre outros, através de uma legislação adequada e mais rigorosa, em termos de fiscalização e cumprimento dos direitos e deveres de empresas engajadas na atividade da construção civil *versus* meio ambiente.

## 6. CONCLUSÕES

1. O desperdício do recurso natural não renovável argila é da ordem de 4% na extração, transporte e armazenamento; da jazida até o período de estocagem na caixa de alimentação nas olarias;
2. O desperdício do recurso natural não renovável argila é da ordem de 3% na queima da produção do tijolo cerâmico na indústria da cerâmica vermelha;
3. Constatou-se que o desperdício do tijolo na indústria da construção civil é da ordem de 20,49%, ou seja, em Pernambuco são mais de 20 milhões de tijolos desperdiçados por mês nos processos de produção das obras;
4. Constatou-se que as empresas coletoras de resíduos de construção e demolição e as empresas gestoras das centrais de tratamentos de resíduos de construção, necessitam de que haja capacitação ambiental aos gestores e operários da indústria da construção civil, para viabilizar o reuso e a aquisição de componentes com material reciclado das obras, reduzindo, assim, o consumo do recurso natural não renovável argila;
5. Constatou-se que os trabalhadores das olarias e das construtoras necessitam de programas que invistam na educação ambiental;
6. Constatou-se que a indústria da cerâmica vermelha e a indústria da construção civil são de grande importância econômica para composição do PIB nacional e do estado de Pernambuco;
7. O desperdício do recurso natural não renovável argila no estado de Pernambuco está contribuindo para cada vez mais para a escassez da argila massapé próximo ao pólo de produção na cidade de Paudalho e ao pólo de consumo na cidade do Recife, aumentando assim os custos de produção nas indústrias da cerâmica vermelha e na da construção civil;
8. O desperdício do recurso natural não renovável argila pode ser reduzido se houver uma política pública que implante a exigência de programas de educação ambiental e indicadores de eficácia nas indústrias da cerâmica vermelha e da construção civil, que integrará o conjunto: empresa x meio ambiente x homem.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A.S. apud BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**. 15.ed.rev. Minas Gerais: LTC, 2000.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO: **Setor de Transformação de Não Metálicos/Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**. Brasília: SGM, 2008. 92p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA - ANICER. Disponível em: <http://www.anicer.com.br/index.asp?pg=institucional.asp&secao=3&categoria=60&subcategoria=0> Acessado em: 22/1/2011.

AMARAL FILHO, J. **Novo ciclo de investimento e inovação tecnológica no Nordeste: o caso do setor de cerâmica vermelha**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1998.152p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA – ANICER. [2009]. Disponível em: <http://www.anicer.com.br/index.asp?pg=institucional.asp&secao=3&categoria=60&subcategoria=0> Acessado em: 22/1/2011.

BACKER, P. **Gestão ambiental: a administração verde**. Rio de Janeiro: Qualimark, 1995. 48p.

BANCO DO NORDESTE - BNB. [2010]. ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE ETENE. **Informe setorial cerâmica vermelha** Outubro de 2010. Disponível em: [http://www.bnb.com.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/ano4\\_n21\\_informe\\_setorial\\_ceramica\\_vermelha.pdf](http://www.bnb.com.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/ano4_n21_informe_setorial_ceramica_vermelha.pdf). Acessado em: 10/2/2011.

BARBARÁ, S.O. **Gestão por processos: fundamentos, técnicas e modelos de implementação - foco no sistema de gestão de qualidade com base na ISO 9000:2000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006. 28p.

BARBISAN, A.O. et al. Técnicas de valoração econômica de ações de requalificação do meio ambiente: aplicação em área degradada. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14 n.1, p.119-128, 2009.

BARROS, A.J.S.; LEHFELD, N.A.S. **Fundamentos de metodologia científica**. 2.ed. Ampliada. São Paulo: Person Education do Brasil, 2000.132p.

BARROS, V.S.; AQUINO, M.D.; MOTA, S. Proposta de gestão sustentável dos resíduos da construção civil no município de Fortaleza. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: 2004. 1 CD-ROM.

BRANDT, W. Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV/DPS/SOBRAGE, 1998. p.131-134.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168p. (Série Legislação Brasileira).

BRASIL, Leis. (2002) **Resolução CONAMA 307/2002 e 348/2004**. Disponível em: < [www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/re30702.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/re30702.html)>. Acessado em: 7/1/2009.

BRASIL, **Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Disponível em: < [www.Ibama.gov.br/fauna/legisla%C3%A7%C3%A3o/lei\\_9605\\_98.pdf](http://www.Ibama.gov.br/fauna/legisla%C3%A7%C3%A3o/lei_9605_98.pdf). Acesso 20/01/2011.

BRASIL. Governo Federal (2006). Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=789>. Acessado em: 20/1/2011.

BRASIL. Governo Federal. (2007) **Programa de Aceleração do Crescimento**. Brasília, 2007. Disponível em: [www.brasil.gov.br/pac/](http://www.brasil.gov.br/pac/). Acesso em: 20/1/2011.

BYLAARDT, M.P. et al. **Arte e artesanato** – Projeto Experimental. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 4p.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. [2010]. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/files/textos/061.pdf> . Acessado em: 13/2/2011.

CARNEIRO, F.P. et al. [2002]. **Importância da educação ambiental na formação dos engenheiros civis**. Disponível em: <[www.prac.ufpb.br/anais/meac/anais\\_II\\_encontro\\_tematico/trabalhos/formacao.doc](http://www.prac.ufpb.br/anais/meac/anais_II_encontro_tematico/trabalhos/formacao.doc)>. Acessado em: 9/1/2009.

CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e Natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.429p.

CAVALCANTI, C. Política de governo para o desenvolvimento sustentável: uma introdução ao tema e a esta obra coletiva. In: CAVALCANTI, C. (Ed.) **Meio ambiente**,

**desenvolvimento sustentável e políticas públicas.** 3.ed. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2001.436p.

CERQUEIRA, J.P. **Sistemas de gestão integrados:** ISO 9001, NBR 16001, OHSAS 18001, AS 8000: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: Malitymark, 2006. 107p.

CHAIB, E.B.A. **Proposta para implementação de sistema de gestão integrada de meio ambiente, saúde e segurança do trabalho em empresas de pequeno e médio porte: um estudo de caso da indústria metal-mecânica.** 2005. 126f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB [2006]. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/serviços/licenciamento/postos/legislação/Decreto\\_Estadual\\_8468\\_76.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/serviços/licenciamento/postos/legislação/Decreto_Estadual_8468_76.pdf)>. Acessado em: 17/1/2009.

FAGURY, S.C. et. al. [2009]. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD):** aspectos gerais da gestão pública de São Carlos/SP. 37p. Disponível em: <<http://www.uninove.br/ojs/index.php/exacta/article/viewfile/1028/798>>. Acessado em: 7/1/2009.

FERREIRA, A.B.H. **Minidicionário século XXI:** O minidicionário da língua portuguesa. 4.ed. rev. ampliada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.896p.

FORNASARI FILHO, N.; COELHO, L.R. **Aspectos ambientais do comércio internacional.** São Paulo: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2002. 86p.

FRAGA, M.F. [2006] **Panorama de geração de resíduos da construção civil em Belo Horizonte:** medidas de minimização com base em projetos e planejamento de obras. Disponível em:<[http://www.administradores.com.br/producao\\_academica/panorama\\_da\\_geracao\\_de\\_residuos\\_da\\_construcao\\_civil\\_em\\_bh\\_medidas\\_de\\_minimizacao\\_com\\_base\\_em\\_projeto\\_e\\_planejamento\\_de\\_obras/898/](http://www.administradores.com.br/producao_academica/panorama_da_geracao_de_residuos_da_construcao_civil_em_bh_medidas_de_minimizacao_com_base_em_projeto_e_planejamento_de_obras/898/)>. Acessado em: 31/1/2009.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 1991.176p.

GIRARDET, H. **Creating sustainable cities.** London: Schumacher Briefing, Green Books, 1999. v.2.78p.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: BCD União de Editoras S.A., 1996. 264p.

GUSMÃO, A.D. **Manual de gestão dos resíduos da construção civil.** Camaragibe: CCS Gráfica, 2008.18p.

HENDRIKS, C.F. **O ciclo da construção**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2007. 250p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2006]. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Rio de Janeiro, v.16. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2006/paic2006.pdf>. Acessado em: 31/1/2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2008] Disponível em: <http://abdi.com.br/Relatorios%20de%20Programas/C%20Civil%20-%20Desempenho.pdf> Acessado em 17/1/2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. [2011]. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/gestao9000/dados\\_estat.asp?Chamador=INMETROCB25&tipo=INMETROEXT](http://www.inmetro.gov.br/gestao9000/dados_estat.asp?Chamador=INMETROCB25&tipo=INMETROEXT). Acessado em: 18/2/2011.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil** – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 102p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

JOHN, V.M. [2005]. **A construção, o meio ambiente e a reciclagem**. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br>. Acesso em: 10/10/2005.

JORNAL DO COMÉRCIO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Disponível em: [http://www2.uol.com.br/JC/sites/lixao/iframe\\_lixao\\_1.htm](http://www2.uol.com.br/JC/sites/lixao/iframe_lixao_1.htm) . Acessado em: 6/2/2011.

LEÃO, M.B.R. **A indústria da construção civil e sua importância econômica no Brasil e em Pernambuco**. Monografia – UNICAP, Recife, 1993.113p.

LEVY, S.M. **Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização como agregados para argamassas e concretos**. 1997. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.147p.

LIMAVERDE, J.A. **A indústria de cerâmica vermelha no Nordeste**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1983.

LUCENA, L.F.L. et al. Diagnóstico da geração de resíduos da construção civil no Município de Campina Grande. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 1., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

MAGRINI, A. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. In: \_\_\_\_ **Gestão ambiental de bacias hidrográficas**. Rio de Janeiro: COPPE / UFRJ, 2001. p.9-19.

MARANHÃO, Mauriti. **ISO Série 9000: manual de implementação: versão 2000**. 6ª. Edição. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2001.

MARQUES NETO, J.C.M. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Paulo: RIMA, 2005.162p.

MAYER, M.G. [2009]. **Sistema de Gestão** – Centro Universitário União da Vitória, Abril. Disponível em: [http://www.uniuv.edu.br/mat\\_pre/mirian\\_grotz\\_mayer/apostila\\_RH.pdf](http://www.uniuv.edu.br/mat_pre/mirian_grotz_mayer/apostila_RH.pdf). Acessado em: 18/2/2011.

MOURA, L.A.A. **Economia ambiental: gestão de custos e investimentos**. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2000. 7p.

PETRUCCI, E.G.R. **Materiais de construção**. 11.ed. São Paulo: Globo, 1998.436p.

PINTO, T.P. Desperdício em xequê. **Revista Revestimentos**, São Paulo : PINI, 1989.p.37-38.suplemento.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 200p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PINTO, T.P.; GONZÁLES, J.L.R. **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil**. Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: Caixa, 2005. v.1, 194p.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, Lei Municipal Nº 16.377 de 15 de janeiro de 1998, dispõe sobre a execução dos serviços de limpeza pública – recolhimento, transporte e disposição de lixo.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, Decreto Municipal Nº 18082 de 13 de novembro de 1998, dispõe sobre transporte e a disposição dos resíduos da construção civil.

PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E DA PRODUTIVIDADE DO HABITAT - PBQP-H [1998]. Disponível em: [http://www2.cidades.gov.br/pbqp-h/pbqp\\_apresentacao.php](http://www2.cidades.gov.br/pbqp-h/pbqp_apresentacao.php). Acessado em: 7/1/2009.

ROESCH, S.M.A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guias para estágios, trabalho de conclusão, dissertações e estudo de casos**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.336p.

SILVA, J.A. **Curso de direito constitucional positivo**. 12.ed. São Paulo: Malheiros. 1996.928p.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE PERNAMBUCO - SINDUSCON/PE [2009]. **Newsleter do Sindicato da indústria da construção civil no estado de Pernambuco. 20 de janeiro de 2009**. Disponível em: <<http://www.sindusconpe.com.br/imgNoticia/em032009.jpg>>. Acessado em: 24/1/2009.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL DEPARTAMENTO REGIONAL DE PERNAMBUCO – SENAI [2009]. Disponível em: [http://www2.informazione.com.br/cms/export/sites/default/sinduscon/pt/arquivos/7x\\_FORUM\\_04-08\\_Apresentaxo\\_SENAI\\_Ceramica.pdf](http://www2.informazione.com.br/cms/export/sites/default/sinduscon/pt/arquivos/7x_FORUM_04-08_Apresentaxo_SENAI_Ceramica.pdf). Acessado em: 22/1/2011.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E OBRAS – SIAC. Disponível em: < [http://www2.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_siac.php](http://www2.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_siac.php)>. Acessado em: 31/1/2009.

SOARES, S.R.; PEREIRA, S.W. Inventário da produção de pisos e tijolos cerâmicos no contexto da análise do ciclo de vida. **Ambiente Construído**: Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v.4, n.2, p.83-94, 2004.

SOUZA, U.E.L. et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, v.4, n.4, p.33-46, 2004.

SWANA, THE SOLID WASTE ASSOCIATION OF NORTH AMERICA. (Hazardous Waste Management Technical Committee). **Construction Waste & Demolition Debris Recycling**: A Primer.Maryland, October, 1993.419 p.

ZORDAN, S.E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. 1997. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

YIN, R.K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.248p.

## 9. ANEXOS

# ANEXO I



## ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DE LIMITES EM AMOSTRA DE SOLO

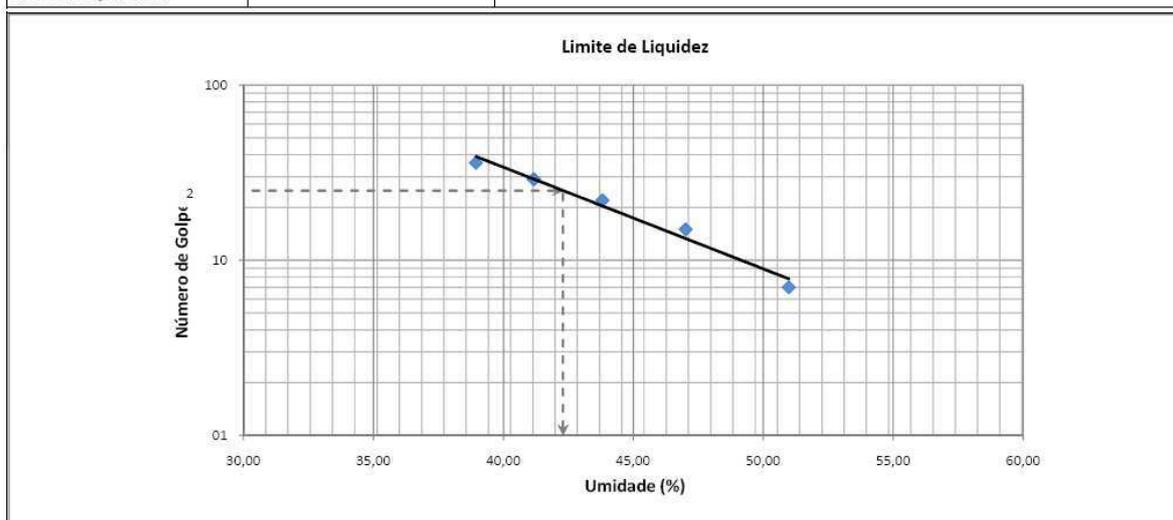
RELATÓRIO Nº ELC.EXTR.002.11-00

**CLIENTE:** UFRPE  
**OBRA:** CERÂMICA BOM JESUS  
**ENDEREÇO:** -  
**RESPONSÁVEL:** -  
**DATA:** 17/01/2011  
**NORMA(S) DE REFERÊNCIA:** NBR 6459 - Solo - Determinação do Limite de Liquidez  
 NBR 7180 - Solo - Determinação do Limite de Plasticidade

LIMITE DE LIQUIDEZ							
CÁPSULA:	N.º	92A	107A	53A	24A	72A	LIMITE DE LIQUIDEZ
GOLPES:	N.º	36	29	22	15	07	
PESO BRUTO ÚMIDO:	g	26,38	33,75	37,16	38,73	39,48	
PESO BRUTO SECO:	g	20,52	26,38	28,49	28,73	28,90	
PESO DA CÁPSULA:	g	5,47	8,48	8,70	7,46	8,15	
PESO DA ÁGUA:	g	5,86	7,37	8,67	10,00	10,58	
PESO DO SOLO SECO:	g	15,05	17,90	19,79	21,27	20,75	
UMIDADE:	%	38,94	41,17	43,81	47,01	50,99	

LIMITE DE PLASTICIDADE							
CÁPSULA:	N.º	25A	29A	53A	102A	39A	LIMITE DE PLASTICIDADE
PESO BRUTO ÚMIDO:	g	5,38	7,54	6,75	6,82	4,67	30,8%
PESO BRUTO SECO:	g	5,08	7,22	6,49	6,54	4,33	
PESO DA CÁPSULA:	g	4,10	6,18	5,62	5,70	3,23	ÍNDICE DE PLASTICIDADE
PESO DA ÁGUA:	g	0,30	0,32	0,26	0,28	0,34	
PESO DO SOLO SECO:	g	0,98	1,04	0,87	0,84	1,10	11,5%
UMIDADE:	%	30,61	30,77	29,89	33,33	30,91	

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO		OBSERVAÇÃO: Massapê
PASSANTE NA # 200:	-	
CLASSIFICAÇÃO HRB:	-	



INFORMAÇÃO DA AMOSTRA			
REGISTRO DA AMOSTRA:	448	COLETOR DA AMOSTRA:	-
ORIGEM DO MATERIAL:	Cerâmica Bom Jesus	DATA DA COLETA:	16/12/2010
COORDENADAS (UTM):	E: - N: -	DATA DO ENSAIO:	05/01/2011
	PROFUNDIDADE:	EXECUTANTE DO ENSAIO:	WALTER DA SILVA
	ESTACAS:	ATERRO / CAMADA:	
	COTA:	BORDOS:	BE [ ] EX [ ] BD [ ]

**NOTAS**

- Este relatório tem resultado restrito, aplicam-se apenas às amostras enviadas pelo cliente.
- Este relatório só deverá ser reproduzido por completo, e mediante expressa autorização do laboratório.

**RESPONSÁVEL**

Tecomat - Tecnologia da Construção e Materiais Ltda  
 Engª Daniela Josefa da Silva  
 CREA 39.275 PE

# ANEXO II



## GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO E SEDIMENTAÇÃO

RELATÓRIO Nº. GRSD.002.11-00

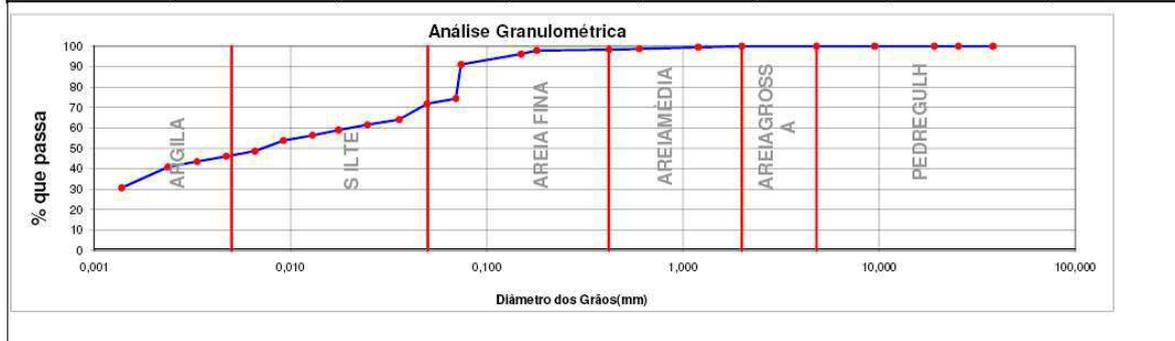
CLIENTE: UFRPE	DATA DE EMISSÃO:
CONSTRUTORA: -	DATA DO ENSAIO: 07/01/2010
OBRA: CERÂMICA BOM JESUS	RESPONS. TÉCNICO:
ENDEREÇO: -	
NORMA(S) DE REFERÊNCIA: NBR 7181:1984 - Solo - Análise granulométrica	
EQUIPAMENTO(S) DO ENSAIO:	

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO E SEDIMENTAÇÃO						
COORDENADAS:		PROFUNDIDADE:	FURO:	COTA:	REF.	448
Nº:						
E:		CAMADA:	ESTACA:	OBS:	AG. SI. AR CINZA ESCURA	
		Proveta:		Massapê		
Amostra Total Seca	Cápsula: 85	Umidade Higroscópica	Proveta: 15	Resumo Granulométrica		
Am. total úmida (g)	1500,00	Número da cápsula (g)	36	Pedregulho	0,0	Areia Fina
Ret. na pen. nº10 (g)	0,00	Peso do solo úmido (g)	62,10	Acima de 4,8mm		0,42 - 0,05mm
Passando nº10 úmido	1500,00	Peso do solo seco (g)	61,40	Areia Grossa	0,0	0,05 - 0,005mm
Água (g)	16,91	Peso da Cápsula (g)	0,00	4,8 - 2,0mm		
Passando nº10 seco	1483,09	Solo seco (g)	61,40	Areia Média	1,7	Abaixo 0,005mm
Amostra Total Seca	1483,09	Umidade higroscópica (%)	1,14	2,0 - 0,42mm		
		Fator de correção:	0,9887	Total:		100,0

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL (AT)					PESO ESPECÍFICO DOS GRÃOS		
Peneiras	Material Retido			% Que Passa	Peneiras (mm)	PICNOMETRO No.	1
	Peso (g)	% Amostra Total	% Acumulada	Amostra total		TEMPERATURA °C	22
1 1/2 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	38,10	PESO do PIC (g)	86,9
1 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	25,40	PIC + SOLO (g)	144,28
3/4 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	19,10	PIC + SOLO + AGUA (g)	388,28
3/8 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	PIC + AGUA (g)	356,03
Nº 4	0,00	0,00	0,00	100,00	4,80	DENS. REAL (g/m³)	2,283
Nº 10	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	DENS. REAL A 20° (g/m³)	2,282
Total Ret. #10	0,00						

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA PARCIAL (AP)							OBS:
Amostra Parcial (ph) =	70,00	Material Retido			Amost. seca parcial =		69,21
Peneiras		% Amostra Total	% Acumulada	% Que Passa Amostra Parcial	% Que Passa Amostra Total	Peneiras (mm)	
Nº	Peso (g)						
16	0,34	0,49	0,49	99,51	99,51	1,2	
30	0,55	0,79	1,29	98,71	98,71	0,6	
40	0,29	0,42	1,70	98,30	98,30	0,42	
50	0,30	0,43	2,14	97,86	97,86	0,18	
100	1,20	1,73	3,87	96,13	96,13	0,15	
200	3,53	5,10	8,97	91,03	91,03	0,074	

SEDIMENTAÇÃO							
Densidade dos Grãos a 20° =	2,282		Fator de cor. (K):	2,572			
Tempo Decorrido SEG. / MIN. / HOR.	Leitura do Densímetro	Temperatura (Celsius)	Correção de Temperatura	Altura de Queda (cm)	Leitura Corrig. Final	% Que Passa Amostra Total	d <sup>n</sup> dos GRÃOS (mm)
30s	32,00	22	-1,08	10,58	1,0289	74,37	0,0696
1min.	31,00	22	-1,08	10,73	1,0279	71,80	0,0496
2min.	28,00	22	-1,08	11,18	1,0249	64,09	0,0358
4min.	27,00	22	-1,08	10,63	1,0239	61,52	0,0247
8min.	26,00	22	-1,08	10,78	1,0229	58,94	0,0176
15min.	25,00	22	-1,08	10,93	1,0219	56,37	0,0129
30min.	24,00	22	-1,08	11,08	1,0209	53,80	0,0092
1h	22,00	22	-1,08	11,38	1,0189	48,66	0,0066
2h	21,00	22	-1,08	11,53	1,0179	46,09	0,0047
4h	20,00	22	-1,08	11,68	1,0169	43,52	0,0033
8h	19,00	22	-1,08	11,83	1,0159	40,94	0,0024
25h	15,00	22	-1,08	12,43	1,0119	30,66	0,0014



<b>NOTAS:</b> 1. Este relatório tem resultado restrito, aplicam-se apenas às amostras enviadas pelo cliente. 2. Este relatório só deverá ser reproduzido por completo, e mediante expressa autorização do laboratório.	<b>ENGENHEIRO RESPONSÁVEL</b>  Tecomat - Tecnologia da Construção e Materiais Ltda Engº Daniela Josefa de Silva CREA 39.275 PE
--	--

## ANEXO III



### ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DE LIMITES EM AMOSTRA DE SOLO

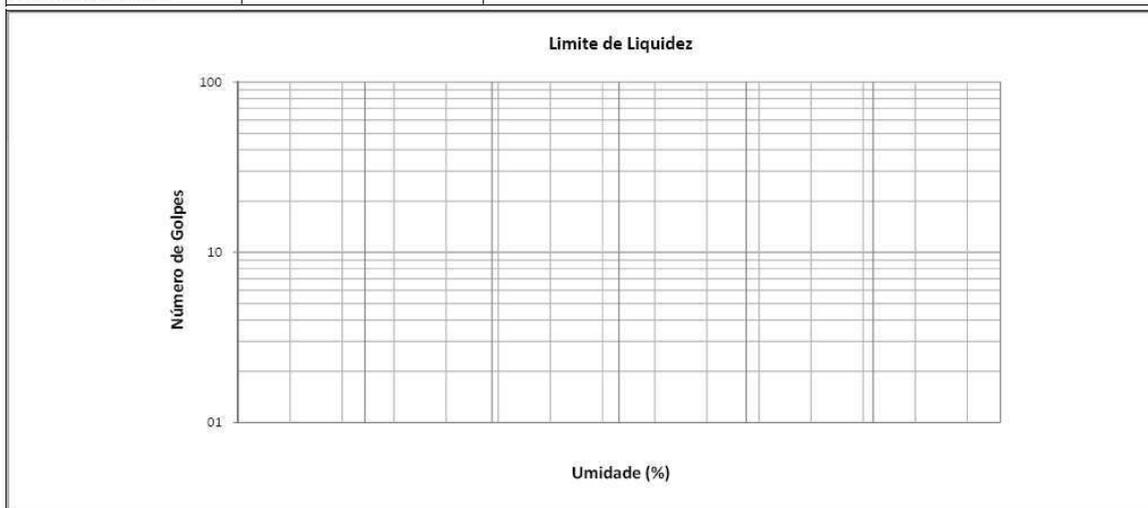
RELATÓRIO Nº ELC.EXTR.001.11-00

**CLIENTE:** UFRPE  
**OBRA:** CERÂMICA BOM JESUS  
**ENDEREÇO:** -  
**RESPONSÁVEL:** -  
**DATA:** 30/11/2010  
**NORMA(S) DE REFERÊNCIA:** NBR 6459 - Solo - Determinação do Limite de Liquidez  
 NBR 7180 - Solo - Determinação do Limite de Plasticidade

LIMITE DE LIQUIDEZ						
<b>CÁPSULA:</b>	<b>N.º</b>					<b>LIMITE DE LIQUIDEZ</b>
GOLPES:	N.º					
PESO BRUTO ÚMIDO:	g					<b>NL</b>
PESO BRUTO SECO:	g	NL	NL	NL	NL	
PESO DA CÁPSULA:	g					
PESO DA ÁGUA:	g					
PESO DO SOLO SECO:	g					
UMIDADE:	%					

LIMITE DE PLASTICIDADE						
<b>CÁPSULA:</b>	<b>N.º</b>					<b>LIMITE DE PLASTICIDADE</b>
PESO BRUTO ÚMIDO:	g					<b>NP</b>
PESO BRUTO SECO:	g					<b>ÍNDICE DE PLASTICIDADE</b>
PESO DA CÁPSULA:	g	NP	NP	NP	NP	
PESO DA ÁGUA:	g					
PESO DO SOLO SECO:	g					
UMIDADE:	%					

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO		OBSERVAÇÃO: Argila vermelha
PASSANTE NA # 200:	-	
CLASSIFICAÇÃO HRB:	-	



INFORMAÇÃO DA AMOSTRA			
<b>REGISTRO DA AMOSTRA:</b>	447	<b>COLETOR DA AMOSTRA:</b>	-
<b>ORIGEM DO MATERIAL:</b>	Cerâmica Bom Jesus	<b>DATA DA COLETA:</b>	09/11/2010
<b>COORDENADAS (UTM):</b>	E: - N: -	<b>DATA DO ENSAIO:</b>	10/01/2011
<b>PROFUNDIDADE:</b>	-	<b>EXECUTANTE DO ENSAIO:</b>	WALTER DA SILVA
<b>ESTACAS:</b>	-	<b>ATERRO / CAMADA:</b>	
<b>COTA:</b>	-	<b>BORDOS:</b>	BE [ ] EX [ ] BD [ ]

**NOTAS**

- Este relatório tem resultado restrito, aplicam-se apenas às amostras enviadas pelo cliente.
- Este relatório só deverá ser reproduzido por completo, e mediante expressa autorização do laboratório.

**RESPONSÁVEL**

Tecomat - Tecnologia da Construção e Materiais Ltda.  
 Engª Daniela Josefa da Silva  
 CREA 39.275 PE

# ANEXO IV



## GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO E SEDIMENTAÇÃO

RELATÓRIO Nº. GRSD.001.11-00

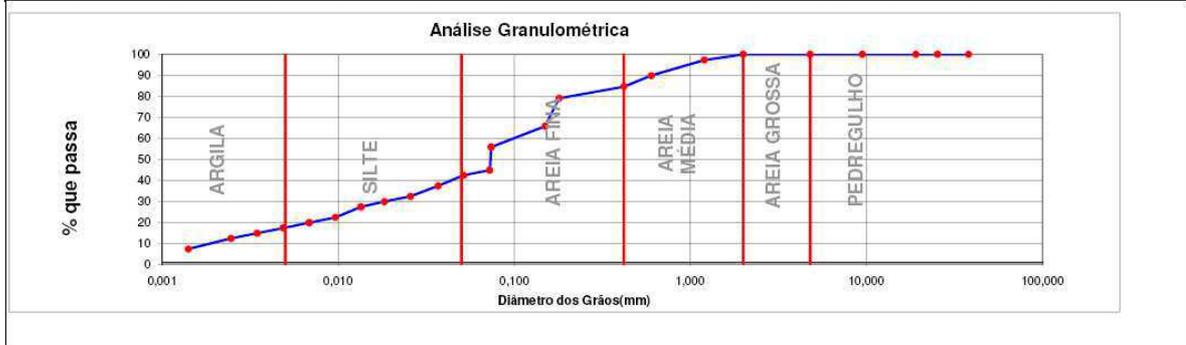
CLIENTE: UFRPE	DATA DE EMISSÃO:
CONSTRUTORA: -	DATA DO ENSAIO: 07/01/2010
OBRA: CERÂMICA BOM JESUS	RESPONS. TÉCNICO:
ENDEREÇO: -	
NORMA(S) DE REFERÊNCIA: NBR 7181:1984 - Solo - Análise granulométrica	
EQUIPAMENTO(S) DO ENSAIO:	

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO E SEDIMENTAÇÃO						
Nº:	COORDENADAS:	PROFUNDIDADE:	-	COTA:	-	REF.
		FURO:	-	ESTACA:	-	447
E-:		CAMADA:	-	OBS:	AR. SI-LAG VERMELHA ESCURA COM MICA	
	Cápsula:	Proveta:	11		Argila Vermelha	
Amostra Total Seca		Umidade Higroscópica		Resumo Granulométrica		
Am. total úmida (g)	1500,00	Número da cápsula (g)	17	Pedregulho	0,0	Areia Fina
Ret. na pen. nº10 (g)	0,00	Peso do solo úmido (g)	62,35	Acima de 4,8mm		0,42 - 0,05mm
Passando nº10 úmido	1500,00	Peso do solo seco (g)	61,68	Areia Grossa	0,0	Silte
Água (g)	16,12	Peso da Cápsula (g)	0,00	4,8 - 2,0mm		0,05 - 0,005mm
Passando nº10 seco	1483,88	Solo seco (g)	61,68	Areia Média	15,4	Argila
Amostra Total Seca	1483,88	Umidade higroscópica (%)	1,09	2,0 - 0,42mm		Abaixo 0,005mm
		Fator de correção :	0,9893	Total:		100,0

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL (AT)					PESO ESPECÍFICO DOS GRÃOS	
Peneiras	Material Retido			% Que Passa Amostra total	Peneiras (mm)	PICNOMETRO No.
	Peso (g)	% Amostra Total	% Acumulada			1
1 1/2 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	38,10	TEMPERATURA °C
1 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	25,40	PESO do PIC. (g)
3/4 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	19,10	PIC. + SOLO (g)
3/8 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	PIC. + SOLO + AGUA (g)
Nº 4	0,00	0,00	0,00	100,00	4,80	PIC. + AGUA (g)
Nº 10	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	DENS. REAL (g/m³)
Total Ret. #10	0,00					DENS. REAL A 20° (g/m³)

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA PARCIAL (AP)						OBS :
Amostra Parcial (ph) =	70,00		Amost. seca parcial =		69,25	
Peneiras	Material Retido			% Que Passa Amostra Parcial	% Que Passa Amostra Total	Peneiras (mm)
	Nº	Peso (g)	% Amostra Total			
16	1,90	2,74	2,74	97,26	97,26	1,2
30	5,15	7,44	10,18	89,82	89,82	0,6
40	3,58	5,17	15,35	84,65	84,65	0,42
50	3,88	5,60	20,95	79,05	79,05	0,18
100	9,21	13,30	34,25	65,75	65,75	0,15
200	6,86	9,91	44,16	55,84	55,84	0,074

SEDIMENTAÇÃO							
Densidade dos Grãos a 20° =	2,362		Fator de cor. (K):	2,504			
Tempo Decorrido	Leitura do	Temperatura	Correção de	Altura de	Leitura Corrig.	% Que Passa	d <sup>m</sup> dos
SEG. / MIN. / HOR.	Densímetro	(Celsiur)	Temperatura	Queda (cm)	Final	Amostra Total	GRÃOS (mm)
30s	21,00	22	-1,08	12,23	1,0179	44,88	0,0727
1min.	20,00	22	-1,08	12,38	1,0169	42,38	0,0517
2min.	18,00	22	-1,08	12,68	1,0149	37,37	0,0370
4min.	16,00	22	-1,08	12,28	1,0129	32,36	0,0257
8min.	15,00	22	-1,08	12,43	1,0119	29,86	0,0183
15min.	14,00	22	-1,08	12,58	1,0109	27,35	0,0135
30min.	12,00	22	-1,08	12,88	1,0089	22,34	0,0096
1h	11,00	22	-1,08	13,03	1,0079	19,84	0,0068
2h	10,00	22	-1,08	13,18	1,0069	17,33	0,0049
4h	9,00	22	-1,08	13,33	1,0059	14,83	0,0035
8h	8,00	22	-1,08	13,48	1,0049	12,33	0,0025
25h	6,00	22	-1,08	13,78	1,0029	7,32	0,0014



**NOTAS:**

1. Este relatório tem resultado restrito, aplicam-se apenas às amostras enviadas pelo cliente.
2. Este relatório só deverá ser reproduzido por completo, e mediante expressa autorização do laboratório.

**ENGENHEIRO RESPONSÁVEL**

Tecomat - Tecnologia da Construção e Materiais Ltda  
 Engº Danilo José da Silva  
 CREA 38.275 PE

## ANEXO V



### ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DE LIMITES EM AMOSTRA DE SOLO

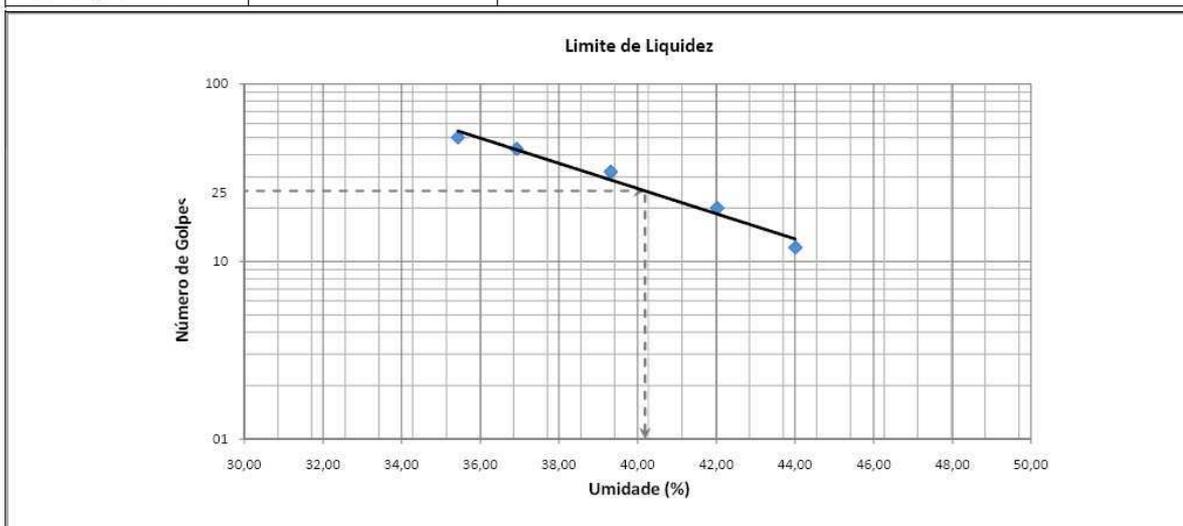
RELATÓRIO Nº ELC.EXTR.003.11-00

**CLIENTE:** UFRPE  
**OBRA:** CERÂMICA BOM JESUS  
**ENDEREÇO:** -  
**RESPONSÁVEL:** -  
**DATA:** 17/01/2011  
**NORMA(S) DE REFERÊNCIA:** NBR 6459 - Solo - Determinação do Limite de Liquidez  
 NBR 7180 - Solo - Determinação do Limite de Plasticidade

LIMITE DE LIQUIDEZ							
CÁPSULA:	N.º	94A	38A	01A	34A	14A	LIMITE DE LIQUIDEZ
GOLPES:	N.º	50	43	32	20	12	
PESO BRUTO ÚMIDO:	g	26,24	28,51	35,30	36,43	37,86	
PESO BRUTO SECO:	g	21,17	22,48	27,15	27,22	28,16	
PESO DA CÁPSULA:	g	6,86	6,15	6,42	5,30	6,12	
PESO DA ÁGUA:	g	5,07	6,03	8,15	9,21	9,70	
PESO DO SOLO SECO:	g	14,31	16,33	20,73	21,92	22,04	
UMIDADE:	%	35,43	36,93	39,32	42,02	44,01	

LIMITE DE PLASTICIDADE							
CÁPSULA:	N.º	73A	15A	104A	84A	22A	LIMITE DE PLASTICIDADE
PESO BRUTO ÚMIDO:	g	6,80	3,86	3,75	4,04	3,99	21,4%
PESO BRUTO SECO:	g	6,59	3,73	3,63	3,90	3,86	
PESO DA CÁPSULA:	g	5,77	3,12	3,10	3,25	3,25	ÍNDICE DE PLASTICIDADE
PESO DA ÁGUA:	g	0,21	0,13	0,12	0,14	0,13	
PESO DO SOLO SECO:	g	0,82	0,61	0,53	0,65	0,61	18,8%
UMIDADE:	%	25,61	21,31	22,64	21,54	21,31	

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO		OBSERVAÇÃO: Mistura triturada e destorroada
PASSANTE NA # 200:	-	
CLASSIFICAÇÃO HRB:	-	



INFORMAÇÃO DA AMOSTRA			
REGISTRO DA AMOSTRA:	449	COLETOR DA AMOSTRA:	-
ORIGEM DO MATERIAL:	Cerâmica Bom Jesus	DATA DA COLETA:	16/12/2010
COORDENADAS E:	-	DATA DO ENSAIO:	05/01/2011
(UTM) N:	-	EXECUTANTE DO ENSAIO:	WALTER DA SILVA
		ATERRO / CAMADA:	
		COTA:	-
		BORDOS:	BE [ ] EX [ ] BD [ ]

**NOTAS**

- Este relatório tem resultado restrito, aplicam-se apenas às amostras enviadas pelo cliente.
- Este relatório só deverá ser reproduzido por completo, e mediante expressa autorização do laboratório.

**RESPONSÁVEL**

Tecomat - Tecnologia da Construção e Materiais Ltda  
 Engª Daniela Josefa da Silva  
 CREA 39.275 PE

RELATÓRIO Nº ELC.EXTR.003.11-00

Rua Serra da Canastra, 391 - Cordeiro / Recife-PE CEP: 50.640-310 Fone: 81 3366-6444 e-mail: tecomat@tecomat.com.br

1/1

# ANEXO VI



## GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO E SEDIMENTAÇÃO

RELATÓRIO Nº. GRSD.003.11-00

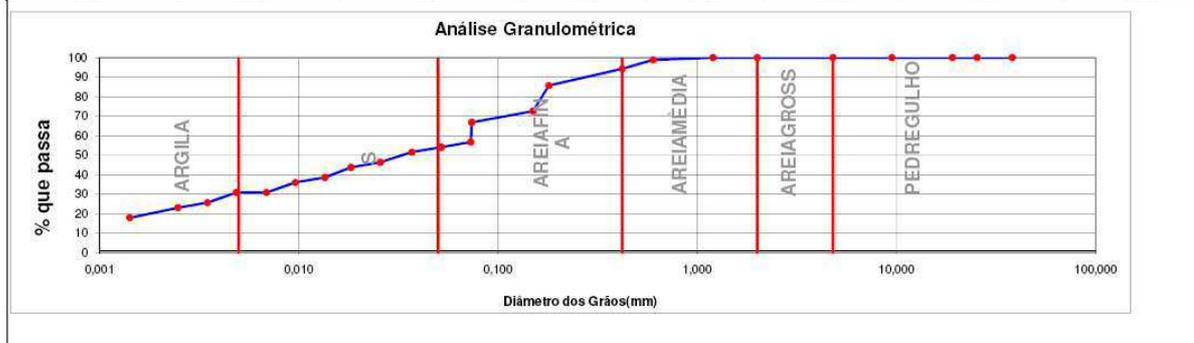
CLIENTE: UFRPE	DATA DE EMISSÃO:
CONSTRUTORA: -	DATA DO ENSAIO: 07/01/2010
OBRA: CERÂMICA BOM JESUS	RESPONS. TÉCNICO:
ENDEREÇO: -	
NORMA(S) DE REFERÊNCIA: NBR 7181:1984 - Solo - Análise granulométrica	
EQUIPAMENTO(S) DO ENSAIO:	

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO E SEDIMENTAÇÃO						
COORDENADAS:		PROFUNDIDADE:	-	COTA:	-	REF. 449
N:-		FURO:	-	ESTACA:	-	
E:-		CAMADA:	-	OBS:	AR.AG.SI CINZA ESCURA	
Cápsula:	85	Proveta:	15	Mistura triturada e destorroada		
Amostra Total Seca		Umidade Higroscópica		Resumo Granulométrica		
Am. total úmida (g)	1500,00	Número da cápsula (g)	10	Pedregulho	Areia Fina	37,6
Ret. na pen. nº10 (g)	0,00	Peso do solo úmido (g)	61,10	Acima de 4,8mm	0,42 - 0,05mm	
Passando nº10 úmido	1500,00	Peso do solo seco (g)	60,07	Areia Grossa	0,05 - 0,005mm	25,9
Água (g)	25,29	Peso da Cápsula (g)	0,00	4,8 - 2,0mm	0,05 - 0,005mm	
Passando nº10 seco	1474,71	Solo seco (g)	60,07	Areia Média	Abaixo 0,005mm	30,8
Amostra Total Seca	1474,71	Umidade higroscópica (%)	1,71	2,0 - 0,42mm		
		Fator de correção :	0,9831	Total:-----		100,0

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL (AT)					PESO ESPECÍFICO DOS GRÃOS		
Peneiras:	Material Retido			% Que Passa Amostra total	Peneiras (mm)	PICNOMETRO No.	1
	Peso (g)	% Amostra Total	% Acumulada			TEMPERATURA °C	22
1 1/2 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	38,10	PESO do PIC. (g)	86,9
1 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	25,40	PIC.+SOLO (g)	144,28
3/4 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	19,10	PIC. + SOLO + AGUA (g)	388,28
3/8 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	PIC. + AGUA (g)	356,03
Nº 4	0,00	0,00	0,00	100,00	4,80	DENS. REAL (g/m³)	2,283
Nº 10	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	DENS. REAL A 20° (g/m³)	2,282
Total Ret. #10	0,00						

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA PARCIAL (AP)							OBS :
Amostra Parcial (ph) =	70,00			Amost. seca parcial=		68,82	
Peneiras:	Material Retido			% Que Passa Amostra Parcial	% Que Passa Amostra Total	Peneiras (mm)	
	Nº	Peso (g)	% Amostra Total				% Acumulada
16	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	1,2	
30	0,82	1,19	1,19	98,81	98,81	0,6	
40	3,13	4,55	5,74	94,26	94,26	0,42	
50	5,91	8,59	14,33	85,67	85,67	0,18	
100	9,03	13,12	27,45	72,55	72,55	0,15	
200	3,93	5,71	33,16	66,84	66,84	0,074	

SEDIMENTAÇÃO							
Densidade dos Grãos a 20° =	2,282			Fator de cor. (K):	2,586		
Tempo Decorrido SEG. / MIN. / HOR.	Leitura do Densímetro	Temperatura (Celsius)	Correção de Temperatura	Altura de Queda (cm)	Leitura Corrig. Final	% Que Passa Amostra Total	d* dos GRÃOS (mm)
30s	25,00	22	-1,08	11,63	1,0219	56,69	0,0730
1min.	24,00	22	-1,08	11,78	1,0209	54,11	0,0520
2min.	23,00	22	-1,08	11,93	1,0199	51,52	0,0370
4min.	21,00	22	-1,08	11,53	1,0179	46,35	0,0257
8min.	20,00	22	-1,08	11,68	1,0169	43,76	0,0183
15min.	18,00	22	-1,08	11,98	1,0149	38,59	0,0135
30min.	17,00	22	-1,08	12,13	1,0139	36,00	0,0096
1h	15,00	22	-1,08	12,43	1,0119	30,83	0,0069
2h	15,00	22	-1,08	12,43	1,0119	30,83	0,0049
4h	13,00	22	-1,08	12,73	1,0099	25,66	0,0035
8h	12,00	22	-1,08	12,88	1,0089	23,07	0,0025
25h	10,00	22	-1,08	13,18	1,0069	17,90	0,0014



**NOTAS:**

1. Este relatório têm resultado restrito, aplicam-se apenas às amostras enviadas pelo cliente.
2. Este relatório só deverá ser reproduzido por completo, e mediante expressa autorização do laboratório.

**ENGENHEIRO RESPONSÁVEL**

Tecomat - Tecnologia da Construção e Materiais Ltda  
 Engº Daniel José da Silva  
 CREA 38 275 PE

## ANEXO VII



### ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DE LIMITES EM AMOSTRA DE SOLO

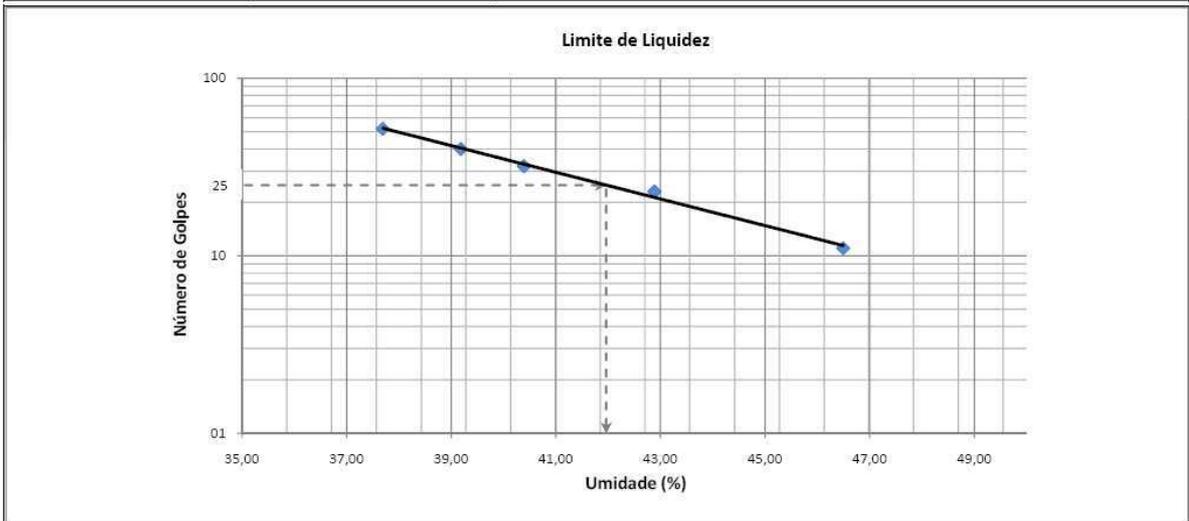
RELATÓRIO Nº ELC.EXTR.004.11-00

**CLIENTE:** UFRPE  
**OBRA:** CERÂMICA BOM JESUS  
**ENDEREÇO:** -  
**RESPONSÁVEL:** -  
**DATA:** 07/02/2011  
**NORMA(S) DE REFERÊNCIA:** NBR 6459 - Solo - Determinação do Limite de Liquidez  
 NBR 7180 - Solo - Determinação do Limite de Plasticidade

LIMITE DE LIQUIDEZ							
CÁPSULA:	N.º	34A	21A	18A	36A	42A	LIMITE DE LIQUIDEZ
GOLPES:	N.º	52	40	32	23	11	
PESO BRUTO ÚMIDO:	g	18,14	17,45	19,69	21,08	24,85	
PESO BRUTO SECO:	g	15,20	14,08	15,55	17,10	19,34	
PESO DA CÁPSULA:	g	7,40	5,48	5,30	7,82	7,49	
PESO DA ÁGUA:	g	2,94	3,37	4,14	3,98	5,51	
PESO DO SOLO SECO:	g	7,80	8,60	10,25	9,28	11,85	
UMIDADE:	%	37,69	39,19	40,39	42,89	46,50	

LIMITE DE PLASTICIDADE							
CÁPSULA:	N.º	101A	66A	71A	107A	97A	LIMITE DE PLASTICIDADE
PESO BRUTO ÚMIDO:	g	7,18	7,06	7,04	6,77	7,51	26,8%
PESO BRUTO SECO:	g	6,95	6,81	6,79	6,57	7,23	
PESO DA CÁPSULA:	g	6,09	5,89	5,85	5,78	6,10	ÍNDICE DE PLASTICIDADE
PESO DA ÁGUA:	g	0,23	0,25	0,25	0,20	0,28	
PESO DO SOLO SECO:	g	0,86	0,92	0,94	0,79	1,13	15,1%
UMIDADE:	%	26,74	27,17	26,60	25,32	24,78	

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO		OBSERVAÇÃO: Mistura
PASSANTE NA # 200:	-	
CLASSIFICAÇÃO HRB:	-	



INFORMAÇÃO DA AMOSTRA			
REGISTRO DA AMOSTRA:	450	COLETOR DA AMOSTRA:	-
ORIGEM DO MATERIAL:	Cerâmica Bom Jesus	DATA DA COLETA:	16/12/2010
COORDENADAS (UTM):	E: - N: -	DATA DO ENSAIO:	05/01/2011
	PROFUNDIDADE:	EXECUTANTE DO ENSAIO:	-
	ESTACAS:	ATERRO / CAMADA:	-
	COTA:	BORDOS:	BE [ ] EX [ ] BD [ ]

**NOTAS**

- Este relatório tem resultado restrito, aplicam-se apenas às amostras enviadas pelo cliente.
- Este relatório só deverá ser reproduzido por completo, e mediante expressa autorização do laboratório.

**RESPONSÁVEL**

Tecomat – Tecnologia da Construção e Materiais Ltda  
 Engª Daniela Joaquina da Silva  
 CREA 39.276 PE

# ANEXO VIII



## GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO E SEDIMENTAÇÃO

RELATÓRIO Nº. GRSD.004.11-00

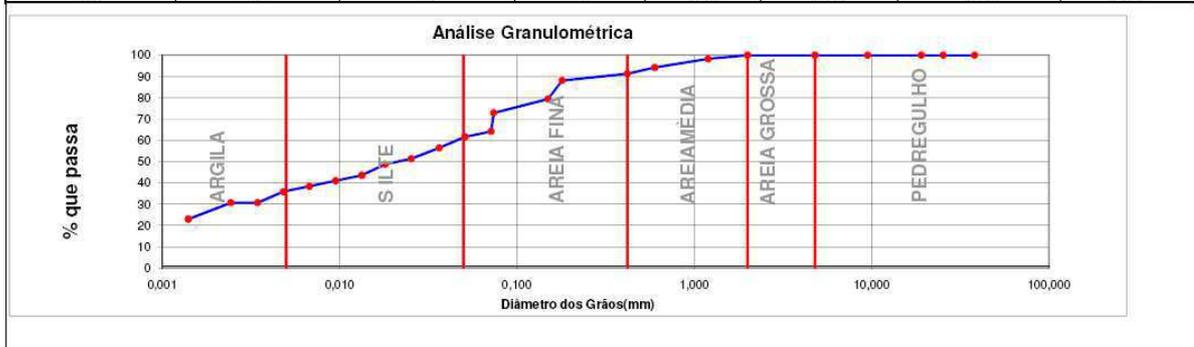
CLIENTE: UFRPE	DATA DE EMISSÃO:
CONSTRUTORA: -	DATA DO ENSAIO: 07/01/2010
OBRA: CERÂMICA BOM JESUS	RESPONS. TÉCNICO:
ENDEREÇO: -	
NORMA(S) DE REFERÊNCIA: NBR 7181:1984 - Solo - Análise granulométrica	
EQUIPAMENTO(S) DO ENSAIO:	

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO E SEDIMENTAÇÃO					
COORDENADAS:		PROFUNDIDADE:	COTA:	REF.	450
N°:		FURO:	ESTACA:		
E:		CAMADA:	OBS:	AG. AR. SI VERMELHA ESCURA	
Cápsula:	85	Provetas:	15	Mistura	
Amostra Total Seca		Umidade Higroscópica		Resumo Granulométrica	
Am. total úmida (g)	1500,00	Número da cápsula (g)	35	Pedregulho	0,0
Ret. na pen. nº10 (g)	0,00	Peso do solo úmido (g)	61,10	Acima de 4,8mm	0,42 - 0,05mm
Passando nº10 úmido	1500,00	Peso do solo seco (g)	60,30	Areia Grossa	0,0
Água (g)	19,64	Peso da Cápsula (g)	0,00	4,8 - 2,0mm	0,05 - 0,005mm
Passando nº10 seco	1480,36	Solo seco (g)	60,30	Areia Média	8,7
Amostra Total Seca	1480,36	Umidade higroscópica (%)	1,33	2,0 - 0,42mm	Argila
		Fator de correção :	0,9869	Total:	100,0

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA TOTAL (AT)				PESO ESPECÍFICO DOS GRÃOS			
Peneiras	Material Retido			% Que Passa Amostra total	Peneiras (mm)	PICNOMETRO No.	1
	Peso (g)	% Amostra Total	% Acumulada			TEMPERATURA °C	22
1 1/2 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	38,10	PESO do PIC. (g)	86,9
1 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	25,40	PIC.+SOLO (g)	144,28
3/4 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	19,10	PIC. + SOLO + AGUA (g)	388,28
3/8 pol	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	PIC. + AGUA (g)	356,03
Nº 4	0,00	0,00	0,00	100,00	4,80	DENS. REAL (g/m³)	2,283
Nº 10	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	DENS. REAL A 20° (g/m³)	2,282
Total Ret. #10	0,00						

PENEIRAMENTO DA AMOSTRA PARCIAL (AP)						Peneiras (mm)	OBS :
Amostra Parcial (ph) =	70,00	Amost. seca parcial =			69,08		
Peneiras	Material Retido			% Que Passa Amostra Parcial	% Que Passa Amostra Total	Peneiras (mm)	
	N°	Peso (g)	% Amostra Total				
16	1,21	1,75	1,75	98,25	98,25	1,2	
30	2,80	4,05	5,80	94,20	94,20	0,6	
40	1,98	2,87	8,67	91,33	91,33	0,42	
50	2,22	3,21	11,88	88,12	88,12	0,18	
100	5,99	8,67	20,55	79,45	79,45	0,15	
200	4,51	6,53	27,08	72,92	72,92	0,074	

SEDIMENTAÇÃO							
Densidade dos Grãos a 20° =	2,282		Fator de cor. (K):	2,576			
Tempo Decorrido SEG. / MIN. / HOR.	Leitura do Densímetro	Temperatura ( Celsius)	Correção de Temperatura	Altura de Queda (cm)	Leitura Corr. Final	% Que Passa Amostra Total	d <sup>n</sup> dos GRÃOS (mm)
30s	28,00	22	-1,08	11,18	1,0249	64,21	0,0716
1min.	27,00	22	-1,08	11,33	1,0239	61,63	0,0510
2min.	25,00	22	-1,08	11,63	1,0219	56,48	0,0365
4min.	23,00	22	-1,08	11,23	1,0199	51,32	0,0254
8min.	22,00	22	-1,08	11,38	1,0189	48,75	0,0181
15min.	20,00	22	-1,08	11,68	1,0169	43,60	0,0134
30min.	19,00	22	-1,08	11,83	1,0159	41,02	0,0095
1h	18,00	22	-1,08	11,98	1,0149	38,44	0,0068
2h	17,00	22	-1,08	12,13	1,0139	35,87	0,0048
4h	15,00	22	-1,08	12,43	1,0119	30,71	0,0034
8h	15,00	22	-1,08	12,43	1,0119	30,71	0,0024
25h	12,00	22	-1,08	12,88	1,0089	22,99	0,0014



<p><b>NOTAS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Este relatório tem resultado restrito; aplicam-se apenas às amostras enviadas pelo cliente.</li> <li>Este relatório só deverá ser reproduzido por completo, e mediante expressa autorização do laboratório.</li> </ol>	<p><b>ENGENHEIRO RESPONSÁVEL</b></p> <p>Tecomat - Tecnologia da Construção e Materiais Ltda Engº Danilo José da Silva CREA 38.275 PE</p>
--	--

## ANEXO IX

### **PROPOSTA DE REGULAMENTO TÉCNICO DE GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS PARA AS INDUSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DA CERÂMICA VERMELHA – RTRN/CC-CV**

#### CONSIDERAÇÕES

Considerando que de acordo com o artigo 225, caput, da Constituição Federal, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações;

Considerando, nesse sentido, que o Poder Público, dentre outras tarefas, tem o dever de “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas” (CR, art. 23, inc. VI), “preservar as florestas, a fauna e a flora” (CR, art. 23, inc. VII), "controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente" (CR, art. 225, § 1.º, V); e "proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade" (CR, art. 225, § 1.º, VII);

Considerando que a Constituição Federal prevê, também, a sujeição dos degradadores do meio ambiente à imposição de sanções penais e administrativas, além da obrigação de reparar os danos causados (art. 225, § 3.º);

Considerando que a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (LF nº. 6.838/81, art.14, § 1.º) prevê a imposição, a todo e qualquer degradador do meio ambiente, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados, independentemente de existência de culpa;

Considerando, por fim, a necessidade de se reduzir e de melhor gerir o recurso natural não renovável argila, no âmbito da indústria da construção civil, especificamente na

redução do desperdício de tijolos produzidos pela indústria da cerâmica vermelha e poder adotar as medidas legais adequadas para a gestão e o manejo de resíduos da construção civil e fiscalização das atividades relacionadas, com a proteção e preservação do meio ambiente resolve apresentar o seguinte regulamento técnico.

#### DO OBJETIVO

Art. 1º. A proposta de regulamento técnico visa fixar requisitos mínimos para as empresas da indústria da construção civil que atuam no seguimento de construções de edificação na área residencial, industrial ou comercial e utilizam em seus processos os blocos ou tijolos cerâmicos, desde a fase de elaboração de projetos, manutenção, recuperação e construção.

PARÁGRAFO ÚNICO: Os instrumentos convocatórios e contratos de obras e serviços de engenharia com o poder público deverão exigir o uso obrigatório de agregados reciclados nas obras contratadas, sempre que existir a oferta de agregados reciclados, capacidade de suprimento e custo inferior em relação aos agregados naturais, sob pena de multa dos órgãos controladores, caso não contemple detalhadamente o uso ou não no projeto básico e no edital de licitações, disponibilizando campo específico na planilha de composição dos custos.

Art. 2º. A regulamentação técnica fornecerá e auxiliará aos gestores públicos, empresários envolvidos na construção, coleta de resíduos, beneficiamento de resíduos, produção de produtos.

PARÁGRAFO ÚNICO: Aos usuários dará a possibilidade de coletar dados para implementação de políticas, com vistas à melhor gestão dos recursos naturais não renováveis, à garantia de qualidade dos materiais reciclados, segurança, efetividade e promoção do uso seguro e racional dos resíduos das construções e demolições.

#### DA RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Art. 3º. O gestor público deverá exigir da construtora a licença da obra e o Projeto de Gerenciamento de Resíduo da Construção Civil (PGRCC), devidamente elaborado com base em estudos técnicos e registrado no CREA, por meio de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

Art. 4º. O responsável pela implantação do PGRCC deverá ser o responsável técnico da obra ou serviço de engenharia e em caso de fiscalização pelo agente público, o não cumprimento será considerado crime ambiental.

#### DOS PRINCÍPIOS

Art. 5º. A proposta de RTRN-CC/CV (regulamento técnico dos recursos naturais na construção civil/cerâmica vermelha) baseia-se nos princípios da não geração e da minimização da geração de resíduos, que descrevem as ações relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos referentes à minimização na geração, segregação, acondicionamento, identificação, coleta e transporte interno, armazenamento temporário, tratamento interno, armazenamento externo, coleta e transporte externo, tratamento externo e disposição final.

PARÁGRAFO ÚNICO: Deve atender as demais recomendações da Resolução 307/2002 do CONAMA, bem como as demais recomendações do poder público Municipal, do Distrito Federal, Estadual e da União.

#### DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Art. 6º. A empresa deve prever no RTRN/CC-CV um curso de capacitação para todos os empregados das obras, compatível com o estágio da obra e das recomendações do PGRCC de no mínimo 8 horas, que deve conter:

- i. Noções de meio ambiente;
- ii. Conceito de recursos naturais (renováveis e não renováveis);
- iii. Aspectos ambientais;
- iv. Impactos ambientais;
- v. Reciclagem de resíduos de construção;
- vi. Reutilização de materiais de construção;
- vii. Reutilização de insumos e materiais de construção, entre outros.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: Todos os empregados devem receber uma via do certificado da capacitação e a empresa deve manter os registros de todos os empregados, por meio de histórico individual e ata, devidamente assinada pelo responsável técnico da obra e do instrutor.

PARÁGRAFO SEGUNDO: Deverá ser registrado a avaliação da eficácia do treinamento, que deverá ser feito por meio de uma prova, cujo escore deve variar de 0 (zero) a 10 (dez) e obter nota mínima de 5 (cinco).

PARÁGRAFO TERCEIRO: A avaliação do treinando poderá ser feita conforme a escolha do instrutor, desde que a metodologia de avaliação esteja de acordo com o planejamento do curso e a ata de avaliação e contenha a assinatura do instrutor e do responsável técnico da empresa.

#### DO SISTEMA DE GESTÃO

Art. 7º. Em toda obra ou serviço que houver a previsão de execução de alvenaria de cerâmica estrutural ou de divisória não estrutural, com previsão de utilização de blocos ou tijolos cerâmicos estruturais ou não estruturais, a empresa deverá, nos procedimentos de execução dos serviços e no controle de recebimento, armazenamento e manuseio dos insumos da cerâmica vermelha, detalhar os impactos ambientais dos resíduos gerados no PGRCC e o quantitativo dos serviços e dos materiais de construção.

Art. 8º. O PGRCC deverá conter um *check-list*, que deverá ser preenchido mensalmente.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: Toda documentação com estas informações deverá ser arquivada na empresa construtora ou permanecer com o responsável técnico por um período superior a três anos, após a entrega da obra.

PARÁGRAFO SEGUNDO: Os serviços de execução e os materiais controlados devem ter controles adequados durante todas as fases de compra, recebimento, estocagem, manuseio, aplicação e descarte. A identificação das fases e suas formas de controle devem ser definidas pela empresa, mantendo-se os registros dos controles realizados por um período mínimo de três anos, após a entrega da obra.

PARÁGRAFO TERCEIRO: Caso a empresa seja certificada na NBR ISO 9001 ou no Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e obras da Construção Civil (SiAC) do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H, poderá utilizar os mesmos dispositivos para evidenciar o controle dos serviços e dos materiais controlados, desde que os quantitativos estejam disponíveis nos registros.