

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS EM  
PERNAMBUCO: DA INDÚSTRIA AO CANTEIRO DE OBRAS**

**MÔNICA MARIA PEREIRA DA SILVA**

**Recife**  
**2007**

**MÔNICA MARIA PEREIRA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS EM  
PERNAMBUCO: DA INDÚSTRIA AO CANTEIRO DE OBRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Católica de Pernambuco como requisito parcial, exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na Área de Concentração em Engenharia das Construções, orientado pelos professores Dr. Arnaldo Cardim de Carvalho Filho e Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira, Ph.D.

**Recife**

**2007**

S586a

Silva, Mônica Maria Pereira da  
Avaliação de perdas de blocos cerâmicos em  
Pernambuco : da indústria ao canteiro de obras / Mônica  
Maria Pereira da Silva ; orientadores Arnaldo Cardim de  
Carvalho Filho e Maria da Graça de Vasconcelos Xavier  
Ferreira, 2007.  
157 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de  
Pernambuco. Pró-reitoria Acadêmica. Curso de Mestrado  
em Engenharia Civil, 2007.

1. Cerâmica. 2. Blocos (Materiais de construção)  
3. Canteiro de obras. 4. Administração de material  
I. Título

CDU 691

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO**

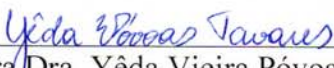
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – PROESPE**

**MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MONICA MARIA PEREIRA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS EM  
PERNAMBUCO: DA INDÚSTRIA AO CANTEIRO DE OBRAS**

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Professora Dra. Yêda Vieira Póvoas Tavares  
Examinadora Externa – UPE

  
\_\_\_\_\_  
Professor Dr. Joaquim Teodoro Romão de Oliveira  
Examinador Interno

  
\_\_\_\_\_  
Professor Dr. Arnaldo Cardim de Carvalho Filho  
Orientador

**Aprovada em 19 de outubro de 2007**

Aos meus pais Joaquim e Alzira, estrelas no céu a iluminar sempre o meu caminho.

A minha mãe, Nilza, pelo exemplo de força e luta pela vida.

Aos meus filhos Mariana e Gabriel, as maiores razões de minhas lutas e conquistas.

## AGRADEÇO

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco pela oportunidade em poder realizar este trabalho.

Ao professor Arnaldo Cardim, pela orientação, estímulo e oportunidade na condução deste trabalho, fundamentais para minha formação como pesquisadora.

Ao professor Roberto Andrade, pelo apoio, estímulo e amizade durante toda a trajetória desta pesquisa e de minha vida profissional.

À professora Graça, pelas valiosas contribuições na definição da proposta deste trabalho, principalmente pela amizade demonstrada no decorrer da elaboração desta dissertação.

Ao professor Alexandre Gusmão, pela atenção e sugestões dispensadas a esta dissertação.

Ao professor George Marinho, meu companheiro, pelo incentivo e motivação nos momentos mais difíceis percorridos neste trabalho.

Ao professor José de Melo, pela valiosa colaboração para o encaminhamento final desta pesquisa.

Ao coordenador do curso de edificações, Cirilo, pelo apoio logístico na confecção desta dissertação.

Ao amigo Ernani que, com suas habilidades em informática, contribuiu significativamente para a digitalização deste trabalho.

Aos auxiliares de pesquisa, Walber, Rafaela e Natália, a quem desejo realização e sucesso profissional.

A todos os professores da coordenação de edificações do CEFETPE, pela colaboração na redução do meu esforço acadêmico.

Às construtoras que participaram desta pesquisa em especial aos engenheiros Fábio Hatem, Cláudia França e Fabiano.

Às indústrias cerâmicas, pela boa vontade em fornecer as informações, materiais e acesso necessários à realização desta pesquisa, em especial o Sr. Ricardo, Sr. Carlos e os funcionários Francisco Salvino, João e Sandro.

Aos membros da banca pela colaboração e atenção dispensada à dissertação.

Aos professores, funcionários e amigos da Pró-Reitoria Acadêmica da UNICAP.

A Deus pela família que me deu e ter me oportunizado um momento de crescimento intelectual e profissional.

## RESUMO

A preocupação em preservar os recursos naturais, em reduzir os desperdícios nos canteiros de obras e minimizar custos na construção civil tem despertado interesse de vários pesquisadores para uma ampla discussão sobre o controle do uso adequado das matérias-primas para geração dos materiais empregados na produção dos edifícios, bem como, dos resíduos gerados pelos elevados índices de perdas nas construções.

Melhorar a produtividade e a qualidade é um fator de suma importância para a sobrevivência das empresas ligadas ao ramo da construção civil no atual ambiente competitivo.

O objetivo desta pesquisa é identificar as perdas envolvidas na produção dos blocos cerâmicos e de seu uso nas várias etapas do processo construtivo de obras em Recife, visando apontar possibilidades de minimização do problema.

Para atingir o objetivo, foram selecionadas duas indústrias cerâmicas e três empresas construtoras para comporem o estudo de caso. Os dados foram coletados através de uma planilha e de um *Check List* durante as visitas realizadas junto às indústrias e empresas construtoras. As etapas analisadas nas indústrias dizem respeito à queima e expedição. Em relação às construtoras foram analisadas as etapas de recebimento, armazenamento, transporte e aplicação.

Através da pesquisa verificou-se que as indústrias cerâmicas ainda possuem forte componente cultural, onde a mão-de-obra empregada utiliza conhecimentos compartilhados a partir das experiências individuais, possuem tímidas iniciativas para a melhoria do processo produtivo, bem como das condições de trabalho e capacitação da sua mão-de-obra, utilizando, ainda, práticas rudimentares na fabricação de produtos cerâmicos. Neste contexto, através do método de estudo de caso, para as obras pesquisadas, verificou-se que dependendo do nível de gerenciamento e planejamento e dos investimentos tecnológicos, há uma tendência de redução das perdas de materiais. Todavia, não se pode afirmar que uma obra certificada terá, necessariamente, redução de erros e desperdícios, uma vez que o objetivo primeiro é padronizar requisitos técnicos em seus empreendimentos de modo a aumentar a satisfação do cliente.

**Palavras-chave:** Bloco cerâmico, Desperdício, Construção Civil

## **ABSTRACT**

The concern with natural resources' preservation, building sites' waste of material decrease and civil construction's costs reduction has increased the number of researches and technical discursions about how to control the use of raw material in the production of buildings with the intention of diminishing its waste.

Furthermore, the improvement of productivity and quality in the industries related with the civil construction marked, it is an extremely important survival tool, because of their environment's competitiveness.

The objective of this research is the identification of the waste factors' involved in the production and employment of ceramic bricks in the various stages of building construction in the city of Recife, aimed to the possibility of diminish this problem.

To achieve the target, it was selected two ceramic bricks industries and three civil construction companies, as a case study. Data was collected during periodical visits to these industries, when were analyzed: in the ceramic bricks companies, the burning technique and expedition of the material routine, and in the building sites, the reception, stoking, transportation and application of the material procedures.

Trough this research was found out that in the ceramic bricks industry the cultural heritage affects the production system in many ways. For instance, new employees' skills are obtained basically by changing experiences between themselves – usually transmitted from the older to the younger ones –. Furthermore, this habit associated with the work conditions result in the use of primitive manufacture technologies in the ceramic bricks' production. In this context, through a case study method applied to buildings sites was verified that an efficient management system associated with investments in new technologies could result in decreasing the amount of wasted materials. However, it is not possible to affirm that an ISO 9000 certificated construction company will diminished its production mistakes and the waste of raw materials, because its first objective is the standardization of technical procedures in its buildings sites, with the purpose of improving the client's satisfaction.

**Key Words:** Ceramic Block, Loss, Civil Construction



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Marcação de um lote de blocos cerâmicos a ser assentados	23
Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo brasileiro	29
Figura 3 - Depósito de argilas em uma indústria de blocos cerâmicos	31
Figura 4A - Fase de alimentação	32
Figura 4B - Fase de trituração	32
Figura 4C - Fase de amassamento e mistura	32
Figura 4D - Fase de laminação	32
Figura 5 - Fase de extrusão automatizada para fabricação do bloco.	34
Figura 6A - Secagem natural dos blocos cerâmicos	35
Figura 6B - Secagem artificial em estufa dos blocos cerâmicos	35
Figura 7 - Forno tipo Hoffmann em uma indústria de cerâmica vermelha	39
Figura 8 - Forno tipo túnel em uma indústria de cerâmica vermelha	40
Figura 9 - Transporte dos blocos por vagonetas	44
Figura 10A - Perdas de blocos nas fases intermediárias	46
Figura 10B - Perdas de blocos na queima	46
Figura 11 - Classificação das perdas segundo recurso consumido	61
Figura 12 - Origem das perdas nas fases do empreendimento	62
Figura 13 - Fluxograma das perdas segundo o momento de incidência	63
Figura 14 - Perdas segundo sua origem	65
Figura 15 - Perdas de blocos no armazenamento	72
Figura 16 - Perdas de blocos durante a fase de execução da alvenaria de vedação	74
Figura 17 - Perdas de blocos cerâmicos na execução das instalações elétricas	75
Figura 18 - Perdas de blocos cerâmicos no transporte até à frente de trabalho.	76
Figura 19A - Transporte de blocos através da grua	77
Figura 19B - Transporte de blocos através do porta-pallet	77
Figura 20 - Inspeção de blocos para características geométricas conforme a NBR 15270-1	95
Figura 21A - Transporte de blocos para o pátio de armazenamento na indústria	97
Figura 21B - Blocos paletizados para transporte	97
Figura 22 - Visão interna da indústria X	101
Figura 23 - Resíduos gerados na queima de blocos cerâmicos da indústria X	101
Figura 24 - Armazenamento da fonte energética para fabricação de blocos cerâmicos da indústria X	101
Figura 25 - Visão externa da indústria Y	103
Figura 26 - Resíduos gerados na queima de blocos cerâmicos da indústria Y	103
Figura 27 - Armazenamento da fonte energética para fabricação de blocos cerâmicos da indústria Y	103
Figura 28 - Obra de responsabilidade da empresa A (não certificada)	104
Figura 29 - Obra de responsabilidade da empresa B (certificada)	105
Figura 30 - Obra de responsabilidade da empresa C (certificada)	106
Figura 31 - Índice de perdas na etapa de queima na indústria X	121
Figura 32 - Índice de perdas na etapa de expedição na indústria X	123
Figura 33 - Índice de perdas na etapa de queima na indústria Y	124
Figura 34 - Índice de perdas na etapa de expedição na indústria Y	125
Figura 35 - Comparação das perdas das indústrias X e Y	127
Figura 36 - Dispersão de perdas no desenformo das indústrias X e Y	129
Figura 37 - Dispersão dos fumaçados das indústrias X e Y	130
Figura 38 - Perda por tipo de bloco da obra da empresa B	133
Figura 39 - Comparação dos índices de perdas das obras A, B e C	136
Figura 40 - Resíduos gerados na execução da alvenaria	136
Figura 41 - Dispersão de blocos cortados entre as obras B e C	138
Figura 42 - Dispersão de blocos cortados entre as obras A e B	139
Figura 43 - Dispersão de blocos cortados entre as obras A e C	139

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Exemplos de perdas segundo sua origem	66
QUADRO 2 - Resultado de perdas de pesquisas realizadas	68
QUADRO 3 - Altura de pilha de blocos recomendada por diversos autores	73
QUADRO 4 - Modelo de especificação de materiais	84
QUADRO 5 - Modelo de ficha de verificação de materiais	89
QUADRO 6 - Dimensões de blocos cerâmico de vedação	91
QUADRO 7 - Número de blocos para inspeção geral	92
QUADRO 8 - Aceitação e rejeição para características visuais	93
QUADRO 9 - Aceitação e rejeição na inspeção por ensaios para características geométricas	93
QUADRO 10 - Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas à dimensão efetiva	94
QUADRO 11 - Tolerâncias dimensionais relacionadas à média das dimensões efetivas	94
QUADRO 12 - Tolerâncias dimensionais relacionadas aos septos, esquadros e flechas	94
QUADRO 13 - Aceitação e rejeição na inspeção por ensaios para características físicas	95
QUADRO 14 - Aceitação e rejeição na inspeção por ensaio de resistência à compressão	96
QUADRO 15 - Resistência à compressão ( $f_b$ )	96
QUADRO 16 - Características gerais da indústria X	101
QUADRO 17 - Características gerais da indústria Y	102
QUADRO 18 - Identificação da obra da empresa A e características da produção	114
QUADRO 19 - Característica do recebimento e armazenamento dos blocos	114
QUADRO 20 - Características relativas ao serviço de alvenaria	115
QUADRO 21 - Identificação da obra da empresa B e características da produção	116
QUADRO 22 - Características do recebimento e armazenamento dos blocos	117
QUADRO 23 - Características relativas ao serviço de alvenaria	117
QUADRO 24 - Identificação da obra da empresa C e características da produção	118
QUADRO 25 - Características do recebimento e armazenamento dos blocos	119
QUADRO 26 - Características relativas ao serviço de alvenaria	120
QUADRO 27 - Perdas na etapa de queima na indústria X	121
QUADRO 28 - Perdas na etapa de expedição na indústria X	122
QUADRO 29 - Perdas na etapa de queima na indústria Y	124
QUADRO 30 - Perdas na etapa de expedição na indústria Y	125
QUADRO 31 - Análise das perdas no desenformo e quantitativo de fumaçados para a indústria X	129
QUADRO 32 - Análise das perdas no desenformo e quantitativo de fumaçados para a indústria Y	130
QUADRO 33 - Características do gerenciamento e dados levantados das obras A, B e C	131
QUADRO 34 - Apresentação dos dados observados na obra da empresa A e índice de perdas	131
QUADRO 35 - Perdas da obra da empresa B por tipo de blocos	133
QUADRO 36 - Apresentação dos dados observados na obra da empresa B e índice de perdas	133
QUADRO 37 - Apresentação dos dados observados na obra da empresa C e índice de perdas	134
QUADRO 38 - Comparação dos índices de perdas das obras das empresas pesquisadas	135
QUADRO 39 - Quantitativos de blocos cortados nas obras A, B e C	138

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

ITEP – Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco

PSQ – Programa Setorial da Qualidade

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SINDUSCON/PE – Sindicato da Indústria de Construção Civil de Pernambuco

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

NBR – Normas Brasileira

ISO – International Standardisation Organisation

ABC – Associação Brasileira de Cerâmica

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PIB – Produto Interno Bruto

NORIE – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

ITQC – Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

EB – Especificação Brasileira

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 Justificativa .....	13
1.2 Pressupostos/ hipóteses .....	15
1.3 Objetivos .....	16
1.4 Estrutura da dissertação.....	16
<b>2 MATERIAL E MÉTODO</b> .....	18
2.1 Metodologia para coleta e análise dos dados .....	22
2.2 Instrumentos utilizados para coleta de dados .....	24
<b>3 A CERÂMICA VERMELHA</b> .....	26
3.1. Histórico da cerâmica vermelha .....	26
3.2. Etapas do processo produtivo .....	28
3.2.1. Extração da matéria-prima .....	30
3.2.2. Tratamento da matéria-prima .....	30
3.2.3. Dosagem/alimentação .....	31
3.2.4. Moldagem .....	33
3.2.5. Secagem .....	34
3.2.6. Queima .....	35
3.2.6.1 Tipos de fornos .....	36
3.2.6.2. Tipos de combustíveis utilizados na indústria de cerâmica vermelha ...	40
3.2.7. Estocagem .....	44
3.3 Perdas na indústria cerâmica .....	45
3.3.1 Perdas na produção .....	45
3.4 Considerações sobre procedimentos adequados na produção .....	47
3.5 Qualidade e mercado .....	49
3.6 Caracterização da indústria cerâmica vermelha no Brasil e em Pernambuco .....	51
<b>4. A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	55
4.1. Caracterização da indústria da construção civil .....	55
4.2. O desperdício na construção civil .....	57
4.3. Perdas no canteiro de obras .....	60
4.3.1. Classificação das perdas .....	60
4.3.1.1. Perdas segundo o tipo de recurso consumido .....	61
4.3.1.2. Perdas segundo a unidade para sua medição .....	62
4.3.1.3. Perdas segundo a fase do empreendimento em que ocorrem .....	62
4.3.1.4. Perdas segundo o momento de incidência na produção .....	62
4.3.1.5. Perdas segundo sua natureza .....	63
4.3.1.6. Perdas segundo a forma de manifestação .....	64
4.3.1.7. Perdas segundo sua causa .....	65
4.3.1.8. Perdas segundo sua origem .....	65
4.3.1.9. Perdas segundo seu controle .....	66
4.4. Apresentação de indicadores de perdas de pesquisas realizadas .....	67
4.5. Caracterizando as perdas de blocos cerâmicos na produção no canteiro de obras	70

4.6. Gestão de materiais de construção em canteiros de obras .....	77
4.6.1. Planejamento do “layout” do canteiro de obras .....	81
4.6.2. Aquisição dos materiais .....	83
4.6.3. Gerenciamento dos materiais .....	86
4.6.3.1. Recebimento e inspeção dos blocos no canteiro de obras .....	87
4.6.3.2. Movimentação e armazenamento de materiais no canteiro de obras .....	96
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>100</b>
5.1. Caracterização das indústrias e empresas construtoras pesquisadas .....	100
5.1.1. Caracterização da indústria X .....	100
5.1.2. Caracterização da indústria Y .....	102
5.1.3. Caracterização da empresa A e da obra pesquisada .....	103
5.1.4. Caracterização da empresa B e da obra pesquisada .....	104
5.1.5. Caracterização da empresa C e da obra pesquisada .....	105
5.2. Características técnicas das indústrias e empresas construtoras pesquisadas .....	106
5.2.1. Indústrias .....	107
5.2.1.1. Indústria X .....	107
5.2.1.2. Indústria Y .....	110
5.2.2. Empresas construtoras .....	113
5.2.2.1. Empresa A .....	113
5.2.2.2. Empresa B .....	115
5.2.2.3. Empresa C .....	118
5.3. Indicadores de perdas .....	120
5.3.1. Indicadores de perdas nas indústrias .....	120
5.3.1.1. Indústria X .....	120
5.3.1.2. Indústria Y .....	124
5.3.1.3. Comparação dos indicadores de perdas nas indústrias pesquisadas .....	126
5.3.2. Indicadores de perdas nas obras .....	130
5.3.2.1. Empresa A .....	131
5.3.2.2. Empresa B .....	132
5.3.2.3. Empresa C .....	134
5.3.2.4. Comparação dos indicadores de perdas das obras estudadas .....	135
<b>6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>141</b>
6.1. Conclusões .....	141
6.2. Sugestões para trabalhos futuros .....	143
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>150</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nesta parte do trabalho será apresentada a justificativa para a pesquisa, os pressupostos e seus objetivos, bem como a estruturação da dissertação.

### 1.1 Justificativa

A construção civil tem peculiaridades que obrigam a traduzir cuidadosamente para as condições concretas do setor, estratégias e políticas pela qualidade. Estratégias criadas para setores de produção nitidamente industrial, como o metalúrgico ou o eletroeletrônico, não podem ser diretamente aplicadas a uma atividade que possui forte componente de trabalho artesanal, como é o caso da construção civil.

Para a melhoria da qualidade, reduzindo-se o desperdício e aumentando a produtividade, é preciso compreender que é impossível encontrar uma única solução mágica. Resultados concretos virão sempre da adoção de pequenas soluções que, em somatória, constituirão a qualidade de cada empreendimento.

Segundo Gehbauer (2004), a indústria da Construção Civil, mundialmente, configura-se entre os maiores ramos da economia. Ela possui uma forte referência pública, pois é ela que cria a infra-estrutura de base para o funcionamento da economia geral. Por isso, e também porque na construção civil, comparada com os outros ramos da indústria, as reservas de racionalização são maiores, esforços de racionalização têm uma grande importância social.

Segundo Scardoelli et al. (1994), a indústria da Construção Civil desempenha um papel de suma importância para o desenvolvimento econômico e social do país, porém, neste setor há uma predominância em atraso tecnológico, que pode ser caracterizado pelos seguintes aspectos:

- emprego de métodos de gestão ultrapassados;
- predominância de mão-de-obra desqualificada, com baixo grau de instrução formal;
- excessivo esforço físico e condições adversas no processo de trabalho e nas relações Capital-Trabalho;
- resistência às inovações tecnológicas;

- ineficiência de gerenciamento das interfaces entre as diversas fases do processo (concepção, projeto, produção de materiais, etc.) e baixa integração na cadeia produtiva;
- alta incidência de não conformidades de materiais, componentes, sistemas construtivos e serviços;
- ausência de controle de qualidade (produtos e serviços);
- baixa exigência por parte do consumidor;
- baixa exigência das empresas do setor em relação aos produtores de materiais;
- altos índices de desperdícios de materiais e de tempo durante a execução da obra;
- atraso quanto à aplicação das normas técnicas.

Ainda de acordo com os mesmos autores, o setor não pode ser considerado como estagnado. Com o decorrer dos anos, observam-se várias alterações, tais como racionalização nas etapas dos processos construtivos e na evolução tecnológica do mercado produtor de materiais de construção.

E, neste sentido, Gehring (1990) e Scardoelli et al. (1994) mostram que se as empresas construtoras modernizassem seus processos de execução, imprimindo agilidade e reduzindo desperdícios e custos, todo o dinheiro movimentado pelo segmento terá um enorme potencial de crescimento. Para tanto, o setor precisa estreitar o laço entre os segmentos responsáveis por pesquisas e desenvolvimento de tecnologias. Na maioria das vezes as pesquisas que desenvolvem novas tecnologias não são absorvidas pelo setor.

Vale salientar, que uma das causas do desperdício nas construções está no próprio “Layout” dos canteiros. A forma com que os materiais são dispostos obriga o pedreiro a fazer grandes deslocamentos, provocando, além de perdas de materiais, perda substancial de tempo.

A indústria da construção civil, ao longo de toda a sua cadeia produtiva, é promotora de elevados prejuízos ambientais (SCHENINI et al., 2004). Nenhuma atividade humana se desenvolve sem um ambiente construído, seja direta ou indiretamente. Exemplificando: as atividades rurais desenvolvem seus processos em ambiente aberto, ainda assim necessitarão de maquinários e ferramentas, que são fabricadas em edificações, e de locais apropriados para o armazenamento dos produtos, necessitando, indiretamente, dos produtos oferecidos pela Construção Civil (GRIGOLETTI, 2001).

O setor utiliza, amplamente, matéria-prima não renovável na natureza e consome grandes quantidades de energia, tanto na extração, como no transporte e processamento desses

insumos. É, por outro lado, perdulária no uso dos materiais e geradora de grandes volumes de resíduos (SCHENINI et al., 2004).

Neste sentido, as discussões quanto à identificação de caminhos para minimizar o consumo de recursos naturais, têm sido amplamente divulgadas nos meios de comunicação. Dessa forma, verifica-se, mundialmente, que são várias as ações visando o aproveitamento do lixo urbano, campanhas para a redução do consumo de energia, política para um aproveitamento mais racional da água, entre outras, tem sido cada vez mais valorizadas.

Em se tratando do setor da construção civil, tecnologias para o reaproveitamento dos resíduos gerados também têm sido amplamente discutidas e estudadas. A preocupação com a detecção do desperdício de recursos naturais de um modo geral tem sido impulsionada pela influência direta e significativa destes recursos sobre o custo do empreendimento. No caso dos materiais, a sua influência sobre o custo total da obra pode alcançar patamar de 65% (PINTO, 1995); deste modo, justifica-se o interesse em identificar tais perdas, para que se possa controlar o real consumo destes materiais.

No que se refere à fabricação de blocos cerâmicos, Oliveira (2006), afirma ser um desafio fabricá-los sem que haja impactos ambientais, principalmente, pela diversidade presente na produção. O processo produtivo das indústrias de cerâmica vermelha é visto como relativamente simples, por esse motivo, não há uma política de desenvolvimento do setor que busque a redução dos custos na sua linha de produção. Hoje se observa um setor voltado apenas a adequação aos requisitos legais e normativos, sem deixar, no entanto, de praticar conhecimentos empíricos em seu processo produtivo, contribuindo para altos patamares de perdas durante o ciclo produtivo.

## **1.2 Pressupostos / hipóteses**

Considerando a exposição anteriormente apresentada, pressupõe-se que:

- as indústrias de cerâmica vermelha do Estado de Pernambuco desconhecem os índices de perdas do produto acabado;
- as empresas construtoras que possuem programa de qualidade têm índices de perdas inferiores àquelas que não possuem, tendo em vista ter todo o procedimento de execução dos serviços, discriminados, bem como, seu planejamento;



- as causas que levam aos altos índices de perdas são decorrentes da falta de planejamento e gerenciamento da obra, falta de investimentos tecnológicos e de capacitação da mão-de-obra;
- as perdas de blocos cerâmicos nas Indústrias são causadas pela falta de manutenção dos equipamentos, falta de capacitação da mão-de-obra, falta de controle e gerenciamento da produção e falta de qualidade e conformidade do produto.

### 1.3 Objetivos:

O **objetivo geral** desta pesquisa é obter os índices confiáveis de perdas dos blocos cerâmicos utilizados no serviço de alvenaria de vedação, desde a indústria cerâmica até o canteiro de obras.

A partir do objetivo geral, buscam-se os seguintes **objetivos específicos**:

- revisão bibliográfica sobre quantificação de perdas e processo produtivo de cerâmica vermelha, de modo a nortear a escolha do método;
- obtenção dos índices de perdas gerados da queima à expedição de blocos cerâmicos;
- identificação das perdas de blocos cerâmicos para as várias etapas do processo construtivo;
- identificação das principais causas das perdas geradas nas várias etapas do serviço alvenaria e da produção dos blocos nas etapas de queima e expedição.

### 1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é composta por seis capítulos e quatro anexos. O capítulo 1 apresenta uma breve introdução ao trabalho, com as devidas justificativas para a realização do estudo, os pressupostos e objetivos buscados.

O capítulo 2 é dedicado à apresentação do material e método usado para a obtenção dos resultados da pesquisa realizada.

O capítulo 3 é dedicado aos aspectos ligados ao setor de cerâmica vermelha, abordando um breve histórico da cerâmica vermelha, processo produtivo de produtos cerâmicos, perdas nas etapas produtivas, aspectos técnicos sobre produção adequada e qualidade e mercado da indústria cerâmica. É apresentada uma breve caracterização da indústria cerâmica vermelha no Brasil e em Pernambuco.

No capítulo 4, são abordados temas relativos à indústria da construção civil, conceitos que norteiam a discussão dos desperdícios e perdas no canteiro de obras. Apresentam-se as

experiências e resultados de pesquisas realizadas no país para o material em estudo. Além destes assuntos, procura-se estabelecer a importância do gerenciamento e do sistema de movimentação e armazenamento dos materiais dentro da produção de edificações. Adicionalmente, é apresentada a necessidade de estabelecer critérios na aquisição, recebimento e inspeção dos materiais no momento da produção no canteiro de obras.

O capítulo 5 é dedicado à apresentação das características gerais das indústrias cerâmicas e das empresas construtoras pesquisadas, observados através dos resultados do *check list* e são apresentados e analisados os resultados da pesquisa.

No capítulo 6, finalmente, são apresentadas algumas considerações pertinentes ao tema e ao verificado durante a realização da pesquisa. São também oferecidas recomendações destinadas a colaborar no desenvolvimento de novas pesquisas.

Nos anexos A, B, C e D são apresentados os *check list* para a realização das observações e planilhas para a obtenção dos dados durante a coleta em campo, das indústrias e construtoras que participaram do estudo de caso.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

Neste trabalho, o método adotado foi o estudo de caso em duas indústrias cerâmicas e três empresas construtoras, sendo a idéia principal a de conhecer as práticas de gerenciamento da produção dos blocos cerâmicos e da aplicação dos mesmos no serviço alvenaria, executado pelas empresas construtoras, de modo a obter os indicadores de perdas.

Segundo Yin (2001) apud Ribeiro (2006), “O estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. O estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas”.

Sendo assim, os caminhos seguidos para elaboração deste trabalho foram os seguintes:

### **a. Revisão bibliográfica**

A primeira etapa constitui de uma revisão bibliográfica, onde inicialmente se realizou uma extensa procura nas principais bases de dados, a fim de fornecer elementos que sirvam como base conceitual, centrada especialmente na questão das perdas de materiais cerâmicos e processo produtivo da cerâmica vermelha; caracterização da indústria de cerâmica vermelha e da indústria da construção civil e gerenciamento do canteiro dos materiais e planejamento do Layout do canteiro de obras. Esta pesquisa bibliográfica abrange livros, dissertações e artigos de congresso de interesse, de modo a obter uma fundamentação necessária e adequada, que consolide conceitos sobre o tema.

Esta etapa foi de suma importância para a elaboração do instrumento a ser aplicado na indústria cerâmica e nas empresas construtoras, a fim de identificar, nas suas atividades, o processo produtivo dos blocos cerâmicos, o planejamento do serviço alvenaria e o gerenciamento do canteiro de obras, em busca da obtenção dos índices de perdas.

## **b. Planejamento da pesquisa**

Segundo Paliari (1999), “o sucesso de qualquer atividade a ser desenvolvida é conseqüência, entre outros aspectos, de um bom planejamento, e do sucesso da aplicação da metodologia proposta em qualquer local, está condicionado ao planejamento da pesquisa, principalmente quando envolver um número amplo de materiais e serviços”.

Outro aspecto apresentado pelo mesmo autor refere-se à capacidade da equipe de campo em assimilar o conteúdo da metodologia a ser usada na pesquisa e, principalmente, implantar ações dentro do canteiro de obras de forma a viabilizar o estudo onde muitas vezes, depende integralmente da cooperação e envolvimento da empresa e do canteiro de obra em estudo e isto pode ser comprovado durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Sendo assim, diante das dificuldades vivenciadas durante a pesquisa descrevem-se, nos itens seguintes, algumas questões primordiais para amenizar as dificuldades para o planejamento de pesquisa desta natureza, sugerida no trabalho de Paliari (1999).

## **c. Equipe**

Segundo Paliari (1999), o pesquisador responsável pelo trabalho deve estruturar sua equipe de campo de forma que permita a obtenção de resultados confiáveis, além de que o pesquisador deverá nortear todas as estratégias quanto a condução geral da pesquisa.

Segundo o mesmo autor, a equipe de coleta de dados, para uma quantidade de obras razoável em estudo, deve, obrigatoriamente, possuir uma pessoa com dedicação em tempo integral, de preferência com experiência em obra e que tenha formação na área de conhecimento. Esta pessoa tem o objetivo de organizar e acompanhar a equipe de coleta de dados e, eventualmente, realizar atividades as quais os demais integrantes estejam impossibilitados de realizá-las.

A equipe de coleta deverá ser composta, além do responsável pela equipe, por estagiários que, de preferência, poderão ser alunos do Curso de Engenharia Civil, Arquitetura ou técnico em edificações.

Sendo assim, baseado nestas informações, a pesquisadora selecionou dois estagiários do curso técnico em edificações, com disponibilidade de um turno integral, considerando o universo da pesquisa (número de obras e material a ser estudado). Em relação à indústria cerâmica, a coleta de dados foi realizada pela pesquisadora com a colaboração dos

funcionários da produção e do encarregado pelo gerenciamento da secagem, queima, armazenamento e expedição.

Assim, o planejamento e acompanhamento da pesquisa se deram pela coordenação da pesquisadora, tendo em vista a restrição de componentes a participar do projeto, bem como, das dificuldades constantes apresentadas pelos estagiários e pela falta de cooperação da equipe de trabalho da empresa construtora, e por algum problema decorrente da execução do serviço no canteiro de obras.

Um aspecto relevante constatado através da referida pesquisa, é a necessidade de incentivar e motivar constantemente a equipe de campo no decorrer da coleta, tendo em vista ser atividades de rotina, tornando o trabalho desestimulante.

#### **d. Período de visita ao local de realização da coleta de dados**

Segundo Paliari (1999), a periodicidade de ida ao local de coleta depende do ritmo dos serviços e da disponibilidade de tempo dos estagiários. No caso específico, como se tratava de três canteiros de obras e os estagiários estudavam no turno da manhã, as idas aconteciam no turno da tarde, durando em torno de quatro horas e no mínimo três vezes por semana. O que ocorria, às vezes, era a não utilização do material a ser monitorado por parte da equipe de produção, ou mesmo, o deslocamento dos blocos para outro pavimento. Em relação à indústria cerâmica, a pesquisadora semanalmente ia ao mínimo duas vezes, passando em período de dois turnos, de modo a facilitar a coleta de dados necessários à obtenção dos resultados.

#### **e. Período de coleta de dados**

Segundo Paliari (1999), a coleta de dados num período de três a seis meses é o suficiente para equilibrar alguns fatores que podem contribuir para a obtenção de resultados não-confiáveis como, por exemplo, o ritmo de execução dos serviços, as medições efetuadas no local da coleta, entre outros.

A definição do período de coleta de dados da referida pesquisa deu-se num período de cinco meses, onde se construiu uma planilha de coleta para facilitar o processamento das informações colhidas em campo.

## **f. Seleção das empresas**

Foram selecionadas duas indústrias cerâmicas e três empresas construtoras para o levantamento dos dados, de forma que o fornecimento dos materiais, para as obras selecionadas, obrigatoriamente, era feito pelas indústrias a serem pesquisadas.

O principal critério para seleção das três empresas construtoras e, automaticamente, suas obras, foi verificar as características do sistema construtivo (alvenaria de vedação com blocos cerâmicos), e a característica do empreendimento, em possuir certificação de qualidade ou não possuir certificação de qualidade e estar no estágio de execução da alvenaria de vedação.

A seleção das empresas, tanto as construtoras, quanto às indústrias cerâmicas, iniciou-se através de um contato telefônico a fim de obter as informações necessárias para atender aos objetivos da pesquisa. Tais informações referiam-se a certificação ou não de qualidade, à utilização do material a ser estudado no emprego de seu sistema construtivo, ao cronograma de execução dos serviços, ao sistema de produção industrial do material, ao sistema de queima e à forma de expedição do material.

Outro fato a ser mencionado na escolha das mesmas foi o comprometimento em facilitar o levantamento dos dados necessários, permitindo o livre acesso aos canteiros de obra, pátio de produção e escritórios para o pesquisador e os estagiários.

Após contato efetivado com as três obras e as indústrias, foi agendada uma visita nas referidas empresas, de modo a analisar a produção no que se refere ao recebimento, estocagem e processamento final do serviço alvenaria de vedação. Da mesma maneira procedeu-se com as indústrias de cerâmica vermelha, onde analisou-se a planta de produção desde preparação da matéria-prima, alimentação e conformação das peças, transporte, secagem, queima, armazenamento até expedição.

Sendo assim, elaborou-se um cronograma de visitas, uma planilha de coleta de dados e um *Check List*, desenvolvidos com a finalidade de auxiliar na realização das observações. Tais instrumentos foram aplicados nas indústrias da cidade de Paudalho, aqui identificadas pelas letras X e Y, e estendidos para as empresas construtoras de pequeno, médio e grande porte atuantes na cidade de Recife, denominadas pelas letras A, B e C.

Após a definição das indústrias e das obras, foram realizadas as observações a partir da metodologia definida para análise das perdas e das prováveis causas que as geraram, por

estagiários e monitorados pela pesquisadora, bem como, uma breve caracterização das empresas.

## 2.1 Metodologia para coleta e análise dos dados

O princípio norteador para a aplicação do método consiste na observação minuciosa de todas as etapas percorridas pelo bloco cerâmico, desde a indústria até o canteiro de obras, especificamente na etapa de queima e expedição, bem como, no recebimento, no armazenamento, no transporte e, principalmente, na aplicação no canteiro de obras.

Para a determinação dos indicadores de perdas de blocos cerâmicos na indústria, adotou-se a observação acompanhada de uma planilha, onde verificou-se a quantidade do produto enfiado e, posteriormente, a quantidade do material retirado do forno, os fumaçados (crus) e os expedidos para a obra a ser pesquisada. Em se tratando das empresas construtoras, adaptou-se o método proposto por Souza (2005), adequando-se alguns procedimentos descritos pelo autor às condições existentes no canteiro de obras da construtora na qual o mesmo foi aplicado.

De acordo com a proposta de Souza (2005), antes dos pedreiros começarem seu trabalho, é marcado com um “x” um determinado número de blocos do tipo que serão usados e estudados no serviço (lote), no estoque próximo à maior frente de trabalho, conforme Figura 1.

No dia estabelecido e determinado em função do ritmo da obra, procedeu-se à contagem do número de blocos marcados remanescentes no estoque ( $N_1$ ) e o número de blocos assentes ( $N_2$ ). O índice de perda dos blocos (IPB) deve se calculado pela eq. (1):

$$IPB(\%) = \frac{(500 - N_1) - N_2}{500 - N_1} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

$IPB$  (%) = Índice de perdas de blocos

500 = Número de blocos a ser estudado (lote)

$N_1$  = Número de blocos marcados remanescentes

$N_2$  = Número de blocos marcados assentes



Figura 1 – Marcação de um lote de blocos cerâmicos a ser assentado

Sendo assim, este procedimento repetiu-se a cada semana do período proposto para a coleta e análise precisa dos indicadores.

Outro dado considerado na análise dos resultados referiu-se às perdas parciais, que representaram o índice de blocos cortados em função do lote marcado. No momento da verificação dos blocos assentes do trecho da alvenaria a ser analisado, foi observado a incidência de blocos cortados necessários ao fechamento e amarração da alvenaria, bem como, os resíduos gerados neste serviço, de modo a quantificar o número de blocos cortados no trecho, principalmente para as obras que não utilizam os meios blocos.

Antes de iniciar o levantamento de dados nas indústrias, foi realizada uma inspeção e análise de todo processo produtivo, desde estoque da matéria-prima, até a expedição do produto à obra, de modo a apropriar-se das possíveis causas que levassem aos índices de perdas do material, nas etapas de queima e expedição. O mesmo procedimento foi adotado nos canteiros de obra, onde foi feita uma vistoria do material ao longo das etapas percorridas, observando-se os critérios adotados pelas empresas no recebimento, armazenamento, transporte dos blocos e execução da alvenaria, analisando, ainda, as planilhas contendo os quantitativos necessários de cada tipo de bloco para os fechamentos das alvenarias de periferia e interna.

Como descrito anteriormente, foram alocados nas obras observadores auxiliares da pesquisa (estagiários) em um turno, em cada obra, alternando o dia da marcação / observação e da coleta dos dados. A tarefa dos mesmos foi marcar os blocos com um “x” utilizando trincha e tinta de acordo com lotes pré-estabelecido, preencher planilhas contendo o lote, o tipo de bloco, o número de blocos assente e remanescentes, os dados sobre a chegada ao



canteiro de obra, até sua aplicação, registrando, inclusive, as prováveis causas das perdas do referido material.

## **2.2 Instrumentos utilizados para coleta de dados**

Foram criadas duas planilhas e dois *check list* para o levantamento dos dados nas indústrias e nos canteiros estudados, de modo a fornecer dados qualitativos, referentes à caracterização das empresas, ao processo produtivo dos blocos, aos procedimentos de expedição, ao recebimento e armazenamento, bem como, dados relativos às etapas de execução da alvenaria e dados quantitativos, referentes aos indicadores de perdas nos ambientes pesquisados.

### **Planilha 1 – Análise das Perdas de Blocos Cerâmicos na Indústria**

Na referida planilha, foram anotadas as datas das observações, o tipo de bloco produzido, a quantidade produzida e encaminhada para a queima, as quantidades de blocos perdidos nas etapas de queima, armazenamento e expedição, a forma de transporte e observações pertinentes às etapas mencionadas.

### **Planilha 2 – Análise de Perdas de Blocos Cerâmicos no Canteiro de Obras**

Na referida planilha foram anotadas as datas das observações, o lote a ser analisado, o tipo de bloco, o pavimento o qual estava sendo aplicado, a identificação do observador, a quantidade de blocos assentes e remanescentes, o número de blocos cortados, o índices de perda, as perdas parciais e as observações pertinentes aos procedimentos executivos do serviço alvenaria.

*Check List 1* – Identificação da indústria pesquisada (caracterização, motivação para atuar no setor, mão-de-obra e produção, exploração, extração e preparação da matéria-prima, moldagem, secagem, queima e produto acabado).

Neste *Check List* foram colhidas informações referentes à caracterização da empresa, explicitando, inclusive, a motivação para atuação no setor, a distribuição e a formação da mão-de-obra, o planejamento e a extração da argila, a forma de armazenamento, o tratamento

realizado na argila, os aspectos relativos aos procedimentos de moldagem das peças com informações como: capacidade de produção dos equipamentos e efetivamente utilizada pela empresa, número de peças geradas no mês, questões sobre os descartes e seleção das peças, e controle efetuado pelas empresas no processo de conformação. Na etapa de secagem, foram analisados os tipos utilizados pelas empresas, as fontes energéticas utilizadas, o número de peças encaminhadas mensalmente, como é feito o descarte e seleção das peças para a continuidade do processo. Em se tratando da etapa da queima foi especificado o tipo de forno utilizado pela empresa, observando aspectos relativos ao bom funcionamento e rendimento, a energia utilizada, o número de peças encaminhadas por dia, o tempo gasto no processo, questões referentes ao descarte e a seleção das peças para consumo.

Por fim, observou-se, em relação do produto acabado, o número de funcionários envolvidos, a seleção dos produtos, a estocagem, a comercialização, o destino dado às peças descartadas, o uso de embalagens, a distância do consumidor, os principais consumidores e as formas de transporte.

*Check List 2* – Identificação da obra pesquisada (caracterização, dados referentes ao recebimento, transporte e armazenamento e dados relativos ao serviço alvenaria).

Neste *Check List*, foram colhidos dados destinados à caracterização da empresa e obra estudada, caracterização dos procedimentos adotados pela empresa no que diz respeito ao recebimento, transporte e armazenamento do material e caracterização das instruções relativas ao procedimento executivo da alvenaria.

## **3 A CERÂMICA VERMELHA**

### **3.1 Histórico da cerâmica vermelha**

No início das civilizações, o homem usava os materiais da forma que os encontrava na natureza, ou seja, não os transformavam. Com o passar dos anos, foi descobrindo outras formas de adaptação e transformação, contribuindo com isso, para atender às suas necessidades. A partir daí, os materiais continuaram a evoluir lentamente, na construção predominavam o uso da pedra, madeira e barro (PETRUCCI, 1980).

A história da humanidade é retratada através das construções de templos, fortalezas, santuários e cidades construídas de tijolos. A utilização deste material surge através das construções no início das civilizações e isto pode ser constatado através das muralhas de Jericó de 8.000 a.c. e dos templos de Ur construídos a 3.000a.c.. Nessa época, as técnicas de construção era universalmente simples: tijolos secos ao sol, com pouca utilização de madeira e pedra, dando a real idéia da durabilidade deste material cerâmico, por preservar durante séculos tais construções (GLANCEY, 2001). Os assírios e os caldeus utilizavam o tijolo cozido para construções de palácios, na Pérsia utilizavam em construções de casas populares. No Egito houve um acréscimo significativo do uso da pedra em suas construções, porém, os trabalhadores dessa época faziam uso dos tijolos cerâmicos para construções de suas casas. Os Romanos no apogeu da conquista do mundo, construíram blocos de apartamentos feitos de madeiras e tijolos de barro, levando seus conhecimentos cerâmicos para todo o mundo. No entanto, coube aos árabes revalorizar significativamente este material, a ponto de seu uso caracterizar a arquitetura maometana. (PETRUCCI,1980).

A palavra cerâmica é derivada do grego “Kerameikos” que quer dizer “feito de terra”. A cerâmica é denominada vermelha por predominar uma coloração avermelhada no produto final, em função da matéria-prima utilizada em seu processo de fabricação. Nesta classificação, encontram-se os produtos como os tijolos e suas variações, constituindo-se por um grupo de produtos rústicos onde o acabamento raramente acontece (PAULETTI, 2001).

A indústria da cerâmica vermelha é uma das mais antigas do mundo em virtude de sua facilidade em fabricar os diversos produtos e por ter uma abundante matéria-prima, a argila.

Com o passar dos tempos o homem verificou que o calor endurecia esse barro, originando, então, a cerâmica propriamente dita (VERÇOSA,1987).

O emprego dos materiais cerâmicos, obtidos por cozimento de argilas, primeiro ao sol e depois em fornos, teve seu início naqueles lugares que tinha abundância da matéria-prima e faltava a pedra. Por serem materiais baratos, eles se tornaram essenciais na história da humanidade em suas construções (PETRUCCI,1980).

Sugere-se como a mais importante inovação na evolução da arquitetura o desenvolvimento de arcos e cúpulas de tijolos. Historicamente o arco foi o primeiro meio de superar as limitações de vãos, impostas por simples blocos de pedra e vigas de madeira, criando a possibilidade de construções de pontes de grandes extensões. Os Romanos contribuíram para um alto requinte das construções em arco, onde utilizavam tijolos em suas construções, desenvolvendo suas limitações primárias e adaptando-as a diferentes formas. Dentre as construções podemos citar o domo de tijolos do Pantheon em Roma, a ponte de Alcântara na Espanha e a basílica de Constantino em Trier, Alemanha, iniciada em 326 d.c., construído com arenito vermelho intercalado com camadas de tijolo (BEALL, 1997 apud TOMAZETTI, 2003; GLANCEY, 2001).

No século XVIII, ocorreram grandes avanços da indústria oleira no processo de fabricação, que incluíram o surgimento de tipos especiais de fornos e cerâmica de dimensões exatas e padronização de formas. A introdução da energia a vapor no século XIX levou à mecanização do processo cerâmico, dando condições a um maior controle da matéria-prima, secagem mais rápida e moagem dos grãos (REED, 1995 apud TOMAZETTI, 2003).

Os produtos se aprimoraram com os avanços tecnológicos, e este fato pode ser comprovado a partir da invenção da “máquina modeladora”, entre 1850 e 1860, por Frederico Schliskeysen, que funcionava pelo acionamento de um cavalo e produzia 1.500 peças por dia. Neste período, começaram a ser produzidos os componentes cerâmicos vazados, com furos circulares, retangulares, etc., com a utilização de uma máquina conhecida como extrusora (MITIDIERI e CAVALHEIRO, 1988 apud MANFREDINI, 2003).

A introdução de equipamentos mecanizados, a construção de fornos de grande capacidade de produção e grande rendimento térmico, o aprimoramento das técnicas de moldagem e a pesquisa científica dos fenômenos cerâmicos, onde o desenvolvimento da indústria cerâmica se caracterizou pela transição da produção artesanal para a mecanizada (GROSS, 1972 apud MANFREDINI, 2003).

Com o surgimento das estruturas metálicas e de concreto armado, o tijolo foi substituído da sua função estrutural, em alguns casos, passando a ser utilizado como elemento de vedação. O uso do tijolo furado, objetivamente, teve seu desenvolvimento visando à redução do peso próprio e à melhoria da qualidade de isolamento térmico das construções. Mais adiante, na execução de lajes mistas, nas cobertas, nos revestimentos horizontais e verticais, os materiais cerâmicos foram imperando e em muitas destas aplicações são ainda hoje absolutas. Apesar da grande escala de materiais na área de construção civil, os materiais cerâmicos continuam em evidência por apresentar várias propriedades que atenuam suas qualidades no que se refere à resistência mecânica, durabilidade, estética, conforto e baixo custo (PETRUCCI, 1980).

### **3.2 Etapas do processo produtivo**

A fabricação dos produtos acontece em várias fases como mostra, esquematicamente, a Figura 2. A seguir, cada etapa é descrita.

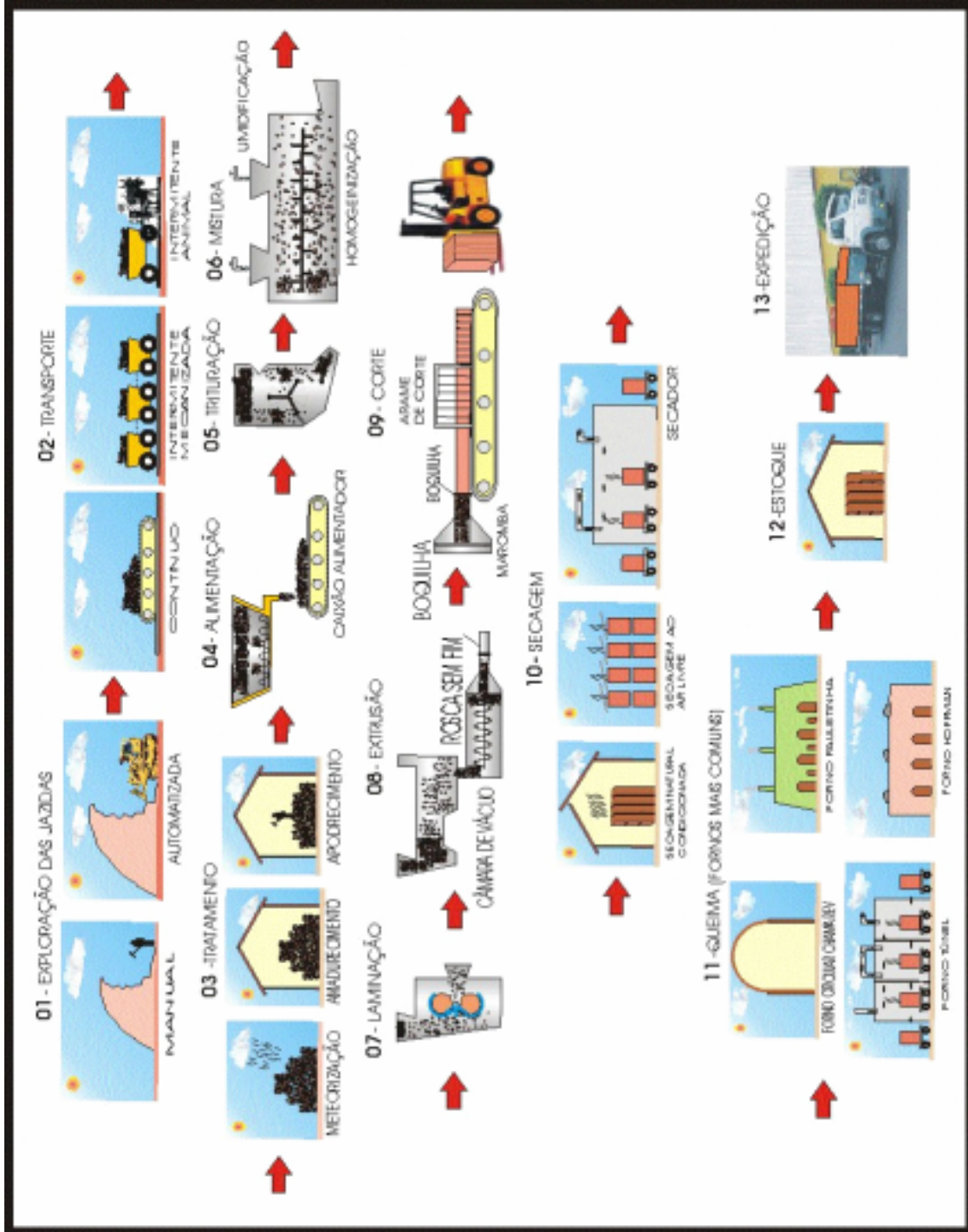


Figura 2 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DE BLOCOS CERÂMICOS BRASILEIRO (Adaptado de TAVARES & GRIMME, 2002)

### 3.2.1 Extração da matéria-prima

A gestão correta dos recursos minerais é imprescindível para a realização bem sucedida do produto cerâmico. Quando se decide explorar uma jazida de argila, primeiramente deve-se realizar um estudo minucioso das características do material a ser explorado e do volume de que se poderá dispor. Qualitativamente, o estudo do material será feito quanto à sua composição – teor em material argiloso – pureza e características físicas. A análise do material irá até o seu comportamento sob a secagem e cozimento. Este estudo inicial é de suma importância, pois dirá quais os produtos que poderão ser obtidos com a matéria-prima, quais as eventuais correções que deverão ser feitas, daí determinar o equipamento a ser empregado (EMILIANO, 2006).

Os meios auxiliares de que se poderá dispor para extração das argilas vão desde o equipamento simples como pás, picaretas, carros de mão, até os mecanizados como escavadoras, tratores, entre outros (PETRUCCI, 1980).

### 3.2.2 Tratamento da matéria-prima

A descrição dos processos naturais de tratamento da matéria-prima é descrita por Petrucci (1980) como:

**Mistura** – Após extração da argila, a mesma deve ser misturada com outras ou com desengordurantes, tendo em vista as correções relacionadas com a plasticidade ou outras características essenciais.

**Meteorização** – Nesta etapa, a argila recém-extraída é submetida à ação dos agentes atmosféricos. A argila é disposta em camadas alternadas com um desengordurante, cada conjunto com espessura total de 80 cm. Sob a ação das chuvas, o material sofre lavagem e desagregação, dissolvem-se e eliminam-se os sais solúveis, eliminam-se as piritas por oxidação e posterior dissolução e desagregam-se os torrões maiores. Através deste processo a qualidade das argilas é melhorada. Trata-se de um processo simples, de baixo custo, que exige, no entanto, grandes áreas próximas à olaria, com a conseqüente imobilização de capital.

**Amadurecimento** – Nesta etapa, a argila é deixada em repouso, ao abrigo das intempéries, num prazo de tempo ditado pela experiência, normalmente 24 horas, com o objetivo de preparar a pasta de modo que a umidade seja a mais uniforme possível para produção da peças cerâmicas.

**Apodrecimento** – O processo consiste em deixar a pasta em ambientes abrigados e frios, sem circulação de ar e com pouca luz, com o intuito de manter a pasta com umidade constante. A partir daí, o material passa por um processo de transformação, em que se desenvolvem bactérias que segregam as substâncias que atuam como aglomerantes, aumentando a plasticidade das argilas, facilitando a operação seguinte, a moldagem.

A Figura 3 mostra o depósito de argila de uma indústria. A indústria utiliza dois tipos de argilas, que permanecem neste local até a realização da mistura.



Figura 3 – Depósito de argilas em uma indústria de blocos cerâmicos.  
Fonte: MANFREDINI (2003)

### 3.2.3 Dosagem/alimentação

Após as fases descritas, a matéria-prima é transportada para um único caixão alimentador, em que é realizada a dosagem da quantidade necessária do material para a proporção adequada. Em se tratando de dois ou mais tipos de argilas estocadas isoladas, a dosagem é feita através de caixões, com regulagem de abertura nos portões e controle de velocidade de correias, garantindo assim, proporcionalmente, a quantidade necessária dos materiais.

**Trituração** - A matéria-prima é transportada através de uma correia, que a descarrega num desintegrador, o qual tritura os torrões de argila e elimina os pedregulhos. O desintegrador é composto de dois cilindros, onde o maior tem uma rotação mais baixa com função de manter uma alimentação constante de material. O cilindro menor, com facas, com alta velocidade de rotação, tem finalidade de quebrar os torrões mais duros de argilas secas, contribuindo para um material mais uniforme, bem como, facilita o trabalho que seguirá posteriormente.



**Amassamento e mistura** - Nesta fase, o material é alimentado para uma máquina misturadora, onde é adicionada água até que a massa cerâmica formada tenha a umidade e plasticidade necessária à extrusão. A mistura ou amassamento tem utilidade tanto para a argila que passa por um processo de repouso quanto para aquela que é umedecida na própria máquina.

**Laminador – Desintegrador** - Após o misturador, a massa cerâmica é alimentada nos laminadores, onde recebe um adensamento, eliminando as bolhas de ar antes de ser levada às extrusoras, ou seja, esta etapa de laminação tem a finalidade de fazer com que a massa reduza o tamanho dos torrões de argila e impurezas (areia, pedrisco), garantindo uma perfeita homogeneidade do material. A Figura 4 representa as etapas descritas acima.



Figura 4A – Fase de alimentação  
Fonte: MANFREDINI (2003)



Figura 4B – Fase de trituração  
Fonte: MANFREDINI (2003)



Figura 4C – Fase de amassamento e mistura  
Fonte: MANFREDINI (2003)



Figura 4D – Fase de laminação  
Fonte: MANFREDINI (2003)

### 3.2.4 Moldagem

Depois de cumprida as etapas de extração da matéria-prima, tratamento e preparação, pode-se afirmar que a mistura da argila está pronta para seu emprego na produção. A moldagem ou conformação das peças é feita por uma extrusora, conhecida também como maromba. Na referida máquina, uma rosca interna, sem fim, impulsiona a massa, forçando-a a passar por uma chapa de aço perfurada, lançando-a dentro de uma câmara de vácuo. Da câmara de vácuo, a massa é retirada por outra rosca sem fim, que a empurra através de uma matriz de aço, conhecida como boquilha, onde a massa recebe a forma desejada (PROJETO SEBRAE/RJ - GTZ, 1997).

Atualmente, não se aceita o uso de maromba sem vácuo, tendo em vista ser fundamental para a qualidade do produto, quer na retirada do ar aprisionado, quer no melhoramento da plasticidade da massa, permitindo, com isso, a moldagem com o mínimo de água necessário (SANTOS E SILVA, 1995).

Esta operação de fabricação de produtos cerâmicos está diretamente relacionada com o percentual de água da pasta. Quanto maior a quantidade de água, maior a plasticidade e moldagem, conseqüentemente, maior contração na secagem, deformações no cozimento e aumento do consumo de combustível (PETRUCCI, 1980). Quanto maior a retração, maior é a ocorrência de deformações, trincas e quebras de peças. A quantidade da água a ser adicionada na pasta de argila varia em função das características das argilas e do desenho da extrusora. Do ponto de vista da plasticidade aceitável, o teor de água para as máquinas nacionais situa-se entre 18 e 25% em relação ao peso úmido da massa (SANTOS E SILVA, 1995).

O bloco de material extrudado é cortado manualmente ou automaticamente (Figura 5), com dimensões padronizadas logo após a saída da extrusora, tendo-se então o tijolo (PROJETO SEBRAE/RJ - GTZ, 1997).



Figura 5 - Fase de extrusão automatizada para fabricação do bloco cerâmico.  
Fonte: MANFREDINI (2003)

### 3.2.5 Secagem

Depois que a massa cerâmica sai da extrusora e adquire a forma dos produtos desejados, estes são encaminhados para os galpões de secagem natural ou para a secagem artificial, onde são empilhados em blocos.

Na fase de moldagem, as peças saem com teor de umidade de até 30 %. Sendo assim, é de suma importância reduzir esta umidade para menos de 3 %, para iniciar o processo de queima (cozimento). O teor de umidade ideal é de 1 %, ou menos. Peças com umidade acima de 3 % fazem com que a etapa de cozimento tenha que ser realizada com o máximo de cuidado, principalmente no estágio inicial (aquecimento), para evitar lascas, quebras e deformações das peças (SANTOS e SILVA, 1995).

Durante o processo de secagem, a água livre é evaporada, permanecendo no material uma unidade de equilíbrio, ou seja, aquela capaz de provocar uma tensão de vapor igual à existente no ar ambiente nas suas condições de temperatura e grau higrométrico. O mecanismo total da secagem é exatamente uma evaporação da umidade na superfície do material seguida de uma difusão de umidade das zonas internas de maior concentração para as externas de menor concentração. Estes dois fenômenos devem realizar-se simultaneamente e com a mesma velocidade, até que se interrompa a secagem ou até o final da mesma (PETRUCCI, 1980).

Segundo Santos e Silva (1995), a secagem pode ser realizada de duas formas: secagem natural ou secagem artificial.

Na **secagem natural**, as peças são empilhadas em galpões cobertos dispostos em prateleiras e secas pelo ar ambiente. O processo é lento, totalmente dependente das condições climáticas (umidade relativa, velocidade do vento, temperatura do ar, etc), bem como, requer a necessidade de uma grande área coberta, apresenta dificuldade de movimentação do material, excesso de mão-de-obra, tornando difícil o controle da secagem (Figura 6A).

Na **secagem artificial**, as peças são colocadas em câmaras de secagem ou estufas, (Figura 6B), podendo ser realizada de forma intermitente ou contínua. Nesta forma, o primeiro passo da operação é do aquecimento das peças com ar quente e saturado de umidade, com a finalidade de aquecê-las, sem que as mesmas percam a água livre. Em seguida, o ar quente e úmido vai progressivamente sendo substituído por ar quente e seco, até que toda a umidade seja extraída do material. A operação dura de 24 a 30 horas, contra o vasto tempo da secagem natural,



Figura 6A - Secagem natural dos blocos cerâmicos  
Fonte: GRIGOLETTI (2001)



Figura 6B - Secagem artificial em estufa dos blocos cerâmicos  
Fonte: MANFREDINI (2003)

### 3.2.6 Queima

Uma etapa importante na fabricação da maioria dos produtos cerâmicos é a queima, cuja finalidade é aglomerar as partículas formando uma massa coerente pela sinterização (VAN VLACK, 1973).

Para realizar, em condições favoráveis, a queima de um produto cerâmico, não basta elevar a temperatura do forno e deixar depois esfriar o material. Nesta etapa a argila passa por transformações estruturais, o que obriga uma ordem de aquecimento e resfriamento típico para cada produto. Se a queima for realizada lentamente, haverá um gasto excessivo de combustível, enquanto que, se for rápida, é notório uma economia, porém a qualidade do produto fica a desejar (PETRUCCI, 1980).

A queima nos fornos cerâmicos é destinada ao cozimento das peças cerâmicas a temperaturas em torno de 950°C. Esta temperatura é variável de acordo com o traço da mistura e a qualidade das argilas. No interior dos fornos, as peças são submetidas a um aumento progressivo de temperatura. A partir de 350°C, após toda a água das peças já ter sido evaporada, passam a ocorrer reações químicas e alterações cristalinas na argila. Após determinado tempo, a queima se completa em temperaturas em torno de 950°C (TAPIA et al., 2005 f).

### **3.2.6.1 Tipos de fornos**

No Brasil os fornos utilizados para cozimento, ou queima das peças na indústria de cerâmica vermelha podem ser intermitentes (chama reversível, abóbada, paulistinha, plataforma), semicontínuos (tipo Hoffmann) e os contínuos (tipo túnel), que ocasionam diferenciados níveis de eficiência. Os fornos intermitentes ainda são bastante utilizados nas pequenas ou médias empresas com produção entre 20 e 30 milheiros por dia, pois representam baixo custo de investimento, principalmente no que diz respeito à qualificação da mão-de-obra para operação (TAPIA et al., 2005 c).

#### **Fornos intermitentes:**

**a. Forno tipo chama reversível** - Este tipo de forno é recomendável para cerâmicas de pequeno e médio porte. Sua estrutura é constituída de uma câmara com abóbada fechada, com o piso de tijolo furado de modo a permitir a passagem da fumaça de combustão para os canais subterrâneos de saída até a chaminé. Sua seção transversal é retangular ou quadrada com uma ou mais câmaras de combustão ao longo de uma ou duas paredes laterais de maior dimensão, ou então possui seção circular com quatro fornalhas equidistantes entre si. Com maior frequência, os fornos de seção retangular são construídos lado a lado, de forma que uma parede lateral é utilizada para cada dois fornos, possibilitando melhor aproveitamento e menor perda de material. O tempo de operação para o ciclo de aquecimento, queima e resfriamento é variável, dependendo da eficiência, do tipo e quantidade de peças a serem queimadas, do projeto do forno entre outros fatores. A exemplo, o tempo de aquecimento, para uma produção de 20.000 peças, varia entre 15 e

20 horas, a queima entre 24 e 30 horas e o resfriamento entre 15 e 20 horas (TAPIA et al., 2005 c).

- b. Forno abóbada** - O forno tipo abóbada, em particular, é bastante econômico, comporta-se bem com qualquer tipo de combustível e é de fácil operação. Embora apresente alguns problemas de qualidade e produtividade das peças, o forno abóbada (redondo) ainda é considerado um dos melhores para queima das telhas, tendo como desvantagens falta de fogo nas laterais, velocidade de aquecimento muito alta, baixa qualidade e produtividade das peças, riscos de requeima de material (telhas), ausência de controle de registro prejudicando a velocidade de aquecimento e o consumo de combustível (TAPIA et al., 2005 c).
- c. Forno paulistinha** - O forno tipo paulistinha é retangular, normalmente constituído por duas câmaras (geminadas) e uma chaminé central, com queimadores laterais (fornalhas), muito utilizado para a queima de telhas, é um forno anti-econômico e muito difícil de trabalhar. Este tipo de forno possibilita a ocorrência de alguns pontos frios, uma vez que há uma grande concentração de fogo (calor) nas partes central e lateral, acarretando em peças mal queimadas no fundo do forno. Seu rendimento térmico também não é dos melhores, situando-se o consumo específico médio de energia, em torno de 2 m<sup>3</sup> de lenha/milheiro. No caso de consumo específico de óleo BPF é em torno de 200 Kg/milheiro ((TAPIA et al., 2005 c).
- d. Forno plataforma** - É um forno em forma de caixa e de funcionamento intermitente. As peças são colocadas em vagonetes com rodas de aço sobre trilhos. Os vagonetes com a carga de tijolos é empurrado para o interior do forno e quando é terminado o ciclo de aquecimento, queima e resfriamento, os vagonetes são retirados do forno por meio de tração mecânica (tratores, guincho mecânico, entre outros). Nestes fornos, a queima é efetuada em fornalhas instaladas nas laterais podendo ser usado óleo, lenha ou serragem. O processo de resfriamento é iniciado após as fases de aquecimento e queima. Nesta fase, as portas do forno e das fornalhas são abertas, com a finalidade de injetar o ar ambiente dentro do forno. Este procedimento acontece por meio de exaustores. Enquanto ocorre o resfriamento das peças no interior do forno o ar aquecido é direcionado para a secagem ou para o aquecimento de carga. O consumo médio de energia deste tipo de forno é cerca de 115 kg de óleo/milheiro (TAPIA et al., 2005 c).

## Forno semicontínuo

**a. Forno hoffmann** - O forno mais utilizado é do tipo Hoffmann, particularmente para a produção de tijolos vazados (blocos). Apresenta um bom rendimento energético. Do ponto de vista operacional, é muito econômico, tem fácil manuseio e ótima produtividade, porém, apresenta a desvantagem, em comparação aos fornos intermitentes, de possuir elevado custo de construção. Este normalmente é dividido entre 90 e 120 compartimentos, denominados poços ou câmaras, interligadas por um coletor de gases central. O aquecimento é realizado por meio de maçaricos, para a queima do óleo combustível (BPF), posicionados na parte superior do forno, ou alimentado com lenha, também pelas bocas dos poços no teto. A queima se dá câmara por câmara, isto é, enquanto uma câmara está queimando, as posteriores estão na fase de aquecimento aproveitando o calor da queima, e as anteriores estão resfriando com o uso de ar ambiente. Este ar de resfriamento após trocar calor com as peças quentes que estão resfriando, é injetado na fornalha que está queimando, servindo como ar de combustão já quente. Assim, este tipo de forno torna-se bastante eficiente, onde os consumos específicos médios de energia situam-se em torno de 0,5m<sup>3</sup> de lenha por milheiro de tijolo com secador e de 0,9 m<sup>3</sup> de lenha por milheiro de tijolo sem secador. No caso de queima do óleo combustível (BPF), o consumo será de 65Kg/milheiro de tijolo sem secador e de 75 Kg/milheiro de tijolo com secador. Em se tratando da queima com gás natural, o consumo será de 70 m<sup>3</sup>/milheiro de tijolo sem secador e 83m<sup>3</sup>/milheiro de tijolo com secador. No momento atual, como solução mais econômica, emprega exaustores que permitem um melhor controle e aproveitamento do calor dos gases quentes para o aquecimento da carga no forno, antes de serem direcionados para a chaminé. Como problemas, os fornos Hofmann apresentam a requeima na soleira, falta de queima na abóbada (teto), manchas laterais causadas por falta de ar (oxigenação), vazamentos nos canais, possibilidade de ocorrência de trincas de secagem e choque térmico nas peças (TAPIA et al., 2005 c; PROJETO SEBRAE/RJ – GTZ, 1997). A Figura 7 mostra o forno tipo Hoffmann usado nas indústrias pesquisadas.

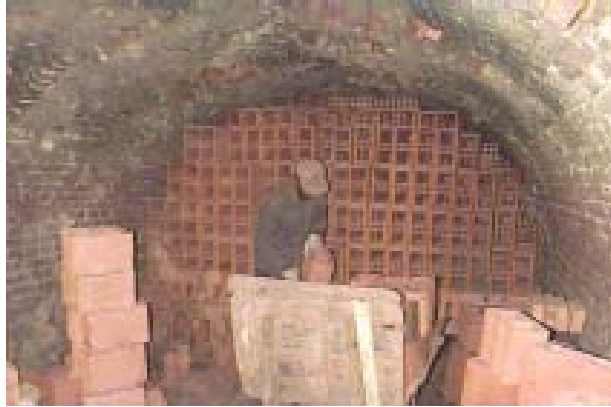


Figura 7 - Forno tipo Hoffmann  
Fonte: GRIGOLETTI (2001)

### Forno contínuo

**a. Forno túnel** - É um forno bem moderno e eficiente em termos de consumo de energia. Ao longo do seu comprimento, existem três seções: aquecimento, queima e resfriamento, havendo o aproveitamento de calor de uma seção para outra. Exemplificando: o ar quente que sai da zona de resfriamento pode ser usado como ar de combustão (ou para a secagem de peças nos secadores). Os gases de combustão que deixam a zona de queima são dirigidos à zona de aquecimento transferindo o calor para a carga no interior do forno. Embora seja econômico e de fácil operação, alguns fornos apresentam problemas durante o “esquente” (preaquecimento), o que pode ocasionar trincas e deformações nas peças, enquanto outros apresentam problemas na zona de oxidação (saída dos gases), o que geram manchas nas peças (manchas pretas). O ciclo de aquecimento, queima e resfriamento se faz de forma contínua, sem interrupção para descarga ou carregamento das peças. Neste forno, enquanto uma vagoneta com um lote de peças cerâmicas está chegando ao final do ciclo, outra vagoneta com mesma quantidade inicia o ciclo, sem descontinuidade do processo. O consumo específico médio de energia do forno túnel é de 60 Kg/milheiro de tijolo de óleo BPF e de 66 m<sup>3</sup>/milheiro de tijolo de gás natural. O combustível ideal para o referido forno é o gás natural, por ter um melhor controle da combustão e a recuperação por completo do calor dos gases de combustão. Em virtude do elevado custo de implantação, elevado rendimento operacional e energético, da sua eficiência ser maior com combustíveis nobres como óleo e o gás e de seu regime médio de trabalho em cerâmica vermelha ser de 72 horas, este tipo de forno não é largamente utilizado na indústria de cerâmica vermelha, sendo muito utilizado na cerâmica branca, na produção de pisos, azulejos, louças, etc.



(TAPIA et al., 2005 c; PROJETO SEBRAE/RJ-GTZ, 1997). A Figura 8 mostra o forno tipo túnel em uma indústria de cerâmica vermelha,



Figura 8 - Forno tipo túnel em uma indústria de cerâmica vermelha  
Fonte: GRIGOLETTI (2001)

### 3.2.6.2 Tipos de combustíveis utilizados na indústria de cerâmica vermelha

No processo de fabricação de produtos cerâmicos, um dos principais custos da produção é o da energia empregada, principalmente térmica e elétrica. A constante evolução tecnológica e a aplicação de medidas de economia energética têm resultado na diminuição do impacto deste fator no custo final do produto.

A energia utilizada nos fornos é fornecida pela queima de combustíveis, geralmente lenha ou óleo combustível. A utilização da energia tem função de aquecer a carga, evaporar a umidade, bem como fornecer calor necessário para ocorrer a decomposição e cristalização dos componentes. O calor liberado na combustão distribui-se por todo o forno, dispersando-se basicamente por três áreas: peças que estão sendo queimadas, paredes /estrutura de tijolos e gases de exaustão pela chaminé (PROJETO SEBRAE /RJ - GTZ, 1997).

Durante os últimos anos, a tecnologia da queima tem sofrido uma profunda evolução técnica. Os fornos, atualmente utilizados pelo setor da cerâmica vermelha, projetados para a queima, foram de combustíveis sólidos (lenha). As suas transformações para a queima de combustíveis líquidos ou gasosos não apresentam problema técnico. Muitos desses fornos foram adaptados para queimar o óleo combustível (BRISTOT, 1996).

A indústria da cerâmica vermelha é um dos setores que mais podem ser beneficiados com o uso de combustíveis alternativos. Este fato deve-se as características do processo de

produção e da distribuição geográfica e porte das unidades fabris (PROJETO SEBRAE /RJ – GTZ, 1997). A seguir apresentarão os principais:

- a. Energia elétrica.** O emprego da energia elétrica no setor não parece viável economicamente, mesmo que atualmente exista disponibilidade. Os investimentos necessários para as modificações dos equipamentos, construção de subestações e distribuição são elevados, assim como o custo operacional é superior a qualquer outro combustível alternativo (SUDENE & ITEP, 1988).
- b. GLP – Gás liquefeito de petróleo.** O uso do GLP pelas cerâmicas vermelhas vem sendo motivado pelas empresas distribuidoras através de novas tecnologias. As referidas empresas instalam na indústria cerâmica, cilindros de armazenamento de GLP com todos os equipamentos necessários para sua adequada operação e segurança. Algumas distribuidoras possuem um departamento de instalações industriais que analisa todos os aspectos econômicos e técnicos do uso do GLP, encarregando-se até dos aspectos de financiamento. O uso do referido gás nas olarias possibilita menores perdas no processo produtivo, sem produção de fuligem, processo mais limpo, melhor controle da queima, menor desgaste dos equipamentos, na limpeza dos queimadores a produção não precisa ser interrompida, economia de energia elétrica (não precisa aquecer o óleo combustível), etc. (PROJETO SEBRAE / RJ – GTZ, 1997).
- c. Gás natural.** De acordo com Almeida (2002), gás natural é a designação genérica de um combustível fóssil formado pela mistura de hidrocarbonetos que permanecem no estado gasoso nas condições ambientes de temperatura e pressão, sendo encontrado na natureza normalmente em grandes profundidades do subsolo, associado ou não ao petróleo.
- O gás natural é um combustível alternativo para a indústria de cerâmica estrutural ou vermelha e seu uso pode ser indicado para a queima dos produtos em fornos-túnel contínuos para grandes volumes de produção de peças de qualidade.
- O gás natural ainda traz como vantagens o menor custo de investimento para sistemas de combustão, baixíssima presença de contaminantes, combustão mais limpa, não emissão de particulados (cinzas), menor corrosão dos equipamentos e menor custo de manutenção, combustão facilmente regulável, elevado rendimento energético, custo competitivo com

alternativas, disponibilidade nas próximas décadas (TAPIA et al., 2005; PROJETO SEBRAE /RJ – GTZ, 1997).

- d. Bagaço da Cana-de-açúcar.** O bagaço da cana excedente das usinas e destilarias poderia substituir eficientemente a lenha consumida pelo setor. É um resíduo agro-industrial cuja utilização na fabricação de cerâmica vermelha pode ser considerada corrente, pelo fato de existirem no Brasil várias cerâmicas, localizadas próximas a grandes pólos sucro-alcooleiros, que utilizam este combustível (TAPIA et al., 2005 e).
- e. Carvão.** Para uma análise da utilização dos carvões na indústria de cerâmica vermelha consideram-se os dois tipos existentes: vegetal e mineral.

**Carvão vegetal:** O carvão vegetal produzido no Brasil é destinado a outros segmentos do setor industrial, principalmente a siderurgia. No entanto, é um combustível alternativo para a indústria de cerâmica vermelha, mas tem oferta condicionada a da lenha. Além disso, como os fornos cerâmicos oferecem condições direta da lenha, não se visualiza vantagens em torno de sua substituição pelo carvão vegetal, pois durante a carbonização da madeira para a obtenção do carvão, 76 % de materiais combustíveis voláteis são perdidos no processo. Em termos energéticos, não há vantagem de substituição da lenha por carvão vegetal quando se puder utilizar a queima direta da lenha, pois, para obter 1 kg de carvão, são gastos 4,2 kg de lenha, em média. Logo, considerando que o poder calórico inferior do carvão é em torno de 6.000 kcal/kg e o da lenha, completamente seca, de 4.200 kcal/kg, o valor energético perdido na carbonização é de 4,2 kg de madeira para a obtenção de 1 kg de carvão, representando, portanto, uma perda de 71 % do calor disponível na lenha, SUDENE & ITEP, 1988).

**Carvão mineral:** É uma substância mineral rica em carbono, contendo ainda, em menores quantidades, oxigênio, enxofre e nitrogênio. É a segunda fonte de energia primária mais utilizada no mundo, depois do petróleo (SUDENE & ITEP, 1988). O carvão mineral apresenta como principal característica um baixo poder calorífico e alto teor de enxofre e cinzas, variando de acordo com a mina de onde é extraído. Estes componentes geram uma série de inconvenientes de ordem ecológica e material. A combinação do vapor de água e o enxofre, forma ácido sulfúrico, atacando as partes mais frias da umidade geradora de vapor, e ao ser emitido à atmosfera, apresenta-se na forma de óxido de enxofre, que são nocivas à

saúde humana e vegetal, além de causarem chuva ácida. Em linhas gerais, a combustão do carvão acarreta na emissão de fuligem, óxidos sulfurosos, metais tóxicos e compostos orgânicos carcinogênicos, o que se faz necessário adotar métodos de controle ambiental para a sua utilização, (SUDENE & ITEP, 1988).

- f. Resíduos de coque (fercoque)** O fercoque é uma mistura de finos de coque e óxido de ferro, resultante do sistema de limpeza dos gases de alto-forno das grandes usinas siderúrgicas que utilizam o coque como redutor. A presença de óxido de ferro, que dá a coloração da cerâmica, e do coque, que é o combustível, torna o fercoque um rejeito industrial de cerâmica vermelha. Porém, é, no entanto, um combustível alternativo para soluções localizadas e limitadas às circunvizinhas de grandes siderúrgicas a coque (TAPIA et al., 2005 e).
- g. Resíduos agro-industriais.** Os resíduos agro-industriais são energéticos tipicamente locais, sendo de madeira, casca e palha de arroz, aparas e raspas de couro. Observa-se, com exceção da casca e palha de arroz, que esses resíduos utilizados como combustíveis são também, matérias-primas de outros processos. A serragem e o pó de madeira são matérias-primas de aglomerados e as aparas e raspas de couro cru são utilizados na produção de cola. A queima desses resíduos é realizada diretamente nas fornalhas alimentadas manualmente por pá ou, em algumas situações, de forma mecanizada. As unidades que utilizam esses resíduos são geralmente, de pequeno e médio porte. Devido à sua baixa densidade relativa que implica elevados volumes, o uso dos resíduos só tem sido econômico para soluções energéticas micro-regionais, porque seu transporte a distâncias superiores a 100 km eleva substancialmente seu custo (TAPIA et al., 2005 e).
- h. Outros.** Também, é possível adotar o uso de resíduos de óleos combustível, óleos lubrificantes e solventes existentes, misturados ao óleo BPF na queima de peças cerâmicas, visando à redução de custos de produção (TAPIA et al., 2005 e; PROJETO SEBRAE/RJ – GTZ, 1997).

### 3.2.7 Estocagem

Após a etapa da queima, antes da estocagem, os produtos cerâmicos devem passar por um criterioso controle de qualidade, selecionando as peças conforme estabelece as normas técnicas, onde as peças defeituosas são eliminadas, principalmente as mal queimadas, essas devem retornar para a etapa de queima.

Nas indústrias pesquisadas a seleção das peças eram feitas pelos funcionários encarregados pelo desenformo que, muitas vezes, encaminhavam peças com fissuras, empenos, rasgos e mal queimadas para o local de estocagem, sem nenhum critério.

O transporte dos produtos ao local de estoque é feito com carrinhos-de-mão na maioria das cerâmicas, e com empilhadeiras em poucas indústrias. Os produtos geralmente ficam armazenados nos pátios das empresas, até serem transportadas para os consumidores (SANTOS, 1995). A Figura 9 apresenta o transporte e estocagem dos blocos.

A localização do estoque dos produtos deve facilitar a circulação de veículos de carga e o controle de saída de material da indústria (SOLIANI et al., 1995).

Segundo Ripper (1995), a estocagem de tijolos, blocos e telhas deve ser feita em superfície plana, limpa e livre de umidade. Os tijolos e blocos devem ser estocados em pilhas com altura máxima de 1,80 m, os blocos empilhados com os furos na posição vertical e as telhas armazenadas verticalmente. Os produtos cerâmicos devem ser protegidos contra a umidade da chuva, sendo recomendável que as pilhas sejam cobertas com lonas.



Figura 9 - Transporte dos blocos por vagonetas  
Fonte: GRIGOLETTI (2001)

### **3.3 Perdas na indústria cerâmica**

As transformações que vêm ocorrendo na economia estão acarretando mudanças necessárias nas estruturas produtivas e gerenciais dos vários segmentos industriais.

O setor cerâmico apresenta grande variedade de produtos e processos produtivos. É constituído por centenas de empresas, se forem consideradas aquelas que não possuem nenhum tipo de registro de existência formal, sendo responsável pela geração de milhares de empregos e pela interiorização do desenvolvimento.

A cerâmica vermelha sempre teve importante participação econômica e social na geração de empregos. A redução do emprego na indústria brasileira na década de 90 geralmente esteve relacionada com o processo de abertura econômica e o conseqüente aumento da concorrência. A entrada de novos concorrentes levou as empresas nacionais a adotarem novos métodos de gestão organizacional e tecnológica e a modernizarem suas plantas industriais.

No setor de cerâmica vermelha as mudanças têm ocorrido de forma mais lenta, fazendo com que esse seja ainda caracterizado por mão-de-obra desqualificada, com alto índice de rotatividade, e processos produtivos, em geral, arcaicos.

Conforme observado em campo, no processo de produção da cerâmica estrutural, os fatores mais importantes são mão-de-obra, matéria-prima e energético. O maior custo é com a aquisição de lenha e serragem de madeira, utilizadas no processo de secagem e queima dos produtos.

A dependência da lenha é particularmente preocupante, pois as indústrias ceramistas, como regra geral, compram esse produto de terceiros e esse insumo vem se tornando cada vez mais escasso em diversas regiões do Estado.

#### **3.3.1 Perdas na produção**

O manuseio dos produtos acarreta perdas na produção. Uma parte pode ser recuperada, dependendo da fase em que se encontra o processo produtivo. Embora se tenha apontado um percentual de perda baixo, observou-se, durante as visitas às empresas, que esse percentual

tende a ser maior. Tal discrepância pode ser atribuída ao fato de não serem adotadas técnicas gerenciais mais modernas que permitam melhor quantificação das perdas.

Para as peças queimadas, classificadas como perdidas, as indústrias, em geral, acham que não é economicamente viável moê-las. Poucos produtores preocupam-se com a reutilização das perdas.

Algumas empresas estão criando problemas ambientais ao se descartarem desse material, enquanto outras têm procurado encontrar alternativas que dêem valor econômico às sobras e aos refeitos. A Figura 10 apresenta algumas perdas ocorridas durante as etapas de produção.



Figura 10A - Perdas nas fases intermediárias de produção de blocos cerâmicos  
Fonte: MANFREDINI (2003)



Figura 10B - Perdas de blocos na queima  
Fonte: GRIGOLETTI (2001)

### 3.4 Considerações sobre procedimentos adequados na produção

A indústria cerâmica para construção passa por um inevitável processo de modernização. Nasce com isso o controle de qualidade, a obediência aos requisitos do Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), o cálculo dos custos, o desenvolvimento de novos produtos, o serviço ao cliente, a busca do valor agregado, a volta por cima da crise energética.

A tecnologia de fabricação de tijolos, blocos e telhas cerâmicas evoluíram pouco com o tempo. O processo ainda é basicamente artesanal, com automação, quando existir, apenas dos equipamentos, com o intuito de reduzir custos com a mão-de-obra (SUDENE & ITEP, 1988; MINEROPAR, 1997).

As atividades de uma indústria de cerâmica vermelha iniciam na lavra da matéria-prima. Na maioria das vezes são lavrados dois ou três tipos de materiais argilosos para se obter as características desejadas no produto final.

No pátio de estocagem da indústria as matérias-primas argilosas são misturadas em proporções consideradas adequadas. A seguir são transportadas por correias transportadoras, para os misturadores, que tem a função de homogeneizar o material argiloso, e em seguida para os laminadores. Estes equipamentos têm a função de diminuir e homogeneizar a espessura do pedaço de material argiloso que entra na maromba, facilitando a expulsão do ar, pelo vácuo da mesma. O material original, misturado e laminado, são conduzidos à maromba (extrusora), equipamento por onde entra o material argiloso na forma bruta, saindo o produto conformado na sua forma definitiva (MINEROPAR, 1997).

Após saída do produto conformado pela extrusora, as peças são cortadas em equipamentos conhecidos como cortadores, automáticos ou manuais, na sua forma definitiva, no caso dos blocos. Em seguida os produtos são transportados e levados para a etapa da secagem, podendo ser feita diretamente no chão ou em prateleiras, dependendo da tradição local e do clima. Algumas indústrias possuem estufas e as peças são transportadas por vagonetas.

A etapa da queima dá ao material as propriedades adequadas ao uso. O forno é o equipamento central de uma cerâmica. O material cerâmico é queimado a temperaturas em torno de 950°C, passando pelos estágios de pré-aquecimento, fogo fraco e fogo forte, sustentação da temperatura e resfriamento (SANTOS, 2005).



Depois de todo processo ser realizado, os produtos são classificados, armazenados e finalmente carregados para seu destino final, seja para uma construtora, loja de material de construção ou particular (MINEROPAR, 1997).

Para um adequado preparo da massa cerâmica, é necessário:

- descanso adequado;
- dosagem eficaz de água;
- homogeneização;
- redução de grãos;
- decomposição dos sais solúveis e matéria orgânica.

O conhecimento das características da argila que se usa na produção das peças é de fundamental importância para preparar adequadamente a massa cerâmica. Outro fator importante é a manutenção da argila por um descanso em um período de até um ano, após sua extração, devendo ser assegurado seu adequado condicionamento durante esse período, e que a empresa observe a correta dosagem de água, de modo que se possa obter a umidade ideal para o preparo e a conformação das peças (OLIVEIRA, 2006; TAPIA et al., 2005 a).

O processo de extrusão e conformação das peças é uma das principais etapas do processo produtivo. É também nesta etapa que ocorre uma das principais parcelas de consumo de energia elétrica nos processos cerâmicos, logo, para eficiência do processo em si, torna-se imprescindível que se observe a plasticidade da massa e o tipo de boquilha empregado. A maioria das empresas ainda utiliza boquilhas de aço na saída da maromba. No entanto, o uso da boquilha de material cerâmico, com saídas tríplexes ou quádruplas, aumentando em até 100 % a capacidade de produção das peças, além de proporcionar maior durabilidade aos componentes internos da extrusora, melhora a qualidade nas peças extrudadas (TAPIA et al., 2005 b).

A secagem é uma operação que requer cuidados especiais para eliminar o máximo de umidade possível antes de se proceder à queima das peças. Conhecer a argila é fator indispensável para se traçar a curva de secagem adequada, pois uma secagem muito rápida das peças ou com um nível de umidade residual superior ao adequado passar para a etapa de cozimento, causará trincas ou quebras das peças. Ela pode se dar de forma natural ou artificial, em se tratando da secagem artificial, por meio de secadores, garantirá aumento da

produção, redução das perdas e melhoria da qualidade das peças (TAPIA et al., 2005 b; MÁ, 2006 a).

Para um procedimento operacional adequado no processo de queima das peças cerâmicas, deve-se selecionar os materiais mais secos, descartando aqueles que apresentam trincas ou deformações ocorridas na secagem. O empilhamento das peças deverá ser feito de maneira que os gases, durante o escoamento na direção vertical por meio da carga, estejam em contato com a maior área superficial da peça.

A operação de queima dos produtos cerâmicos pode ser dividida em três etapas: aquecimento, queima e resfriamento. Para evitar elevações súbitas de temperatura interna do forno no aquecimento, deve-se procurar manter baixo o leito de lenha sobre a grelha, com as portas das fornalhas, cinzeiros e registro do canal de exaustão totalmente abertas. Em se tratando da etapa de queima propriamente dita, as portas das fornalhas devem permanecer fechadas, as dos cinzeiros entreabertas e o registro do canal de exaustão posicionado de modo que se possa garantir que as fornalhas mantenham-se com pressões ligeiramente negativas. Na etapa do resfriamento as entradas de ar devem ser impedidas, retirando-se o calor por meio de exaustores e chaminés pelos canais de exaustão, em um ritmo que não danifique o material, pois os mesmos não podem sofrer uma redução brusca em sua temperatura ao saírem do forno (MÁ, 2006 b; TAPIA et al., 2005 d).

### **3.5 Qualidade e mercado**

A necessidade de qualidade e produtividade do setor da construção habitacional tem promovido no mercado o aumento da competitividade de bens e serviços. Neste sentido, as indústrias brasileiras, os sindicatos e as associações ligadas ao setor de cerâmica vermelha vêm sendo estimulados pelo próprio mercado para seu aprimoramento, seja ele pela industrialização dos seus produtos, ou modernização tecnológica, pela produção ambientalmente correta, pela revisão de normas técnicas dos produtos e na adequação de projetos, como o PSQ e o PBQP-H, que estimulam a melhoria da qualidade do setor (SANTOS, 2005).

Desta forma, deve-se adequar essa tendência a uma velocidade, pois a realidade está batendo à porta apresentando produtos cerâmicos com baixo preço de venda, em que a maioria das empresas é de pequeno e médio porte, produzem com máquinas e equipamentos

necessitando de manutenção, com falta de eficiência em seus processos, com mão-de-obra não especializada e com alto custo de fabricação, gerando gastos de energia.

Em resposta a essa tendência, diversas empresas cerâmicas vêm reagindo, buscando adequar-se aos programas setoriais de qualidade pela redução de custos para maior competitividade no setor.

Na prática, as ações vêm sendo tomadas, como, por exemplo:

- práticas que promovam eficiência no processo produtivo;
- redução dos custos de fabricação dos produtos;
- redução do consumo de energia;
- identificação do melhor uso de energia elétrica e segurança nas instalações;
- redução de perdas na produção;
- qualificação da mão-de-obra.

O aprimoramento do processo de fabricação nas indústrias de cerâmica vermelha vem com a adoção de programas de qualidade, melhorando, inclusive, a qualidade do produto através da implantação de sistemáticas de controle, reduzindo custos nas etapas do processo.

Além dos ganhos econômicos e melhorias operacionais, ao participar de programas de qualidade, a empresa tende a obter produtos de qualidade superior, mantendo-as competitivas na construção civil.

O gerenciamento de todas as etapas do processo industrial e dos potenciais de economia dos recursos naturais/energéticos na empresa, aliados aos instrumentos de monitoração e acompanhamento existentes, contribuirá na qualidade do produto, e paralelamente, as empresas passam a atender aos parâmetros estabelecidos pelas normas técnicas.

O uso eficiente de energia e os processos de qualidade colaboram para a obtenção de um menor consumo de energia por unidade produzida, reduzindo perdas no processo e aumentando a capacidade de produção. Neste sentido, proporcionam a redução dos custos de produção, auxiliam no aperfeiçoamento das práticas rotineiras da empresa, com isso, obtém-se uma maior produtividade com o produto cerâmico de qualidade.

Portanto, a utilização de técnicas apropriadas possibilita um menor custo de produção e assim, da energia consumida. Neste princípio, atender às regulamentações exigidas pelo

consumidor, para padronização, conforme as normas técnicas, isto é, respeitando as especificações, as características visuais e geométricas (dimensional), físicas e químicas de absorção e de resistência à compressão, é de suma importância para a aplicação do produto cerâmico nas habitações. Compatibilizar a redução de custos com os princípios regidos pelas normas técnicas deve ser uma prática na produção de produtos. Associado a isto, deve-se reconhecer, na implantação dos controles de produção, a forma para combater a não-conformidade presente no mercado brasileiro, obtendo redução de custo e melhor benefício (SANTOS, 2005).

### **3.6 Caracterização da indústria cerâmica vermelha no Brasil e em Pernambuco.**

As primeiras fábricas de tijolos, telhas e manilhas no Brasil surgiram no século XVI nos estados de Pernambuco, Bahia e Santa Catarina. Essas fábricas produziam por processos manuais e eram responsáveis pelo fornecimento desses produtos às diversas regiões do País (PRACIDELLI, 1989).

Compreendem-se por materiais cerâmicos, os materiais de emprego em engenharia civil ou produtos químicos inorgânicos (excetuados os metais e suas ligas), que são utilizáveis geralmente pelo tratamento em temperaturas elevadas (ABIKO, 1988).

Cerâmica vermelha ou estrutural são produtos cerâmicos fabricados pelos processos de extrusão e prensagem, utilizando-se matérias-primas compostas de 25 % a 70 % de argilas e teor variável de 3,5 % a 8 % de óxido de ferro, elemento que lhe confere a sua colocação mais comum após a queima originando-se, daí, o nome de cerâmica vermelha (CAVALIERE, et al. 1997).

Os materiais cerâmicos são largamente empregados na construção civil devido às suas propriedades intrínsecas de resistência mecânica e durabilidade. A durabilidade destes materiais pode ser constatada pelo aspecto praticamente inalterado de construções de antigas civilizações descobertas por arqueólogos (ABIKO, 1988).

Conforme Abiko (1988), existem vários tipos de materiais cerâmicos. Entre os empregados na construção civil destacam-se:

- materiais de cerâmica vermelha;
- materiais de cerâmica branca (louça sanitária, azulejos, pastilhas);

- materiais refratários;
- vidros clássicos (plano e oco);
- cimento Portland e especiais;
- cales e gesso.

Dentro desta ampla gama de produtos estão os blocos cerâmicos, que são materiais de interesse neste trabalho. Estes são componentes de alvenaria obtidos a partir de argilas queimadas a 950 °C, apresentando características físicas, mecânicas e de durabilidade que os tornam um dos melhores materiais de construção existente. Podem ser produzidos em pequenas olarias com equipamentos primitivos ou em indústrias modernas.

Segundo Andrade (2002), a utilização desses materiais apresenta algumas vantagens que merecem destaque, tais como:

- são de densidade mais baixa, resultando em uma menor carga sobre a estrutura da edificação, e são mais econômicos comparados a outros componentes de mesma finalidade;
- são de baixo custo, pois sua aplicação em alvenarias de vedação, que posteriormente receberão revestimentos, não requer acabamentos refinados dos tijolos e blocos, e sim um controle dimensional adequado;
- os tijolos e blocos são encontrados com facilidade na maioria das regiões do País, em abundância e em variedade de tipos;
- possuem excelentes características de isolamento térmico e acústico, e uma alta resistência à chama, pois são mais refratários que os outros materiais de construção.

Pires Sobrinho e Bastos (1990) destacam que a falta de padronização dos produtos de cerâmica vermelha, em particular os blocos e telhas existentes no mercado tem contribuído para o baixo desempenho destes em relação aos seus similares.

Em relação a esse baixo desempenho, pode-se destacar as seguintes considerações:

- sob o ponto de vista orçamentário, a não exigência de padrões normalizados leva a uma indefinição na quantificação desses componentes, assim como a heterogeneidade de sua

qualidade também contribui no aumento desta indefinição, face ao desconhecimento do índice de quebra (índice de reposição);

- sob o ponto de vista de produtividade, tanto o ripamento para as telhas, quanto o assentamento dos blocos de alvenaria são dificultados pela variedade dimensional dos componentes, o que além de gerar um gasto excessivo de argamassa para o preenchimento dos vazios e para planificação da alvenaria, conduz à obtenção de índices variáveis do número de peças por metro quadrado de parede ou de coberta;
- sob o ponto de vista de segurança estrutural, a desuniformidade das características de resistência dos blocos, bem como suas imperfeições, diminui consideravelmente a resistência portante da alvenaria.

O subsetor de cerâmica vermelha ou estrutural que produzem materiais de argila (tijolos, telhas, blocos, manilhas, lajotas, tubos e ladrilhos vermelhos) para a construção civil, vem apresentando, em alguns estados, perdas de competitividade e defasagem tecnológica bastante acentuada, inclusive a nível internacional (CAVALIERE et al., 1997).

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica (ABC, 2002), há cerca de 10.000 a 12.000 indústrias de cerâmica vermelha. A maioria destas empresas ou são microempresas familiares com atividade essencialmente artesanais, constituindo as chamadas olarias, ou são empresas de pequeno porte e estão espalhadas em todas as regiões do Brasil.

Segundo Cavaliere et al. (1997), nas empresas de cerâmica vermelha européias empregam-se em média vinte trabalhadores por empresa, com uma produção média por empregado de 200 mil peças por mês. Enquanto no Brasil a produção média por empregado é cerca de 13 mil peças por mês.

Segundo Tavares & Grimme (2002), a indústria da cerâmica vermelha é das mais tradicionais entre as dos materiais de construção. Apesar desta análise, os produtos cerâmicos vermelhos brasileiros têm os seus processos produtivos pouco eficientes, com baixo valor agregado e custos energéticos e ambientais elevados.

Nesta mesma visão, Carvalho Filho e Gehring (1994), abordam em seu trabalho que a indústria cerâmica é uma das atividades produtivas considerada de comportamento mais “tradicional” dentre os fornecedores de materiais para a construção civil. É caracterizada por baixa inovação tecnológica, o que contribui para a sua decrescente competitividade frente a

novos elementos construtivos que surgiram no mercado nos últimos anos. A baixa tecnologia de produção, caracterizada por uma reduzida ação de automação da indústria, associada à ausência de dispositivos de controle de qualidade no processo produtivo, e que ainda, aliada à baixa qualificação da mão-de-obra, tem influência direta sobre o produto colocado à disposição do consumidor.

Observa-se que, a indústria de cerâmica vermelha, possui ausência de uma cultura de inovação tecnológica no que diz respeito às diversidades dos produtos, enfrentam problemas pela baixa qualificação da mão-de-obra e deficiência no gerenciamento do processo produtivo.

Segundo o Sindicato de cerâmica vermelha do estado de Pernambuco e informações obtidas a partir da pesquisa de campo, a situação desorganizada do setor vem sendo avaliada há alguns anos. O sindicato trabalha para organizar e fortalecer o setor econômico e isto é verificado através da criação do laboratório de ensaio cerâmico no âmbito do sistema FIEPE e com prestações de serviços através do projeto cooperar, onde os empresários discutem e definem ações para fortalecer o sindicato e o setor econômico do estado. Além dessas ações, promovem cursos de capacitação gerencial, seminários e palestras, parcerias com instituições de capacitação e gestão como o SESI, SENAI, SEBRAE e SINDUSCON, entre outras.

Neste contexto, mesmo com tais avanços, constata-se que, apesar da política implantada pelo Sindicato e acatada por algumas empresas no que se refere aos investimentos tecnológicos, consultoria técnica e qualificação da mão-de-obra, há necessidade em melhorar cada vez mais o desempenho das empresas em relação a melhores condições de trabalho, exigindo e orientando seus funcionários quanto ao uso dos equipamentos de proteção individual, promovendo treinamentos para melhorar o desempenho da produção, inclusive intervindo para uma produção mais limpa, aumentando o índice de produtividade, com produtos em conformidade com a norma, contribuindo para a redução das perdas nas etapas de extrusão, secagem e queima, bem como inovar tecnologicamente, diversificando seus produtos e sistematizando um plano de manutenção preventiva, tão carente neste ramo de atividade.

## 4. A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

### 4.1 Caracterização da indústria da construção civil

A indústria da construção civil tem grande importância na economia do país, representada por sua expressiva participação no produto interno bruto (estudos mostram que o *Construbusiness* - a cadeia produtiva em que se insere a construção - responde por valores superiores a 15 % do PIB nacional) e pela demanda de pessoas que direta ou indiretamente emprega-se (SOUZA, 2005).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2003), a Construção Civil é classificada como indústria, porém é diferenciada da indústria de transformação, pois seu produto final se caracteriza por ser de posição fixa, geralmente único, com um ciclo de vida longa e pela inconstância de utilização de recursos em habilidades e quantidades.

De forma abrangente, a construção civil pode ser denominada como “atrasada” do ponto de vista tecnológico quando comparadas às demais indústrias. As formas de processo produtivo são baseadas na utilização intensa de mão-de-obra, e quase não se vê evolução tecnológica nos procedimentos produtivos e máquinas na sua rotina. Uma série de fatores é atribuído, explicando o atraso, mas sem dúvida a falta de exigência da qualidade do produto pelos usuários e a falta de investimentos, por parte dos governantes, são as principais (GEHRING, 1990).

Neste sentido, o aumento da concorrência e a evolução tecnológica pressionam as empresas para que reavaliem seus métodos e sistemas de produção em busca de produtividade e competitividade. Estratégias criadas para setores de produção nitidamente industrial, como o metalúrgico ou o eletroeletrônico, não podem ser diretamente aplicadas a uma atividade que possui forte componente de trabalho artesanal, como é o caso da Construção Civil, principalmente no serviço alvenaria, seja pelos materiais empregados, seja pelas ferramentas utilizadas.

Com relação à demanda por materiais, a construção civil tem uma importância também expressiva em relação às demais indústrias, pois usa um percentual significativo, ao longo de um ano de atividades. Neste contexto, qualquer estratégia usada em benefício à eficiência no



uso dos materiais de construção, pode contribuir para o desenvolvimento sustentável do país (SOUZA, 2005).

Além da expressividade do consumo de materiais, a construção é considerada, também, como uma grande geradora de resíduos. Consta-se que os referidos resíduos não aparecem apenas em novas construções, em obras de grande porte, sob a gerência de grandes construtoras. Existe uma parcela, muitas vezes considerada informal, que produz uma maior quantidade de entulho, mas a busca pela melhoria em uma empresa formal trará benefícios positivos, bem como, incentivará o mercado informal a produzirem políticas racionais em busca da redução de seus índices (SOUZA, 2005).

O resíduo de construção e demolição ou simplesmente entulho, possui características bastante peculiares, por ser gerado num setor onde há uma grande diversidade de técnicas construtivas e metodologias de produção e cujo controle de qualidade do processo produtivo é atual, novo. Características de composição e quantidade produzida de entulho são diretamente proporcional ao estágio de desenvolvimento tecnológico da indústria da construção civil local em função da qualidade da mão-de-obra, técnicas construtivas empregadas, adoção de programas de qualidade, etc. Implantações de programas de qualidade no setor contribuirão, significativamente, na redução do volume de resíduos gerados, porém a quantidade de entulho não reduzirá de uma hora para outra (ZORDAN, 2000).

Outro fato importante a ser observado na indústria da construção civil e que representa uma parcela significativa para o controle dos desperdícios de materiais, refere-se ao sistema de gerenciamento de suprimentos, tendo em vista os materiais terem um percentual significativo dos custos da construção. O setor de suprimentos ocupa posição importante entre o setor administrativo e o canteiro de obras e entre a empresa e seus fornecedores; dessa forma, assume um importante papel na qualidade da construção. Contudo, o quadro que ainda é apresentado na indústria da construção civil é que: as relações entre empresas e construtoras e fornecedores não são estabelecidas, com isso não se dá continuidade de fornecimento; as pessoas responsáveis pelas compras dos materiais não possuem qualificações técnicas, considerando o custo como fator primordial; não há critérios de seleção de fornecedores, a inspeção de recebimento no canteiro de obras é desvalorizada e a retroalimentação para os fornecedores é limitada e não sistemática (REIS e MELHADO, 1998).

Ainda em relação aos autores, eles afirmam que as qualidades do processo construtivo e do produto final refletem a qualidade dos fornecedores de materiais, onde há a necessidade,

nos dias atuais, de se reformular as práticas aplicadas pelas empresas no que concernem a custos elevados, em função de entregas erradas, retrabalhos, atrasos, esperas e perdas de produtividade.

A partir da implantação de sistemas de gestão da qualidade, constata-se que muitas empresas construtoras assumiram posturas que refletiram num melhor relacionamento com seus fornecedores, facilitando a gerência de suprimentos, conseguindo melhora na qualidade do empreendimento, na redução de custos e, conseqüentemente, reduzindo as perdas de materiais e componentes (REIS e MELHADO, 1998).

O emprego de procedimentos de inspeção e recebimento de materiais nos canteiros de obras contribui para estabelecer parâmetros de qualidade, definindo limites para os erros durante a entrega de materiais nos canteiros, bem como, garante a qualidade dos insumos que compõe a Edificação.

Andrade (2002), afirma que a indústria da construção civil, pouca habituada à prática da medição, está carente de dados relativos ao desempenho atual das empresas construtoras e com isto, os gerentes apresentam dificuldades em criar estratégias para melhoria do desempenho global e das atividades de rotina da empresa.

## **4.2 O desperdício na construção civil**

A engenharia civil é um ramo de grande amplitude dentro de uma sociedade, desenvolvendo inúmeras atividades que traduzem em benefício da civilização.

Detendo a análise do desperdício de materiais, constata-se ser uma característica marcante na construção civil. Pode-se conceituá-lo como sendo todo recurso que se gasta para executar um produto ou serviço sem agregar valor ao mesmo, ou seja, tudo que se consome além do necessário (FREITAS, 1995).

Andrade (2002), afirma que o desperdício se manifesta devido às falhas ao longo do processo produtivo, como as perdas em forma de entulho; o retrabalho para corrigir serviços; as falhas de gerenciamento e administração, principalmente em relação à compra de materiais e componentes tomando como base apenas custo.

O desperdício de materiais acontece desde a seleção dos fornecedores da empresa; passando pela fase de projeto, nas especificações e otimizações inadequadas; na aquisição dos

materiais quando na organização e planejamento do recebimento, transporte e armazenamento; na etapa do processo executivo com o uso de materiais além do necessário para corrigir falhas de execução; até a fase pós-ocupação devido a reparos. O desperdício de mão-de-obra é representado a partir da baixa produtividade na execução do trabalho, e isso é verificado devido à baixa qualificação dos operários, tendo em vista a falta de investimentos em treinamento e avanços organizacionais de gerenciamento e valorização humana. No que diz respeito ao desperdício de tempo, constata-se a falta de planejamento na fase de execução da construção (FREITAS, 1995).

A maioria das falhas que acontecem durante o processo construtivo é evidenciada por problemas de gestão e organização da empresa, logo, torna-se imperioso a adoção e implantação de um sistema de qualidade, de modo a conduzir para a redução do desperdício na construção civil (FREITAS, 1995).

Segundo Andrade (2002), o desperdício de material de construção civil no Brasil tem uma escala grande e acontece desde a execução de uma simples reforma doméstica até à obra industrial. Várias instituições de ensino desenvolvem pesquisas em busca da racionalização nos canteiros de obras, de modo a estruturar uma metodologia para um maior proveito dos materiais utilizados nos processos construtivos, apesar de ser evidenciado as dificuldades em aplicá-la, devido a heterogeneidade de gerenciamento das empresas e a falta de investimentos em treinamentos da mão-de-obra.

A construção civil é altamente criticada por ser grande desperdiçadora de recursos. Em se tratando da mão-de-obra para a construção de edifícios, os índices de desperdícios observados em obras brasileiras são extremamente acentuados, em virtude da má formação dos operários e da má gestão desta mão-de-obra, gerando retrabalho e ociosidade, que pode ser considerado como elementos apontados como indicadores de partes das perdas detectadas em canteiros (ANDRADE e SOUZA, 2000).

O desperdício não pode ser visto apenas como rejeitos, mas como toda e qualquer perda durante o processo. Portanto, qualquer utilização de recursos além do necessário à produção é caracterizada como desperdício (BAZZO e COLOMBO, 2001).

Segundo Andrade (2002), o desperdício é um elemento marcante do setor e funciona como indicador dos custos da não-qualidade dentro das empresas. Ele acontece no momento em que desconhece os procedimentos necessários à execução de um determinado serviço, como a perda de materiais que podem sair da obra na forma de entulho; o retrabalho na

correção de serviços; as falhas no gerenciamento de suprimentos e administrativos da empresa, visando menor custo nas compras de materiais.

O desperdício de materiais constitui uma preocupação em todo o universo da construção civil. Dentro dessa preocupação, um estudo realizado pelo NORIE/UFRGS indicou que as perdas de sete materiais básicos que representam aproximadamente 20% do custo de uma obra, podem alcançar índices de 5 a 12% do valor total da mesma.

Segundo Vargas (1996), o controle do consumo de materiais e a redução da quantidade de resíduos demandados de uma construção constituem uma das principais preocupações das empresas construtoras, mundialmente falando. A redução do desperdício de materiais torna-se mais evidente com o advento da globalização, permitindo, então, a abertura do mercado estrangeiro, que quase sempre superam em padrões de qualidade e tecnologia, tornando o mercado competitivo.

Para Bulhões et al. (1998), é indispensável que as empresas nacionais invistam em programas de redução de perdas para que as mesmas garantam a sua sobrevivência no mercado da indústria da construção civil. Neste contexto, evidencia-se que a racionalização é uma necessidade prioritária, bem como, uma consequência natural em busca da produtividade, de modo a considerar que é na redução do desperdício que se alcançam resultados econômicos satisfatórios, os lucros financeiros para as organizações e o crescimento social para toda a comunidade.

É sabido que o desperdício de material de construção no Brasil é grande e acontece em uma simples reforma até à obra industrial.

Reis e Melhado (1998) demonstram em seu trabalho que as empresas construtoras devem manter uma relação estreita entre seus fornecedores, de modo a garantir o comprometimento com a qualidade do processo construtivo, que, conseqüentemente, permitirá ganhos globais de qualidade, custo e prazo em toda a obra.

Neste contexto, ressalta-se a importância do elo entre a gerência de suprimentos com o setor administrativo e canteiro de obras e entre os fornecedores, pois a qualidade do material, a obediência da especificação, o prazo de entrega, a inspeção de materiais, o layout do canteiro, etc, interferirá, significativamente, nos índices de desperdícios nos canteiros de obras.

Segundo Freitas (1995), “o desperdício na construção civil ocorre em virtude dos vários intervenientes do processo que os originou, tais como: fabricantes de materiais, projetistas, direção da empresa, gerente da obra, operários, etc., em decorrência disto nas

diversas fases do processo construtivo, desde o planejamento, projeto, aquisição de insumos, execução até a fase de uso-operação do empreendimento”.

### **4.3 Perdas no canteiro de obras**

As empresas de construção civil têm convivido, há tempos, com a crítica de serem um setor com altos índices de desperdícios de recursos, principalmente, em relação aos materiais, verificados através da geração de entulho.

Convém definir perdas “como toda quantidade de material consumida além da quantidade teoricamente necessária, que é aquela indicada no projeto e seus memoriais, ou demais prescrições do executor, para o produto sendo executado” (SOUZA, 2005).

Neste contexto, as perdas de materiais podem ter origem em diferentes fases do empreendimento. Simplificadamente pode se distinguir três grandes fases do empreendimento: concepção, execução e utilização.

Assim, um superdimensionamento da estrutura pode ser considerado como uma quantidade de material excedente em relação àquela preconizada pelas normas técnicas. Na mesma análise, a utilização de uma quantidade maior de tijolo que a necessária para a elevação da alvenaria, representará uma perda na execução. Uma repintura, em curto espaço de tempo, com o intuito de mudança na cor da fachada do edifício, será considerada uma perda gerada na utilização (SOUZA et al., 1998).

#### **4.3.1 Classificação das perdas**

O aspecto importante a ser considerado em relação ao entendimento das perdas de materiais, refere-se as suas classificações. Neste contexto, pretende-se apresentá-las no sentido de contribuir para o entendimento e desmistificar os equívocos quanto ao que seria natureza, causa, momento de ocorrência, forma e origem das perdas.

Desta forma, tomou-se a classificação expressa no livro SOUZA (2005), a qual é exposta nos itens seguintes.

#### 4.3.1.1 Perdas segundo o tipo de recurso consumido

Quanto ao recurso consumido, as perdas podem ser classificadas em dois grandes grupos: recursos físicos e financeiros (Figura 11). Quanto aos recursos físicos, pode-se destacar materiais, mão-de-obra e equipamentos. Em se tratando do financeiro, o empreendimento poderá estar consumindo unidades monetárias mais que o teoricamente necessário relativo a um custo adicional ou como consequência das perdas físicas relativas a cada recurso físico.

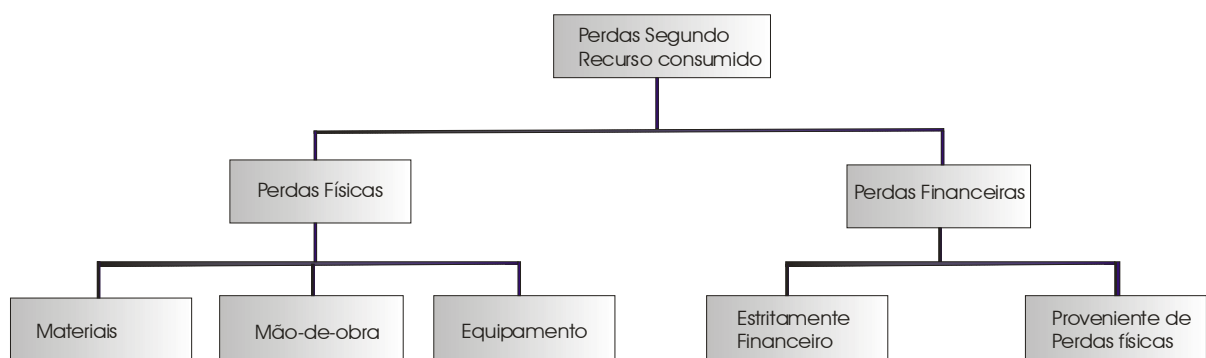


Figura 11 - Classificação das perdas segundo recurso consumido

Fonte: Adaptado de Souza (2005)

Dentro desta classificação pode-se considerar os seguintes exemplos:

- perdas físicas de materiais - quantidade adicional de blocos cerâmicos em relação à prevista no projeto de execução da alvenaria;
- perdas físicas de mão-de-obra – homens horas adicionais relativos à equipe de concretagem devido ao atraso do caminhão betoneira;
- perdas físicas de equipamentos – hora de guias adicionais em função de um atraso de concretagem;
- perdas financeiras decorrentes das perdas físicas – custos associados às perdas físicas em função de cada recurso físico;
- perdas financeiras – custo adicional relativo a uma demolição de uma execução errônea.

#### 4.3.1.2 Perdas segundo a unidade para sua medição

Neste contexto elas podem ser medidas em diferentes unidades, tais como: massa, volume e monetária. É importante frisar que o valor das perdas pode mudar ao se adotar uma ou outra unidade, podendo ser expressa em valores absolutos ou relativos.

#### 4.3.1.3 Perdas segundo a fase do empreendimento em que ocorrem

As perdas de materiais podem ocorrer nas diversas fases do empreendimento onde se tenha atuação quanto a um maior ou menor consumo de materiais, ou seja, toda vez que se tem um consumo de materiais além do teoricamente necessário.

As fases do empreendimento em que as perdas podem ocorrer, simplificadaamente, são ilustradas na Figura 12: concepção, execução e utilização.

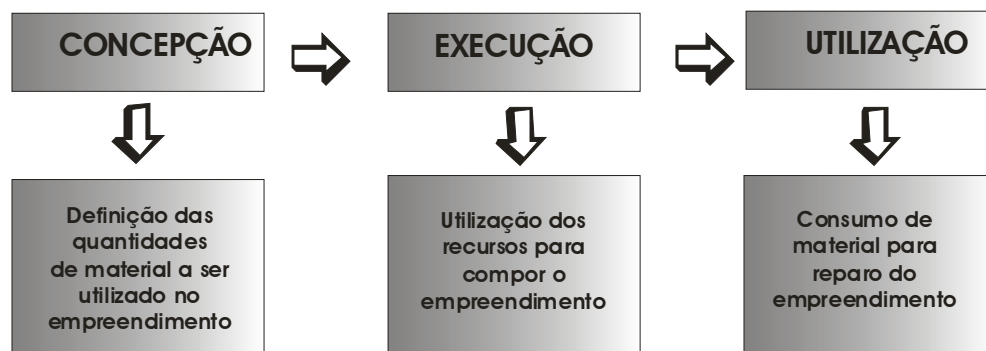


Figura 12 - Origem das perdas nas fases do empreendimento

Fonte: Adaptado de Andrade (2002)

#### 4.3.1.4 Perdas segundo o momento de incidência na produção.

A produção /execução nem sempre é responsável por grandes consumos de materiais, muitas vezes ocorrem bem antes, no momento do armazenamento, quando não se dispõe de área suficiente devido à compra de materiais além do necessário.

No que diz respeito à fase de execução, são vários os momentos de incidência associado, cujas etapas dizem respeito ao percurso do material, desde sua chegada ao canteiro de obras até tornar-se parte de um produto executado. A este respeito, Santos et al. (1996) afirma que embora as perdas possam ser verificadas durante a fase de execução do empreendimento, sua origem pode estar na própria fase de execução quanto nas fases que a antecedem, como

planejamento, projeto, fabricação de materiais, suprimentos e preparação dos recursos humanos, genericamente apresentados na Figura 13.

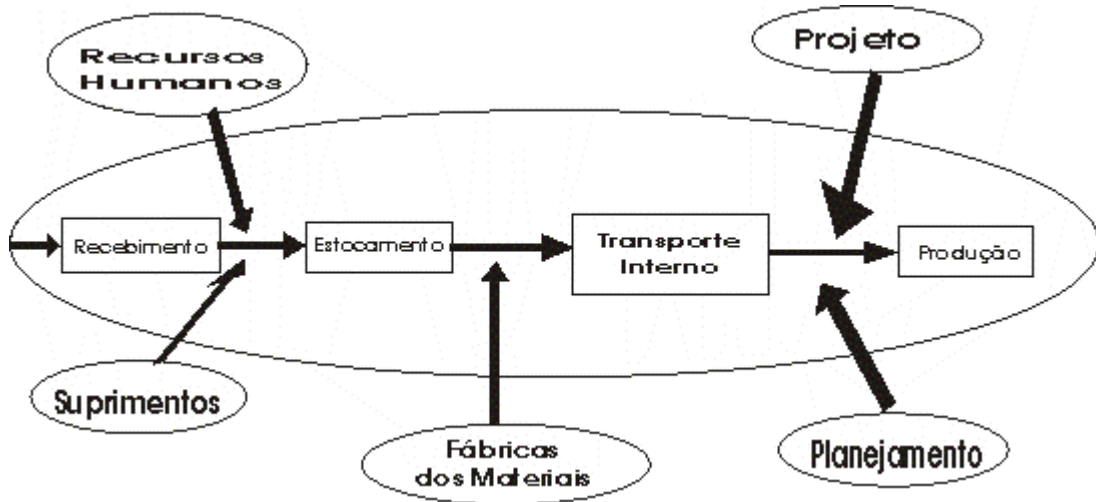


Figura 13 – Fluxograma das perdas segundo o momento de incidência

Fonte: Adaptado de Souza (2005)

#### 4.3.1.5 Perdas segundo sua natureza

Quanto à essência das perdas, as mesmas podem ocorrer em três diferentes formas: furto ou extravio; entulho e incorporada.

Furto ou extravio – em obras de pequeno porte, o furto é significativo, considerando a pequena quantidade de material utilizada, representando um percentual de perda expressivo. Muitas vezes não se tem um controle de entrada e saída de materiais e pessoas, facilitando a incidência do furto. Ocorrem, também, ocasiões em que se entrega material em quantidade inferior à contratada.

Entulho – o entulho representa a natureza das perdas mais expressada pelas pessoas quando se refere a perdas de materiais, embora nem sempre seja relevante em termos quantitativos. Este fato deve-se no momento em que a construção civil é criticada pela mídia como uma das indústrias geradora de resíduos, em virtude de o entulho tornar-se visível quando colocado em caçambas e nas fotos de jornais e revistas. Muitas vezes o canteiro de



obras gera uma sensação de sujeira devido a restos de materiais indevidamente utilizados e torna-o suscetível à ocorrência de acidentes, logo, torna-se imperioso entender sua ocorrência para proporcionar ações que combatam sua geração. Outro aspecto que vale frisar é a denominação dada ao entulho: “o lixo que sai” da obra, gerado em vários serviços.

Incorporada – a perda incorporada pode representar, para determinados materiais, a natureza de perdas mais presente de materiais na construção, apesar, se compararmos ao entulho, de muitas vezes não ser perceptível. A perda incorporada é também denominada “lixo que fica” na obra, isto é, a quantidade de material incorporada que não foi prevista nem necessária pela especificação.

#### **4.3.1.6 Perdas segundo a forma de manifestação.**

Em função das perdas referentes às naturezas, pode-se distinguir, para cada uma delas, diferentes formas de manifestação.

Exemplificando:

- material ensacado com peso real inferior ao nominal;
- areia recebida em quantidade menor que a indicada na nota fiscal;
- aço desbitolado;
- produção de argamassa por rasgos na embalagem;
- areia carregada pela chuva por estoque errôneo;
- utilização de argamassa com traços de maior resistência que a especificada;
- argamassa produzida em quantidade superior a necessária para um dia de trabalho;
- excesso de espessura de lajes de concreto armado;
- paradas nos serviços originadas por falta de materiais ou equipamentos;
- quebra de materiais devido ao seu duplo manuseio;
- quebra manual de blocos devido à falta de meios-blocos;
- deterioração do cimento devido ao armazenamento inadequado;
- esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis;
- falhas nas impermeabilizações;
- gesso endurecido na caixa do operário;
- etc.

#### 4.3.1.7 Perdas segundo sua causa

Referem-se às várias causas imediatas que originam as perdas. Sendo assim, para as várias manifestações possíveis, pode-se elencar prováveis causas ocorridas sob uma determinada forma de manifestação, dentre as quais se tem:

- recebimento de material a menos que o especificado, podendo ter como causa falha na inspeção do recebimento na obra;
- sobra excessiva de pedaços de barras de aço, pode ter, como causa, o não reaproveitamento das pontas resultantes dos cortes de barras 12 metros;
- a presença de grande quantidade de entulho de blocos por um transporte inadequado, uso de ferramentas impróprias para cortar os blocos, desmoronamento de um estoque por excesso de altura das pilhas, etc;
- espessura do revestimento maior que a especificada no projeto ocasionado por um desaprumo das alvenarias, a falta de esquadro, ou a não-coincidência entre a face da viga e a face da alvenaria, gerando, com isso, a necessidade de enchimento com argamassa.

#### 4.3.1.8 Perdas segundo sua origem

Relacionam-se à etapa responsável pela ocorrência da perda, configurando-se na causa mais distante, origem, podendo dizer respeito a quaisquer fases do empreendimento: concepção, execução e utilização. Assim é que uma perda, com momento de incidência em uma determinada fase da edificação, pode ter origem em quaisquer das fases antecedentes ou na própria fase da incidência do empreendimento (Figura 14).

As perdas originárias na fase de execução são decorrentes da própria característica da obra e ausência de procedimentos de execução e controle, enquanto que as perdas originárias na fase de uso da edificação se devem à utilização incorreta da mesma (PALIARI, 1999).

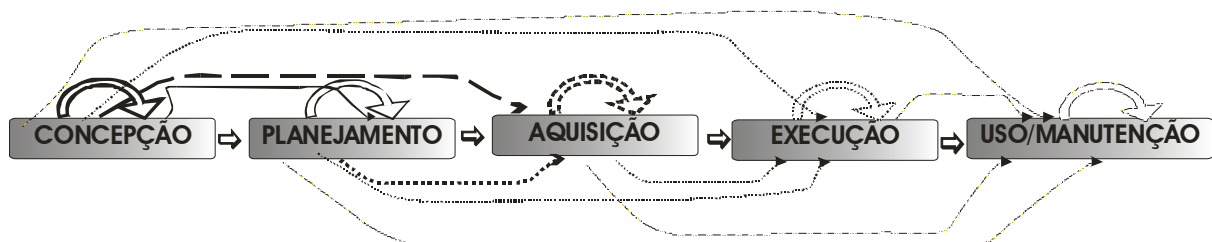


Figura 14 – Perdas segundo sua origem

Fonte: Adaptado Andrade & Souza (2000)

O Quadro 1 apresenta alguns exemplos de perdas.

**QUADRO 1 – Exemplos de perdas segundo sua origem**

<b>Manifestações das Perdas</b>	<b>Causa</b>	<b>Origem</b>	<b>Fase de empreendimento</b>
Entulho de blocos cerâmicos	Corte c/ ferramenta e/ ou técnica inadequada armazenamento inadequado	- Falta de instrução de trabalho tanto na especificação da ferramenta adequada quanto da técnica para corte dos tijolos	Planejamento
		- Falta de treinamento dos operários	Produção
		- Falta de um projeto racionalizado de alvenaria	Concepção
		- Falha no planejamento de locais de estocagem	Produção
Entulho de blocos cerâmicos	Queima inadequada	- Falta de controle de temperatura do forno. - Excesso de tempo na etapa de queima	Produção
Estoque de Cimento errôneo	Deterioração do cimento estocado	- Falta de instrução de trabalho referentes às condições adequadas de armazenamento	Produção
Superprodução de argamassa para assentamento de tijolos cerâmicos	Produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho	Falta de procedimentos de controle	Produção

Fonte: Adaptado de Souza (2005)

#### **4.3.1.9 Perdas segundo seu controle**

As perdas estão presentes em todas as atividades, inclusive na construção civil, no entanto o que se busca em relação às mesmas é que elas não alcancem altos índices, bem como, não ocorra por negligência no gerenciamento dos processos: concepções, planejamento e execução.

Segundo Paliari (1999), todo investimento ou ações aplicadas na busca da redução de perdas de recursos, conseqüentemente, na melhoria da qualidade e produtividade, têm como princípio a relação custo-benefício.

Considerando a possibilidade econômica de se controlar ou reduzir o índice de perdas detectado, as perdas são classificadas em evitável e inevitável (ou perda natural). Neste contexto, distingue-se o conceito de perdas e de desperdício, considerando que a parcela

evitável dá-se o nome de desperdício e perdas envolve tanto a parcela evitável quanto a inevitável. Para algumas empresas o limite entre o evitável e o inevitável não é exatamente o mesmo, o que determina são aspectos relativos aos investimentos tecnológicos, capacitação da mão-de-obra, padrão de execução da obra, etc. Observa-se, no entanto, que grande parte das perdas detectadas na indústria da construção civil é evitável em função de tomada de ações simples dos serviços ou aprimoramentos dos projetos, como exemplo o projeto de racionalização das alvenarias.

Não se pode afirmar que existe, para cada material, um percentual único de perdas que pode ser considerado inevitável para todo o setor. Na verdade, o que encontra-se são vários valores que dependem, basicamente, do nível de gerenciamento e dos investimentos tecnológicos de cada empresa. A empresa inserida no mercado competitivo deverá buscar metas para atingir a competitividade, onde tais metas são alcançadas na medida em que a organização persegue a redução de perdas (FORMOSO et al., 1997).

#### **4.4 Apresentação de indicadores de perdas de pesquisas realizadas**

O presente item objetiva apresentar um quadro resumo de prévio conhecimento das principais pesquisas de perdas de blocos cerâmicos realizadas até o momento.

Com o intuito de apresentar alguns valores de referência em relação aos indicadores de perdas para fins comparativos, serão apresentados resultados quanto às perdas de blocos cerâmicos identificados em pesquisas anteriores desenvolvidas no Brasil, de forma a permitir ter uma comparação aos dias atuais, analisando, inclusive, as práticas construtivas, investimentos tecnológicos e capacitação da mão-de-obra. Salienta-se que a referida pesquisa trata-se de um estudo de caso, onde o universo permite ter uma visão setorial de referência.

Apesar da grande importância dos índices de perdas físicas dos materiais, poucas pesquisas foram realizadas no país, destacando-se a realizada por Pinto (1989), Soibelman (1993) e a mais importante realizada no País, coordenada pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP (PCC – USP), juntamente com o Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção (ITQC), de abrangência Nacional, envolvendo 15 outras Universidades, onde se estudou as perdas de materiais em aproximadamente 70 canteiros de obras distribuídas em 12 estados brasileiros (AGOPYAN et al., 1998). Tal pesquisa teve o apoio da FINEP – Programa Habitar, do SENAI – NE e de outras instituições e construtoras.

Uma pesquisa que também merece destaque é um trabalho desenvolvido desde 2003 pelo Sindicato da Indústria da construção civil do Estado de Pernambuco – SINDUSCON / PE, projeto Entulho Limpo, sob a Coordenação do Grupo de Pesquisas de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente – AMBITEC da Escola Politécnica de Pernambuco, com financiamento do SEBRAE / PE.

O referido trabalho apresenta os indicadores de geração de resíduos em atividades da construção civil na cidade do Recife (GUSMÃO et al., 2006).

O Quadro 2 apresenta resultados médios quanto às perdas de blocos cerâmicos.

**QUADRO 2 – Resultado de perdas de pesquisas realizadas**

PESQUISAS	MÉDIAS
Pinto 1989	13,0*
Soibelman 1993	28,0
Agopyan et al., 1998	18,0
Gusmão et al (2006) Projeto Entulho Limpo – Ambitec	12,7

\* inclui os resultados de blocos e tijolos

Analisando o quadro acima, observam-se grandes variações dos índices médios de perdas no período compreendido entre 1989 a 2006.

Segundo Paliari (1999), Pinto (1989) foi pioneiro em levantamento de perdas de materiais em canteiros de obras no Brasil. O referido trabalho apresenta valores de perdas correspondentes à diferença percentual entre as quantidades de materiais adquiridas e as necessárias, apresentadas nos projetos.

As perdas de 13,0 % são acarretadas por questões de ordem de planejamento e gerenciamento dos serviços a serem executados no canteiro de obras. O autor menciona que tais perdas implicam em um acréscimo de 10 % do custo final da obra, sendo, portanto, fato imprescindível para se controlar efetivamente tais perdas.

Em relação à Soibelman (1993), a pesquisa teve como principal foco, o acompanhamento dos materiais nos diversos canteiros de obras durante todo o período proposto para o estudo.

A hipótese principal do trabalho foi confirmada, pois as perdas de materiais na construção civil são maiores do que as normalmente aceitas, para o caso dos blocos cerâmicos, o índice de perdas foi de 28,0 %, sendo considerado um valor alto.

Segundo o autor, muitas das perdas podem ser evitáveis, basta adotar medidas simples de prevenção no momento de recebimento, estocagem, manuseio, utilização e proteção dos materiais, ou seja, o gerenciamento da obra é de suma importância para a eficácia dos serviços do processo.

Enfim, o autor conclui que há falta de interesse por parte dos gerentes de obras em controlar os materiais e que eles tinham conhecimento das perdas ocorridas nas obras de sua responsabilidade, mas nada faziam para evitar tais ocorrências. Logo, o autor comprova que a gerência da obra tem mais responsabilidades por tais perdas que os operários, onde muitos empresários da construção civil consideram os operários responsáveis pela baixa produtividade, má qualidade na execução dos serviços e pelo alto índice de perdas de materiais.

Em se tratando da pesquisa de Agopyan et al. (1998), de abrangência nacional, onde o objetivo principal foi coletar indicadores de perdas de materiais em um número significativo de empreendimentos no país, identificando, inclusive, suas causas, o índice médio encontrado para os blocos cerâmicos foi de 18,0 %.

Neste estudo, as perdas foram medidas comparando o consumo real com a quantidade teoricamente necessária para a realização dos serviços executados no período de coleta dos dados, onde o consumo teoricamente necessário teve como referência as especificações do projeto.

Enfim, a pesquisa apresenta algumas causas que contribuíram para aumentar os índices de perdas dos blocos cerâmicos nas etapas de recebimento, transporte e armazenamento, onde foi verificado uma falta de controle da quantidade recebida, descarregamento em local provisório ocasionando o duplo manuseio, estoques em calçadas resultando em incidência de roubo e vandalismo, base irregular devido à topografia do terreno, pilhas superiores a 1,80m e componentes de diversos tipos empilhados, transporte com carrinho impróprio, entre outras. Enfim, mais uma vez é verificado e comprovado que a falta de gerenciamento do canteiro é fator determinante nas perdas dos materiais.

Para Gusmão et al. (2006), Projeto Entulho Limpo, que teve como objetivo geral apresentar indicadores de geração de resíduos em atividades de construção civil, quantificando a geração de resíduos de material cerâmico, o índice médio de perdas foi de 12,7 %.

Para a determinação do indicador de geração de resíduos, adotou-se a mesma metodologia apresentada nesta pesquisa, onde os índices médios das três obras estudadas se aproximaram do resultado apresentado por estes autores.

Os autores revelam que a grande dispersão pode estar relacionada aos procedimentos executivos da alvenaria e que mesmo a obra adotando procedimentos da alvenaria racionalizada, com a paginação da alvenaria, não garante redução das perdas, tornando evidente a necessidade de um planejamento e controle das materiais no canteiro.

Neste contexto, verifica-se que ao longo dos tempos, mesmo com os avanços tecnológicos, investimentos em capacitação, exigências normativas dos produtos da construção civil, as perdas de materiais ainda são significativas e necessitam de medidas simples, mas que inibirão as perdas no canteiro de obras.

Conforme descrito anteriormente, para o universo pesquisado, o índice médio de perdas de blocos cerâmicos, comparado às demais pesquisas, mantém-se num patamar alto, apesar de que, comparando com as pesquisas de Soibelman (1993) e Agopyan (1998), houve uma redução significativa, porém ainda ultrapassa os limites desejáveis. Em relação a Pinto (1989) e Gusmão (2006) os valores ficaram próximos.

Outro aspecto relevante diz respeito às causas que as geraram. Fazendo uma análise conjunta das informações coletadas, permitirá identificar fatores semelhantes aos praticados décadas atrás, onde, resumidamente, verificou-se a falta de investimentos no planejamento e controle do layout do canteiro de obras, do comprometimento por parte dos gerentes de obras em evitar tais ocorrências e da forma de contratação dos serviços, pois estimulam aos operários produzirem sem a qualidade necessária.

#### **4.5 Caracterizando as perdas de blocos cerâmicos na produção no canteiro de obras**

De acordo com o item 4.3, a definição de perdas no canteiro de obras adotada neste trabalho está vinculada com a diferença entre a quantidade de material consumida e a quantidade de material teoricamente necessária (indicada no projeto). Neste mesmo item, as perdas foram classificadas, onde no momento da produção, ela pode se manifestar: nas etapas de recebimento, armazenamento, processamento intermediário, processamento final, e transporte entre as referidas etapas.

Conhecidas as etapas em que as perdas de materiais podem ocorrer, torna-se necessário transcrever como elas ocorrem. Para tanto, procurar-se-á abordar as possibilidades de ocorrência de perdas para os blocos cerâmicos, descartando a etapa de processamento intermediário, considerando que, para este material, não se aplica a referida etapa. O que

poderá ocorrer é o transporte interno, dependendo do gerenciamento do canteiro de obra, como forma de duplo manuseio.

#### **a. Perdas no recebimento**

A etapa de recebimento do material é de suma importância, tendo em vista que é na referida etapa que é feita a inspeção entre o que foi especificado no projeto e o que foi entregue.

Paliari (1999) afirma que as especificações, procedimentos e critérios para a aceitação dos materiais nos canteiros de obras, podem ser regulamentados pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT ou por outras normas criadas pela própria empresa.

A falta de cumprimento dos procedimentos e critérios estabelecidos pelas Normas Técnicas ocasiona problemas graves na fase de execução da edificação ou até mesmo, na etapa de uso e manutenção, a partir da alteração do consumo do material ou do surgimento de manifestações patológicas, podendo gerar um acréscimo de material na ocasião do reparo (PALIARI, 1999).

Para Andrade (2002), a criação de especificações discriminando as características e os limites de tolerância que os materiais devem cumprir é condição prioritária, porém, não suficiente para garantir a qualidade na aquisição. É necessário verificar se o material entregue na obra está de acordo com o pedido de compra.

As perdas não são apresentadas apenas no momento da execução ou após sua conclusão, elas ocorrem durante todo o processo, desde o recebimento até o uso/ manutenção da edificação, e neste contexto, cabe frisar que na etapa de recebimento, as perdas são representadas pela diferença entre a quantidade solicitada e a quantidade recebida na obra.

Pode-se citar como causas para a ocorrência do fato, a idoneidade do fornecedor, a qualidade do produto, as condições de transporte externo. Para tanto, é notória a importância de estabelecer critérios de avaliação dos fornecedores de materiais para a empresa construtora.

É comum nos canteiros de obra a presença de materiais frágeis, como os materiais de cerâmica vermelha, o acondicionamento inadequado dos mesmos aos equipamentos de transporte externo, aliados a um trajeto desfavorável, contribuindo para quebras dos materiais que, se não forem inspecionados no ato de sua entrega, podem ser considerados como uma parcela de perda a ser incorporada pela empresa.



Andrade (2002), em seu trabalho, propõe uma metodologia de inspeção da qualidade em blocos cerâmicos, através de planilhas que facilitará todo processo. Para ela, sua proposta contempla o controle de qualidade em todo o processo de produção, exercendo o controle das atividades desenvolvidas em todas as etapas. Na medida em que as etapas do processo de produção sejam normatizadas e seus produtos e atividades estejam especificados e padronizados, será possível estabelecer uma linha de controle para cada produto e atividade.

Através do controle de recebimento de materiais terá condição de comprovar a conformidade do produto entregue no canteiro com a especificação. A empresa construtora deverá estabelecer o procedimento de recebimento e designar em responsável técnico para receber e inspecionar o material cerâmico.

Uma questão particular quanto à ocorrência de perdas no recebimento está relacionado aos blocos e tijolos cerâmicos no que diz respeito às prováveis variações dimensionais, pois comprometerá a modulação da alvenaria, bem como, ocasiona um consumo excedente de argamassa de assentamento ou revestimento, além de comprometer o consumo real de material por  $m^2$ , dependendo da dimensão da variação dimensional do produto.

#### **b. Perdas no armazenamento**

É comum nos canteiros de obra a falta de investimentos nos armazenamentos dos materiais, sendo os mesmos depositados em locais não planejados e inadequados (SCARDOELLI et al., 1994).

A etapa de armazenamento é tão importante quanto a etapa de recebimento, pois pode apresentar uma significativa parcela de perdas nos canteiros de obra, principalmente se não forem levadas em consideração mínimas condições sugeridas por diversos autores (PALIARI, 1999). A Figura 15 mostra perdas de blocos na etapa de armazenamento.



Figura 15 - Perdas de blocos no armazenamento  
Fonte: MANFREDINI (2003)

Para Scardoelli et al. (1994), existem várias recomendações presentes nas normas técnicas e bibliografias específicas, onde as mesmas têm baixo custo e dependem muito mais do nível de envolvimento dos profissionais do gerenciamento e planejamento do empreendimento. Porém, tais recomendações, na prática, não são aplicadas.

Ainda segundo estes autores, os investimentos, na tentativa de diminuir desperdícios, normalmente não são dispendiosos, além de proporcionar a redução de perdas, garantem a integridade dos materiais, têm também efeito na melhoria do aspecto visual da obra, bem como das condições de trabalho da equipe da obra no que diz respeito a redução do risco de acidente de trabalho.

Segundo Paliari (1999) a preocupação com os blocos cerâmicos está relacionada à suscetibilidade a quebra dos mesmos em função da falta de planejamento em seu armazenamento, que pode ser apresentada pela instabilidade das pilhas devido à altura excessiva, locais inclinados, armazenagem em local externo; neste último caso, os produtos são submetidos a vandalismo e roubos.

Souza et al. (1996) recomenda que o local de estocagem seja planejado com antecedência, a fim de evitar o armazenamento em locais fora do canteiro de obra ou áreas que interfiram com outros serviços da obra, e de preferência, próximo ao equipamento de transporte vertical ou de uso.

As recomendações em relação à altura das pilhas no armazenamento dos blocos cerâmicos divergem um pouco em função de alguns autores, conforme ilustra o Quadro 3.

**QUADRO 3 - Altura de pilha de blocos recomendada por diversos autores**

<b>FONTE</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>ALTURA RECOMENDADA (m)</b>
SOUZA e MEKBEKIAN (1996)	Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação	≤ 2,0
SKOYLES (1987)	Tijolos	1,5 a 2,0
SANTOS (1995)	-	≤ 1,80
NR-18	Blocos de vedação	≤ 1,70

### c. Perdas no processo final

Paliari (1999) afirma que da mesma forma que ocorre nas etapas anteriores, existem diversas recomendações para a etapa de aplicação final no que diz respeito à execução dos serviços, que visam, além do uso racional, também a redução de ocorrência de problemas patológicos.

Garantir que os padrões sejam seguidos pelos operários é atribuição do engenheiro de obras. Todos os procedimentos devem ser sucintos, claros e objetivos, abordando pontos importantes para execução e inspeção do serviço, de forma a objetivar um bom desempenho da Edificação após a entrega ao cliente (SOUZA et al., 1998).

Segundo Ribeiro (2006), além da disponibilidade de recursos para o empreendimento, nota-se que uma boa administração do fluxo da movimentação de materiais acarreta em uma elevada redução de custos e aumento da produtividade, pois todo movimento desnecessário, gera desperdício de tempo e produtividade.

Segundo Paliari (1999), de maneira abrangente, as perdas de blocos na fase de execução estão relacionadas à incompatibilidade das dimensões nominais dos referidos blocos com relação aos vãos da estrutura (altura e comprimento). Esta incompatibilidade leva a um alto índice de cortes que, dependendo da sua qualidade e de equipamento usado para tal, podem gerar quantidades de massa de entulho (Figura 16).



Figura 16 - Perdas de blocos durante a fase de execução da alvenaria de vedação

Como forma de minimizar a ocorrência de perdas em forma de entulho, podem ser adotadas diretrizes de ações a serem levadas para implementação de procedimento para obtenção de uma alvenaria racionalizada. Dentre tais diretrizes, a primeira consiste em estudar

a possibilidade de uso de componentes flexíveis quanto à modulação, por exemplo, blocos cerâmicos seccionáveis, blocos de concreto celular e concreto com submódulos.

Uma outra diretriz consiste em viabilizar a compatibilização da vedação com a estrutura, esquadrias, instalações e o revestimento, elaborando o projeto específico de alvenaria de vedação com detalhes que contenha a paginação de cada alvenaria a ser executada na edificação, fazendo a interface com os outros subsistemas, definindo, também, os tipos de componentes a serem empregados (LORDSLEEM JÚNIOR, 2000).

Por fim, pode-se destacar a elaboração do projeto específico de alvenaria após o projeto de estrutura estar completamente elaborado. Contudo, o projeto racionalizado constará de um número maior de componentes.

A produção de entulho não é caracterizada apenas na etapa de execução da alvenaria, podem ocorrer durante a execução do subsistema instalações elétricas e hidráulicas no momento dos rasgos das paredes para embutir tais elementos (Figura 17).



Figura 17 - Perdas de blocos cerâmicos na execução das instalações elétricas

#### **d. Perdas no transporte**

A administração de materiais é vista como uma melhora nos processos de construção e uma modernização nos atuais processos, pois coordena um conjunto de atividades, que implica necessariamente no estabelecimento de normas, critérios e rotinas operacionais de forma que todo sistema possa ser mantido harmonicamente em funcionamento.

As perdas durante o transporte estão limitadas àqueles materiais que são vulneráveis a quebras ou a serem derramados durante o trajeto. Dentre os diversos materiais utilizados na construção civil, enquadram-se nesta situação os blocos cerâmicos (PALIARI, 1999).

Os materiais têm suas características e propriedades. Durante o manuseio dos blocos cerâmicos para alvenaria de vedação, deve-se atentar para que não ocorram pancadas ou quedas que provoquem rachaduras ou quebras do material.

Uma medida eficaz para combater a ocorrência das perdas de blocos no canteiro de obras é a realização de um correto planejamento do transporte através da organização de caminhos específicos e da adequação de transportes.

A compatibilização entre o material e o equipamento usado na movimentação é de suma importância para se evitar as perdas de materiais na execução da edificação. Como exemplo de incompatibilidade no processo de transporte dos blocos cerâmicos, pode-se citar os carrinhos de mão (Figura 18), uma vez que os mesmos têm o formato de paralelepípedos, enquanto que o carrinho tem a forma arredondada.



Figura 18 - Perdas de blocos cerâmicos no transporte até à frente de trabalho.

Segundo Paliari (1999), a adoção de ações em busca da redução de perdas de materiais e a otimização do transporte, em muitos casos, dependem de avanços relacionados à forma na qual os materiais são embalados ou entregues nos canteiros de obras, ou seja, dependem também da participação dos fornecedores.

Um avanço significativo observado nos últimos anos diz respeito aos blocos e tijolos, onde as empresas construtoras cada vez mais têm utilizado os blocos paletizados. A Figura 19A apresenta uma forma de transporte dos blocos entregue a granel, transportados através da grua, mostrando o esforço exercido pelos operários. A Figura 19B, apresenta os blocos sendo transportados através do porta-pallet, onde ergonomicamente contribui para melhores



condições de trabalho dos operários, reduzindo o esforço físico e as perdas no canteiro de obra.



Figura 19A - Transporte de blocos através da grua



Figura 19B - Transporte de blocos através do porta-pallet  
Fonte: AZI (2004)

Na maioria dos canteiros, pela falta de um planejamento adequado do seu “layout”, ocorre o duplo manuseio de materiais, que pode ser atribuído à inadequação da tecnologia quanto às falhas de gerenciamento da obra.

Portanto, observa-se que o sistema de movimentação e armazenamento assume papel importante para a melhoria da qualidade e produtividade na construção civil. Sendo assim, quando não se dispõe de transportes adequados, isto é, quando o canteiro de obra não está preparado, de nada adiantará utilizar os blocos paletizados.

#### **4.6 Gestão de materiais de construção em canteiros de obras**

A organização do canteiro e da produção tem sido uma das áreas que mais se investe ao longo dos programas de qualidade e produtividade. Embora muitas das falhas observadas nos canteiros de obra têm origem em fases anteriores à execução do empreendimento, tais como projeto e fabricação de materiais, percebem-se ganhos reais na implantação de melhorias imediatas. Isto se deve ao descaso que a maioria das empresas de construção civil vinha dando à gestão dos processos. Nos últimos anos, com o aumento da concorrência e a evolução tecnológica, é notória a mudança de postura de muitas empresas, que passaram a se voltar para o processo produtivo em busca da melhoria da qualidade e produtividade, de modo a reduzir custos, motivar a mão-de-obra, melhorar a qualidade final do produto e melhor atender ao cliente (SCARDOELLI et al., 1994).

As perdas de materiais também estão diretamente relacionadas ao gerenciamento da obra, ou seja, a diminuição dos desperdícios pode ser adquirida a partir da adoção de cuidados simples no recebimento, estocagem, manuseio, utilização e proteção dos materiais. O mau gerenciamento de materiais nos canteiros, além de causar um alto índice de perdas de materiais, também contribui para a redução da produtividade da mão-de-obra e isto é observado a partir de alguns exemplos a serem destacados: o excesso de manuseio devido à má organização do estoque, as paradas obrigatórias por parte da mão-de-obra em função do atraso na entrega de materiais, a necessidade de um redirecionamento depois de um atraso longo e a diminuição do ritmo de trabalho da mão-de-obra como antecipação da falta de material (SOIBELMAN, 1993).

Segundo Gehring (1990), ainda existe sérios problemas no sistema construtivo como um todo: na fase de projeto, na aquisição dos materiais e na execução do empreendimento. Estes fatores acrescidos dos altos custos de manutenção e reposição ao longo da vida útil das edificações levam a uma preocupação cada vez maior para implantação de sistemas de garantia da qualidade num futuro próximo. A implantação dos sistemas de garantia da qualidade diz respeito à estruturação prévia de ações para a normalização técnica; controle eficaz do projeto, fabricação e execução; certificação de conformidade; e homologação dos produtos e processos inovadores carentes de normas prescritas.

A gestão da qualidade na aquisição de materiais é de suma importância pois, hoje, os insumos representam uma parcela significativa do custo das obras e têm forte impacto na produtividade dos serviços e no desempenho final do produto entregue ao cliente. Esta gestão em uma empresa construtora tem caráter multifuncional, interagindo com diversos setores (projeto, suprimentos, obras e outros), e deve permitir o trabalho integrado desses setores de forma a garantir a satisfação dos clientes em relação à qualidade dos materiais adquiridos. Como resultado global para a empresa, a gestão da qualidade na aquisição deve promover a redução de custos gerados pela má qualidade de materiais e de fornecedores e, ao mesmo tempo, alcançar a satisfação dos clientes externos e internos pelo atendimento a suas necessidades e exigências (SOUZA E MEKBEKIAN, 1996).

Outro aspecto importante a ser analisado sobre o gerenciamento de materiais, diz respeito às especificações técnicas. Segundo Souza e Mekbekian (1996), a disponibilidade de especificações claras, com requisitos definidos e documentados, permite uma interação entre compradores e fornecedores, eliminando eventuais desentendimentos. Além desses aspectos, vale ressaltar que, as especificações de materiais permitem uma comparação objetiva entre

diferentes fornecedores de materiais similares, o que nos leva a adquirir um cadastro de fornecedores qualificados, fundamentado não só no preço ou no prazo de entrega, mas também na conformidade dos produtos às normas.

Com o recebimento de materiais na obra, é possível efetivar o registro de qualidade dos produtos. Estes registros devem ser feitos em formulários específicos, denotando que o controle de recebimento foi realmente realizado de acordo com os critérios contidos nas especificações. Os referidos registros contribuirão para a composição do arquivo da qualidade da obra, bem como serão úteis em caso de surgirem patologias construtivas, onde terão como identificar os materiais utilizados em determinada área do empreendimento (SOUZA e MEKBEKIAN, 1996).

A especificação técnica é a forma de comunicar a informação de forma precisa, completa e ordenada. Descreve o material a ser utilizado, indica o local de aplicação e ordena as técnicas exigidas para seu uso. Ela deve ser definida no projeto executivo da edificação e raramente tem seu complemento no setor de planejamento ou no departamento técnico da empresa (SCARDOELLI et al., 1994).

Vale salientar que um dos principais entraves ao desenvolvimento da qualidade e produtividade no setor da construção civil é a falta de adequação de materiais adquiridos pela empresas. Algumas empresas, através de parcerias com fornecedores, vêm adequando melhor os materiais às suas necessidades, implicando numa mudança de postura, saindo de um relacionamento tradicional para um trato compartilhado, eliminando as fronteiras organizacionais. A redução do número de fornecedores traz como principais vantagens a redução da variabilidade de materiais, bem como, a introdução de inovações tecnológicas adequadas a realidade do empreendimento. Vale citar o exemplo da indústria de cerâmica vermelha, onde algumas empresas têm estabelecido contratos, parcerias, de forma que as mesmas produzam produtos diferenciados daqueles existentes no mercado, mas que atenda perfeitamente as necessidades da obra (SCARDOELLI et al., 1994).

Ao estabelecer parcerias, a empresa deverá avaliar a disponibilidade de fornecedores com as características necessárias, podendo, também, buscar empresas estabilizadas ou apoiar o desenvolvimento de fornecedores que não alcançaram metas para o desempenho necessário. Este desenvolvimento busca oferecer condições adequadas para que eles melhorem seus processos produtivos, como exemplo, participação coletiva em eventos, treinamentos, visitas técnicas, projetos e desenvolvimento de produtos, etc. (SCARDOELLI et al., 1994).



As empresas devem utilizar sistemas de avaliação de fornecedores, pois contribuirá para a seleção dos melhores fornecedores e assegura a utilização de materiais de qualidade, além de contribuir para a melhoria do gerenciamento interno de suprimentos, quando, através do feedback da retro-alimentação de dados, estabelece-se a formalização de informações precisas e necessárias para subsidiar futuras tomadas de decisão. O processo de seleção e qualificação de fornecedores deve sofrer avaliações periódicas, que poderão ser feitas através de planilhas onde as mesmas contemplam alguns dados necessários à avaliação, como por exemplo: pontualidade de entrega, conformidade do produto às especificações, eventuais reprovações em inspeção de recebimento, opinião da produção quanto aos produtos do fornecedor, entre outros (REIS e MELHADO, 1998).

Hoje, não apenas os baixos custos, as empresas e seus clientes têm cobrado de seus fornecedores a qualidade dos produtos, a garantia da entrega em tempo hábil, a flexibilidade e cordialidade no atendimento, bem como, o comprometimento desses agentes com a qualidade do sistema construtivo das edificações (REIS e MELHADO, 1998).

O setor de suprimentos é de fundamental importância na eficiência de uma empresa, pois constitui uma ponte de ligação entre a Gerência de Administração e a Gerência de Produção durante a execução da obra, bem como, este setor é responsável pelo envolvimento da empresa com o meio externo e com os custos da obra. Algumas empresas têm selecionado a função de suprimentos como um dos elementos iniciais para a implantação do programa de melhorias (SCARDOELLI et al., 1994).

Segundo Carvalho Filho e Gehring (1994), ao implantar um programa de qualidade a empresa pode diminuir seus custos de produção, seja pela redução de desperdícios e retrabalho, seja pela racionalização dos processos construtivos, ou ainda pela exclusão de controles desnecessários. Hoje em dia, as grandes empresas e seus clientes exigem dos seus fornecedores a certificação de qualidade, colocando as empresas que desenvolvem programas de melhoria de qualidade em um patamar que as diferenciam dos seus concorrentes. Quando a empresa adota um programa de qualidade, abre-se, a oportunidade de ela se inserir em novos mercados, reduzir custos, criar novos negócios e tornar, efetivamente, sua empresa mais competitiva, fornecendo produtos de maior qualidade e de preços baixos.

Racionalizar materiais e mão-de-obra, evitar o desperdício, acompanhar e supervisionar projetos e execução, prevenir patologias e adotar a normalização para entregar ao usuário uma edificação com bom desempenho, são requisitos necessários à melhoria da

qualidade e produtividade da edificação. Para muitas empresas, a qualidade é sinônimo de alto desempenho, alto custo e exclusividade. A qualidade do produto ou serviço é entendida como o máximo a ser atingido pelo produto, e o consumidor deve pagar de acordo com isso. Ela reúne todas as características do produto ou serviço que satisfazem às necessidades do consumidor. A qualidade da alvenaria na execução de uma obra, por exemplo, depende de vários aspectos, entre eles, o material a ser usado. Assim, todo e qualquer serviço que utilize tijolos ou blocos cerâmicos, deve estar de acordo com os padrões mínimos estabelecidos para estes produtos (ANDRADE, 2002).

#### **4.6.1 Planejamento do “layout” do canteiro de obras**

O planejamento é essencial, porém, ele nem sempre é feito de maneira coerente e realista, procurando atingir um nível de perfeição que acaba por torná-lo estático e inflexível. Assim, em um planejamento mais executável e dinâmico, seu gerenciamento consiste em equilibrar e manejar o cotidiano do plano, ajustando os recursos para garantir o fluxo da obra e cuidando para que o ambiente do canteiro seja favorável ao cumprimento das metas.

Para atender às normas, e a um mercado altamente competitivo, exigindo cada vez mais a melhoria da qualidade e da produtividade das construções, torna-se imperioso a elaboração do “layout” do canteiro de obras, como forma de atender às exigências legais e possibilitar a otimização do fluxo de trabalho e segurança da obra, bem como contribuir para um funcionamento mais eficaz no sistema de produção.

O canteiro de obra tem como objetivo, propiciar a infra-estrutura necessária para a produção da edificação. O projeto do canteiro deve absorver os requisitos de produção exigidos pela tecnologia de forma que contribua para a eficiência da produção da obra, através da organização e do correto posicionamento dos elementos componentes do canteiro. Uma das causas do desperdício nas construções está no próprio “layout” dos canteiros, pois as formas com que os materiais são dispostos obrigam os operários a fazer grandes deslocamentos, provocando perda substancial de tempo.

Para Scardoelli et al. (1994), o objetivo principal do planejamento do “layout” de um canteiro de obra é obter a melhor adequação e utilização do espaço disponível, dispondo e arranjando homens, materiais, máquinas e equipamentos, de modo que contribua com a eficiência no processo de produção, através da redução de distâncias e tempos de

deslocamentos. O arranjo físico dos estoques garante uma boa disposição física do canteiro, além de facilitar o processo de produção dos serviços no que diz respeito à identificação, quantificação, retirada e organização dos materiais. A dispersão dos estoques gera movimentações desnecessárias, resultando em “tempos mortos”, atrasos e ocupando o operário que poderia estar em atividades efetivamente produtivas.

Para Soibelman (1993), o estudo minucioso do “layout” do canteiro de obras é uma das principais ações para obtenção de um gerenciamento eficiente de materiais, reduzindo perdas e tempos improdutivos durante a produção da edificação.

Scardoelli et al. (1994) relaciona alguns aspectos práticos que devem ser levados em consideração no arranjo físico dos estoques:

- a.** a agilidade de quantificação dos estoques existentes, associada a uma projeção de consumo atualizada, que permite estabelecer fluxos mais balanceados de entrega, evitando a sobrecarga do espaço físico da obra e do pessoal responsável pela movimentação;
- b.** a disposição inadvertida de outros materiais em frente aos estoques, impedindo o acesso direto aos mesmos. Uma alternativa para solucionar o problema é a demarcação destes locais através de pintura no piso ou colocação de cordas de separação;
- c.** deve-se, na medida do possível, posicionar os estoques próximo do equipamento de transporte, vertical, bem como aproveitar ao máximo os espaços cobertos para deposição dos materiais;
- d.** a disposição do estoque, de forma a permitir acesso amplo, tanto para o recebimento das cargas quanto para a retirada para processamento. Na possibilidade, deve-se aproveitar os espaços verticais para estocar os materiais, ou seja, empilhá-los ao máximo, ao invés de colocá-los no horizontal;
- e.** o acesso amplo, para viabilizar a estocagem tipo PEPS (Primeiro que Entra é o Primeiro que Sai). O principal objetivo da estocagem PEPS é evitar a permanência dos insumos em estoque por longos períodos;
- f.** alguns materiais granulares que necessitam de espaços duplos de armazenagem para viabilizar a utilização da estocagem PEPS. Por exemplo, as argamassas podem ser estocadas em duas caixas separadas, para melhor controle da sua utilização;

- g. a quantificação dos estoques, que pode ser facilitada pela disposição dos materiais em formatos e alturas pré-determinadas, marcas no piso, *containers*, separação por lote e arrasamento de materiais granulares;
- h. a elaboração de cronograma de entregas dos pedidos, procurando evitar períodos de concentração excessiva de entrega de materiais.

#### 4.6.2 Aquisição dos materiais

Os blocos cerâmicos para alvenaria de vedação devem seguir a NBR 15270-1 - “Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos” (2005), onde o bloco cerâmico de vedação deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado a elevadas temperaturas. O bloco deve trazer, obrigatoriamente, gravado em uma de suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco, em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique seu uso, não devendo apresentar defeitos sistemáticos, como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam o seu emprego na função especificada. Devem atender ainda às prescrições da norma quanto a resistência à compressão, planeza das faces, desvio em relação ao esquadro e dimensões.

Conforme citado no item 2.6, uma das principais ações para reduzir desentendimentos entre fornecedores e compradores é a existência de produtos bem especificados, com requisitos definidos e documentados.

Grande parte dos materiais de construção é regulamentada por especificações publicadas pela ABNT. As especificações são as normas do tipo EB, Especificação Brasileira, que podem ser usadas pelas empresas construtoras desde a fase de projeto até a compra de materiais e o seu recebimento no canteiro de obra. Uma outra forma é a empresa criar suas próprias especificações internas de materiais, onde as mesmas deverão ser sucintas, objetivas e claras, abordando características pertinentes ao uso e desempenho do material durante a execução da obra, bem como após a entrega do produto. Também, deverão ser previstos critérios para inspeção dos materiais no ato da sua entrega no canteiro, permitindo sua aceitação ou rejeição, além de conter orientações sobre seu armazenamento. Tais especificações devem ser descritas

em formulário apropriado, simples, de fácil manuseio e disponível para os usuários, de forma que os mesmos possam aplicá-lo tanto na fase de projeto, quanto na fase de compra e controle de recebimento em obra. Salienta-se que essas especificações devem ser criadas com base nas normas técnicas brasileiras, nas bibliografias pertinentes ao assunto e na experiência acumulada dos técnicos das várias áreas da empresa (SOUZA e MEKBKIAN, 1996).

Sendo assim, analisar-se-á o registro das especificações das obras a serem estudadas e caso a empresa não as tenha ou não atenda às necessidades da referida pesquisa, sugere-se o Quadro 4 para registro, bem como a adoção do mesmo. O quadro de especificação de materiais elaborado por Andrade (2002) aborda características importantes para uso e desempenho do material durante a execução da obra e estabelece critérios de inspeção quando da sua entrega no canteiro, permitindo sua aceitação ou rejeição. Logo, o Quadro 4 é uma adaptação da autora.

**QUADRO 4 – Modelo de especificação de materiais**

ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS			
OBRA	DATA	MATERIAL	E.M. Nº
ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL			
FORMAÇÃO DO LOTE			
VERIFICAÇÃO E ENSAIOS			
CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO			
ORIENTAÇÕES PARA TRANSPORTE DO MATERIAL			
ORIENTAÇÕES PARA ARMAZENAMENTO			
OBSERVAÇÕES			
RESPONSÁVEL			

Fonte: Adaptado de Andrade (2002)

Neste contexto, a comunicação entre compradores e fornecedores é garantida a partir da existência de especificações claras e objetivas, com requisitos definidos e documentados. Além desses aspectos, observa-se que tais especificações permitem comparar os diversos fornecedores de materiais similares de forma a garantir um quadro de fornecedores qualificados, que forneça materiais em conformidade com as normas (SOUZA e MEKBKIAN, 1996).

Segundo Andrade (2002), toda energia demandada para melhorar a qualidade de uma empresa, de um setor industrial, de um país, inicia-se com a normalização de produtos,

projetos, processos e sistemas. Caso contrário, não haverá garantia nem certificação de qualidade.

A normalização é de fundamental importância e estabelece uma linguagem técnica universal, de forma a permitir comparações entre resultados obtidos e procedimentos desenvolvidos em diversas regiões do País, uma vez que os mesmos foram padronizados.

Para as empresas, a normalização exerce o papel de especificar os produtos de acordo com as necessidades do consumidor e padronizar os processos, fazendo com que todos os materiais sejam processados da mesma forma, de modo que contribua com a racionalização no uso dos materiais, mão-de-obra e equipamentos, reduzindo os custos de produção. Sendo assim, observa-se que as normas para uma empresa têm caráter dinâmico e sofre mudanças ditadas pela necessidade de seus clientes e com avanço tecnológico (ANDRADE, 2002).

Para o setor de cerâmica vermelha, a normalização busca estabelecer condições mínimas a serem atendidas pelos materiais cerâmicos para a sua aceitação em obra, bem como estabelecer critérios para inspeção e aceitação ou rejeição de lotes. Outro aspecto a ser ressaltado, refere-se aos blocos cerâmicos, para tanto, a norma estabelece critérios a serem seguidos para que a determinação das características dos materiais seja efetuada sempre da mesma forma.

Atualmente as normas brasileiras referentes a blocos cerâmicos são as seguintes:

- NBR 15270-1: 2005 – Componentes Cerâmicos. Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Definem os termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos de vedação a serem utilizados em obras de alvenaria de vedação, com ou sem revestimento.
- NBR 15270-2: 2005 – Componentes Cerâmicos. Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos. Define os termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos estruturais a serem utilizados em obras de alvenaria estrutural, com ou sem revestimento.
- NBR 15270-3: 2005 – Componentes Cerâmicos. Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. Estabelece os métodos para a execução dos ensaios dos blocos cerâmicos estruturais e de vedação.

Outro aspecto a ser abordado refere-se à portaria 127 do INMETRO (2005) que estabelece as condições em que devem ser comercializados os componentes cerâmicos para alvenaria, bem como a metodologia para a execução do exame de verificação da conformidade metrológica dos mesmos. É um regulamento técnico metrológico a ser aplicado na indústria e no comércio de componentes cerâmicos para alvenaria: blocos, tijolos maciços, elementos vazados e canaletas.

Esta portaria expressa um regulamento técnico metrológico onde constam objetivos, adota definições para identificar os componentes cerâmicos, determina a identificação das dimensões nominais e a marca do fabricante em baixo relevo ou reentrância, estabelece o tamanho da amostra, sua tolerância e seu critério de aprovação.

Outro aspecto abordado na referida portaria, diz respeito aos componentes cerâmicos queimados ou com excesso de queima destinada a comercialização, que devem estar separados em local apropriado e identificados em relação à sua condição. Caso não sejam atendidas tais determinações, a empresa será submetida ao exame de verificação quantitativa dimensional.

#### **4.6.3 Gerenciamento dos materiais**

Segundo Scardoelli et al.(1994), o gerenciamento de materiais é de fundamental importância dentro da cadeia produtiva da empresa, tendo como funções primárias a aquisição e o armazenamento de materiais. Ressalta-se, também, que este setor assume papel estratégico na empresa, na medida em que envolve outros setores (planejamento, compras, financeiro, diretoria, etc.), bem como, mantém o estreito relacionamento com seus fornecedores.

A administração dos materiais é vista como uma melhora nos processos de construção e uma modernização nos atuais processos, pois coordena uma série de atividades que implica, necessariamente, no estabelecimento de normas, critérios e rotinas operacionais, de forma que todo o sistema mantenha seu funcionamento em plena harmonia.

Segundo Araújo (1976) apud Maranhão (2004), do ponto de vista da administração de materiais, diz que: “Inegavelmente, de acordo com o vulto da obra, terão que ser tomados cuidados especiais na organização do almoxarifado; o espaço disponível, a complexidade dos

equipamentos a serem utilizados na construção, a variedade dos materiais, tudo influirá para que o controle dos materiais a serem utilizados seja o mais perfeito possível”.

Neste sentido não se pode analisar a administração dos materiais no canteiro de obras apenas na visão do administrador, que considera um único ponto de armazenamento para todos os materiais, pois se sabe que há necessidade de estudos aprofundados nas características e especificidades de cada insumo, principalmente na forma de armazenamento e na efetiva produtividade dos serviços a serem executados.

Na indústria de transformação, os métodos de racionalização da produção se referem, basicamente, a processos repetitivos ou cíclicos, provocando, após um número razoável de ciclos, um resultado satisfatório. Na indústria da construção civil a observação é diferente, prevalece a idéia de que cada obra tem sua especificidade, logo, os métodos formais de racionalização não se tornam acessíveis, predominando a improvisação (GEHBAUER, 2004).

O planejamento geral da obra tem relação direta com o planejamento do canteiro de obra. Este planejamento está pautado na execução dos serviços e no fluxo dos materiais dentro do canteiro e tem, como principal objetivo, minimizar os percursos dos transportes mais volumosos e freqüentes dentro do canteiro (GEHBAUER et al., 2002).

Sendo assim, a racionalização visa, também, a eliminação de estoques intermediários, o duplo manuseio de materiais, ou seja, a necessidade do manuseio repetidas vezes pode ser resultante da falta de planejamento da gerência de suprimento no que se refere à antecipação da entrega do material no canteiro, causando custos de manuseio adicionais e perdas significativas.

#### **4.6.3.1 Recebimento e inspeção dos blocos no canteiro de obras**

Segundo Scardoelli et al. (1994), o controle de recebimento dos materiais vem sendo implantado nas construtoras através de ensaios expeditos, o qual verifica a qualidade dos mesmos, apoiado pela estruturação de listas de verificação. A referida lista proporciona ao processo de recebimento dos materiais inúmeras vantagens, devendo conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a.** especificações quanto aos requisitos dos materiais;
- b.** formação dos lotes de inspeção;



- c. verificações e ensaios de recebimento;
- d. critérios de aceitação;
- e. orientações para armazenamento.

Todo material adquirido e entregue na obra deverá passar por um controle de recebimento, do qual se efetua o registro de qualidade, onde deverá ser feita avaliação periódica, com o objetivo de qualificar os fornecedores.

A existência de especificações claras com requisitos definidos e documentados permite a livre comunicação entre compradores e fornecedores, reduzindo eventuais dúvidas. Outro aspecto diz respeito à permissão de uma comparação objetiva entre fornecedores de materiais similares, o que levará a um cadastro de fornecedores qualificados com bases não só no custo e prazo de entrega do material, mas também na conformidade às normas (SOUZA e MEKBEKIAN, 1996).

Andrade (2002) propõe em seu trabalho uma metodologia que permite garantir que os materiais a serem empregados nas obras sejam de qualidade e satisfaçam às condições estipuladas nas especificações técnicas e no projeto. Para tanto, a pesquisadora afirma que a referida metodologia facilita a aplicação de rotinas de fiscalização da qualidade do produto cerâmico. Porém, o controle é uma ação integrada que deve envolver todos os setores da empresa, de modo que garanta a satisfação dos clientes em relação à qualidade dos materiais adquiridos.

Tomando como referência a metodologia empregada no trabalho de Andrade (2002), onde propõe-se para o controle da qualidade na aquisição e recebimento de materiais cerâmicos algumas etapas como: a) registro da qualidade dos materiais através de: fichas de verificações; especificações técnicas de materiais e controle de qualidade de recebimento; b) plano de amostragem: ensaios de recebimento na obra; ensaios de laboratório, observar-se-á, durante a pesquisa em campo, os modelos aplicados nas obras, tendo em vista que algumas dessas etapas farão parte das análises das perdas do produto.

Segundo Souza e Mekbekian (1996), cada empresa deve desenvolver seus formulários de especificação e de registros da qualidade conforme suas necessidades, procurando sempre clareza de entendimento e praticidade de uso.

Nesta pesquisa será observada a existência de formulários que traduzam a qualidade dos produtos cerâmicos adquiridos pelas empresas construtoras em estudo, fazendo uma

análise se os mesmos possuem todos os itens necessários ao controle eficaz de recebimento dos materiais, permitindo a estruturação de um banco de dados com relação às origens e características do material utilizado no serviço.

Como foi dito anteriormente, o controle de materiais vem sendo realizado nas empresas através da utilização de ensaios expeditos para verificar a qualidade dos mesmos. Para exemplificar tal controle, apresentar-se-á a ficha de verificação ilustrada no trabalho de Souza e Mekbekian (1996), como modelo a ser adotado e sugerido para as empresas que não possuem nenhum registro de qualidade dos produtos adquiridos. Vide Quadro 5.

**QUADRO 5 – Modelo de ficha de verificação de materiais**

<b>Ficha de Verificação de Materiais</b>			
Obra		Nº Ficha	
Material		Nº de Ficha	
Local de Uso		Especificação de referência	
Fornecedor/ Fabricante	Quantidade	Data de entrega	Nº de Nota Fiscal
Nº de blocos quebrados no Recebimento		Nº de blocos quebrados no transporte	
Ensaio /Verificação	Resultados obtidos	Atende aos critérios de aceitação	
		Sim	Não
Observações:		Responsável pelo Recebimento Data:	

Fonte: Adaptado de Souza e Mekbekian (1996)

Sendo assim, através de elaboração e utilização dos procedimentos de inspeção e recebimento de materiais, as construtoras vêm estabelecendo suas tolerâncias e limites para erros durante a entrega de materiais nos canteiros. O estabelecimento do referido procedimento possibilita o mesmo nível de exigência em relação aos fornecedores, além de garantir a constante qualidade dos insumos que comporão o produto final (REIS e MELHADO, 1998).

Segundo Andrade (2002), nos dias atuais, além de possuírem bons preços, os fornecedores devem garantir a qualidade de seus produtos, atender prazos, ser capazes de inovar, ou seja, passam a valorizar itens anteriormente ignorados, mas que hoje representam um diferencial no mercado.

Atualmente, fornecedores e empresas vêm buscando, de forma lenta, mas contínua, atuar coletivamente, buscando alcançar um índice eficaz no atendimento de seus clientes e manter sua posição competitiva em um mercado altamente concorrencial (REIS e MELHADO, 1998). Este fato, em alguns momentos, pôde ser comprovado através das periódicas visitas aos canteiros e indústrias pesquisadas, onde se constata que os empresários se preocupam em atender aos requisitos técnicos estabelecidos pelas empresas construtoras.

Para Freitas (1995), ele argumenta relativo à aquisição de materiais, uma das formas de criar ações que previnam o desperdício, seria, por exemplo, através da garantia da qualidade na aquisição dos mesmos. Com base nas especificações técnicas introduzidas no projeto, a empresa deve estabelecer procedimentos para o controle de recebimento de materiais nos canteiros, através de controle estatístico de amostras e através de nível de qualidade aceitável, que são definidos por normas específicas. E ainda, uma orientação referente ao procedimento correto para o manuseio, transporte e armazenamento dos materiais.

Pires Sobrinho e Bastos (1990) afirmam que a falta de consciência das construtoras em não exigir na aquisição destes produtos a inspeção da qualidade, talvez seja a razão principal para a despadroneização existente. O fato de não haver nenhum critério na aquisição dos produtos cerâmicos, contribui para a manutenção de produção sem controle de qualidade. As diversas olarias e cerâmicas existentes concorrem com seus produtos apenas pelo preço.

Sendo assim, as empresas construtoras perdem por adquirir produtos fora do padrão de qualidade e a pseudo-economia de 10 a 20 % conseguida na compra de produtos mais baratos acarretará certamente em um prejuízo bem maior, quando da conclusão do empreendimento.

Vale ressaltar que a qualidade do produto inicia-se na sua produção, ou seja, não havendo controle da produção (domínio da matéria-prima, acompanhamento nas fases de mistura, extrusão, secagem e queima), as indústrias cerâmicas não poderão produzir racionalmente um produto com características desejadas e exigidas nas normas, não alcançando o controle de qualidade do produto acabado, contribuindo, com isso, em posicioná-lo no mercado consumidor existente. Ao contrário do que se possa imaginar, os custos da inspeção de produtos e do controle de produção são bastante reduzidos, quando realizados de forma criteriosa (PIRES SOBRINHO E BASTOS, 1990). No entanto, como já citado no item 2.6.2, hoje o mercado consumidor dispõe de uma portaria do INMETRO que estabelece condições mínimas para a comercialização dos blocos cerâmicos e têm função de

fiscalização e apreensão dos produtos não-conformados, fazendo com que os fornecedores assumam um controle de qualidade em sua produção.

Conforme citado no item 2.6.2, a ABNT estabelece normas referentes a blocos cerâmicos que definem os termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento dos blocos de vedação, estabelecendo características dimensionais para fabricação dos blocos cerâmicos de vedação, conforme Quadro 6.

**QUADRO 6 – Dimensões de blocos cerâmico de vedação**

<b>Largura (L)</b>	<b>Altura (H)</b>	<b>Comprimento Bloco principal</b>	<b>½ Bloco</b>
9	9	19	9
9	9	24	11,5
9	14	19	9
9	14	24	11,5
9	14	29	14
9	19	19	9
9	19	24	11,5
9	19	29	14
9	19	39	19
11,5	11,5	24	11,5
11,5	14	24	11,5
11,5	19	19	9
11,5	19	24	11,5
11,5	19	29	14
11,5	19	39	19
14	19	19	9
14	19	24	11,5
14	19	29	14
14	19	39	19
19	19	19	9
19	19	24	11,5
19	19	29	14
19	19	39	19
24	24	24	11,5
24	24	29	14
24	24	39	19

Fonte: NBR 15270-1: 2005 – Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos

O não atendimento aos requisitos de qualidade tem sido um dos maiores entraves para o desenvolvimento da alvenaria em obras de construção civil, pois os desvios em relação ao esquadro, planeza das faces e dimensões dos blocos não devem apresentar diferenças superiores às tolerâncias admitidas.

Na maioria das vezes, os defeitos sistemáticos advêm de problemas com a matéria-prima, pois conhecê-la significa conhecer sua retração de secagem e de queima, sua plasticidade de magreza, sua granulometria em relação à quantidade de água que requer para

extrusão, a tendência às trincas de secagem, sua resistência após queima, até sua cor de queima (MÁS, 2006 a).

Não é possível ter uma empresa competitiva e ao mesmo tempo produzir com matéria-prima fora dos parâmetros de qualidade. Grandes retrações resultam em deformação e trincamento das peças, além de não se obter uma uniformidade, o que resulta em uma falta de padronização e controle dimensional, podendo comprometer a qualidade das alvenarias.

Na maioria das vezes os blocos cerâmicos fogem dos padrões dimensionais exigidos pela norma. Existem variadas dimensões para um mesmo material, dificultando seu uso. Observa-se que esta falta de controle dimensional ocorre devido à redução voluntária do tamanho dos blocos por parte da empresa, à falta de conhecimento dos padrões dimensionais exigidos pela norma e a falta de conscientização e exigência do mercado consumidor, pois o mesmo visualiza apenas custo e não qualidade. Logo, o fabricante se encarrega de reduzir a qualidade da sua linha de produção, reduzir preço, volume de estocagem e custo do transporte.

De acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), a inspeção geral, que verifica as características visuais dos blocos, adota a amostragem simples para identificação do bloco cerâmico, onde deverá trazer, obrigatoriamente, gravado em uma das faces externas, a identificação do fabricante e do bloco (identificação da empresa e dimensões de fabricação em centímetros (LxHxC)) e adota dupla amostragem para as características visuais, conforme Quadro 7.

**QUADRO 7 – Número de blocos para inspeção geral**

<i>LOTES</i>	<i>Nº DE BLOCOS</i>	
	1ª Amostragem ou amostragem simples	2ª Amostragem
1000 a 100.000	13	13

Fonte: NBR 15270-1: 2005 – Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos

A aceitação ou rejeição do lote na inspeção geral fica condicionada de acordo com o Quadro 8. O não atendimento em qualquer corpo-de-prova no que se refere à identificação do fabricante e dos blocos será suficiente para rejeitar todo o lote.

**QUADRO 8 - Aceitação e rejeição para características visuais**

<i>Nº DE BLOCOS CONSTITUINTES</i>		<i>UNIDADES NÃO CONFORMES</i>			
		<i>1ª Amostragem</i>		<i>2ª Amostragem</i>	
<i>1ª Amostragem</i>	<i>2ª Amostragem</i>	<i>Nº de Aceitação</i>	<i>Nº de Rejeição</i>	<i>Nº de Aceitação</i>	<i>Nº de Rejeição</i>
13	13	2	6	6	7

Fonte: NBR 15270-1: 2005 – Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos

Uma questão a ser colocada no que se refere à inspeção para as características geométricas diz respeito à dificuldade de realizá-la, uma vez que a disposição das pilhas no local de armazenamento poderá impedir o acesso visual aos blocos situados no interior, neste caso, havendo a rejeição do lote, poderá ser estabelecido um acordo entre fornecedor e comprador em realizar a inspeção de todos os blocos do lote, condicionando a reposição dos blocos defeituosos.

Em se tratando da inspeção por ensaios, esta norma estabelece amostragem simples. As exigências para o ensaio de determinação das características geométricas (largura, altura, comprimento, espessura das paredes externas e septos, planeza das faces e desvio em relação ao esquadro) e para o ensaio de determinação da resistência à compressão, as amostras são constituídas de 13 corpos-de-prova. Para o ensaio de determinação do índice de absorção d'água, a amostra dever-se-á constituir de seis corpos-de-prova.

A aceitação ou rejeição na inspeção por ensaio, dar-se-á conforme disposto no Quadro 9.

**QUADRO 9 - Aceitação e rejeição na inspeção por ensaios para características geométricas**

<i>Nº DE BLOCOS CONSTITUINTES</i>	<i>UNIDADES NÃO-CONFORMES</i>	
<i>Amostragem simples</i>	<i>Nº de aceitação do lote</i>	<i>Nº pra rejeição do lote</i>
13	2	3

Fonte: NBR 15270-1: 2005 – Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos

Esta inspeção deverá ser condicionada aos requisitos de tolerâncias dimensionais conforme Quadros 10 e 11.

**QUADRO 10 - Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas à dimensão efetiva**

<b>GRANDEZAS CONTROLADAS</b>	<b>TOLERÂNCIA INDIVIDUAL (mm)</b>
<i>Largura (L)</i>	$\pm 5$
<i>Altura (H)</i>	
<i>Comprimento (C)</i>	

Fonte: NBR 15270-1: 2005 – Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos

**QUADRO 11 - Tolerâncias dimensionais relacionadas à média das dimensões efetivas**

<b>GRANDEZAS CONTROLADAS</b>	<b>TOLERÂNCIA (mm)</b>
<i>Largura (L)</i>	$\pm 3$
<i>Altura (H)</i>	
<i>Comprimento (C)</i>	

Fonte: NBR 15270-1: 2005 – Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos

A espessura dos septos e paredes externas, desvio em relação ao esquadro (D), planeza das faces ou flecha (F) deverão ser verificadas de acordo com estabelecido no Quadro 12. As exigências quanto ao desvio em relação ao esquadro e planeza das faces, visa mensurar o desvio em relação ao esquadro entre as faces destinadas ao processo executivo das alvenarias de vedação e, conseqüentemente, aos revestimentos das mesmas.

**QUADRO 12 - Tolerâncias dimensionais relacionadas aos septos, esquadros e flechas**

<b>GRANDEZAS</b>	<b>TOLERÂNCIA</b>
<i>Espessura dos septos e paredes externas</i>	<i>Espessura dos septos – mínimo 6 mm</i> <i>Paredes externas – mínimo 7 mm</i>
<i>Desvio em relação ao esquadro</i>	<i>Máximo 3 mm</i>
<i>Planeza das faces ou flecha</i>	<i>Máximo 3 mm</i>

Fonte: NBR 15270-1: 2005 – Componentes cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos

A Figura 20 registra o recebimento de um lote de blocos em uma das obras pesquisadas, verificando as características geométricas.



Figura 20 - Inspeção de blocos para características geométricas conforme a NBR 15270-1: 2005

Na inspeção por ensaios referente ao índice de absorção d'água, deverá ser determinado de acordo com o método de ensaio constante na NBR 15270-3 (ABNT, 2005), onde a absorção de água não deve ser inferior a 8 % nem superior a 22 %. A aceitação ou rejeição fica condicionada de acordo com os dados no Quadro 13, ou seja, para que o lote seja aceito é necessário que o número de unidades não conformes esteja abaixo ou igual ao número de aceitação.

### QUADRO 13 - Aceitação e rejeição na inspeção por ensaios para características físicas

<i>Nº DE BLOCOS CONSTITUINTES</i>	<i>UNIDADES NÃO-CONFORMES</i>	
	<i>Nº para aceitação do lote</i>	<i>Nº para rejeição do lote</i>
<i>Amostragem simples</i>		
<i>6</i>	<i>1</i>	<i>2</i>

Fonte: NBR 15270-3: 2005 - Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio

A resistência à compressão do bloco deverá ser determinada de acordo com o método de ensaio constante na NBR 15270-3 (ABNT, 2005). Esta norma estabelece a verificação da resistência à compressão.

Na inspeção por ensaio, a resistência à compressão individual e a aceitação ou rejeição do lote fica condicionada ao descrito no Quadro 14, tendo em vista que a resistência à compressão mínima dos blocos na área bruta deverá atender aos valores conforme descrito no Quadro 15.



**QUADRO 14 - Aceitação e rejeição na inspeção por ensaio de resistência à compressão**

<i>Nº DE BLOCOS CONSTITUINTES</i>	<i>UNIDADES NÃO-CONFORMES</i>	
<i>Amostragem simples</i>	<i>Nº para aceitação do lote</i>	<i>Nº para rejeição do lote</i>
<i>13</i>	<i>2</i>	<i>3</i>

Fonte: NBR 15270-3: 2005 - Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio

**QUADRO 15 - Resistência à compressão (*fb*)**

<i>POSIÇÃO DOS FUROS</i>	<i>fb MPa</i>
<i>Para blocos usados com furos na horizontal</i>	<i>≥ 1,5</i>
<i>Para blocos usados com furos na vertical</i>	<i>≥ 3,0</i>

Fonte: NBR 15270-3: 2005 - Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio

Em se tratando das características físicas e mecânicas, as construtoras não realizavam tais verificações, elas tomavam como referência os dados fornecidos pelas indústrias e não confrontavam esses resultados.

Sendo assim, de acordo com as visitas às obras e as observações feitas pelos monitores, alguns lotes, nas três construtoras, não apresentavam a qualidade necessária para atenderem às necessidades da racionalização e redução das perdas no serviço alvenaria, percebendo, com isso, que os consumidores ainda estão poucos exigentes, contribuindo para que a comercialização dos produtos cerâmicos não apresente a qualidade desejável, ou seja, não haja investimento qualitativo no processo produtivos dos materiais cerâmicos.

**4.6.3.2 Movimentação e armazenamento de materiais no canteiro de obras**

É comum ocorrer o duplo manuseio de materiais no canteiro. Esta situação costumeira pode ser atribuída tanto ao emprego inadequado da tecnologia adotada pela empresa quanto às falhas de planejamento e gerenciamento da obra (SCARDOELLI et al., 1994).

Erros cometidos no armazenamento de materiais de construção podem causar sérios problemas. Os materiais devem ficar organizados da maneira mais prática possível para não colocar em risco a produtividade da mão-de-obra e também evitar quebras, perdas e extravio.

Nas diversas etapas do processo produtivo de uma construção, é possível identificar tais atividades: preparação de materiais, construção propriamente dita e atividades de suporte. O

transporte é uma atividade de suporte que consome energia, tempo e mão-de-obra, além de contribuir na geração de elevados índices de desperdícios.

Tomando o exemplo do bloco cerâmico, pode-se verificar a inadequação do sistema de transporte comumente utilizado. Do forno, o bloco passa algum tempo armazenado na própria cerâmica; manualmente é carregado no caminhão e transportado até a obra. Na obra, raramente utiliza-se transporte adequado. Geralmente eles chegam a granel e são descarregados manualmente em qualquer local, às vezes até na calçada. Depois, são transportados para uma grande pilha e daí são levados até o guincho para serem empilhados no pavimento, sendo, por último, colocados junto ao andaime do pedreiro. Neste processo ocorrem perdas tanto de material como de mão-de-obra, consumindo recursos que não agregam valor ao produto final (SCARDOELLI et al., 1994). As Figuras 21A e 21B mostram o sistema de movimentação na indústria.



Figura 21 - Transporte de blocos para o pátio de armazenamento na indústria  
Fonte: GRIGOLETTI (2001)



Figura 21B - Blocos palletizados para transporte  
Fonte: MANFREDINI (2003)

Neste sentido, constata-se a afirmação da referida autora nas observações realizadas nos canteiros de obras pesquisados, principalmente, em se tratando da empresa não certificada, onde não usa critério algum no recebimento, armazenamento e transporte do material para as frentes de trabalho, ocasionando grandes perdas que não agregam valor ao serviço alvenaria e altos índices de perdas físicas. Em se tratando das outras empresas, observa-se que, a partir de procedimentos estabelecidos e padronizados, torna-se possível um controle eficaz, no entanto ainda constata-se a ocorrência de alguns lotes fora dos padrões de qualidade, falta de gerenciamento na aquisição dos mesmos, pedidos incompletos, acarretando desordenamento nos procedimentos executivos, e cortes excessivos dos blocos, resultando índices de perdas acima do preconizado em seus orçamentos.

A alternativa mais freqüente empregada para racionalizar o transporte de blocos é a utilização de *pallets*. O *pallet*, resumidamente, consiste no empacotamento do insumo que se pretende utilizar, garantindo a sua preservação durante o transporte do local de fabricação até o de utilização. Outra vantagem desta forma de transporte é a eliminação da necessidade de estoques intermediários, uma vez que a carga ao chegar à obra, pode ser içada até o pavimento de destino (SCARDOELLI et al., 1994).

Um fato observado nos canteiros do ponto de vista de gerenciamento é que nem sempre os fornecedores aceitam paletizar o material sem custo adicional. Uma alternativa encontrada por algumas empresas para solucionar este problema é o fornecimento do pallet ou paletizar no próprio canteiro. Para o transporte dos blocos paletizados são necessários carrinhos apropriados, piso nivelado, de preferência com o contrapiso.

Segundo Santos e Silva (1995), o custo dos desperdícios é que vem chamando mais atenção no setor atualmente. No Brasil este desperdício vinha sendo incorporado na etapa de avaliação econômica dos empreendimentos. Contudo, num ambiente mais competitivo, vem se tornando um fator de risco quanto à sobrevivência das empresas no mercado.

Ainda em relação ao mesmo autor, ele afirma que o sistema de movimentação e armazenamento assume papel importante para a melhoria dos níveis de produtividade na construção civil na medida em que a produtividade global da obra é dependente diretamente de sua eficiência e eficácia. Ele representa o funcionamento harmonioso dos diversos postos de trabalho. Uma das prioridades a serem levadas em consideração pela gerência do canteiro de obras é a manutenção das frentes de trabalho sempre abastecidas, com quantidade e qualidade correta dos materiais no tempo e custo adequados.

O planejamento de um empreendimento é fator de suma importância, pois atitudes tomadas em determinado setor afetam, direta ou indiretamente, com maior ou menor grau, outros setores da empresa. Desde a solicitação de um material até sua entrega no posto de trabalho, praticamente todos os setores da empresa são envolvidos.

Assim a lógica dos relacionamentos com o sistema de movimentação e armazenamento de materiais pode ser melhor analisada sob a ótica da relação cliente /fornecedor. Entende-se que os clientes e fornecedores internos que detêm maior relação com o sistema de movimentação e armazenamento de materiais encontram-se nos seguintes setores da empresa: projeto, planejamento e custos, obras, suprimentos e recursos humanos (SANTOS, 1995).

A gerência de suprimentos é o setor que mantém um contato mais direto com o sistema de movimentação e armazenamento de materiais. O sucesso da administração dos materiais no canteiro de obra tem relação direta com o alto desempenho deste sistema. O número de paradas por falta de material ou o excesso de descargas é um indicador da eficácia deste relacionamento, em nível de canteiro.

O setor de suprimentos deve contribuir para o planejamento dos estoques de materiais, ou seja, evitar ao máximo o congestionamento da obra no que se refere à quantidade demasiada de material estocado. Tal redução contribui para o aumento da eficiência do sistema de movimentação e armazenamento. É uma estratégia que outras indústrias adotam como forma de reduzir os custos globais de produção. Na indústria da construção civil, o fraco poder de barganha com os fornecedores, a diversificação de materiais e as incertezas da economia, marcaram um dimensionamento adequado às necessidades da produção. Além da questão financeira, a abundância de materiais contribui para o desinteresse dos operários com o desperdício.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1 Caracterização das indústrias e empresas construtoras pesquisadas**

Neste capítulo são descritos os estudos de caso que compõem a referida pesquisa, com o objetivo de caracterizar a forma de gerenciamento, planejamento da aquisição dos materiais, as incidências das perdas do produto praticado pelas empresas construtoras e indústrias cerâmicas, bem como, serão apresentados os resultados obtidos com as observações realizadas nas duas indústrias cerâmicas e nas três empresas construtoras que compuseram o múltiplo estudo de caso, com a discussão desses resultados.

#### **5.1.1 Caracterização da indústria X**

A indústria fica nos limites do perímetro urbano do município de Paudalho-PE. Foi fundada pelo pai do entrevistado, pertencendo, hoje, a dois irmãos que são sócios. A indústria necessita de pequenos reparos e os proprietários têm projetos de reforma, pois falta estrutura de apoio para seus funcionários como: alojamento, refeitório, equipamentos de transporte modernos, etc. Outro aspecto relevante, diz respeito às más condições da cobertura do galpão, levando a grandes infiltrações nos períodos de chuva, prejudicando a etapa de secagem das peças, ocasionando grandes prejuízos ou perdas. Alguns funcionários usam uniformes, outros ficam sem camisa, botas, luvas e protetores auriculares, apesar das exigências da empresa. Os proprietários moram em Recife e se deslocam diariamente para o referido município.

A referida indústria existe há cerca de 16 anos e produz diversos blocos cerâmicos respeitando o que preconiza a norma NBR 15270-1, 15270-2 e 15270-3 (ABNT, 2005). No pátio da indústria observa-se um grande acúmulo de resíduos e armazenamento de lenha. Os galpões são relativamente claros, necessitando de reparo na cobertura.

O Quadro 16 resume as características gerais da indústria; os produtos fabricados, quantidade mensal e preço de venda na época da pesquisa. Nas Figuras 22, 23 e 24, respectivamente, tem-se uma visão da indústria, os resíduos gerados e o armazenamento da fonte energética utilizada.

### QUADRO 16 - Características gerais da indústria X

<b>Produtos fabricados</b>	Blocos de: (7 x 19 x 19) cm (9 x 19 x 19) cm (9 x 14 x 19) cm (11,5 x 19 x 19) cm
<b>Nº de funcionários</b>	27 com 8 horas diárias
<b>Produção mensal</b>	740.000 Peças /mês Com capacidade instalada para 800.000 peças mês
<b>Fonte energética</b>	Lenha e Serragem
<b>Matéria-prima</b>	Argila Jazida de terceiro situada: argila Preta - 32 km, Argila vermelha -5 km
<b>Resíduos</b>	Doação p/ aterros e serviços de edificações
<b>Principais consumidores</b>	Construtoras e armazéns.
<b>Preço de venda (R\$ / milheiro)</b>	R\$ 195,00 (7 x 19 x 19) cm R\$ 210,00 (9 x 14 x 19) cm R\$ 160,00 (9 x 19 x 19) cm R\$ 260,00 (11,5 x 19 x 19) cm



Figura 22 - Visão interna da indústria X



Figura 23 - Resíduos gerados na queima de blocos cerâmicos da indústria X



Figura 24 - Armazenamento da fonte energética para fabricação de blocos cerâmicos da indústria X

### 5.1.2 Caracterização da indústria Y

A indústria fica nos limites do perímetro urbano do Município de Paudalho e existe a cerca de nove anos e foi instalada pelo atual proprietário. O pátio da indústria é bastante organizado, porém há uma reserva de resíduos acumulados em uma área. A indústria tem planos para expansão de produtos. É uma indústria de médio a grande porte, bem estruturada, com refeitórios, equipamentos automatizados, seus funcionários usam uniformes e equipamentos de proteção individual. O proprietário ressalta os cuidados efetivos em relação à produção respeitando o que estabelece a norma NBR 15270 da ABNT (2005).

Apresenta-se no Quadro 17, as características gerais da indústria, os diversos produtos fabricados, sua quantidade mensal e seu preço de venda na época da referida pesquisa. Nas Figuras 25, 26 e 27 tem-se uma visão externa da indústria, os resíduos gerados e o armazenamento da fonte energética utilizada.

**QUADRO 17 - Características gerais da indústria Y**

<b>Produtos fabricados</b>	Blocos de: (7 x 19 x 19) cm (9 x 19 x 19) cm (9 x 14 x 19) cm (11,5 x 19 x 19) cm Estrutural Laje
<b>Nº de funcionários</b>	82 com 8 horas diárias.
<b>Produção mensal</b>	2.000.000 peças/mês
<b>Fonte energética</b>	Lenha
<b>Matéria-prima</b>	Argila – jazida de terceiro e situada a 40 km
<b>Resíduos</b>	São comercializados
<b>Principais consumidores</b>	Atacadista: Armazéns de construção, construtoras, vendas direto ao consumidor.
<b>Preço de venda (R\$ / milheiro)</b>	R\$ 190,00 (7 x 19 x 19) cm R\$ 180,00 (9 x 19 x 19) cm R\$ 140,00 (9 x 14 x 19) cm R\$ 230,00 (11,5 x 19 x 19) cm R\$ 660,00 Estrutural R\$ 430,00 Laje





Figura 25 - Visão externa da indústria Y



Figura 26 - Resíduos gerados na queima de blocos cerâmicos da indústria Y



Figura 27 - Armazenamento da fonte energética para fabricação de blocos cerâmicos da indústria Y

### 5.1.3 Caracterização da empresa A e da obra pesquisada

A empresa em questão atua exclusivamente no ramo de edificações, existe há 6 anos e não possui nenhuma iniciativa com vistas à melhoria da qualidade e produtividade em seus canteiros.

Trata-se de uma construtora de pequeno porte, com sede no estado de Pernambuco e possui cerca de 38 funcionários alocados tanto no escritório como nas obras em construção.

No que diz respeito à obra estudada, esta configura-se num edifício residencial de 15 pavimentos, perfazendo aproximadamente 4.950 m<sup>2</sup>, como se apresenta na Figura 28.

Esta obra está sendo construída com recurso próprio, tendo sido possível o acompanhamento da elevação da alvenaria, tanto de periferia quanto interna, de modo que compõe o universo da pesquisa.





Figura 28 – Obra de responsabilidade da empresa A (Não Certificada)

#### **5.1.4 Caracterização da empresa B e da obra pesquisada**

A empresa na qual a obra em estudo pertence tem distribuídas suas atividades em construção e incorporação há 30 anos.

A empresa iniciou suas atividades em programas da qualidade em 2000, com a certificação ISO 9001, e é certificada no nível A do PBQP-H.

Trata-se de uma construtora de grande porte, com sede no estado de Pernambuco e possui, em média, 500 funcionários alocados tanto no escritório como nas obras em construção.

Em se tratando da obra estudada, configura-se num conjunto habitacional, com 6 prédios, com área construída de 14.948,64 m<sup>2</sup>, distribuídos em 7 pavimentos cada, sendo a área térrea reservada para três salões de festas, uma creche, uma piscina e playground e uma sala de musculação e ginástica, como se apresenta na Figura 29.

A referida obra está sendo construída sob regime de financiamento com a Caixa Econômica Federal e direto com o proprietário, com ritmo acelerado de andamento, possibilitando o acompanhamento da elevação das alvenarias.



Figura 29 – Obra de responsabilidade da empresa B (Certificada)

### **5.1.5 Caracterização da empresa C e da obra pesquisada**

A empresa da obra em questão atua há 32 anos e tem suas atividades centralizadas em construção e incorporação, atuando no segmento de administração e construção de condomínios fechados, incorporação de empreendimentos residenciais, comerciais e de lazer.

Trata-se de uma construtora de grande porte com sede no estado de Pernambuco, e possui cerca de 1500 funcionários alocados tanto no escritório, como nas obras andamento.

A empresa possui desde 1999 certificação de qualidade ISO 9001, em 2000 certificação no nível A do PBQP – H, e em 2007, certificação de qualidade ISO 14.000 e é uma das primeiras do Brasil com selo de segurança das Ohsas 18001.

No que diz respeito à obra em questão, esta configura-se num edifício residencial de alto padrão e luxo, com 29 pavimentos (garagem, área de lazer, 25 pavimentos tipo) perfazendo 8.218,60 m<sup>2</sup> de área construída. Veja a Figura 30.

Esta obra está sendo construída sob regime de condomínio, tendo sido possível o acompanhamento da elevação da alvenaria, tanto de periferia quanto interna, para compor o universo da pesquisa.



Figura 30 – Obra de responsabilidade da empresa C (Certificada)

## 5.2 Características técnicas das indústrias e empresas construtoras pesquisadas

A seguir serão apresentados os resultados colhidos através das visitas periódicas e de um *check list* construído como elemento norteador, de forma a permitir o processamento dos dados coletados, levando em consideração toda a caracterização das empresas pesquisadas.

De posse dos dados coletados e fornecidos através de planilhas, foram construídos os resultados fundamentados em medidas estatísticas descritivas de posição de tendência central e de dispersão, apresentando os índices de perdas médias, as perdas parciais médias e o gráfico de dispersão dos blocos cortados.

Através destes estudos foram analisadas as perdas dos blocos cerâmicos observadas na indústria, especificamente nas etapas de queima e expedição, e nas obras nos momentos de incidência como: recebimento, estocagem, transporte e execução.

Em seguida, foi realizada a distribuição das possíveis causas das perdas de blocos cerâmicos nas diferentes indústrias e obras pesquisadas.

## **5.2.1. Indústrias**

### **5.2.1.1 Indústria X**

#### **a. Motivação para atuar no setor**

A indústria foi herdada pelo pai do proprietário. Inicialmente funcionava uma fábrica de piso, porém havia o desejo de transformá-la em indústria cerâmica. Após a morte do pai, os filhos continuaram o seu projeto, pois cresceram participando das atividades na fábrica.

O proprietário chega a mencionar que o “barro” está no sangue, e que o setor é promissor, considerando que a sociedade tem como uma das necessidades básicas a moradia. Logo, ele afirma que a construção civil é promissora e que em Pernambuco, tradicionalmente, o bloco cerâmico é utilizado como elemento de vedação nos edifícios.

Para o proprietário, não faltará mercado para as indústrias que produzem com qualidade, que atendem aos requisitos das normas e às expectativas dos clientes. No entanto, o preço de venda do produto e os altos impostos constituem problemas.

#### **b. Descrição da mão de obra e produção**

O funcionamento da indústria se dá em três turnos. Vinte e sete funcionários trabalham, desde a produção ao setor administrativo, numa jornada diária de 8 horas de segunda à sexta-feira.

O grau de escolaridade da maioria dos funcionários é o 1º grau incompleto.

A produção começa às 7 horas e encerra às 17 horas. Na etapa de extração e preparação da matéria-prima a indústria tem um funcionário, com jornada de trabalho de 44 horas semanais.

Na etapa de moldagem/extrusão são envolvidos doze funcionários para a produção de blocos.

Na etapa de secagem são três funcionários com carga-horária de 44 horas semanais. Na etapa de queima, o número de funcionários envolvidos é de cinco, sendo três queimadores e dois metradores; esta etapa funciona 24 horas por dia.

Através dos dados colhidos do *check list* e das observações feitas, há dificuldade no trato com os funcionários, tendo em vista a dificuldade que apresentam em assimilar os conhecimentos necessários para executar as tarefas que lhes são determinadas.

### **c. Exploração, extração e preparação da matéria prima.**

O critério de escolha das jazidas foi a qualidade do material, atestada por sondagem e análise laboratorial, inclusive ensaio de resistência, realizado no ITEP. A jazida que possui a argila preta está situada a 32 km da indústria e a vermelha, a 5 km.

São retiradas, mensalmente, cerca de 720 toneladas de cada tipo de argila. Os equipamentos utilizados são pá-carregadeira e caminhão caçamba com capacidade de carga de 12 m<sup>3</sup>. O transporte do depósito de argila até o local de processamento é feito com o auxílio do caminhão caçamba e retro-escavadeira.

Após a dosagem e mistura das argilas, vem a etapa de desintegração e laminação. Cumprida esta fase, inicia-se o processo de extrusão. Na planta de produção da referida empresa há um caixão alimentador.

Segundo o proprietário, com a extração e o transporte da argila, são consumidos em torno de 700 litros de diesel por mês.

A empresa dispõe de apenas um funcionário para realizar esta etapa, com uma jornada de trabalho de 44 horas semanais.

Segundo o proprietário, a empresa realiza o sazonalamento da argila que é armazenada em galpão aberto em forma piramidal, separando-se a vermelha da preta.

### **d. Moldagem**

Após a matéria-prima passar pelo caixão alimentador, segue para extrusora (maromba). Nesta etapa os blocos cerâmicos são moldados, de acordo com as dimensões estabelecidas.

A seleção das peças defeituosas e das peças que irão para a etapa de secagem é feita de forma visual, por qualquer funcionário que esteja envolvido no processo de moldagem. São descartadas, aproximadamente, 22.000 peças por mês, a partir da identificação de defeitos

ocasionados por rasgos ou impurezas. As peças descartadas voltam para o caixão alimentador sem algum controle efetivo.

A capacidade da extrusora é de aproximadamente 800 mil peças por mês, tomando-se como base o tijolo de (9 x 19 x 19) cm. É explorado cerca de 92,5 % deste potencial.

A indústria tem um consumo total de energia de aproximadamente 1.000 kWh. Os seus equipamentos têm cerca de 20 anos de uso.

#### **e. Secagem**

Após serem moldadas, as peças seguem para a etapa de secagem. O processo de secagem é natural (exposição ao vento), durando cerca de quatro dias no verão e quinze dias no inverno.

As peças são dispostas em pilhas. Na medida em que são retiradas, faz-se uma nova seleção e as peças defeituosas são separadas e encaminhadas para as etapas anteriores.

#### **f. Queima**

A queima é realizada em forno tipo Hoffman. O processo envolve cinco funcionários e o tempo gasto no processo gira em torno de 12 horas. O número de peças encaminhadas para o forno gira em torno de 37.000 mil por dia.

A fonte de energia empregada nesta etapa é a lenha e a serragem, ambas oriundas de pequenos produtores da região. O consumo de lenha é de 740m<sup>3</sup> /mês e de serragem, de 4 t /mês. O proprietário ressalta que a serragem não tem alto poder calorífico, por isso a utiliza no final da queima.

Segundo o proprietário, as peças são selecionadas visualmente; as descartadas são doadas.

#### **g. Produto acabado**

Depois da etapa de queima as peças são selecionadas e estocadas em pilhas a céu aberto, em uma área de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>, até serem transportadas para o consumidor através de caminhão.

São 8 funcionários envolvidos nesta etapa e, em média, cada um desenforma 4 linhas por dia, realizando, inclusive, o transporte através de carro-de-mão confeccionado na própria empresa.

Os principais consumidores são as construtoras; um percentual pequeno é destinado aos armazéns de construção e a particulares, tanto no município de Paudalho, como na cidade do Recife.

A maior dificuldade enfrentada pela indústria refere-se ao preço de venda dos produtos, pois desde o início da implantação do plano Real os insumos aumentaram significativamente e os preços dos produtos cerâmicos mantiveram-se estável. Através das observações e acompanhamentos de planilhas, verificou-se que de 1994 a 2005 o preço de venda do Bloco de (9 x 9 x 19) cm que era R\$ 140,00, é hoje R\$ 210,00.

### **5.2.1.2 Indústria Y**

#### **a. Motivação para atuar no setor**

A indústria encontrava-se desativada e o atual proprietário negociou sua compra há nove anos e realizou vários investimentos, modernizando sua planta de produção. É uma tradição familiar atuar no setor da indústria cerâmica vermelha, vem desde o avô.

O proprietário ressalta que o setor é promissor e que em Pernambuco os blocos cerâmicos são tradicionalmente utilizados nas construções de habitações. Para ele, produzindo com qualidade e atendendo as expectativas dos clientes, não faltará mercado.

Porém, os problemas que ele enfrenta ao longo desses anos é a concorrência com empresas que não valorizam a qualidade de seus produtos, o preço de mercado e os altos impostos.

#### **b. Descrição da mão-de-obra e produção**

O funcionamento da indústria se dá em três turnos. Oitenta e dois funcionários trabalham, desde a produção ao setor administrativo, numa jornada diária de 8 horas de segunda a sexta-feira e no sábado, meio expediente.

O grau de escolaridade da maioria dos funcionários é o 1º grau incompleto.

A produção começa às 7 horas. Na etapa de extração e preparação da matéria-prima, a indústria tem um funcionário, com jornada de trabalho de 8 horas.

Na etapa de moldagem / extrusão são envolvidos 13 funcionários para a produção de blocos.

Na etapa de secagem, são dois funcionários com carga horária de 44 horas semanais. Na etapa de queima, que funciona 24 horas por dia, o número de funcionários envolvido é doze, sendo 3 queimadores e 9 forneiros.

Através de dados colhidos com o *check list* e das observações feitas “in loco” constata-se que há dificuldade no trato com funcionários, tendo em vista a limitada formação acadêmica; para tanto a indústria dispõe de dois encarregados na produção.

### **c. Exploração, extração e preparação da matéria-prima**

A jazida de exploração é terceirizada, com boa qualidade, resultado obtido através da análise laboratorial junto ao ITEP. Fica situada a 40 km da indústria.

São retiradas, mensalmente, cerca de 10.400 toneladas de argila. Os equipamentos utilizados são pá-carregadeira e caminhão caçamba com capacidade de carga de 12 m<sup>3</sup>. O transporte do depósito de argila até o local de processamento é feito com o auxílio do caminhão caçamba e retro-escavadeira.

Após a dosagem e mistura das argilas, vem a etapa de desintegração e laminação. Cumprida esta fase, inicia-se o processo de extrusão. Com a extração e o transporte da argila, são consumidos em torno de 3.000 litros de diesel por mês, para transportar parte da argila.

A referida empresa realiza o sazonalamento da argila e a armazena em galpão aberto em forma piramidal e separada por tipo.

### **d. Moldagem**

Após a matéria-prima passar pelo caixão alimentador, desintegrador, laminador e bomba à vácuo, segue para a extrusora (maromba). Nesta etapa, os blocos cerâmicos são moldados, de acordo com as dimensões estabelecidas.

A seleção das peças defeituosas e as que irão para a etapa de secagem são feitas de forma visual, por qualquer funcionário que esteja envolvido na etapa de moldagem. É



descartada uma quantidade significativa, mas que não foi informada por falta de controle, a partir da identificação de defeitos ocasionados por rasgos ou impurezas. As peças descartadas retornam para o caixão alimentador, sem qualquer controle efetivo.

Os equipamentos em geral têm cerca de 6 anos e a indústria não dispõe do consumo de energia mensal de cada um deles. A capacidade efetiva de produção do equipamento é em torno de 3.640.000 mil peças por mês.

#### **e. Secagem**

Após serem moldadas, as peças seguem para a etapa de secagem. A indústria utiliza a secagem natural e artificial. No entanto, a observação da produção das peças na referida pesquisa deteve-se à secagem artificial, que dura em torno de 24 horas, mas antes das peças entrarem na estufa elas passam 72 horas secando naturalmente (descanso da massa), só após este processo são encaminhadas para o forno.

As peças são dispostas em vagonetas e o processo dura cerca de 24 horas, onde se utiliza energia elétrica para os motores e lenha como combustível para gerar o calor. Antes de encaminhá-las para a estufa, é feito o controle das peças defeituosas onde são separadas para serem usadas como matéria-prima.

#### **f. Queima**

Os fornos utilizados na indústria são os do tipo túnel e Hoffmann, no entanto a pesquisa limitou-se a análise da produção do forno tipo túnel. A capacidade instalada da referida indústria é de 1.131.000 peças por mês. O processo envolve 3 funcionários por turno e o tempo gasto no processo é em torno de 24 horas. O número de peças encaminhadas para o forno é em torno de 33.700 mil por dia.

A fonte de energia empregada nesta etapa é a lenha oriunda de pequenos produtores da região. O consumo da lenha é em torno de 400 a 500 m<sup>3</sup>/ mês.

As peças são selecionadas visualmente onde as peças defeituosas são comercializadas como metralhas.

### **g. Produto acabado**

Foi observado durante a pesquisa que a referida empresa se preocupa em oferecer para o mercado produtos com qualidade, buscando, com isso, oferecer produtos diferenciados para aumentar a competitividade, mas ainda encontra muitas barreiras, pois parte dos consumidores priorizam apenas custo.

Depois da etapa de queima as peças são selecionadas e estocadas a céu aberto ou saem do forno e são carregadas nos caminhões e transportadas ao consumidor. A área de estocagem da indústria é de aproximadamente 700 m<sup>2</sup>.

Os principais consumidores são construtoras e armazéns. Cerca de 40 a 50 % da produção destina-se ao consumidor atacadista (armazém) e um percentual pequeno é destinado à venda direta (particular) tanto no município de Paudalho como nas áreas circunvizinhas e na cidade do Recife.

A maior dificuldade enfrentada pela indústria refere-se à concorrência, principalmente das empresas que não investem na qualidade de seus produtos, onde alegam a crise do país, os altos impostos e não investem tecnologicamente em sua produção.

## **5.2.2 Empresas construtoras**

### **5.2.2.1 Empresa A**

Esta empresa nunca participou de programas de treinamento para a qualidade, bem como não possui nenhum projeto de melhoria de qualidade.

#### **a. Identificação e dados referentes à obra**

O Quadro 18, apresentado a seguir, descreve dados relativos à obra em estudo, colhidos durante as visitas com o auxílio de um *check list*.

**QUADRO 18 - Identificação da obra da empresa A e características da produção**

Fatores avaliados	Características observadas
Tipo de edificação, número de pavimentos e área construída	Edifício residencial com 15 pavimentos sendo 05 apartamentos por andar e área construída de 4.950 m <sup>2</sup>
Equipamentos utilizados na marcação de alvenaria	- Nível de madeira - Fio de prumo - Mangueira de nível - Linha de pedreiro - Esquadro de madeira
Material estudado	Bloco cerâmico de (9 x 9 x 19) cm
Tipo de argamassa	Produzida em obra
Forma de produção da argamassa	Betoneira

**b. Dados referentes ao recebimento e armazenamento dos blocos**

O Quadro 19 relaciona questões referentes às observações realizadas durante a pesquisa no que diz respeito ao recebimento e armazenamento dos blocos cerâmicos.

Os blocos são materiais de custo relativamente baixo, porém seu manuseio envolve grandes atividades de fluxo, em função do volume a ser transportado e estocado. Verifica-se, portanto, a importância da análise dos procedimentos adotados pela empresa para apresentação das prováveis causas de perdas deste material.

**QUADRO 19 - Características do recebimento e armazenamento dos blocos**

Fatores avaliados	Características observadas
Ensaio laboratorial para aceitação do bloco	A empresa não possui nenhum funcionário responsável pelo controle e recebimento do material. Qualquer funcionário pode fazê-lo. A empresa só realiza a inspeção visual de forma aleatória.
Possui local pré-definido para recebimento do bloco?	Há um espaço pré-definido, porém algumas vezes, no momento da entrega do material, que é feita a granel, foi descarregado na calçada.
O bloco é descarregado no local de armazenamento?	Em algumas vezes o material foi descarregado na calçada ocasionando duplo manuseio, favorecendo a pequenos índices de perdas nesta etapa.
A obra possui algum equipamento para redução do esforço do operário no descarregamento?	Não. O material é entregue no canteiro a granel e o transporte manual é feito através de carro-de-mão contribuindo muitas vezes para o tombamento do mesmo.
A base de armazenamento é plana e protegido de chuva?	A base não é totalmente plana e o material é armazenado a céu aberto.
Altura da pilha	2,0 m
Como é feito o armazenamento das pilhas dos blocos?	A empresa utiliza o armazenamento dos blocos empilhados, onde cada pilha é constituída pelo mesmo tipo de material.

### c. Dados referentes ao serviço de alvenaria

O Quadro 20 relaciona particularidades relativas à mão-de-obra utilizada na execução da alvenaria, formas de contratação, equipamentos para transporte e controle de execução, bem como, dados referentes ao projeto executivo da alvenaria.

**QUADRO 20 - Características relativas ao serviço de alvenaria**

Fatores avaliados	Características observadas
Tipo de mão-de-obra	Mão-de-obra própria da empresa
Formas de contratação da mão-de-obra	Contratação por serviço
A mão-de-obra participa de treinamentos?	Não
Equipamento utilizado no transporte do armazenamento ao posto de trabalho	- Elevador de carga - Guincho de coluna - Carrinho de mão
Equipamentos utilizados para controle de produção.	- Fio de prumo - Escantilhão de madeira - Mangueira de nível - Linha de Pedreiro - Colher de Pedreiro - Caixote de madeira - Betoneira
Composição da equipe de produção	- Servente - Pedreiro
Composição da equipe de controle e supervisão	- Mestre-de-obras
Há projeto específico para execução da alvenaria?	Não

#### 5.2.2.2 Empresa B

A empresa é certificada, participa de programas de treinamento para qualidade, envolvendo desde engenheiros, estagiários e operários.

Possui procedimento de execução de serviço (PES), com descrição dos materiais e equipamentos a serem utilizados na execução de alvenaria em blocos cerâmicos. Seu método executivo descreve condições para o início da execução do serviço e procedimentos de marcação e execução da elevação da alvenaria, bem como, há um controle dos serviços executados através de uma ficha de verificação (FV).

Possui, também, uma ficha de verificação do material (FVM), que descreve as atividades necessárias na aquisição e inspeção dos materiais e a FVS (ficha de verificação de serviço), realizando, neste caso, a inspeção e medição do serviço.

### a. Identificação e dados referentes à obra

O Quadro 21, apresentado a seguir, descreve dados relativos à obra em estudo, colhidos durante as visitas com o auxílio de um *Check List* elaborado com o objetivo de caracterizar cada etapa de produção.

**QUADRO 21 - Identificação da obra da empresa B e características da produção**

Fatores avaliados	Características observadas
Tipo da edificação, número de pavimentos e área construída	Conjunto Residencial, com 7 pavimentos, sendo 4 apartamentos por andar e possui 14.948,64, m <sup>2</sup> de área construída. Um total de 168 apartamentos por conjunto.
Equipamentos utilizados na marcação da alvenaria	- Trena - Fio de prumo - Mangueira de nível - Linha de pedreiro - Esquadro metálico - Régua de alumínio
Material estudado	Bloco cerâmico de: (7x19 x 19) cm (7x19 x 9,5) cm (9x19 x 19) cm (9x19 x 9,5) cm (12 x 19 x 19) cm (12 x19 x 9,5) cm
Tipo de argamassa	Industrializada
Forma de produção da argamassa	Produção no pavimento através de argamassadeira

### b. Dados referentes ao recebimento, transporte e armazenamento dos blocos

O Quadro 22 retrata questões relativas às observações colhidas durante a pesquisa no que diz respeito ao recebimento, transporte e armazenamento dos blocos cerâmicos.

Este sistema inclui o fluxo de materiais, equipamentos, mão-de-obra, armazenamento intermediário, métodos de movimentação vertical e horizontal, além do planejamento do canteiro, constituindo-se, então, um quadro possível para identificação das prováveis causas de perdas na referida obra.

**QUADRO 22 - Características do recebimento e armazenamento dos blocos**

Fatores avaliados	Características observadas
Ensaio laboratorial para aceitação do bloco	A empresa tem um funcionário responsável pelo controle e recebimento do material. Para a aceitação do produto, a empresa não realiza nenhum ensaio em laboratório, realizando a inspeção visual (trincas, quebras, superfícies irregulares, conformidade de cor), planeza das faces, desvio em relação ao esquadro e dimensão.
Possui local pré-definido para recebimento do bloco?	Sim. O material é descarregado em local pré-estabelecido para armazenamento, onde não houve, em nenhum momento, duplo manuseio.
A obra possui algum equipamento para redução do esforço do operário no descarregamento?	Não. O material é entregue no canteiro a granel e o transporte manual é feito através do carro-de-mão e grua.
A base de armazenamento é plana e protegida de chuva?	Não. O material é armazenado a céu aberto e não há proteção contra umidade do solo na base das pilhas, esporadicamente usam lonas em períodos de precipitação pluviométrica.
Altura da pilha	1,80 m
Como é feito o armazenamento das pilhas dos blocos?	Os blocos são separados por tipo e dimensão, onde as últimas fiadas são amarradas de modo a evitar o tombamento.

**c. Dados referentes ao serviço alvenaria**

O Quadro 23 relaciona particularidades relativas à mão-de-obra utilizada na execução da alvenaria, formas de contratação, equipamentos para transporte e controle da execução, bem como, dados relativos ao projeto executivo da alvenaria.

**QUADRO 23 - Características relativas ao serviço de alvenaria**

Fatores avaliados	Características observadas
Tipo de mão-de-obra	Mão-de-obra própria da empresa
Formas de contratação	Contratação por serviço
Participação em treinamento	Sim.
Equipamento utilizado no transporte do armazenamento ao posto de trabalho	Carrinho de mão e grua
Equipamento utilizado para controle da produção	Fio de prumo, escantilhão metálico, escantilhão de madeira, mangueira de nível, linha de pedreiro, esquadro metálico, desempenadeira estreita, caixotes de argamassa, argamassadeira mecânica e andaime de madeira
Composição da equipe de produção	- Serventes - Pedreiros
Composição da equipe de controle e supervisão	- Estagiário - Mestre-de-obras - Encarregado, engenheiro
Há projeto específico para execução da alvenaria?	Não

### 5.2.2.3 Empresa C

A referida empresa é certificada, participa de treinamento para a qualidade, envolvendo desde engenheiros, estagiários, mestre-de-obras, encarregados e operários.

Sendo assim, a empresa possui procedimento de execução de serviço (PES), o qual discrimina todos os materiais e equipamentos a serem utilizados na execução de alvenaria em blocos cerâmicos. Descreve ainda, seu método executivo, as condições necessárias para o início da execução do serviço, bem como procedimentos de marcação e execução de elevação da alvenaria.

Além destes controles, ainda detalha, através de formulários, controle de recebimento dos materiais, discriminando forma de armazenamento e os ensaios expeditos necessários à aceitação ou rejeição dos lotes.

#### a. Identificação e dados referentes à obra

O Quadro 24 apresentado a seguir descreve dados relativos à obra em estudo, escolhidos durante as visitas periódicas, com o auxílio de um *check list* elaborado com o objetivo de caracterizar cada etapa de produção.

**QUADRO 24 - Identificação da obra da empresa C e características da produção**

Fatores avaliados	Características observadas
Tipo de edificação, número de pavimentos e área construída	Edifício Residencial, com 29 pavimentos sendo, 01 apartamento por andar e possui 8.218,60 m <sup>2</sup> de área construída
Equipamentos utilizados na marcação da alvenaria	- Trena - Fio de prumo - Mangueira de nível - Linha de pedreiro - Esquadro metálico - Régua de alumínio
Material estudado	Bloco cerâmico (9 x 19 x 19) cm (12 x 19 x 19) cm
Tipo de argamassa	Industrializada
Forma de produção da argamassa	Produção no pavimento através de argamassadeira. Com capacidade de 120 litros

### **b. Dados referentes ao recebimento, transporte e armazenamento dos blocos**

O Quadro 25 apresenta dados das observações colhidas durante as visitas realizadas no que diz respeito ao recebimento, transporte e armazenamento dos blocos cerâmicos.

Este sistema inclui o fluxo de materiais, equipamentos, mão-de-obra, armazenamento intermediário, métodos de movimentação vertical e horizontal, além do planejamento do canteiro de obra, constituindo-se, então, um quadro possível para identificação das prováveis causas de perdas na referida obra.

**QUADRO 25 - Características do recebimento e armazenamento dos blocos**

<b>Fatores avaliados</b>	<b>Características observadas</b>
Ensaio laboratorial para aceitação do bloco	A empresa possui um funcionário na obra responsável pelo controle e recebimento do material
Possui local pré-definido para recebimento do material?	Sim. Não há duplo manuseio
A obra possui algum equipamento para redução do esforço do operário no descarregamento?	Sim. Carro-de-mão, porta pallet.
A base de armazenamento é plana e protegida de chuva?	Sim. O material é armazenado no pavimento térreo, protegido contra chuva e umidade do solo
Altura do pallet	1,28 m
Como é feito o armazenamento das pilhas dos blocos?	O material é entregue paletizado

### **c. Dados referentes ao serviço alvenaria**

O Quadro 26 descreve dados relativos à mão-de-obra utilizada na execução da alvenaria, formas de contratação, equipamentos para transporte do material e controle da execução e dados relativos ao projeto executivo da alvenaria.



**QUADRO 26 - Características relativas ao serviço de alvenaria**

<b>Fatores avaliados</b>	<b>Características observadas</b>
Tipo de mão-de-obra	Mão-de-obra própria da empresa
Formas de contratação	Contratação por serviço
Participação em treinamentos	Sim
Equipamentos utilizados no transporte do armazenamento ao posto de trabalho	- Carro-de-mão - porta pallet - Elevador de obra
Equipamento utilizado para controle da produção	- Fio de prumo - Escantilhão metálico - Pistola de fixação de tela - Mangueira de nível - Linha de Pedreiro - Esquadro metálico - Paleta - Colher de pedreiro - Caixotes de argamassa - Argamassadeira mecânica - Andaime de metálico
Composição da equipe de produção	- Serventes - Pedreiros
Composição da equipe de controle e supervisão	- Estagiário - Mestre-de-obra - Encarregado - Engenheiro
Há projeto específico para execução da alvenaria?	Sim

### 5.3 Indicadores de perdas

Neste estudo foram utilizadas medidas estatísticas descritivas de posição de tendência central e de dispersão.

#### 5.3.1 Indicadores de perdas nas indústrias

O presente item objetiva apresentar uma análise dos resultados obtidos em campo para a definição dos índices de perdas de blocos cerâmicos nas etapas de queima e expedição das indústrias pesquisadas.

##### 5.3.1.1 Indústria X

Na indústria X diariamente se produzia blocos cerâmicos, onde na maioria das observações e visitas, o bloco que mais se produzia era o (9 x 19 x 19) cm, tendo em vista o volume solicitado pelos consumidores.

Durante a etapa de levantamento de dados, foi possível acompanhar todo o processo de produção dos blocos, principalmente a etapa de queima e expedição, objeto deste estudo.

Os Quadros 27 e 28 e as Figuras 31 e 32 relacionam as quantidades de blocos produzidos e solicitados pelo consumidor e os índices de perdas nas etapas de queima e expedição durante o período em análise.

### QUADRO 27 - Perdas na etapa de queima na indústria X

Produção de lotes observados	CERÂMICA X			
	Perdas na etapa de queima			
	Peças fumaçadas (cruas)		Peças perdidas no desenformo	
	Unid.	%	Unid.	%
13.000	87	0,67	193	1,48
6.500	97	1,49	198	3,05
6.500	144	1,75	154	2,37
6.500	354	5,45	205	3,15
5.500	1.000	18,18	200	3,64
16.800	964	5,74	100	0,60
4.800	1.336	27,83	85	1,77 *
10.700	3.380	31,59	80	0,75 *
9.900	500	5,05	90	9,09
16.800	1.240	7,38	980	5,83
10.200	1.800	17,65	150	1,47
13.890	400	2,88	100	0,72
14.020	270	1,93	120	0,86
5.360	1.700	31,72	120	2,24 *
9.200	280	3,04	50	0,5
11.100	700	6,31	70	0,63
10.700	1.100	10,28	100	0,93
5.500	1.000	18,18	200	3,64
3.600	50	1,39	0	0,00
9.600	0	0,00	55	0,57
1.300	200	15,38	50	3,85
3.600	189	5,25	134	3,72
<b>∑195.070</b>	<b>∑16.761</b>	<b>Média 8,59</b>	<b>∑4.244</b>	<b>Média 2,18</b>

\* Resultados obtidos em função de um caso isolado

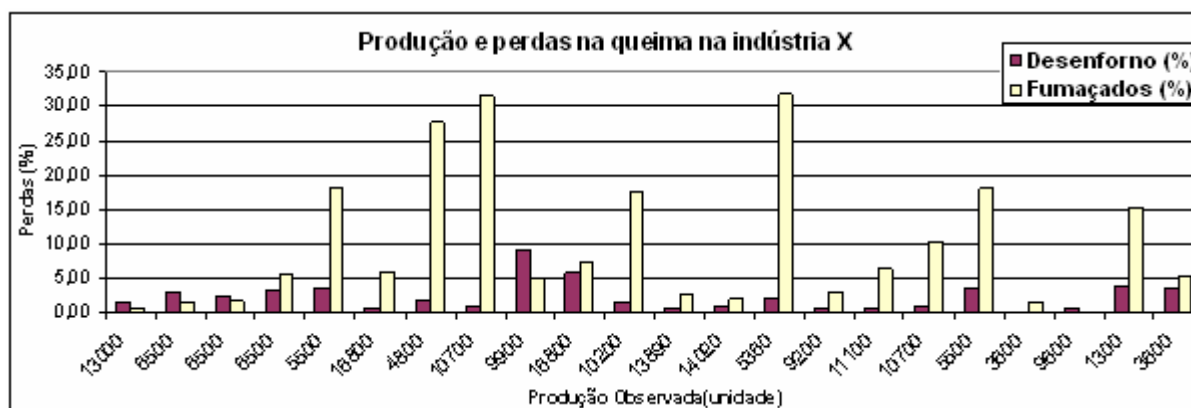


Figura 31 – Índice de perdas na etapa de queima na indústria X

Como podem ser observados no Quadro 27 e Figura 31, os índices de perdas na etapa de queima variaram de 0 % a 9,09 %, apresentando grande dispersão.

O índice de perda do total das observações efetuadas na etapa de queima, classificada como peças perdidas no desenformo foi de 2,18 %.

Na etapa de queima, outro aspecto observado são os blocos fumaçados (crus), considerados como perdas indiretas, pois eles retornam para o forno demandando uma nova carga energética e mão-de-obra. É importante salientar que durante o período de coleta, da produção observada, dos 195.070 blocos, 16.761 blocos tiveram que retornar para a etapa de queima, aqui denominados de fumaçados (crus), representando um índice de 8,59 %, conforme Quadro 27 e Figura 31.

Para a etapa de expedição, o Quadro 28 e Figura 32 apresentam o percentual de perdas que variaram entre 0,49 a 2,44 %, onde o índice de perdas da referida empresa para esta etapa, envolvendo o carregamento do caminhão através do manuseio dos blocos por parte dos funcionários e a quantidade de blocos sobressalente, que é a quantidade de blocos colocados a mais no caminhão, foi de 1,09 %.

**QUADRO 28 - Perdas na etapa de expedição na indústria X**

Estoque	Pedido	Perdas na expedição		Perda total		Estoque remanescente	
		Carregamento	Sobressalente	Unid.	%	Unid.	%
		Unid.	Unid.				
9.000	8.000	200	20	220	2,44	780	8,67
7.150	7.000	15	20	35	0,49	115	1,61
7.500	6.000	72	15	87	1,16	1.413	18,84
7.000	6.000	35	20	55	0,79	945	13,50
8.500	6.000	60	20	80	0,94	2.420	28,47
8.000	6.000	35	20	55	0,69	1.945	24,31
7.000	6.000	40	20	60	0,86	940	13,43
6.000	5.000	53	20	53	0,92	927	15,75
6.000	5.000	55	20	75	1,25	925	15,42

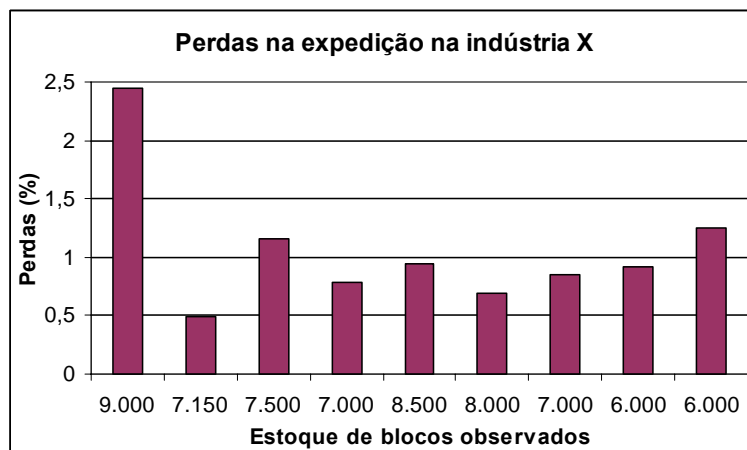


Figura 32 – Índice de perdas na etapa de expedição na indústria X

A porcentagem de perdas desta indústria foi de 3,27 %, onde obteve 2,18 % na etapa de queima e 1,09 % na expedição. Este material é resíduo e a indústria faz doação para comunidades circunvizinhas.

Uma pesquisa realizada pelo SENAI/RS (2000) apud Grigoletti (2001), aponta uma variação de percentual médio de perdas de produto acabado de 1,0% a 10,0%, mostrando que a empresa pesquisada apresenta um índice médio, apesar da necessidade de investimentos tecnológicos e mão-de-obra qualificada para realização de funções específicas.

Para a Indústria pesquisada, este índice de perdas é decorrente da falta de energia elétrica e refugo no forno durante um período extenso e isto pode ser observado através do quadro 27, nos lotes de 4.800, 10.700 e 5.360, onde os índices de perdas dos blocos fumaçados foram respectivamente 27,83 %; 31,59 % e 31,72 %, caracterizando consumo extra de fonte energética e mão-de-obra, denominando perdas incorporadas e que não são computadas no custo final do produto, pela falta de controle existente. No entanto os índices pós-queima foram respectivamente 1,77 %; 0,75 % e 2,24 %. Além desta, a disposição das pilhas no forno, a falta de manutenção do forno, falta de regulagem das boquilhas acarretando blocos não-conformes, implicando em tempo de queima maior, funcionários sem treinamentos para realização das tarefas, quantidade de blocos colocados a mais no carregamento do caminhão, em virtude da forma do transporte a granel, foram fatores determinantes que contribuíram para estes índices.

### 5.3.1.2 Indústria Y

Na indústria Y, diariamente, o maior fluxo de pedido e de produção era do bloco cerâmico de (9 x 19 x 19) cm. Logo, este tipo de bloco foi o mais analisado durante as observações. Salienta-se que o bloco de (7 x 19 x 19) cm na referida indústria é feito sob encomenda, na maioria das vezes, pelas construtoras.

Durante a etapa de levantamento de dados, foi possível acompanhar todo o processo de produção dos blocos, principalmente a etapa de queima e expedição, objeto deste estudo.

Os Quadros 29 e 30 e Figuras 33 e 34 apresentam a quantidade de blocos produzidos e solicitado pelo consumidor e os índices de perdas nas etapas de queima e expedição durante o período de coleta dos dados.

**QUADRO 29 - Perdas na etapa de queima na indústria Y**

CERÂMICA Y				
Produção de lotes observados	Perdas na etapa de queima			
	Peças fumaçadas (cruas)		Peças perdidas no desenformo	
	Unid.	%	Unid.	%
11.200	700	6,25	200	1,79
11.200	730	6,52	240	2,14
11.200	710	6,34	215	1,92
11.200	650	5,80	218	1,95
11.200	764	6,82	240	2,14
32.500	1.296	3,99	240	0,74
32.500	1.302	4,01	220	0,68
32.500	1.286	3,96	263	0,81
8.125	155	1,91	240	2,95
3.360	140	4,17	20	0,60
3.360	128	3,81	32	0,95
3.360	158	4,70	35	1,04
<b>∑171.705</b>	<b>∑8.019</b>	<b>Média 4,67</b>	<b>∑2.163</b>	<b>Média 1,26</b>

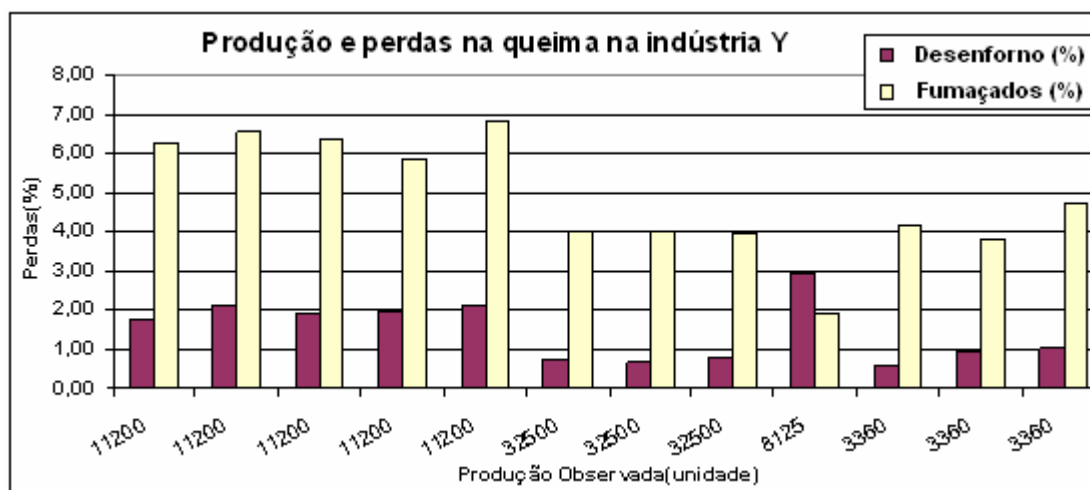


Figura 33 – Índice de perdas na etapa de queima na indústria Y

Como podem ser observados no Quadro 29 e Figura 33 os índices de perdas na etapa de queima variaram entre 0,60 a 2,95 %. No entanto, pode ser observado que durante o período coletado, da produção de 171.705 blocos, tiveram que retornar 8.019 para a etapa de queima, tendo em vista não estarem totalmente queimados, denominados fumaçados (crus), tendo um índice de 4,67 % da produção observada, considerados como perdas indiretas, pois retornam para o forno demandando uma nova carga energética e mão-de-obra.

O índice de perdas do total das observações efetuadas na etapa de queima, classificado como peças perdidas no desenformo, foi de 1,26 %.

Para a etapa de expedição o Quadro 30 e Figura 34 apresentam o percentual de perdas que variam entre 0,48 % a 1,01 %, onde o índice de perdas da referida empresa, para esta etapa, envolvendo o carregamento do caminhão, foi de 0,88 %. Este fato pode ser justificado pelo investimento por parte da indústria e construtora contratante nesta etapa de expedição, realizando o transporte paletizado.

**QUADRO 30 - Perdas na etapa de expedição na indústria Y**

Estoque	Pedido	Perdas na expedição		Estoque remanescente	
		Carregamento		Unidade	%
		Unidade	%		
8.000	5.928	81	1,01	1.991	24,89
7.000	5.928	67	0,96	1.005	14,36
8.000	5.928	81	1,01	1.991	24,89
8.000	5.928	77	0,96	1.995	24,94
8.000	5.928	38	0,48	2.034	24,43

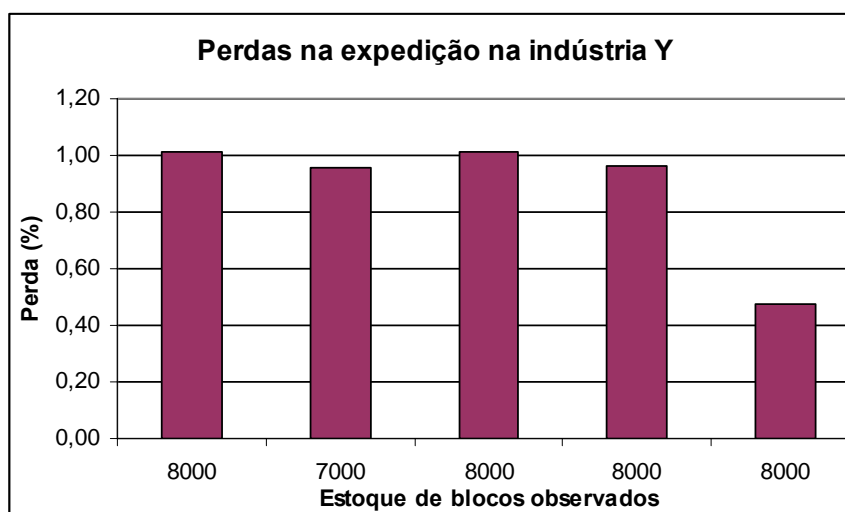


Figura 34 – Índice de perdas na etapa de expedição na indústria Y

A porcentagem de perdas desta indústria foi de 2,14 %. Este material é resíduo e a indústria vende para diversas finalidades.

Conforme pesquisa realizada pelo SENAI/RS (2000) apud Grigoletti (2001), citada no item 5.3.1.1 aponta que a empresa encontra-se com índice relativamente baixo e aceitável, podendo reduzi-lo.

Outro aspecto de suma importância é a utilização do forno túnel que é eficiente em termos de consumo de energia e de fácil operação, podendo apresentar problemas durante o preaquecimento, gerando trincas e deformações nas peças.

Para a indústria pesquisada, este índice de perdas é causado pela má qualidade na secagem, o material, perdas totais, falta de controle da temperatura no forno, falta de treinamento do pessoal responsável pela queima, falta de cuidado no manuseio no momento da organização do pallet.

Pode ser observado, ainda, que, apenas o lote 8.125, as perdas no ato do desenformo superaram os fumaçados (crus). Os demais obtiveram índices superiores em relação às perdas no desenformo, porém percebe-se a necessidade de modernizar as tecnologias de produção, buscando aumentar a produtividade, a qualidade e a redução do consumo de energia para reduzir as perdas nesta etapa, até porque os blocos retornam para o forno gerando gastos desnecessários, e isto é verificado na Figura 33, onde os índices variaram entre 1,91 % a 6,82 % do lote observado.

### **5.3.1.3 Comparação dos indicadores de perdas nas indústrias pesquisadas**

A análise dos resultados apresentados na Figura 35 mostra que a indústria X obteve índices de perdas superiores ao da indústria Y.

A Indústria X obteve índice na expedição de 1,09 % e a Indústria Y de 0,88 %, esta pequena diferença pode ser justificada na forma como os blocos são transportados da indústria ao consumidor, pois a indústria X não utiliza o sistema paletizado em virtude da dificuldade de repassar os custos adicionais para o consumidor, que muitas vezes não tem conhecimento técnico necessário ao entendimento dos ganhos em termos de produtividade, racionalização e qualidade do sistema de movimentação, realizando o carregamento do

caminhão a granel e tendo que adicionar um quantitativo a mais de blocos para garantir a reposição das prováveis perdas geradas no trajeto.

Assim, admite-se que os índices encontrados são aceitáveis, mas a partir da avaliação desses elementos na Figura 35, pode-se concluir da grande importância de estudos prévios sobre o processo produtivo, da necessidade de reduzir a ocorrência de atividades que não agregam valor, da necessidade da modernização da fábrica em busca de uma melhor competitividade, melhores condições de trabalho para os operários investindo em equipamentos de fácil manejo, diminuindo, assim, o esforço físico.

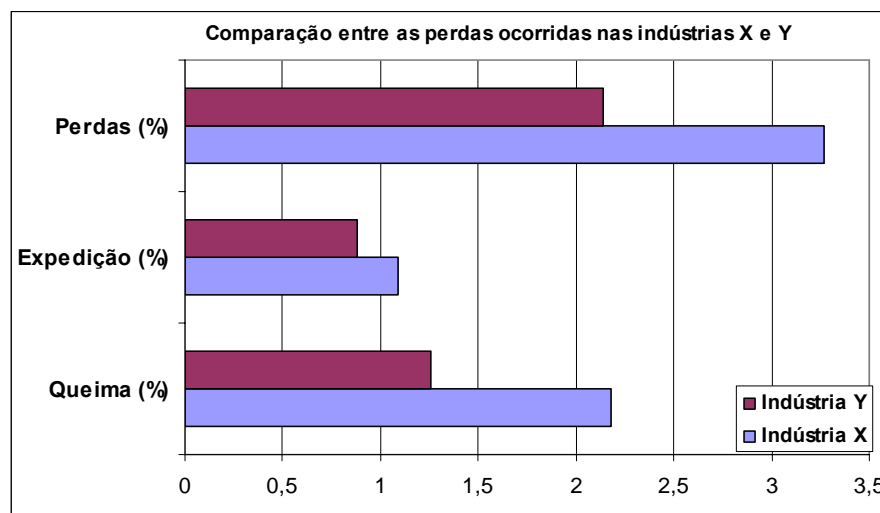


Figura 35 – Comparação das Perdas das indústrias X e Y

Outro estudo realizado entre as indústrias foi a comparação dos índices de perdas de blocos cerâmicos na etapa de queima, no que se refere aos blocos perdidos no ato do desenformo e os fumaçados (crus), através dos gráficos de dispersão.

Em função da produção observada, verificou-se que há uma grande dispersão entre as perdas no desenformo e os fumaçados para a indústria X. As quantidades de blocos perdidos no desenformo e de fumaçados variaram em função da produção, pois se observa que em uma produção de 3.600 blocos não geraram perdas no desenformo, em compensação foi selecionado 50 blocos para retornarem a etapa de queima, classificados como fumaçados. Outra observação que merece destaque refere-se à produção de 9600 blocos, onde não se obteve blocos fumaçados, porém em relação à produção de 16.800, observou-se 980 blocos caracterizados como resíduos do desenformo e 1240 fumaçados. Este fato é justificado pela



falta de manutenção do forno, pois há refugo, bem como, falta de energia elétrica em período longo e falta de controle na secagem.

A Indústria não dispõe, no momento, de mecanismo de controle para minimizar tais perdas.

Como ilustrado através do Quadro 31 e Figura 36, a média dos blocos perdidos no desenforno na Indústria X foi de 118,20, onde a mesma não é representativa, uma vez que o coeficiente de variação é cerca de 50,83 %. Em relação aos fumaçados a média foi de 637,19 em toda a produção observada, mas semelhante ao que ocorreu com as perdas no desenforno, a média não é representativa das quantidades dos fumaçados, posto que o coeficiente de variação é cerca de 88,43 %.

No Quadro 32, apresentado a seguir, observa-se que na Indústria Y a média não é representativa, dado que o coeficiente de variação ainda foi alto. No entanto, em comparação à indústria X, as perdas no desenforno e os fumaçados foram inferiores. Este fato é justificado pelo tipo de forno utilizado na indústria, forma de secagem, bem como, o investimento na planta de produção, pois seus maquinários são novos.

A Figura 36 apresenta a dispersão das perdas no desenforno de blocos cerâmicos das Indústrias X e Y. O Quadro 31 mostra dois valores que fogem dos demais e que não serão computados, tendo em vista que eles representam um problema isolado ocorrido no forno em relação à queima mal executada, onde, além da falta de controle na secagem, houve refugo e empilhamento inadequado e falta de energia, justificando o elevado valor de perdas no referido lote. No entanto, após a verificação e ajuste dos problemas identificados, os índices retornaram a sua estabilidade, ficando a indústria X com uma média de 118,20. Para a indústria Y, não houve variação muito grande, manteve-se a regularidade durante as observações onde a média foi 180,25.

Como ilustra a Figura 37, o gráfico de dispersão das indústrias X e Y para os fumaçados, demonstra grande variabilidade. No entanto, para a Indústria X, há uma grande dispersão, conforme mostra os resultados, superando os resultados da indústria Y.

**QUADRO 31 - Análise das perdas no desenformo e quantitativo de fumaçados para a indústria X**

Indústria X			
Produção de lotes observados	Quantitativo de perdas no desenformo em função das observações	Quantitativo de fumaçados em função das observações	
13000	193	87	
6500	198	97	
6500	154	114	
6500	205	354	
5500	200	1000	
16800	100	964	
4800	85	1336	
10700	80	3380	
9900	900*	500	
16800	980*	1240	
10200	150	1800	
13890	100	400	
14020	120	270	
5360	120	1700	
9200	50	280	
11100	70	700	
10700	100	1100	
5500	200	1000	
3600	0	50	
9600	55	0	
1300	50	200	
3600	134	189	
<b>Média</b>	<b>118,20</b>	<b>Média</b>	<b>637,19</b>
<b>Variância</b>	<b>3.609,22</b>	<b>Variância</b>	<b>317.517,86</b>
<b>Coefficiente de variação (%)</b>	<b>50,83</b>	<b>Coefficiente de variação (%)</b>	<b>88,43</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>60,08</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>563,49</b>

\* valores desconsiderados na análise

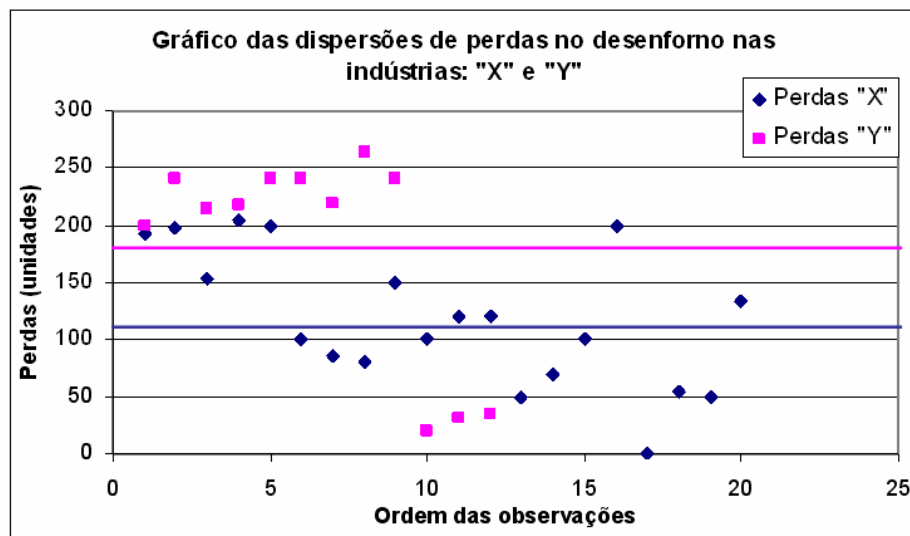


Figura 36 – Dispersões de perdas no desenformo das indústrias X e Y

**QUADRO 32 - Análise das perdas no desenformo e quantitativo de fumaçados para a indústria Y**

Indústria Y			
Produção de lotes observados	Quantitativo de perdas no desenformo em função das observações	Quantitativo de fumaçados em função das observações	
11200	200	700	
11200	240	730	
11200	215	710	
11200	218	650	
11200	240	764	
32500	240	1296	
32500	220	1302	
32500	263	1286	
8125	240	155	
3360	20	140	
3360	32	128	
3360	35	158	
<b>Média</b>	<b>180,25</b>	<b>Média</b>	<b>668,25</b>
<b>Variância</b>	<b>8589,66</b>	<b>Variância</b>	<b>208.008,02</b>
<b>Coefficiente de variação (%)</b>	<b>51,42</b>	<b>Coefficiente de variação (%)</b>	<b>68,25</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>92,68</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>456,08</b>

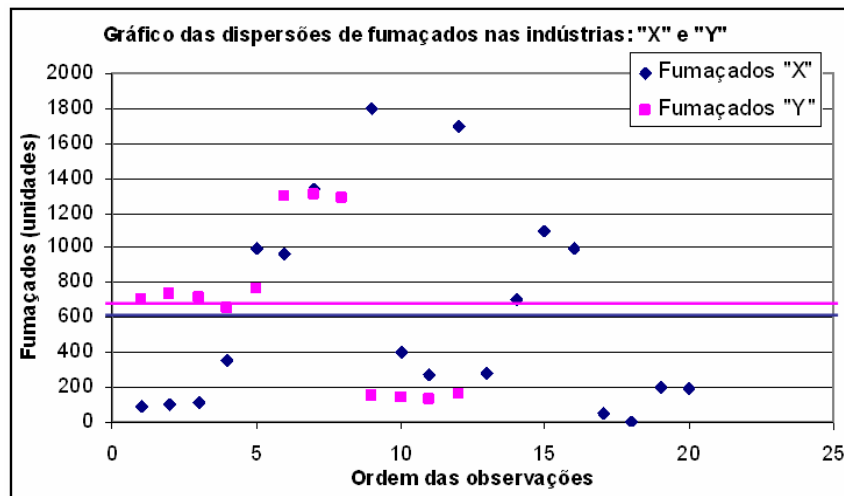


Figura 37 – Dispersão dos fumaçados das indústrias X e Y

### 5.3.2 Indicadores de perdas nas obras

O presente item objetiva apresentar uma análise dos resultados obtidos em campo. Inicialmente, serão listadas, através do Quadro 33, as principais características do gerenciamento e levantamento dos dados das obras pesquisadas para a definição dos índices de perdas de blocos cerâmicos. Em seguida analisar-se-á cada uma delas.

Sobre as perdas referentes ao recebimento e armazenamento dos blocos cerâmicos para as obras em estudo não foram computadas, devido a algumas limitações na coleta de

dados, principalmente pela falta de monitoramento contínuo na obra, acarretando a não observação da chegada de alguns lotes dos blocos. No que se refere ao transporte interno, apesar da negligência da mão-de-obra, da inadequação dos equipamentos de transporte interno e da falta de um estudo aprofundado do layout do canteiro de obras, as perdas foram desprezíveis para os canteiros em estudo, na ordem de 0,12 %.

### QUADRO 33 - Características do gerenciamento e dados levantados das obras A, B e C

Caracterização da obra	Identificação da obra		
	A	B	C
Número de Lotes	5.000	12.018	6.500
Tempo Observado (Meses)	4 meses	5 meses	5 meses
Tipo de fornecimento	Granel	Granel	Paletizado
Projeto de alvenaria	Não	Não	Sim
Inspeção de Recebimento	Não	Sim	Sim
Forma de armazenamento	Em pilhas c/duplo manuseio	Em pilhas no local estabelecido	Em pallets no pavimento e em local estabelecido
Forma de transporte	Carrinho-de-Mão e elevador de carga	Carrinho-de-Mão e grua	Porta pallet e elevador de carga

#### 5.3.2.1 Empresa A

Na Obra da Empresa A, estavam sendo executados os serviços de estrutura e alvenaria. Durante o período de coleta dos dados foi possível acompanhar os serviços de alvenaria, coletando dados referentes ao processo de produção, recebimento, inspeção, transporte e armazenamento dos blocos cerâmicos no canteiro em estudo através de um *check list*, registros fotográficos e observações diretas. Os resultados referentes à obra A estão ilustrados no Quadro 34.

### QUADRO 34 - Apresentação dos dados observados na obra da empresa A e índice de perdas

Obra da empresa A				
Total de blocos (lote)	N1 (número de blocos remanescentes)	N2(número de blocos assente)	Blocos cortados	IPB (%)
5.000	3	4.332	558	13, 51

Esta obra apresentou índice médio de perdas de blocos igual a 13,51 %. Este fato justifica-se pela falta de preocupação com o planejamento do canteiro de obras, que tem

grande impacto na incidência de perdas. Outros fatores importantes que concorrem para o elevado índice de perdas foram:

- falta de gerenciamento dos materiais, ocasionando, algumas vezes duplo manuseio;
- improvisação no transporte dos materiais para frente de trabalho, utilizando o foguete, tornando o lote transportado vulnerável à quebra;
- falta de procedimentos de execução de serviços;
- utilização de equipamentos impróprios para o corte dos blocos, durante a execução da alvenaria;
- empilhamento dos blocos cerâmicos em local distante da execução no pavimento;
- falta de investimentos em capacitação da mão-de-obra. Este é um aspecto relevante para contribuir na qualidade e produtividade do canteiro de obras.

Para a referida obra, a falta dos meios-blocos na composição da alvenaria contribui para o aumento dos índices de perdas, considerando o número de blocos cortados durante as observações. Em geral, pôde-se observar uma tendência de índices menores para a empresa que especifica os meios-blocos no serviço de alvenaria.

### **5.3.2.2 Empresa B**

Na referida obra estava sendo executada parte da estrutura de concreto armado e iniciando a marcação das alvenarias de periferia e interna. Durante o período de coleta de dados foi possível observar a execução de grande parte das alvenarias, coletando dados relativos aos processos de produção, através de um *check list*, registros fotográficos e observações diretas. Os resultados relativos à obra B estão ilustrados nos Quadros 35 e 36 e Figura 38.

**QUADRO 35 - Perdas da obra da empresa B por tipo de blocos**

Obra da empresa B	
Tipo de Blocos	IPB Médio (%)
(7 x 19 x 19) cm	9,724
(7 x 19 x 9) cm	26,000
(9 x 19 x 19) cm	9,533
(9 x 19 x 9) cm	9,853
(11,5 x 19 x 19) cm	9,634

**QUADRO 36 - Apresentação dos dados observados na obra da empresa B e índice de perdas**

Obra da empresa B				
Total de blocos (lote)	N1 (número de blocos remanescentes)	N2(número de blocos assente)	blocos cortados	IPB (%)
12.018	982	9.905	257	10,25

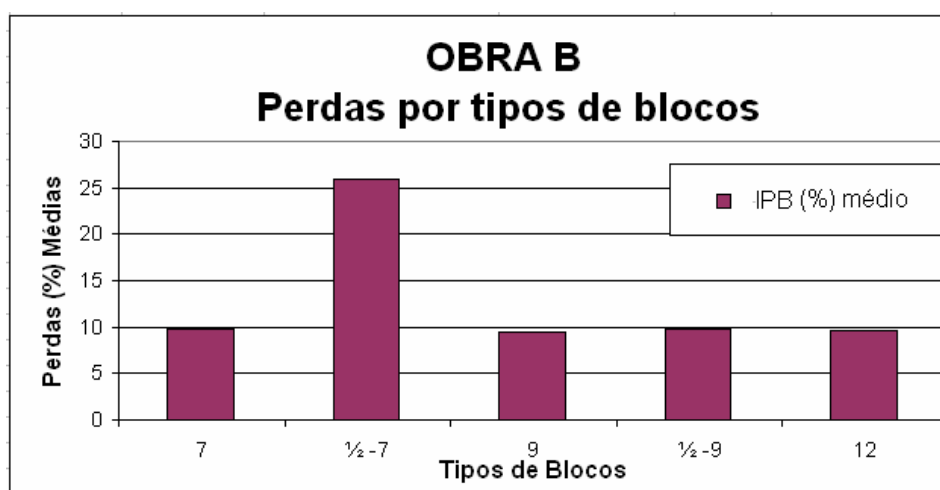


Figura 38 - Perda por tipo de bloco da Obra da empresa B

A obra da empresa B apresentou, em geral, ao longo das observações, índices de perdas maiores, se comparada com a obra da empresa A. No entanto, o índice médio de perdas de blocos foi igual a 10,25 %.

No estudo, pode-se observar que a referida obra poderia ter reduzido suas perdas, ficando abaixo ou igual ao estabelecido no TCPO 2000 (1999), uma vez que a mesma utiliza em sua planilha orçamentária os meios-blocos, apesar de não possuir projeto de alvenaria. Este projeto é de suma importância para um melhor planejamento da execução do sistema alvenaria.

Devido ao fato da obra não dispor, em determinada etapa das observações, dos meios-blocos, houve demasiada quebra, principalmente na execução da alvenaria de periferia, onde se usa bloco de (11,5 x 19 x 19) cm. Nesta etapa, grandes volumes de resíduos foram assim gerados. Isto justifica o alto índice de perdas em uma determinada fase das observações.

### 5.3.2.3 Empresa C

Na obra da empresa C estava sendo executada parte da estrutura de concreto armado e iniciando o planejamento da execução da alvenaria, inclusive, com o recebimento, inspeção e armazenamento dos blocos.

Durante o período de coleta de dados, boa parte do tempo de observação, foi destinado à coleta de dados referente às alvenarias de periferia. Só após a metade do tempo destinado a campo, foi possível acompanhar e coletar dados da produção da alvenaria interna.

Além dos índices de perdas, foram também coletados dados relativos aos processos de produção, através de um *check list*, registros fotográficos e observações diretas. Os resultados relativos à obra C estão ilustrados no Quadro 37.

**QUADRO 37 - Apresentação dos dados observados na obra da empresa C e índice de perdas**

Obra da empresa C				
Total de blocos (lote)	N1 (número de blocos remanescentes)	N2(número de blocos assente)	Blocos cortados	IPB (%)
6.500	71	5.853	469	8,96

Como pode ser observado no Quadro 37, esta obra apresentou, em geral, índice de perdas menores, comparada com as obras B e C. A preocupação com o gerenciamento do canteiro, com o sistema de fornecimento dos materiais, com o manuseio, armazenamento e transporte dos blocos e da coordenação dos projetos, especialmente, do projeto de alvenaria, foram elementos marcantes e determinantes para a marca deste índice.

Observou-se, apesar do resultado positivo em relação as demais obras, que em determinado trecho da alvenaria de periferia, por ser semi-circular, ocorreu uma grande incidência de “trinchos”, fato que seria minimizado com a utilização dos meios-blocos e,

conseqüentemente, reduziria o índice de perdas, tendo em vista ter superado o índice preconizado em seus orçamentos.

Outro aspecto observado durante a pesquisa foi a qualidade de alguns lotes de blocos entregues no canteiro. Os mesmos apresentavam trincas, não uniformidade de cor e ao corte eles se quebravam com facilidade.

As perdas de blocos referentes ao recebimento, armazenamento e transporte interno foram desprezíveis.

#### 5.3.2.4 Comparação dos indicadores de perdas das obras pesquisadas.

O Quadro 38 e a Figura 39 apresentam um estudo comparativo referente aos índices de perdas observados nas alvenarias de blocos cerâmicos. Pode-se afirmar que para as obras B e C, certificadas, a diferença do índice de perdas é de 1,29 %. Entretanto, as obras apresentam índices superiores ao preconizado no TCPO 2000 (1999), onde a obra B seu índice de perda foi 10,25 % e a obra C foi 8,96 %.

O indicador de perda computado para as referidas obras poderia ter sido menor em função de atitudes gerenciais eficazes, como: na obra C o sistema de fornecimento é paletizado e tem projeto de alvenaria racionalizado, em relação à obra B, a mesma utiliza os meios-blocos na composição da alvenaria.

É importante salientar que um dos fatores que contribuíram para os referidos índices foi o projeto arquitetônico, a falta do uso dos meios-blocos, incompatibilidade no tamanho das peças no momento do “trincho”, devido à ausência dos meios-blocos no canteiro e de um projeto de racionalização da alvenaria, ocasionando grandes volumes de resíduos, conforme apresentado na Figura 40.

#### QUADRO 38 – Comparação dos índices de perdas das obras das empresas pesquisadas

Comparação dos índices de perdas		
Diferença do índice de perdas entre as obras das empresas A e B (%)	Diferença do índice de perdas entre as obras das empresas B e C (%)	Diferença do índice de perdas entre as obras das empresas A e C (%)
3,26	1,29	4,55
Percentual de perdas da obra da empresa A (%)	Percentual de perdas da obra da empresa B (%)	Percentual de perdas da obra da empresa C (%)
13,51	10,26	8,91



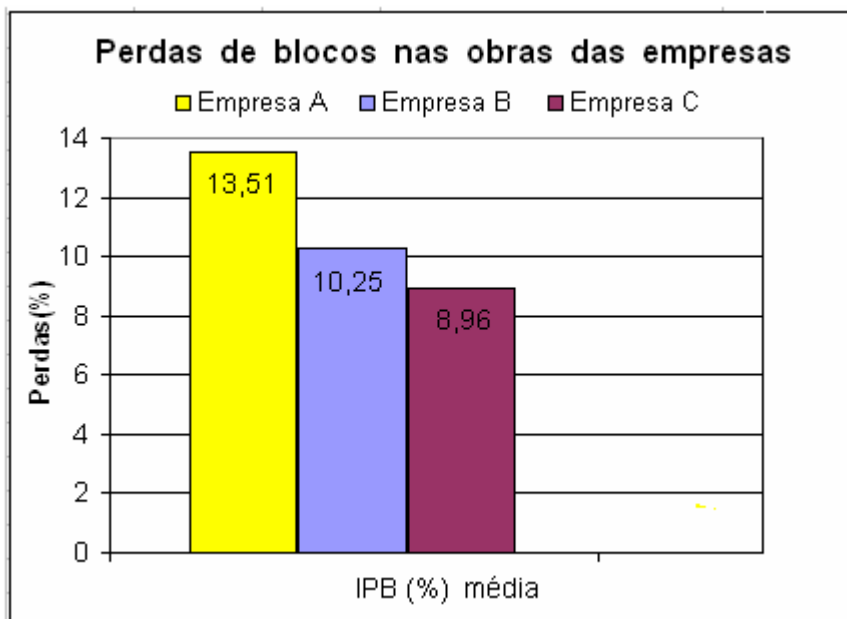


Figura 39 – Comparação dos índices de perdas das obras A, B e C



Figura 40 - Resíduos gerados na execução da alvenaria

A falta de cuidados no manuseio do material por parte da mão-de-obra é outro fator de extrema relevância para o aumento das perdas e da produtividade. Esta conclusão foi apontada no estudo de Soibelman (1993), em que a melhoria do gerenciamento do canteiro de obra depende de ações referentes ao planejamento adequado de cada etapa envolvida no serviço.

Comparando as obras A (não certificada) e C (certificada), a diferença nos índices de perdas é de 4,55 %, onde a obra A revelou uma perda de 13,51 % e a C de 8,96 %. O elevado índice da obra A é justificado pela falta de controle do recebimento e armazenamento do material, inadequação de equipamentos de transporte, falta de cuidados no manuseio por parte

da mão-de-obra, assim como a falta de adequação ao planejamento do “layout” do canteiro , ocasionando o duplo manuseio.

Em relação à obra A e B pode-se observar que a diferença dos índices de perdas é de 3,26%, onde a obra B revelou uma perda de 10,25 % e a obra A 13,51 %, indicados na Figura 39.

Os indicadores de perda médios sugerem a necessidade de um maior controle do processo executivo da alvenaria da obra B, considerando que a mesma é certificada e faz uso dos meios-blocos, enquanto que a obra A, necessita de um maior gerenciamento do canteiro, controle de recebimento dos materiais, utilização de equipamentos de transporte adequados e capacitação de sua mão-de-obra.

Outro estudo realizado entre as obras foi a comparação dos índices de blocos cortados.

O Quadro 39 apresenta o quantitativo de blocos cortados em função dos lotes observados nas três obras estudadas.

O Quadro 39 também inclui, para fins comparativos, resultados médios, onde são registrados coeficiente de variação acima de 40% em todas as obras. Pela literatura da estatística, tem-se que se o coeficiente de variação for:

- Menor ou igual a 15% - baixa dispersão
- Entre 15 e 30% - média dispersão
- Maior que 30% - alta dispersão

Logo, conclui-se que as médias não são medidas estatísticas representativas dos dados, visto que há uma grande dispersão em relação às médias.

A Figura 41 apresenta o gráfico de dispersão dos blocos cortados entre as obras B e C. Estes dados mostram uma grande dispersão em função dos lotes observados, tanto para mais como para menos, onde a obra B, em determinado período da observação, manteve-se constante, em torno de 20. Em seguida, houve um pequeno aumento, em torno de 60, depois reduziu, ficando constante em determinado período, em torno de 40. Tais desvios são indícios da ausência dos meios-blocos, falta de um projeto de alvenaria racionalizado e da falta de comprometimento dos operários e da equipe de fiscalização em controlar tais perdas.

**QUADRO 39 - Quantitativos de blocos cortados nas obras A, B e C**

Blocos Cortados			
	Obra da empresa A	Obra da empresa B	Obra da empresa C
Soma dos blocos cortados	558	604	394
Média	55,8	40,27	65,67
Variância	658,84	289,64	754,27
Coefficiente de variação (%)	46,00%	42,26%	41,82%
Desvio padrão	25,67	17,02	27,46

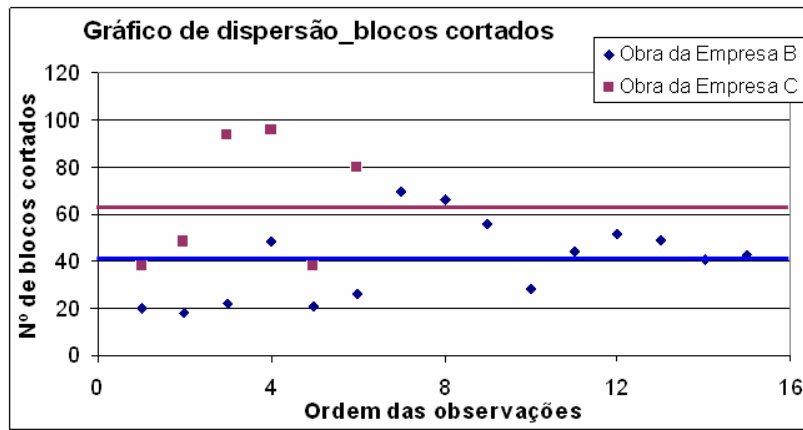


Figura 41 – Dispersão de blocos cortados entre as obras B e C

Comparando as obras B e C, verifica-se que a obra C, apesar de ter um planejamento prévio da execução da alvenaria, ter um projeto de racionalização da alvenaria e utilizar o sistema paletizado dos blocos cerâmicos, ela superou o número de blocos cortados em função das observações realizadas, com lotes observados em torno de 30, chegando a ter, em determinado trecho, 96 blocos cortados. Um fator que justifica tais desvios refere-se ao projeto arquitetônico, pois um trecho da alvenaria é semi-circular, havendo necessidade de cortes dos blocos.

A Figura 42 apresenta o gráfico de dispersão dos blocos cortados entre as obras A e B. Os dados mostram uma grande dispersão entre as referidas obras, onde a obra A superou o número de blocos cortados em determinado período das observações, com lotes observados variando de 80 a 90 e no final das observações ficando em torno de 20.

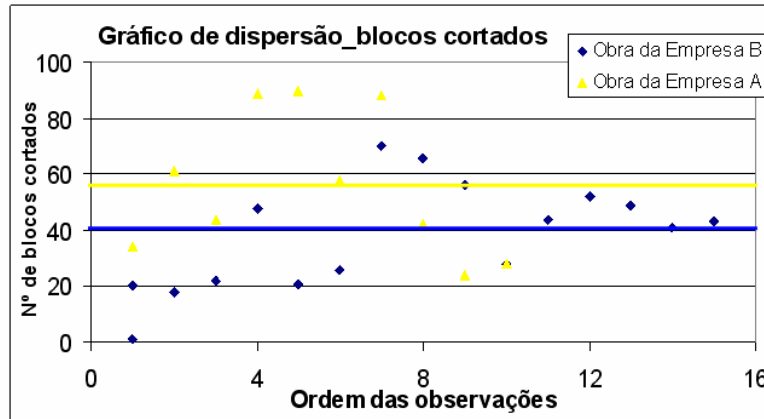


Figura 42 – Dispersão de blocos cortados entre as obras A e B

Esta redução, segundo observações em campo, reflete uma melhora na qualidade dos blocos entregues, um maior cuidado no manuseio do material, controle no corte dos blocos e armazenamento correto no posto de trabalho. Um fator que determinou para a redução desses números foi o fato dos operários tomarem conhecimento do objetivo da pesquisa, gerando uma certa competição entre as equipes, concluindo que a empresa estava avaliando suas produtividades.

A Figura 43 apresenta o gráfico de dispersão dos blocos cortados entre as obras A e C. Estes dados mostram uma grande dispersão e revela que a obra C, com todo o controle de qualidade, procedimento de execução do serviço e controle no movimento e armazenamento dos materiais, obteve valor superior de blocos cortados, porém índice de perdas inferior ao da obra A.

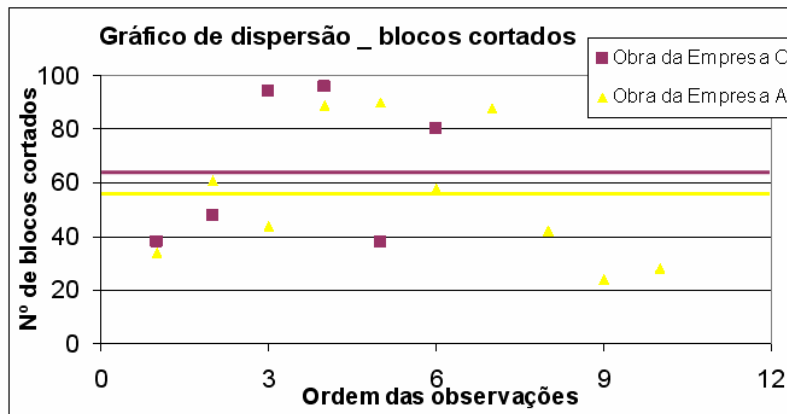


Figura 43 – Dispersão de blocos cortados entre as obras A e C

Salienta-se que as informações levantadas foram analisadas durante o levantamento em campo, de forma que tais dados possibilitaram a identificação e análise dos fatores que contribuíram para a causa das perdas.

## 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 6.1 Conclusões

Como foi proposto inicialmente, o objetivo principal desta pesquisa consiste em obter os índices de perdas dos blocos cerâmicos na indústria e no canteiro de obras, de forma a apresentar as possíveis causas e as possibilidades de intervenção para a redução das perdas deste material.

O estudo de caso confirmou a necessidade de uma evolução tecnológica e de gerenciamento, pois se constatou que as perdas nas indústrias e obras pesquisadas são devidas às más práticas gerenciais, principalmente no que se refere à etapa de queima e expedição na indústria e no processo produtivo no canteiro de obras, indicando que tais atividades, além de não agregarem valor ao produto, interferem significativamente nas perdas.

Nas indústrias pesquisadas, observaram-se alguns problemas que desencadearam as perdas. A massa cerâmica mal dosada, com água de extrusão fora do limite de plasticidade, contribuiu para as perdas na etapa de queima, com os blocos sobrequeimados, havendo a necessidade do prolongamento no tempo de queima, contribuindo para um consumo desnecessário de energia.

Para a indústria X, o índice de perda médio foi de 3,27 %, onde 2,18 % referem-se aos resíduos gerados do desenforno e 1,09 % gerados na etapa de expedição dos blocos para o consumidor.

Conclui-se, então, que tais perdas são ocasionadas por uma secagem mal executada, principalmente na secagem ao natural, onde não é devidamente valorizado o direcionamento correto dos blocos, em relação às correntes de ar.

Outro fato refere-se à deficiência da queima devido o empilhamento incorreto dos blocos nos fornos, falta de controle da quantidade de lenha a ser jogada, pois se deve jogar de modo compassado e contínuo para evitar o abafamento do forno.

Para a indústria X, as perdas na etapa de expedição são provocadas pela forma de transporte do material, estoque das peças queimadas em áreas irregulares, falta de cuidado no manuseio, falta de capacitação da mão-de-obra e de investimentos tecnológicos e gerenciais.

A indústria Y apresentou índice médio de perda de 2,14 %, onde 1,26 % referem-se aos resíduos gerados no desenforno e 0,88 %, na etapa de expedição dos blocos, envolvendo manuseio do material para o consumidor.

Constatou-se que a indústria Y apresentou perdas menores em relação à Indústria X, obtendo índice de 2,14% de perdas, enquanto que a indústria X obteve índice de 3,27 %. O acréscimo de perdas foi ocasionado, para a Indústria Y, basicamente pela falta de controle na temperatura do forno, ou seja, temperaturas altas durante muito tempo, necessitando, dessa forma, de uma combinação eficaz no ciclo de queima e temperatura.

Outro dado que merece destaque em relação à indústria Y, refere-se às perdas na expedição. Seu pequeno índice, 0,88 %, reflete investimentos na planta de produção e na prática de paletização dos blocos.

Nas indústrias pesquisadas, verificou-se, durante as observações em campo, que os funcionários trocam experiência entre si e apresentam certa resistência às mudanças, principalmente no que se refere ao uso do equipamento de proteção individual e de técnicas que adequem a empresa a uma produção limpa e eficiente.

Com relação às empresas construtoras, observou-se que mudança de atitude da equipe de produção é de suma importância para a obtenção de um melhor desempenho em relação à administração dos materiais e, conseqüentemente, na redução de seus índices de perdas.

A empresa A apresentou índice médio de perda elevado em relação às empresas B e C, ficando com índice de 13,51 %, comprometendo as previsões orçamentárias do empreendimento no que diz respeito à quantidade necessária do insumo para a execução da alvenaria.

Para a referida empresa verificou-se que, a grande maioria das falhas encontradas nos canteiros era de responsabilidade da gerência. O duplo manuseio dos blocos, o transporte improvisado, o armazenamento incorreto, a falta dos procedimentos de execução, o uso de equipamentos inadequados para o corte, foram fatores decisivos no índice de perdas.

Na empresa B, o índice médio de perda dos insumos foi 10,25 %; apesar da utilização dos meios-blocos, verificou-se que a falta de interesse em controlar o material é fator motivador para a ocorrência das perdas. A própria forma de contratação do serviço contribuiu para o aumento do índice de perda, pois os operários se preocupam em produzir mais, porém, sem a qualidade necessária e especificada nos procedimentos de execução do serviço.

Em se tratando da empresa C, constatou-se menor índice médio de perdas, ficando com índice de 8,96 %. É interessante frisar que, embora a referida empresa utilize os blocos paletizados, facilitando o transporte e manuseio, e possui projeto de alvenaria racionalizado, a simples adoção não garante a redução das perdas, pois há a necessidade de planejamento e

controle da execução da alvenaria, bem como, da especificação dos meios-blocos, evitando, assim, o corte demasiado dos insumos.

Ficou evidente que, os índices de perdas de blocos cerâmicos, para os canteiros pesquisados, são efetivamente maiores que os normalmente preconizados em orçamentos.

É também importante mencionar que a diferença das perdas médias de blocos cerâmicos, entre as empresas pesquisadas, apresentou pequenas variações, ficando o menor índice com a empresa C, justificando, para o caso específico, o uso dos blocos paletizados, forma de gerenciamento, forma de movimentação e transporte dos blocos no canteiro de obras e projeto de alvenaria racionalizada. Enfatiza-se que os índices estão acima do esperado pelas empresas, e que perda, seja ela de que montante for, onera o custo do serviço alvenaria e, conseqüentemente, do empreendimento.

Sendo assim, constata-se que as empresas que possuem programa de qualidade obtiveram índices inferiores àquela que não possui. No entanto seus índices foram superiores ao estabelecido em seus orçamentos, porém, a empresa C apresentou o menor índice, 8,96 %, onde a diferença em relação à empresa B foi de 1,29 %.

Para que o seguimento da cerâmica vermelha supere dificuldades mencionadas em parágrafos anteriores deste capítulo, é necessária a busca da redução de custo pelas cerâmicas, com especial atenção à modernização tecnológica e maior atenção às normas da ABNT/INMETRO, tentando agregar valor através da venda de produtos com diferenciais. Paralelamente, as empresas construtoras devem priorizar eficiência em seu gerenciamento, entendendo que não se pode melhorar a qualidade do produto sem que haja interação, comprometimento e investimento da empresa com sua equipe de produção.

## **6.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Pesquisas importantes poderão ser desenvolvidas na área de gestão de materiais, visando à redução dos indicadores de perdas nos diversos segmentos da construção civil.

Enumeram-se, a seguir, algumas sugestões:

- Avaliação de perdas em todas as etapas do processo produtivo dos blocos cerâmicos;
- Avaliação das perdas econômicas, físicas e ambientais na produção de cerâmica vermelha;
- Identificação dos indicadores de resíduos gerados, em função das perdas dos blocos cerâmicos nos canteiros de obras.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br>>. Acesso em: Dez./2006.

ABIKO, A. K. **Utilização de cerâmica vermelha na construção civil**. In: Tecnologia de Edificações. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações do IPT. São Paulo, PINI, 1988.

AGOPYAN, V. **Estudos de materiais de construção civil: materiais alternativos**. In: Tecnologia de edificações. Projeto de divulgação Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI; Instituto de pesquisas Tecnológicas (I P T) Divisão de Edificações, 1988.p.75-78.

AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**: Introdução. São Paulo, PCC/EPUSP, 1998 (Relatório Final: Volume 1. Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC – EPUSP).

AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**: Resultados. São Paulo, PCC/EPUSP, 1998 (Relatório Final: Volume 4. Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC – EPUSP).

ALMEIDA, M. M. **O Combustível gás natural**. 2002. Disponível em: <<http://www.gasbrasil.com.br/técnicas/artigos>>. Acesso em: Dez./2006.

ANDRADE, A. C. de; SOUZA, U. E. L. de. **Método para quantificação de perdas de materiais nos canteiros de obras de edifícios: superestrutura e alvenaria**. São Paulo, PCC – USP, 2000. (Boletim Técnico BT/PCC/250).

ANDRADE, L. A. S. **Uma proposta metodológica para a inspeção da qualidade em blocos cerâmicos para alvenaria em canteiros de obras**. Florianópolis: UFSC, 2002. 84p. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Blocos Cerâmicos para Alvenaria de Vedação: Terminologia e Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-2**: Blocos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural – Terminologia e Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-3**: Blocos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural e de Vedação – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

AZI, I. R. **Administração de materiais na construção civil estudos de caso em obras civis em Salvador-BA**. Salvador: UNIFACS, 2004. 58p. Monografia (Departamento de Engenharia) – Universidade de Salvador, 2004.

BAZZO, W. A.; COLOMBO, C. R. **Desperdício na construção civil e a questão habitacional: um enfoque CTS.** *Revista Roteiro*, Joaçaba, v. XXVI, n. 46, p. 135-154, 2001.

BRISTOT, V. M. **Máquinas e equipamentos para cerâmica**, Criciúma: Luana Ltda, 1996, 352p.

BULHÕES, I. R.; SANTANA, M. J.; FERREIRA, E. e BATISTA, C. A. **Alternativa para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras.** VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Qualidade no processo construtivo. Vol.2. Florianópolis, UFSC, 1998. p.303 a 308.

CARVALHO FILHO, A. C., GEHRING J.G. **Certificação de conformidade dos produtos cerâmicos no estado de Pernambuco - resultados iniciais.** 5<sup>th</sup> internacional Seminar on Structural Masonry for developing Countries. Florianópolis, 1994. p 574 a 583.

CAVALIERE, A.S. (COORD); RAAD, A. (COORD.); OLIVEIRA, L. C. de (COORD.). **Conservação de energia nas pequenas e medias indústrias no estado do Rio de Janeiro: setor de cerâmica vermelha.** [Rio de Janeiro: SEBRAE /RJ] dez.1997. Relatório final do projeto conservação de energia: Estudos Setoriais Aspectos Econômicos e Tecnológicos.

DE CESARE, C. M.; FORMOSO, Carlos T. **Movimentação e desperdício de materiais nas alvenarias convencionais.** Brasil – Florianópolis, SC. 1994. p. 481-490. In: International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries, 5<sup>th</sup>, Florianópolis, 1994. Artigo técnico.

EMILIANO, J.V. **Manual de melhoria de preparação de argilas para produção.** Rio de Janeiro: Ed. SENAI, 2006. 130p.

FORMOSO, C. T.; DE CESARE, C. M.; LANTELME, E. M. V., et al. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações, e seu papel na melhoria do setor.** Brasil – Porto Alegre, RS. 1997. Egatea: revista da escola de engenharia, semestral V.25, n.3 p.45-53, il.

FREITAS, E. N.G.O. **O desperdício na construção civil caminhos para sua redução** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ANTAC. Rio de Janeiro, 1995.

GEHBAUER, F. et al. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha** – Curitiba: CEFET-PR, 2002. 520p.: il.:30cm.

GEHBAUER, F. **Racionalização na construção civil.** Recife, Projeto Competir (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004. 448p.

GEHRING, J.G. **Considerações sobre a qualidade na construção civil.** Seminário regional de Engenharia Civil. Recife, 1990. p. 182 a 187.

GLANCEY, J. **A história da arquitetura.** Tradução Luís Carlos Borges e Marcos Marcionilo. São Paulo: Loyola, 2001. 240p.

GRIGOLETTI, G. C. **Caracterização de impactos ambientais de indústria de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 168p. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

GUSMÃO, A. D. et al. **Indicadores de geração de resíduos da construção civil na cidade do Recife – projeto entulho limpo**. Recife: SINDUSCON/ Escola Politécnica de Pernambuco - UPE/SEBRAE-PE, 2006. 30p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Senso 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/>>. Acesso em: Ago./2006.

LEUSIN, S. **Existe inovação nas edificações?** XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Piracicaba, São Paulo: UNIMED/ABEPRO, 1996.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 104p.

MANFREDINI, C. **Impactos ambientais causados pelas indústrias de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 192p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

MARANHÃO, M. F. M. **Administração de materiais: diretrizes para pequenas empresas construtoras**. 2004. 43 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade de Salvador, Salvador, 2004.

MAROUN. C.; Tapia, R.S.E.C. **Manual para a indústria de cerâmica vermelha: meio ambiente e o uso da energia**: fascículo 8 ed . Atual. E aum. - Rio de Janeiro: SEBRAE / RJ, 2005 21p.

MÁS, E. **Preparação e dosagem de massa e a extrusão**. Qualidade e tecnologia em cerâmica vermelha. Editora Pólo Produções Ltda. Santa Catarina, 2006 a. 56 p.

MÁS, E. **A queima e os combustíveis**. Qualidade e tecnologia em cerâmica vermelha. Editora Pólo Produções Ltda. Santa Catarina, 2006 b. 52 p.

MINEROPAR – **Minerais do Paraná. O setor da cerâmica vermelha no Paraná**. Curitiba: Instituto Paranaense para o Desenvolvimento (IPARDES), 1997. 185p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO (1997) Normas Regulamentadoras – Segurança e Medicina do trabalho. NR-18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: SSST/MTb: FUNDACENTRO.

OLIVEIRA, C. V. de. **Produção mais limpa como instrumento de gestão aplicado à indústria cerâmica**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação. Mestrado profissional em gestão de políticas públicas. Fundação Joaquim Nabuco. Recife, 2006.

PALIARI, J. C. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 473p. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de São Paulo. Escola Politécnica, 1999.

PAULETTI, M. C. **Modelo para introdução de nova tecnologia em agrupamentos de micro e pequenas empresas: Estudo de caso das indústrias de cerâmica vermelha no Vale do Rio Tijucas**. Florianópolis: UFSC, 2001. 154p. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

PETRUCCI, E. G. R. **Materiais de construção**. 5 ed. Porto Alegre: globo, 1980. 435p.

PINTO, T. P. **Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais**. São Carlos, 1989. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos – UFScar./ Datilografado/.

PINTO, T. P. Reciclagem. *Téchne*, v. 2, n. 15, p. 15-9, mar./abr., 1995.

PIRES SOBRINHO C. W. de A; BASTOS, A. C. B. **Inspeção da qualidade em blocos cerâmicos para alvenaria**. Seminário Regional de Engenharia Civil. Recife, 1990. p.218 a 224.

PORTARIA INMETRO Nº 127 (RJ). ANICER. Rio de Janeiro, 2005. 5 p.

PRACIDELLI S. **Cerâmica vermelha**. Escola SENAI Armando de Arruda Pereira. 1989. 300p.

Projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI; Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Divisão de Edificações, 1988. p. 107-110.

PROJETO SEBRAE/RJ-GTZ. **Estudo setorial – Setor de cerâmica vermelha**. Rio de Janeiro, 1997.

REIS, P. F., MELHADO, S. B. A. **Influência do atual relacionamento entre as empresas construtoras e seus fornecedores de materiais e componentes sobre a qualidade do processo construtivo**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Qualidade no processo construtivo. Vol.2. Florianópolis, UFSC, 1998. p.611 a 618.

REZENDE, Marco Antônio Penido de; ABIKO, Alex Kenya. **Fatores de inovação tecnológica nas edificações**. Brasil – São Paulo, SP. 2004. 15p. Conferência LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 10, 2004, São Paulo, SP.

RIBEIRO, P.K.P. **Gerenciamento do ciclo de aquisição de materiais na produção de edifícios**. São Carlos, 2006.144p. Dissertação (Mestrado). Programa de pos graduação em Construção Civil, Universidade de Federal de São Carlos.

RIPPER, E. **Manual prático de materiais de construção**. São Paulo: Editora Pini, 1995. 252p.

SANTANA, P. H. S. de; SOUZA, D. P. de; MOREIRA, S. V. S., et. al. **Indicadores de qualidade e produtividade na construção civil: Metodologia e primeiros resultados**. Brasil – Piracicaba, SP. 1996. 8p. In: Encontro Nacional de Engenharia de produção, 16º, Piracicaba, SP, 1996. Artigo técnico.

SANTOS, A. et al. **Método de intervenção para redução das perdas na construção civil: Manual de utilização.** Porto alegre, S.ed. 1996.

SANTOS, A. **Método alternativo de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso.** 1995. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.

SANTOS, I.S.S.; SILVA, N.I. N **Manual de cerâmica vermelha.** Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1995. 56p.

SANTOS, R.S. dos. **Manual para a indústria de cerâmica vermelha: uso eficiente de energia para a melhoria da qualidade do produto: fascículo 7 ed .** Atual. e aum. - Rio de Janeiro: SEBRAE / RJ, 2005 22p.

SCARDOELLI, L. S.; SILVA, M. de F. S. e; FORMOSO, C. T., et al. **Melhorias de qualidade e produtividade: iniciativas das empresas de construção civil.** Brasil-Porto Alegre, RS. PQPCC/RS. 1994. 1 v.

SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z; CARDOZO, A. C. F. **Gestão de resíduos da construção civil. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (COBRAC).** UFSC, Florianópolis, 2004. 13 p.

SKOYLES, E.R.; SKOYLES, J. Waste prevention on site. London: Mitchell, 1987.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle** Porto Alegre, 1993. 127p. Dissertação (Mestrado) - curso de Pós- graduação em Engenharia Civil Universidade Federal do Rio grande do Sul.

SOLIANI, C.; MACHADO, C.; SANTOS, I. S. S.; SILVA, N. I. W.; LUERSEN, L. **Análise de fluxos no processo de fabricação de cerâmica vermelha – estudo de caso.** In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 39, 1995, Águas de Lindóia, 1995. p 384 – 388.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras.** SÃO PAULO, PINI, 1996.

SOUZA, U. E. L. de. **Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil.** São Paulo: Pini, 2005. 128p.

SOUZA, U. E.L. et al. **Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito. qualidade na construção, V.2, n.13, p. 10-15, 1998.**

SUDENE & ITEP. **Conservação de energia no setor industrial - 01 cerâmica estrutural.** Recife: SUDENE / ITEP, 1988. 113p.

TAPIA, R.S.E.C. et al. **Manual para a indústria de cerâmica vermelha: redução dos desperdícios e maior eficiência no setor: fascículo 1: ed .** Atual. e aum. - Rio de Janeiro: SEBRAE / RJ, 2005 a. 19p.

TAPIA, R.S.E.C. et al. **Manual para a indústria de cerâmica vermelha: potencial de economia na fabricação dos produtos cerâmicos**: fascículo 2 : ed . Atual. e aum. - Rio de Janeiro: SEBRAE / RJ, 2005 b. 23p.

TAPIA, R.S.E.C. et al. **Manual para a indústria de cerâmica vermelha: tipos de fornos utilizados**: fascículo 3 : ed . Atual. e aum. - Rio de Janeiro: SEBRAE / RJ, 2005 c. 24p.

TAPIA, R.S.E.C. et al. **Manual para a indústria de cerâmica vermelha: queima e operação dos fornos**: fascículo 4 ed . Atual. e aum. - Rio de Janeiro: SEBRAE / RJ, 2005 d. 23p.

TAPIA, R.S.E.C. et al. **Manual para a indústria de cerâmica vermelha: combustíveis utilizados e alternativos**: fascículo 5 ed . Atual. e aum. - Rio de Janeiro: SEBRAE / RJ, 2005 e.19p.

TAVARES, S. F. & GRIMME, F. W. **Análise de processos produtivos em cerâmica vermelha – estudo comparativo entre Brasil e Alemanha**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. IX, 2002, Foz do Iguaçu: INFOHAB/LAB EEE, 2002. 723-732.

TCPO 2000: **Tabelas de composição de preços para orçamentos**. 1ª ed. São Paulo. PINI, 1999.

TOMAZETI, R. R. **Análise da produção de cerâmica vermelha da região central do estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 2003. 190p. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

VAN VLACK, L. H. **Propriedades dos materiais cerâmicos**, tradução de Cid Silveira e Shiroyuki Oniki. São Paulo, Edgard Blucher, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1973.

VARGAS, N. Cultura para construir. **Construção** N° 2521, junho de 1996. PINI, São Paulo, 1996 p. 6 a 9.

VERÇOZA, E. J. **Materiais de construção**. v. I e II. 3º ed. Porto Alegre: Sagra 1987.

ZORDAN, S. E. **Entulho da indústria da construção civil**. 2000 Disponível em: <[http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho\\_ind\\_ccivil.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm)>. Acesso em: Ago./2006.

## **ANEXOS**

## **ANEXO - A**

### **Check List (caracterização da indústria e produção dos blocos cerâmicos)**

Empresa:

Localização:

Tempo de existência da empresa:

Proprietário:

Produtos fabricados:

Dimensões dos produtos:

Nº de funcionários:

Produção mensal:

Preço de venda:

Responsável pelas informações:

Cargo:

#### **A) Mão-de-Obra**

- 1) Tempo de funcionamento da indústria
- 2) Carga hora
- 3) Grau de escolaridade dos funcionários
- 4) Nº de funcionário por etapa da produção.

#### **B) matéria-prima**

- 1) Qual a situação da jazida de exploração da argila
  - a) ( ) Própria
  - b) ( ) Terceiro
  
- 2) Qual o motivo que levou a escolha da argila?
- 2) Qualidade da argila
- 2) Distância da jazida até a indústria
- 4) Volume mensal de argila extraído
- 5) Equipamentos empregados na extração
- 6) Tipo de veículo utilizado no transporte da argila até a indústria.
- 7) Consumo mensal de combustível com a extração e transporte da argila
- 8) A empresa realiza o sazonamento da matéria-prima?
  - ( ) Sim
  - ( ) Não
  
- 9) De que forma é armazenada a argila?
  - ( ) galpão coberto em camadas
  - ( ) galpão coberto em forma piramidal



- galpão coberto em camadas
- galpão coberto em forma piramidal

**C) Moldagem**

- 1) Quais os equipamentos usados e sua idade?
- 2) Consumo de energia mensal de cada equipamento.
- 3) Capacidade nominal dos equipamentos (Produtividade).
- 4) Capacidade efetiva utilizada pela indústria.
- 5) Número de peças geradas no processo de moldagem.
- 6) É feito descarte de peças com defeito?
  - Sim
  - Não
- 7) Em média quantas peças são descartadas mensalmente?
- 8) Como são selecionadas as peças para continuarem no processo?
- 9) O destino dado às peças descartadas.

**D) Secagem**

- 1) Tipo de Secagem
  - natural
  - artificial
- 2) Tempo gasto no processo.
- 3) Qual a energia utilizada no processo.
- 4) É feito o descarte das peças com defeito?
  - Sim
  - Não
- 5) Como são selecionadas as peças descartadas?
- 6) Destino dado às peças descartadas?

**E) Queima**

- 1) Tipo de forno utilizado.
- 2) Capacidade nominal do forno.
- 3) Produtividade efetiva utilizada do forno.
- 4) Energia utilizada.
- 5) Volume mensal consumido de cada fonte energética.
- 6) Número de peças encaminhadas para queima por dia.
- 7) Tempo gasto no processo.
- 8) É feito o descarte das peças com defeito?
  - Sim
  - Não
- 9) Como é feita a seleção das peças para continuarem no processo?

10) Destino dado às peças descartadas.

**F) Produto acabado**

1) Método de seleção dos produtos.

2) Formas de estocagem.

3) Seleção das peças para serem comercializadas.

4) Destino dado às peças descartadas.

5) Área ocupada na estocagem.

6) Uso de embalagens

( ) Sim

( ) Não

Quais:

7) Distância do consumidos.

8) Principais consumidores.

9) Volume comercializado mensalmente.

10) Formas de transporte.

## ANEXO - B

### **Check List (Caracterização do processo construtivo da alvenaria de vedação com blocos cerâmicos).**

#### **IDENTIFICAÇÃO:**

Responsável na obra pelas informações:

Cargo:

Empresa:

Endereço da Obra:

Tipologia da edificação:

Nº. de Pavimentos:

Aptº / Pavtº:

Nº.de funcionário na Obra:

Área Construída:

Tempo de existência da empresa:

Atuação no Mercado:

O Nº. de funcionários:

Regime de construção da Obra:

1ª) A empresa possui certificação de qualidade? Quais?

1) Quais as dimensões dos blocos?

2) Quais os blocos especiais utilizados na obra

3) Quais os equipamentos utilizados na marcação da alvenaria?

4) Qual o tipo de argamassa utilizada na obra?

5) Qual a forma de produção da argamassa na obra?

6) A obra realiza ensaio laboratorial para aceitação dos blocos?

7) No layout do canteiro existe local pré-definido para recebimento dos blocos?

8) Os blocos são descarregados no local definitivo de armazenamento?

9) A obra utiliza algum equipamento para reduzir o esforço do operário no descarregamento dos blocos?

10) A base de armazenamento dos blocos na obra é plana e protegida contra chuva?

11) Qual a altura das pilhas dos blocos armazenados?

12) Como é feito o armazenamento dos blocos?

13) Qual o tipo de mão-de-obra contratada?

14) Qual a forma de contratação da mão-de-obra?

15) A mão-de-obra participa de treinamentos?

16) Quais os equipamentos utilizados no transporte do armazenamento ao posto de trabalho?

17) Quais os equipamentos utilizados para o controle da produção da alvenaria?

18) Qual a composição da equipe de produção?

19) Qual a composição da equipe de controle e supervisão?

20) Há projeto específico para a execução da alvenaria?

**ANEXO - C**

ANÁLISE DE PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS									
INDÚSTRIA									
N°	DATA	TIPO	PRODUÇÃO	ETAPAS				Σ% PERDAS	FORMA TRANSP.
				QUEIMA	FUMAÇADO	ARMZT°	EXPEDIÇÃO		
01	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
02	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
03	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
04	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
05	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
06	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
07	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
08	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
09	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
10	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
11	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
12	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
13	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
14	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
15	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
16	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
17	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
18	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
19	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
20	/ /			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
N°	OBSERVAÇÕES								

**ANEXO - C**

ANÁLISE DE PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS											
INDÚSTRIA											
Nº	DATA	LINHA	TIPO	PRODUÇÃO	ETAPAS				Σ% PERDAS	FORMA TRANSP.	
					QUEIMA	FUMAÇADO	ARMZT°	EXPEDIÇÃO			
01	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
02	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
03	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
04	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
05	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
06	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
07	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
08	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
09	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
10	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
11	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
12	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
13	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
14	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
15	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
16	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
17	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
18	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
19	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
20	/ /				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
Nº	OBSERVAÇÕES										

**ANEXO - D**

Identificação da obra:												
Nº	DATA	LOTE	BLOCO	PAV.	ID	N1	N2	Nº BLC.	IP %	PERDA %	QUANT. ENTULHO	
			TIPO					CORTADO		PARCIAL	PAVTº	ESTOQ.
01	/ /								0,000%	0,00%		
02	/ /								0,000%	0,00%		
03	/ /								0,000%	0,00%		
04	/ /								0,000%	0,00%		
05	/ /								0,000%	0,00%		
06	/ /								0,000%	0,00%		
07	/ /								0,000%	0,00%		
08	/ /								0,000%	0,00%		
09	/ /								0,000%	0,00%		
10	/ /								0,000%	0,00%		
11	/ /								0,000%	0,00%		
12	/ /								0,000%	0,00%		
13	/ /								0,000%	0,00%		
14	/ /								0,000%	0,00%		
15	/ /								0,000%	0,00%		
16	/ /								0,000%	0,00%		
17	/ /								0,000%	0,00%		
18	/ /								0,000%	0,00%		
19	/ /								0,000%	0,00%		
20	/ /								0,000%	0,00%		
21	/ /								0,000%	0,00%		
22	/ /								0,000%	0,00%		
23	/ /								0,000%	0,00%		
24	/ /								0,000%	0,00%		
25	/ /								0,000%	0,00%		
26	/ /								0,000%	0,00%		
27	/ /								0,000%	0,00%		
28	/ /								0,000%	0,00%		
29	/ /								0,000%	0,00%		
30	/ /								0,000%	0,00%		
Nº	OBSERVAÇÕES											
IFORMAÇÕES:												
"ID" - identificação do observador:												
"N1" - Nº de blocos REMANESCENTES / "N2" - Nº de blocos ASSENTES												