

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RS
UNIJUÍ

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA - DETEC

**ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE
MATERIAIS EM OBRAS DA
CIDADE DE IJUÍ**

CÉSAR WINTER DE MELLO

Ijuí (RS), dezembro de 2001

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RS
UNIJUÍ

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA - DETEC

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE
MATERIAIS EM OBRAS DA
CIDADE DE IJUÍ**

CÉSAR WINTER DE MELLO

Orientadora: Luciana Londero Brandli

Ijuí (RS), dezembro de 2001.

À minha Orientadora Luciana Londero Brandli, pelo grande incentivo e orientação segura.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ

Ao Departamento de Tecnologia – DETEC

Ao curso de Engenharia Civil

Aos colegas da primeira turma

Aos professores do curso de Engenharia Civil desta Instituição

Aos professores colaboradores

Aos funcionários do curso

Às empresas proprietárias dos empreendimentos estudados

Aos operários das obras

À minha namorada, pelo apoio e paciência

E para a minha família, por todo o apoio e suporte nesta fase da minha vida.

SUMÁRIO

<u>1 INTRODUÇÃO</u>	11
<u>1.1 Delimitação do tema</u>	12
<u>1.2 Formulação da questão de estudo</u>	12
<u>1.3 Definição dos objetivos do estudo</u>	12
<u>1.3.1 Objetivo geral</u>	12
<u>1.3.2 Objetivos específicos</u>	12
<u>1.4 Justificativa</u>	13
<u>1.5 Sistematização do estudo</u>	13
<u>1.6 Limitação do trabalho</u>	14
<u>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	15
<u>2.1 Panorama nacional das perdas</u>	15
<u>2.2 Conceito de perdas</u>	17
<u>2.3 Classificação das perdas</u>	19
<u>2.3.1 - As perdas segundo seu controle</u>	19
<u>2.3.2 - As perdas segundo sua natureza</u>	20
<u>2.4 Metodologias existentes para levantar as perdas</u>	21
<u>3 METODOLOGIA</u>	27
<u>3.1 Tipo de estudo</u>	27
<u>3.2 Etapas do desenvolvimento do estudo</u>	27
<u>3.3 Terreno experimental – estudo de caso</u>	28
<u>3.4 Metodologia da coleta dos dados</u>	29
<u>4 ANÁLISE DOS DADOS</u>	32
<u>4.1 Obra 1</u>	32

4.1.1 Caracterização do canteiro de obras	32
4.1.2 Tipos de desperdício identificados	35
4.1.2.1 Perda por produtos defeituosos	35
4.1.2.2 Perda por movimento	38
4.1.2.3 Perda por processamento	40
4.1.2.4 Perda por substituição	41
4.1.2.5 Perda por estoque	42
4.1.2.6 Outros tipos de perdas	43
4.1.3 Quantitativos de perdas	43
4.1.3.1 Consumo de tijolos maciços	43
4.1.3.2 Consumo de argamassa	45
4.2 Obra 2	47
4.2.1 Caracterização do canteiro de obras	47
4.2.2 Tipos de perdas identificadas	50
4.2.2.1 Perda por produto defeituoso	50
4.2.2.2 Perda por movimento	53
4.2.2.3 Perda por processamento	55
4.2.2.4 Perda por estoque	57
4.2.2.5 Perda por transporte	58
4.2.2.6 Outros tipos de perdas	59
4.3.3 Quantitativos de perdas	59
4.3.3.1 Consumo de blocos de vedação de 6 furos	59
4.3.3.2 Consumo de argamassa	61
5 CONCLUSÃO	64
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Obra 1: fachada frontal	29
Figura 2 – Obra 2: fachada frontal	29
Figura 3 – Vista parcial interna do canteiro	32
Figura 4 – Vista parcial dos fundos do canteiro	33
Figura 5 – Estoque de areia e brita	33
Figura 6 – Estoque de blocos cerâmicos	33
Figura 7 – Armazenamento de chapas de compensado para laje	34
Figura 8 – Defeito na concretagem do pilar	35
Figura 9 – Defeito na concretagem da viga	36
Figura 10 – Problema no projeto estrutural	37
Figura 11 – Colocação dos eletrodutos após a concretagem da laje	38
Figura 12 – Vista da central de argamassa	39
Figura 13 – Entulho gerado pela desforma de vigas e pilares	40
Figura 14 – Cortes na alvenaria para passagem de eletrodutos	41
Figura 15 – Utilização de aço 12,5 mm no lugar de 10 mm	41
Figura 16 – Sobras de aço 12,5 mm e 16 mm	42
Figura 17 – Vista da situação das juntas de argamassa	45
Figura 18 – Vista parcial do interior da obra	48
Figura 19 – Restos de entulho com areia	48
Figura 20 – Entulho gerado pela desforma de pilares e vigas	48
Figura 21 – Local com difícil circulação	49
Figura 22 – Depósito de armadura para vigas	49
Figura 23 – Resultado da segregação dos agregados do concreto	50
Figura 24 – Defeito na fôrma de pilar com seção circular	51
Figura 25 – Tipo de fôrma inadequada para laje	51

Figura 26 – Defeito na fôrma da laje	52
Figura 27 – Falta de acabamento nos patamares da escada	52
Figura 28 – Local de descarregamento da areia	53
Figura 29 – Local definitivo de estoque da areia	53
Figura 30 – Plataforma inadequada de trabalho	54
Figura 31 – Local de descanso de argamassa de cal e areia	55
Figura 32 – Abertura na alvenaria feita para utilização do transporte vertical	56
Figura 33 – Depósito irregular de cimento	57
Figura 34 – Vista da situação das juntas de argamassa	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cálculo do Índice de Perda	25
Tabela 2 – Cálculo do Pcentageal de Perdas	25
Tabela 3 – Cálculo da quantidade utilizada do material	26
Tabela 4 – Cálculo da quantidade necessária do material	26
Tabela 5 – Dimensões das amostras	46
Tabela 6 – Dimensões das amostras	61
Tabela 7 – Exemplo de tabela para coleta dos dados	69
Tabela 8 – Espessuras de juntas horizontais de alvenaria	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Espessura das juntas de alvenaria com tijolos maciços 5x10x20 74

Gráfico 2 – Espessura da junta de alvenaria com blocos de 6 furos 10x15x20 75

1 INTRODUÇÃO

O aumento da concorrência e a grande exigência do consumidor está fazendo com que as empresas da Construção Civil busquem a diminuição dos custos de suas obras. Para tanto, faz-se necessário o aumento da qualidade e a redução do desperdício de materiais e equipamentos.

Nesse contexto, algumas empresas tem aplicado modernas técnicas de gerenciamento para enfrentar o novo momento em que o setor está enfrentando. O desperdício de materiais é apenas um dos vários itens que as empresas estão monitorando. (Santos et al. 1996)

Com essas mudanças, as empresas vêm seus empreendimentos de outra maneira, tornando-a funcional, rápida e, principalmente, econômica. Com isso, elas fazem com que seus clientes fiquem satisfeitos com um produto com qualidade e dentro de suas expectativas.

Na região de Ijuí (RS), esse panorama vem mudando, aos poucos. Há, ainda, uma resistência às mudanças, como por exemplo, a introdução de novas tecnologias, o aperfeiçoamento da mão-de-obra, a aplicação de técnicas de planejamento e gestão, desenvolvimento e integração de projetos e, principalmente, a organização do canteiro de obras.

1.1 Delimitação do tema

Visando retratar esta situação, decidiu-se realizar um estudo de levantamento dos desperdícios na Construção Civil em obras na cidade de Ijuí, avaliando as ocorrências, os momentos de incidência e a origem das perdas.

O levantamento dos dados teve embasamento teórico segundo o “Método de intervenção para a redução de perdas na construção civil”, elaborado pelo SEBRAE, em conjunto com Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, e empresas do setor. O mesmo sugere uma classificação das perdas de acordo com seu controle e sua natureza.

1.2 Formulação da questão de estudo

Por que ocorrem as perdas e quais os tipos de desperdício existentes em canteiros de obras de Ijuí ?

1.3 Definição dos objetivos do estudo

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral da pesquisa foi avaliar as condições dos canteiros de obras e levantar os tipos de desperdício existentes, visando as ocorrências dos mesmos e detectar sua origem, ou seja, qual setor o originou.

1.3.2 Objetivos específicos

1 – Caracterização os canteiros de obras e análise das condições de estoque de materiais, fluxos de operários e limpeza da obra.

2 – Classificação dos tipos dos desperdícios existentes, de acordo com Santos *et al.* (1996), apontado as ocorrências, a incidência dos mesmos e qual sua origem.

3 – Levantamento do índice de perdas de alguns materiais para obtenção do índice de perdas dos mesmos, através da quantificação dos blocos e tijolos cerâmicos e das espessuras de juntas horizontais da alvenaria.

4 – Sugerir mudanças visando amenizar os tipos de perdas

1.4 Justificativa

Na cidade de Ijuí, ainda não se vê a busca de melhoramentos no que se refere, desde o fator humano até o controle de desperdícios de materiais. Em relação a isso, é notável que são altos os índices de desperdício, visto que o volume de entulho gerado pelas obras fica exposto no canteiro, fazendo com que o valor final do empreendimento fique acima do esperado.

Por essa razão, foi necessário um estudo mais aprofundado sobre a questão para responder às necessidades locais com a finalidade de suprir mais esta lacuna que pode ser observada na construção civil local, apresentando-se sugestões que possam viabilizar um controle e um gerenciamento maior nos materiais de construção.

1.5 Sistematização do estudo

O trabalho apresenta, primeiramente, uma revisão bibliográfica que constitui-se num panorama nacional das perdas na Construção Civil, mostrando como estão os estudos relacionados a questão. Aborda, sinteticamente, o conceito de perdas discutidas por diversos autores da área. Além disso, apresenta uma classificação dos diversos tipos de perdas que se pode encontrar num canteiro de obras, avaliando as ocorrências, os momentos de incidência e as origens das mesmas, bem como as diversas metodologias existentes para se fazer o levantamento de desperdício nas obras.

A seguir, apresenta-se a metodologia utilizada para a realização da pesquisa, onde foi definido o tipo de estudo, as etapas de desenvolvimento do estudo, o terreno experimental – estudo de caso, e a coleta dos dados.

Posteriormente, será apresentada o desenvolvimento da pesquisa, onde tratou-se da caracterização dos canteiros de obras, a identificação dos tipos de perdas e o levantamento quantitativo de algumas perdas. Realizou-se, também, feita uma interpretação dos dados e sugestões para se evitar a ocorrência dos desperdícios.

Para finalizar a pesquisa, será mostrou-se nas conclusões os resultados e explicações dos surgimentos das perdas levantadas em obra.

Em anexo, apresenta-se a tabela utilizada para a coleta dos dados, relacionando os tipos de perdas segundo sua natureza. Além disso, serão apresentadas as medições de espessuras de juntas de argamassa em alvenarias, com suas médias e os gráficos com as variações das mesmas.

1.6 Limitação do trabalho

O trabalho limitou-se em analisar as condições e o desperdício de materiais de duas obras de dimensões localizadas na cidade de Ijuí.

O tempo da realização da pesquisa foi durante o 2º semestre, que dividiu-se nas seguintes etapas: escolha do orientador, escolha do assunto, escolha das obras, revisão bibliográfica, coleta e análise dos dados e redação final da pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Panorama nacional das perdas

Segundo Santos *et al.* (1996), no setor da Construção Civil, o aumento da competitividade das empresas exige o máximo de aproveitamento de seus recursos, através de estratégias de gerenciamento. Com isso, torna-se imprescindível a adoção de técnicas de qualidade e produtividade para a sustentação das empresas no mercado.

Afirma, ainda, que, nesse sentido, as empresas estão fazendo altos investimentos na gestão e tecnologias de seus processos produtivos. Isso é devido ao alto poder de exigência dos consumidores e à mobilização de operários para a busca de melhores condições de trabalho.

De acordo com o autor, além das empresas estarem preocupadas em melhorar sua qualidade de produção, ainda são elevados os índices de desperdício de materiais, baixa produtividade, alta incidência de problemas no produto final e condições adversas de higiene e segurança no trabalho.

Por outro lado, Formoso apud Agopyan *et al.* (1998), relata que, nos últimos anos, o que tem ocupado espaço significativo nas discussões do meio profissional da construção civil foram as questões referentes às políticas de qualidade. Entretanto, as empresas construtoras, para sobreviver em meio à forte competição, necessitam diminuir ao máximo os custos em todos os níveis, como por exemplo: projeto, execução e aspecto organizacional. Para tanto, é necessário um monitoramento das perdas dos materiais, visto que os desperdícios podem

representar mais de 50% do custo total do empreendimento. Para se considerar como perdas de materiais, leva-se em conta a variação percentual entre a quantidade de material realmente gasto para realizar um serviço e a quantidade tomada como referência no projeto.

Santos *et al.* (1996) assegura que as principais dificuldades para que as empresas se adequem às necessidades da modernização destacam-se a carência de métodos e técnicas suficientemente testadas e adaptáveis às peculiaridades do setor, para que se possa aplicar os conceitos das filosofias gerenciais. Muitas das empresas passam pelos estágios iniciais da gestão da qualidade, mas esbarram na dificuldade de definir e implementar as mudanças necessárias. Outro ponto que torna inviável esses métodos de qualidade, é a falta de recursos financeiros para viabilizar as inovações, afetando, principalmente, as empresas de pequeno porte.

Entretanto, segundo Brandli *et al.* (1996), existem várias alternativas para que se viabilize a implantação de métodos de melhorias para reduzir as perdas na construção civil.

Para estudar a fundo a questão de desperdício na construção civil, o FINEP (Financiamento de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia – Programa Habitar), propôs um método de avaliação das perdas na construção civil, denominado “*Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras*”, que reuniu mais de 10 universidades brasileiras e centenas de canteiros de obras espalhados por mais de 12 Estados. A pesquisa se desenvolveu entre os anos de 1996 e 1998.

Essa pesquisa envolveu um número considerável de materiais e serviços, cada um com suas peculiaridades e características próprias, sendo que foi necessário estabelecer critérios para delimitar o estudo. Pode-se citar alguns critérios como: representatividade do custo de cada material no montante total da obra, sendo um dos principais; a participação de cada um em termos de volume ou massa e o número de serviços utilizados.

A metodologia usada para a elaboração do trabalho apresentou uma análise crítica do uso dos materiais ao longo das etapas das obras. Para tanto, na pesquisa FINEP (1998) a “observação implica no estabelecimento de indicadores de perdas divididos em duas categorias: a primeira, de âmbito maior (indicadores globais), que procura estabelecer números relativos a um conjunto de etapas percorridas pelos materiais/componentes no canteiro de obras; a segunda, de forma mais específica, que procurou estabelecer números relativos a uma única etapa, cuja finalidade principal é a explicação parcial dos indicadores globais, permitindo identificar em quais etapas percorridas pelos materiais estas perdas são mais significativas.”

2.2 Conceito de perdas

Num conceito mais amplo, segundo Freitas apud Agopyan (1998), “todo o recurso que se gasta além do estritamente necessário”, pode ser considerado como sendo perda.

Segundo Santos *et al.* (1996), o conceito de perdas é, na maioria das vezes, relacionado com o desperdício de materiais de construção. Entretanto, o significado estende-se a qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e equipamentos em quantidades superiores às necessárias à produção. Assim, as perdas englobam tanto desperdício de materiais quanto a execução de serviços desnecessários que geram custos e não agregam valores.

Para Agopyan *et al.* (1998), o termo desperdício pode envolver uma série de discussões, principalmente porque assume uma conotação negativa “e porque implicam numa avaliação por vezes subjetiva ou não balizada em critérios pré-definidos.”

Por sua vez, Jungles *et al.* (1999) afirma que “entende-se como perda, toda falta de aproveitamento da potencialidade da construção para atingir custos menores e maior satisfação do cliente, englobando ainda, qualquer ineficiência que se reflita no uso de materiais, mão-de-obra e equipamentos em quantidades superiores às necessárias à produção da edificação.” Com isso, as perdas não são

somente o desperdício de materiais, mas também a execução de serviços desnecessários que geram custos e não agregam valor.

De acordo com a pesquisa do FINEP, o conceito de perdas pode assumir dimensões diferentes, dependendo do enfoque que é dado e dos objetivos que se quer alcançar. Em torno disso, vários autores apresentam suas definições, mas prevalecendo sempre a ênfase em um ponto comum: “o uso não otimizado dos recursos na execução da edificação.” (FINEP, 1998)

Visando interpretar os diversos conceitos dados pelos autores, a pesquisa do FINEP define que, além da idéia da agregação de valor ao produto sem aumentar os custos, deve-se levar em conta outro ponto importante: “a definição da situação de referência a partir da qual se considera o recurso excedente (material, mão-de-obra, equipamento, tempo e capital) como sendo perda.” (FINEP, 1998)

Picchi *apud* FINEP (1998), raciocina coerentemente quando define desperdício como sendo “tudo aquilo que é despendido além do que seria necessário em sua situação ideal”.

Uma visão mais generalizada e direcionada para a Engenharia Industrial que também se pode adotar para a Construção Civil, é quando Taylor *apud* JUNIOR (1993) associa as perdas a algumas causas fundamentais, entre as quais duas parecem ser mais evidentes:

- a) a falta de uma visão gerencial por parte do capital relativamente a questão do treinamento e de formação das pessoas e da forma de organizá-los segundo a ótica do capital;
- b) a deficiente visão sistêmica da organização dos sistemas produtivos existentes na época.

Em compensação, Henry Ford *apud* JUNIOR (1993), “posiciona-se segundo a lógica de que não é necessário deixar de medir os desperdícios unicamente a partir de uma avaliação das perdas materiais”. Mas, sim, no que diz respeito ao fator humano, afirmando, ainda, que a “velha concepção de que uma coisa vale mais do que um homem”.

Para Ford *apud* JUNIOR (1993), os problemas com o desperdício se associa a “economizar material, porém, somente na medida em que os materiais representam certa quantidade de trabalho humano já dependidos”. Sendo assim, ele diz que “se considerarmos os materiais como trabalho, utilizemo-los com mais cuidado”.

Ford *apud* JUNIOR (1993) ressalta ainda que um conceito que pode ser adotado para a Construção Civil “consiste em observar que o desperdício dos materiais é uma consequência cuja causa encontra-se em uma perda muito mais relevante associada à incorreta utilização das pessoas nos processos de produção e a deficiente análise dos processos que geram estas perdas.”

2.3 Classificação das perdas

Segundo Santos *et al.* (1996), deve-se conhecer a natureza das atividades que compõe o processo de produção. Entende-se por processo como um fluxo de materiais e informações desde a matéria-prima até o produto final. Nesse fluxo, os materiais são processados, inspecionados, movimentados ou estão em espera.

Para haver a redução das perdas, faz-se necessário conhecer sua natureza e identificar suas causas. De acordo com Shingo e Skoyles & Skoyles *apud* Santos *et al.* (1996), existem critérios para classificar as perdas. Elas podem ter origem segundo o seu controle, segundo sua natureza e segundo sua origem.

2.3.1 - As perdas segundo seu controle

As perdas, segundo o seu controle, podem ser classificadas em: perdas inevitáveis (ou perdas naturais) e perdas evitáveis.

a) Perdas inevitáveis (perda natural): são aquelas cujo investimento se torna necessário para sua redução é maior que a economia gerada e está num nível aceitável de perdas. Esse nível varia de empresa para empresa, ou de obra para obra e dentro da mesma empresa, dependendo do patamar de desenvolvimento delas.

b) Perdas evitáveis: são aquelas cujos custos para prevenção das perdas são substancialmente maiores que as ocorrências. São conseqüências de um processo de baixa qualidade, no qual os recursos são aplicados inadequadamente.

2.3.2 - As perdas segundo sua natureza

a) Perdas por superprodução: são aquelas cuja produção é superior ao necessário. Um exemplo disso é a produção de argamassa em excesso para um dia de trabalho.

b) Perdas por substituição: ocorrem da utilização de um material de valor ou característica de desempenhos superiores ao especificado. Pode acontecer quando se utilizam traços de argamassas com resistências superiores aos especificados.

c) Perdas por espera: são relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores, envolvendo tanto perdas com mão-de-obra quanto de equipamentos. Por exemplo paradas nos serviços originadas por falta de disponibilidade de equipamentos ou de materiais.

d) Perdas por transporte: são associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em função de uma má programação das atividades ou de um *layout* ineficiente. A título de exemplo, tem-se o tempo perdido em transporte devido a grandes distâncias entre estoque e local de aplicação ou equipamento de transporte inadequado para determinado material.

e) Perdas no processamento em si: tem origem na natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos. Elas ocorrem pela falta de procedimentos padronizados e ineficientes dos métodos de trabalho, falta de treinamento dos operários ou deficiência no detalhamento dos projetos, gerando, por exemplo, a quebra de paredes rebocadas para a colocação de instalações elétricas e hidráulicas.

f) Perdas nos estoques: existência de estoques excessivos, em função da programação inadequada na entrega dos materiais ou erros na orçamentação, gerando situações de falta de local adequado para a depósito dos mesmos. Um

exemplo disso é o custo financeiro dos estoques, deterioração do cimento devido ao armazenamento em contato com solo e pilhas muito altas.

g) Perdas por movimento: é a realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução de seus serviços, que podem gerar frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo de *layout* do canteiro e do posto de trabalho, etc. Por exemplo, tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho devido à falta de programação de uma seqüência de atividades.

h) Perdas por elaboração de produtos defeituosos: produtos que são fabricados e não atendem aos requisitos de qualidade especificados. Os mesmos têm origem na ausência de integração de projetos e execução. Resultam, então, em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final.

Existem, também, outros tipos de perdas, como: roubo, vandalismo e acidentes.

2.4 Metodologias existentes para levantar as perdas

Os trabalhos de Brandli *et al.* (1996) e Coelho *et al.* (1997) propõe uma avaliação de perdas em obras através de uma metodologia expedida. A metodologia tem a meta de levantar os estoques de serviços prontos, dos estoques de materiais, da produtividade dos trabalhadores, da movimentação e transporte e dos métodos de trabalho. Com isso, pode-se analisar os fatores que afetam a produtividade, como por exemplo, métodos de trabalho, atividades de apoio, recursos humanos, segurança dos trabalhadores, meios de controle, projeto e planejamento e gestão administrativa.

O FINEP propôs um método de avaliação das perdas na construção civil, denominado “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras”.

A metodologia usada para a elaboração do trabalho compreendeu uma análise crítica do uso dos materiais ao longo das etapas das obras. Para tanto, na pesquisa do FINEP (1998) a “observação implica no estabelecimento de indicadores

de perdas divididos em duas categorias: a primeira de âmbito maior (indicadores globais), que procura estabelecer números relativos a um conjunto de etapas percorridas pelos materiais/componentes no canteiro de obras; a segunda, de forma mais específica, que procura estabelecer números relativos a uma única etapa, cuja finalidade principal foi a explicação parcial dos indicadores globais, permitindo identificar em quais etapas percorridas pelos materiais estas perdas eram mais significativas.”

Santos *et al.* (1996), por sua vez, propõe um método de intervenção para a redução de perdas na construção civil. Esse é o título da Série Construção Civil, volume 4, do SEBRAE. O método “parte do princípio de que melhorias substanciais no processo de produção podem ser obtidas a curto prazo e a baixo custo e sem implicar em mudanças radicais na tecnologia empregada.” Ressalta ainda que o “objetivo da avaliação do desperdício de materiais é quantificar os prejuízos decorrentes das deficiências organizacionais no canteiro.”

Com grande influência nas perdas de materiais, o método dá ênfase a questões como sistema de movimentação e armazenamento de materiais e ao *layout* do canteiro de obras. Para a aplicação do método, na primeira fase, faz-se um diagnóstico dos canteiros de obras da situação atual, analisando dados como processos de produção (fluxo de materiais, atividades dos trabalhadores). Após, faz-se um plano de intervenção para a aplicação das melhorias para então executar o plano e comparar o antes e o depois com um novo diagnóstico. Para se fazer a leitura das condições, utiliza-se os indicadores de qualidade e produtividade e do registro dos processos.

Segundo Santos *et al.* (1996), o método se dá na aplicação de fórmulas para o cálculo dos desperdícios de materiais. Tais fórmulas calculam os índices de perdas de cada material, o consumo real e o consumo teórico .

O cálculo do Índice de Perdas é dado por:

$$I \text{ perdas (\%)} = (\text{Creal} - \text{Cteor}) \times 100 / \text{Cteor}$$

Onde:

I perda (%) é o índice de perda do material

Creal é o consumo real de materiais

Cteor é o consumo teórico de materiais

Para se calcular o Consumo Real de materiais parte-se da seguinte fórmula:

$$\text{Creal} = \text{Madq} + \text{Mest (vi)} - \text{Mest (vf)}$$

Onde:

Madq é a quantidade de material adquirido no período (entre vi e vf)

Mest (vi) é a quantidade de material existente no estoque em (vi)

Mest (vf) é a quantidade de material existente no estoque em (vf)

(vi) vistoria inicial

(vf) vistoria final

Para se levantar o material adquirido, o pesquisador deve buscar as notas fiscais referentes à compra do período.

Já o cálculo do Consumo Teórico se calcula a partir da quantidade de serviço executado e do consumo unitário previsto no projeto. Para tanto usa-se a fórmula a seguir:

$$\text{Cteor} = \text{Cunit} \times \text{Qserv}$$

Onde:

Cuint é o consumo unitário que representa a quantidade de material necessária para execução de uma unidade de serviço. Ex: para alvenaria, calcula-se o número de tijolos para execução de um metro quadrado de parede.

Qserv é a quantidade de serviço efetivamente executada, calculada pela seguinte fórmula:

$$Q_{serv} = Q_{orç} \times [Per(vf) - Per(vi)]$$

Onde:

Qorç é a quantidade orçada total de serviço medida no projeto;

Per (vi) é o percentual do serviço executado até a vistoria inicial (vi);

Per (vf) é o percentual de serviço executado até a vistoria final (vf).

Santos *et al.* (1996) avalia os dados através do cálculo do consumo total do desperdício, “projetando o índice de perdas encontrado entre (vi) e (vf) para toda a obra.” Pode-se avaliar, também, através da comparação dos dados obtidos com dados já levantados em outras pesquisas, servindo como referência para as conclusões.

Heineck apud Brandli *et al.* (1996) leva em conta uma divisão de sete áreas de ações de programas de qualidades que são política e organização da empresa, planejamento e vendas, projeto, suprimentos, execução, recursos humanos e serviços ao cliente. Estes conceitos exploram “conhecimento relativo ao gerenciamento de obras, envolvendo conceitos de Curva S, Linha de Balanço, Construtibilidade, *Layout* de Canteiro, Participação Percentual de Serviços, Avaliação de Desperdício, Medição de Produtividade, entre outros”.

Brandli *et al.* (1996) assegura que esta metodologia é de caráter simples e envolve poucas medições e levantamentos quantitativos. Tem como base a observação instantânea, como coletas de impressões e fotos. Parte do pressuposto de que quanto maior o número de observações e observadores, pode-se chegar à perda real e verdadeira e não, apenas, a estimada. Afirma, ainda, que “entende-se como perda o que foi feito no canteiro e aquilo que poderia ser feito, em termos de capacidade de trabalho, no período de trabalho. Adiciona-se a esta perda, aquelas devido à manutenção de estoques e associadas à capacidade de trabalho”.

Coelho *et al.* (1997) propuseram um método expedito para o levantamento e análise dos dados de desperdício de materiais. Para tanto, deve-se passar pela obra (por um dia, pelo menos) e fazer o levantamento dos estoques de serviços acabados, dos estoques de materiais, da produtividade dos trabalhadores, da movimentação e transporte, dos métodos de trabalho, dentre outras, que, posteriormente tabuladas, fornecem o total de perdas do dia. Este método avalia as

perdas nas obras e fornece indicadores para ações gerenciais posteriores, como, por exemplo, redução de estoques, reprogramar recebimentos de materiais, redimensionar e treinar equipes de trabalho, diminuir tempos de espera e distância.

Campolina *et al.* (2001), trata de uma metodologia cujas “perdas de determinado material são mensuradas em função da diferença entre as quantidades utilizadas e prevista em projeto como necessárias para execução do empreendimento em questão.” Esta se denomina com sendo Perda Absoluta (PA). “Para tornar direta a comparação entre as perdas em obras diferentes, utiliza-se como indicador referencial a relação entre esta diferença e a quantidade de material prevista, em forma de número percentual, sendo esta denominada como Índice de Perda (IP).” Ele, ainda, apresenta os resultados no formato a seguir:

Tabela 1 – Cálculo do Índice de Perda

$IP = (QU - QN) / QN (\%)$
--

Onde: IP equivale ao Índice de Perda

QU equivale à Quantidade Utilizada do Material e
--

QN equivale à Quantidade Necessária do Material

Fonte: Campolina *et al.* (2001)

Campolina *et al.* (2001) utiliza, ainda, para evidenciar de maneira mais clara a dimensão das perdas, uma “relação entre o montante da perda e a quantidade consumida de material, também em formato percentual.” Para mostrar exatamente o que foi utilizado de material perdido, este indicador é denominado como Percentual de Perda (PP). A tabela a seguir mostra a equação:

Tabela 2 – Cálculo do Percentual de Perdas

$PP = (QU - QN) / QU (\%)$
--

Onde: PP equivale ao Percentual de Perda
--

QU equivale à Quantidade Utilizada do Material e
--

QN equivale à Quantidade Necessária do Material

Fonte: Campolina *et al.* (2001)

Para se calcular a quantidade de determinado material, Campolina *et al.* (2001) utiliza o “somatório do montante deste em estoque no início do período de

estudo e a quantidade de material que deu entrada no canteiro de obras (seja através de compra ou transferência), subtraído o material com saída da obra (via transferência ou devolução ao fornecedor), e o estoque apresentado ao final do período da pesquisa.” Para se coletar esses dados, é preciso analisar as notas fiscais, registros de transferência e fichas de estoque, além dos levantamentos diretos dos estoques existentes. Para ilustrar o método de cálculo, monta-se a equação:

Tabela 3 – Cálculo da quantidade utilizada do material

QU = EI + WE – QS – EF
Onde: QU equivale à Quantidade Utilizada do Material
EI é a Quantidade de Material em Estoque no Início do Período
QE equivale à Quantidade do Material com Entrada no Canteiro
QS equivale à Quantidade do Material com Saída do Canteiro e
EF é a Quantidade de Material em Estoque no Final do Período

Fonte: Campolina *et al.* (2001)

E para calcular a quantidade de material necessária para a execução de determinado serviço, Campolina *et al.* (2001) faz “a partir da caracterização do quantitativo deste serviço realizado durante o período em que se efetiva o estudo multiplicado por um consumo unitário padrão referente ao material em questão.” Os levantamentos são feitos “até a data inicial e final do período de estudo e análise das características dos materiais empregados e das composições orçamentárias pertinentes de maneira a se determinar seu consumo unitário padrão.”

Tabela 4 – Cálculo da quantidade necessária do material

QN = (SF – SI) * CP
Onde: QN equivale à Quantidade Necessária do Material
SI é a Quantidade de Serviços Realizada até o Início do Período
SF é a Quantidade de Serviços Realizada até o Final do Período e
CP é o Consumo Unitário Padrão do Material naquele Serviço

Fonte: Campolina *et al.* (2001)

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo

O trabalho tem um enfoque qualitativo e quantitativo, constituindo-se num diagnóstico da situação em que se encontra a obra, no que diz respeito ao estágio e execução das tarefas. Para elucidar os fatos, foram feitas fotos e a interpretação das mesmas, mostrando pontos favoráveis e desfavoráveis, tanto na organização do canteiro, como na realização das tarefas.

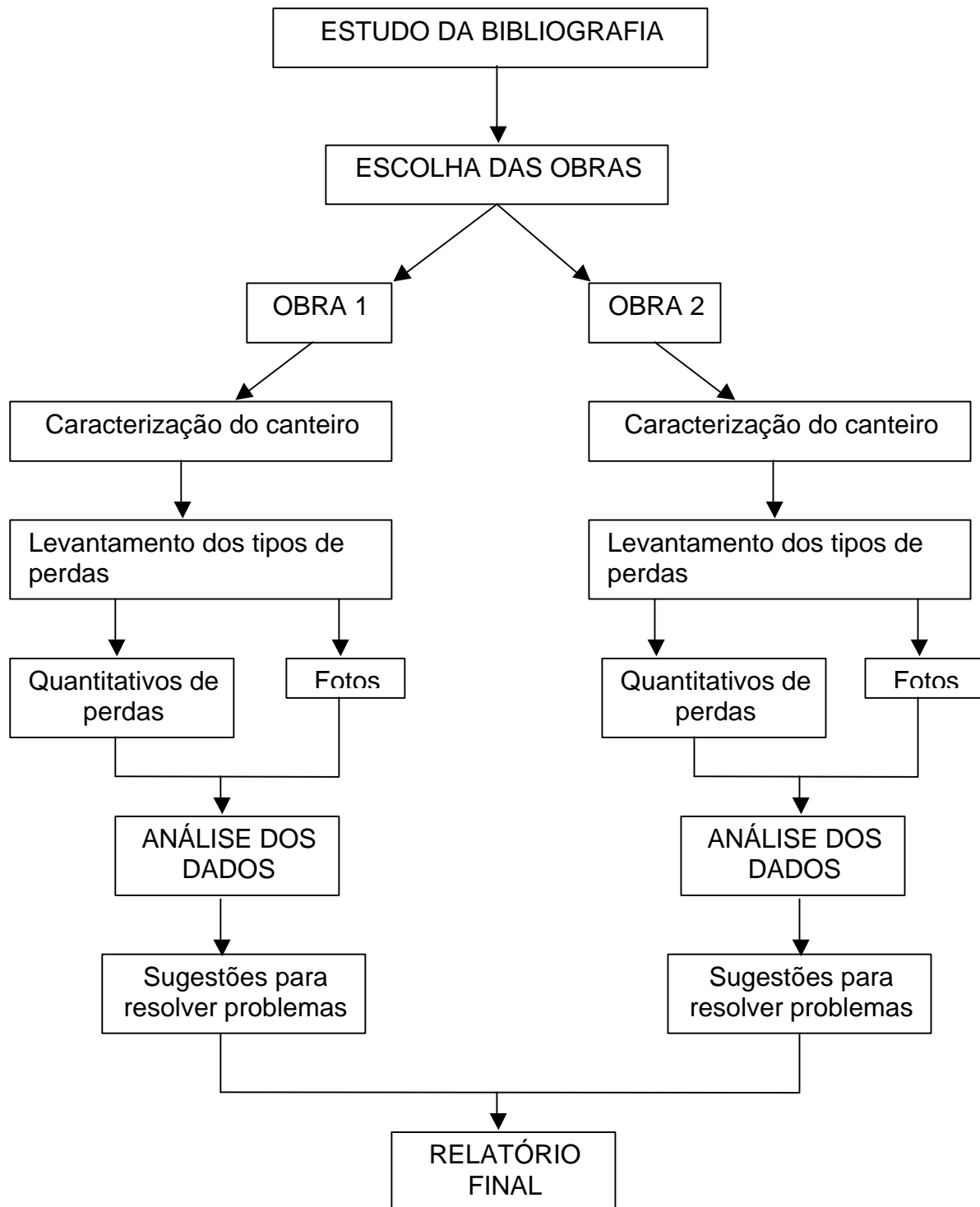
O levantamento dos tipos de desperdícios foi feito levando em conta a classificação dos mesmos, amparado em Santos *et al.* (1996), no que se refere ao seu controle, natureza e origem. A pesquisa tem um caráter informativo e apresenta subsídios para evitar as perdas bem como organizar o canteiro de obras.

A escolha desta bibliografia tem como principal justificativa a facilidade de aplicação e de levantamento dos dados.

3.2 Etapas do desenvolvimento do estudo

O trabalho iniciou-se com o levantamento das bibliografias existentes sobre o tema proposto. Após, foi necessário a escolha das obras possíveis de se fazer a caracterização e a aplicação dos critérios que as bibliografias sugerem. Para elucidar as observações, foram feitas fotos, para, posteriormente, serem analisadas, e obterem-se as conclusões e propostas necessárias. Além disso, foram feitos levantamentos de quantitativos de espessura de juntas horizontais.

O fluxograma a seguir, mostra quais foram os caminhos percorridos para a realização da pesquisa:



3.3 Terreno experimental – estudo de caso

Para executar a coleta de dados, foram selecionadas duas obras, de diferentes empresas. As mesmas compreendem edifícios residenciais, sendo os dois mistos: comercial e residencial.

A obra 1 constitui-se em dois blocos de apartamentos. O primeiro bloco, da frente, possui 3 unidades repetitivas, visto que o térreo é para fins comerciais. Já o segundo bloco possui 4 pavimentos tipo. O prédio possui uma área total de 1485.58 m². O sistema construtivo adotado foi o convencional, ou seja, estruturado com pilares e vigas em concreto armado e alvenaria de vedação, com tijolos maciços.

A obra 2 compreende um prédio de 9 pavimentos, sendo que o subsolo será destinado a garagens, o térreo para área comercial e 6 unidades repetitivas de apartamentos. O sistema construtivo adotado foi o mesmo do anterior, estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação, com blocos cerâmicos de 6 furos.

Figura 1 – Obra 1: fachada frontal



Figura 2 – Obra 2: fachada frontal



3.4 Metodologia da coleta dos dados

O trabalho dividiu-se em duas partes: levantamento qualitativo e quantitativo. Na parte qualitativa da coleta dos dados, foi necessário a confecção de uma tabela que relaciona os seguintes tópicos: a natureza da perda, a sua ocorrência, o momento de incidência e a origem dessas perdas, conforme Anexo 1.

No que diz respeito à natureza das perdas, foram identificadas os tipos de desperdício que apareceram na obra. Entre eles, perdas por superprodução, por espera, por processamento, por estoque, dentre outras.

No que se refere à ocorrência das mesmas, foi detectado onde se encontravam os problemas, como por exemplo, laje de piso mal acabada,

necessitando da execução de contrapiso.

No momento de incidência, indicou-se qual o setor responsável pela ocorrência da perda. A título de exemplo, pode-se citar os setores de armazenamento ou almoxarifado, produção, inspeção, gerência e projeto. Com isso, pode-se inferir sugestões que amenizem ou que eliminem esses tipos de desperdícios.

E, por fim, para detectar a origem do problema, foi realizada uma explanação do porquê da incidência do desperdício. Como exemplo, a ocorrência da laje de piso mal acabada tem origem na falta de inspeção pelo profissional responsável que não instruiu a mão-de-obra para se fazer o acabamento da superfície. Assim, será necessário a regularização da mesma através da execução do contrapiso.

Além da classificação das perdas, foi realizada uma análise geral da situação dos canteiros de obra no que diz respeito à organização dos mesmos, condições e transporte de armazenagem dos materiais, centrais de trabalho e movimentação dos operários.

Para a parte quantitativa da coleta dos dados foi utilizado o que Santos *et al.* (1996) enunciou, ou seja, a medição do consumo teórico e do consumo real de espessura de juntas verticais e horizontais de argamassa.

Santos *et al.* (1996) diz que a média das espessuras das juntas horizontais deve ficar em 1,5 cm. Leva-se em conta este número devido ao fato de ser econômico e, também, para desempenhar a função exata que é dar aderência entre um bloco e outro.

Foram consideradas as fórmulas já apresentadas na revisão bibliográfica e as seguintes expressões para espessuras de juntas:

$$\text{Desp (\%)} = \text{Cobra (\%)} - \text{Cpn (\%)}$$

Onde:

Desp é a porcentagem de desperdício de argamassa em juntas de blocos de vedação;

Cobra é a porcentagem do consumo por metro quadrado medido em obra;

Cpn é a porcentagem do consumo por metro quadrado de acordo com Santos *et al.* (1996) para o bloco utilizado. *

* OBS: devido à grande variação das dimensões dos blocos existentes na região e a não padronização das medidas nos mesmos, faz-se necessário a medição de alguns e fazer o cálculo pela média.

E, para se fazer um comparativo, levando em conta a moeda nacional, com o que foi gasto para produzir, desenvolve-se a seguinte expressão:

$$\text{Vdesp} = \text{Pobra} - \text{Ppn}$$

Onde:

Vdesp é o valor desperdiçado em R\$;

Pobra é o custo necessário para a produção em obra da argamassa;

Pn é o custo necessário para a produção de acordo com a bibliografia;

Ppn é o custo necessário para a produção de argamassa.

Os valores em moeda nacional para a produção de argamassa considerando os valores que Santos *et al.* (1996) sugere, foram retirados da Tabela de Composições e Preços para Orçamentos - TCPO.

Para calcular as perdas desse material, será utilizado a expressão que Santos *et al.* (1996) sugere, usando o consumo real e o teórico de materiais.

4 ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Obra 1

4.1.1 Caracterização do canteiro de obras

No momento das observações, a obra encontrava-se na execução da segunda laje do primeiro bloco e levantamento de alvenaria do terceiro pavimento, no segundo bloco. A mesma possuía um empreiteiro que a executava, totalizando oito operários, sendo um mestre de obras, dois pedreiros, três serventes, um carpinteiro e um armador.

O ambiente de trabalho no canteiro de obras era bom, sendo limpo no interior da construção, como pode ser visto nas figuras a seguir.

Figura 3 – Vista parcial interna do canteiro



Na mesma figura, pode-se notar a presença de estoque de madeira para forma e pontalhetes para escoramento.

O arranjo físico do canteiro de obras era problemático devido ao fato do terreno ser em declive e da obra ocupar boa parte da largura do mesmo. Mas, nos fundos do lote, havia espaço suficiente para dispor todos os estoques de materiais e equipamentos o qual só era usado para depósito de entulho, depósito de aço e corte, dobra e armação do aço, como, por exemplo, as centrais de concreto e de argamassa. Este espaço pode ser visto na figura a seguir.

Figura 4 – Vista parcial dos fundos do canteiro



O depósito de areia, brita, blocos cerâmicos, telhas cerâmicas para pré-laje e central de concreto eram dispostos fora do terreno em que se executava a obra, dificultando o transporte dos insumos para a utilização. Além disso, a areia e a brita estavam mal acondicionados, ou seja, sem baias de proteção, estando sujeito à perda. Todos os materiais citados estavam expostos às intempéries e a roubos. Isto pode ser visualizado na figura 5 e 6.

Figura 5 – Estoque de areia e brita



Figura 6 – Estoque de blocos cerâmicos



No almoxarifado, em boas condições de conservação, construído em madeira e piso com lastro de brita, eram armazenados o cimento, sobre estrados de madeira

e cobertos com lona, evitando o contato com a umidade, as ferramentas e equipamentos.

O estoque de madeira para formas de lajes estavam bem acondicionadas e bem conservadas no interior da edificação, visto que é previsto o reaproveitamento total delas. Na figura a seguir, nota-se o armazenamento das mesmas.

Figura 7 – Armazenamento de chapas de compensado para laje



No que diz respeito à segurança do trabalho, notou-se que tanto o empreiteiro como o responsável técnico da obra não levavam em conta esse aspecto. A justificativa, para o empreiteiro, é que não há necessidade do uso porque ele instrui sua mão-de-obra a tomar cuidado com os locais e ferramentas que possam ser perigosos e que o uso dos equipamentos de proteção atrapalham na hora de executar certas tarefas. Já o engenheiro nunca exigiu o uso.

Visando solucionar ou amenizar os problemas com o arranjo físico do canteiro de obras, foi sugerido que se armazenassem todos os materiais e equipamentos no interior do terreno, evitando assim roubos, excesso de distância dos pontos de aplicação e maiores desperdícios de materiais. Além disso, foi exposta a idéia para que, pelo menos, fosse armazenado o aço para a estrutura no interior da obra, visto que havia espaço suficiente para se fazer todos os serviços com esse insumo.

Como justificativa da não aceitação das sugestões, o responsável pela obra diz que é difícil a entrada dos veículos para a descarga dos materiais e pouco espaço para a produção do concreto.

4.1.2 Tipos de desperdício identificados

Para mostrar os tipos de desperdícios encontrados nessa obra, foi considerado a relação apresentada por Santos *et al.* (1996), segundo a natureza da perda.

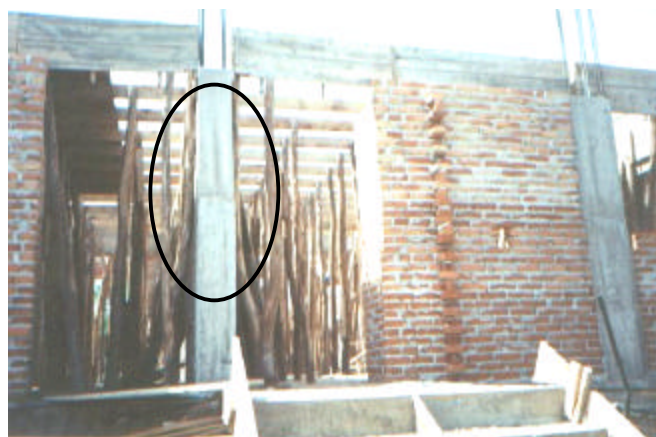
4.1.2.1 Perda por produtos defeituosos

A perda por produtos defeituosos é um tipo dos mais comuns existentes na construção civil, pois usa-se um sistema construtivo defasado e, principalmente, a falta de controle de qualidade dos materiais, como por exemplo: controle dimensional dos blocos e tijolos cerâmicos por parte das olarias. Com a aplicação desses materiais, há a necessidade de se fazer a correção com outro material, como por exemplo: aumento da junta da alvenaria devido às disparidades nas dimensões dos blocos.

Com a intenção de relatar este tipo de perda, relacionam-se casos ocorridos nessa obra.

A primeira ocorrência deste tipo de perda foi um defeito na concretagem do pilar, fazendo-se necessário a correção do mesmo com o revestimento. Na figura 8 pode-se notar o detalhe.

Figura 8 – Defeito na concretagem do pilar



No que diz respeito ao momento de incidência da perda, pode-se dizer que é originária dos setores de produção e inspeção. Por um lado, observa-se o problema

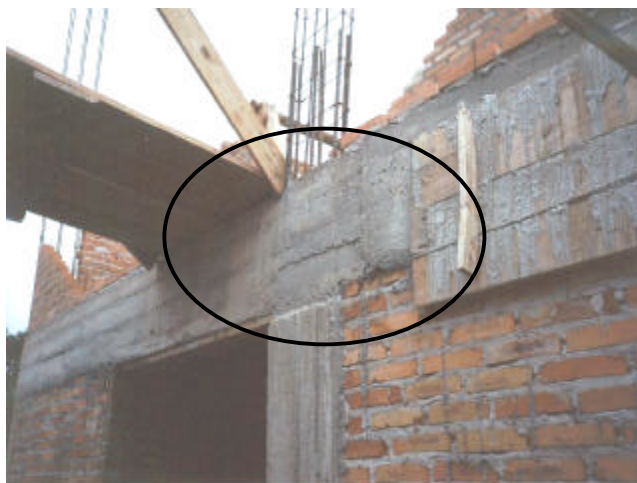
com a falta de cuidado na hora da concretagem ou na fixação da forma. E, e por outro lado, teve a falha na verificação das condições da forma ou na hora da concretagem, apontando os erros e evitando que a forma abrisse.

Com relação à origem da perda, nota-se que a falha está no monitoramento da execução das tarefas, tanto por parte do mestre de obras como do responsável técnico da obra. Além disso, não foi utilizado o vibrador de imersão para fazer o adensamento do concreto. O que se utilizou foram pancadas com martelo na forma, fazendo com que a mesma se rompesse.

A solução para este caso é um monitoramento constante por parte do pessoal da produção que faz a montagem das formas, bem como do engenheiro que deve verificar se está tudo certo para dar início à concretagem. Além disso, deve-se fazer o uso do vibrador de imersão para ter um melhor resultado na execução do serviço.

A segunda ocorrência relacionado à perda por produto defeituoso é relacionado com a questão anterior, sendo necessário a correção com o revestimento. Esse defeito tem o mesmo momento de incidência, tendo como fator principal o momento da produção e a má inspeção. O mesmo ocorreu na concretagem de uma viga onde a forma não suportou os esforços de vibração ou o vibrador foi encostado na mesma, rompendo suas fixações. A figura 9 relata esta perda.

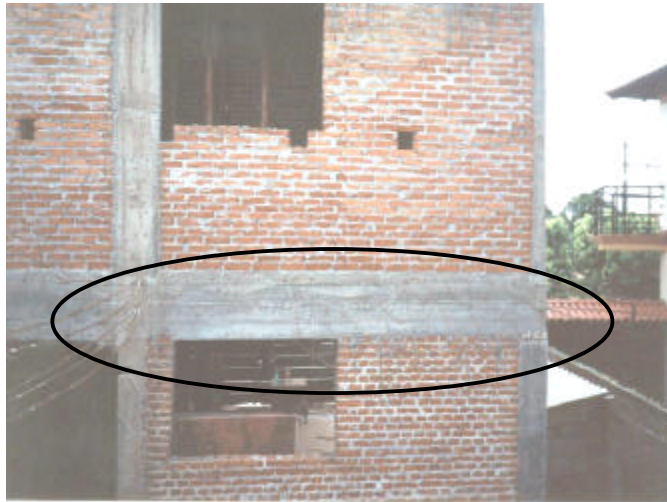
Figura 9 – Defeito na concretagem da viga



Uma outra ocorrência registrada foi um erro no projeto. O mesmo previa uma laje a qual faz cobertura para a escada. Este elemento estrutural termina justamente

no meio de uma janela do segundo bloco do prédio. A figura 10 mostra a armadura de espera para a laje. A foto foi feita exatamente da janela onde deveria terminar a laje.

Figura 10 – Problema no projeto estrutural



Este problema teve o momento de incidência dentro da produção. Só assim foi constatado a falha que veio do planejamento do projeto.

A origem da mesma, vem do projetista e da gerência da obra. Houve uma falha no planejamento da estrutura/cobertura daquele setor, não levando em conta que os dois blocos não estão no mesmo nível.

Este problema poderia ser solucionado de modo que se eliminasse essa laje e fizesse uma cobertura com outro material, por exemplo: estrutura metálica e telhado em policarbonato, melhorando a estética do ambiente e proporcionando luminosidade natural.

Como última ocorrência desse tipo de desperdício, foi constatado que antes da concretagem da laje não foram incluídos os eletrodutos na preparação da mesma, fazendo com que fosse necessário a execução de um contrapiso mais espesso, aumentando, assim, a espessura da laje. A figura 11 mostra a situação da laje.

Figura 11 – Colocação dos eletrodutos após a concretagem da laje



O momento de incidência desta perda por produto defeituoso foi na produção, quando foi feita a preparação da laje para a concretagem e na inspeção, pois não foi constatada a falta dos eletrodutos na laje.

A origem do problema foi na falha da inspeção antes do preenchimento da laje com concreto. Nem o responsável pela obra, nem o engenheiro da mesma fizeram o monitoramento necessário para liberar a laje para a concretagem.

Para que não ocorra esse tipo de problema, sugere-se a inspeção rigorosa da obra, tanto pelo mestre de obras e, principalmente, pelo engenheiro responsável.

4.1.2.2 Perda por movimento

A perda por movimento relaciona-se com o arranjo físico do canteiro de obras. A disposição dos materiais e equipamentos devem estar devidamente organizados para que não haja conflito na execução das tarefas. Apesar disso, deve-se organizar o fluxo de operários, fazendo com que diminua ao máximo o movimento deles.

Nessa obra, a central de argamassa encontrava-se distante do elevador de carga, fazendo com que o operário deslocasse excessivamente até o transporte vertical. A figura 12 relata essa ocorrência de desperdício.

Figura 12 – Vista da central de argamassa



Em dias de concretagem, a central de concreto passa a se localizar fora do canteiro de obras, no terreno ao lado, tornado-se ainda mais distante do elevador de cargas. A figura 5 mostra o local onde se realizavam esta tarefa.

Como momento de incidência desta perda, detecta-se que há uma falta de organização na disposição dos materiais e equipamentos refletindo na perda de tempo com o movimento desnecessário dos operários. Considerando o fator humano, o operário vai ter que gastar mais energia para deslocar-se com o material, tornando um trabalho exaustivo e maçante.

Uma outra ocorrência que relaciona a falta de organização do canteiro de obras, é o que a figura 6 está mostrando. Tabelas e blocos cerâmicos estavam estocados no terreno ao lado da obra. Para o transporte destes materiais até sua aplicação, o operário levava muito tempo para se deslocar.

O momento de incidência foi no momento do recebimento dos materiais, ou seja, pela falta de arranjo físico do canteiro de obras.

A origem desses desperdícios, é a falta de planejamento de canteiro de obras, sendo que esta medida deveria ter sido tomada pela gerência da obra, antes de se iniciar os serviços iniciais, como por exemplo: a marcação da obra.

A solução para todos estas perdas é o arranjo físico detalhado do canteiro de obras, organizando todos os materiais dentro dos espaços de produção.

4.1.2.3 Perda por processamento

A perda por processamento está relacionado, muitas vezes, com a mão-de-obra. Um exemplo disso é o entulho gerado pela quebra de blocos, como mostra a figura 4.

Este tipo de desperdício tem o momento de incidência na produção e na falta de fornecimento de meio bloco, fazendo com que os operários cortem os tijolos, gerando o entulho.

A figura 13 apresenta restos de madeira que foram gerados pela desforma das vigas e pilares. Essa perda tem o momento de incidência na produção, pois a mão-de-obra não teve cuidado na obra de retirar as formas, fazendo com que elas se quebrassem.

Figura 13 – Entulho gerado pela desforma de vigas e pilares



A falta de treinamento da mão-de-obra e a falta de planejamento de compras dos materiais são as origens dos desperdícios por processamento encontrados na obra.

Uma outra ocorrência de perda por processamento foi constatado em rasgos na alvenaria para a passagem de canalizações elétricas. Isso tem origem no planejamento da obra, pois não se pensou em otimizar o sistema construtivo, podendo ser usado, por exemplo, blocos vazados na vertical (tipo alvenaria estrutural, mas para vedação) para a passagem da canalização elétrica e hidráulica. Isso pode ser visualizado na figura 14.

Figura 14 – Cortes na alvenaria para passagem de eletrodutos



4.1.2.4 Perda por substituição

A perda por substituição ocorre principalmente quando se substitui um material especificado por um de maior valor. Como, por exemplo, foi constatado na obra, a substituição da armadura da escada, que pelo projeto deveria receber aço com diâmetro de 10 mm, sendo utilizado armadura de 12,5 mm de diâmetro.

O momento de incidência aconteceu por ocasião na produção da armadura da escada, pois notou-se que não havia em estoque o diâmetro especificado pelo projeto. A figura 15, mostra essa ocorrência.

Figura 15 – Utilização de aço 12,5 mm no lugar de 10 mm



O mesmo ocorreu com vigas menores, como, por exemplo, as do banheiro que, pelo projeto, eram para ser 10 mm de diâmetro e foram substituídas por barras de 16 mm. Essa mudança foi feita pelo fato de estar sobrando aço dessa bitola e

que não poderiam ser mais utilizadas. A figura 16 mostra no estoque a sobra deste material.

Figura 16 – Sobras de aço 12,5 mm e 16 mm



Esse tipo de perda tem origem na falta de suprimentos no estoque na obra e falta de planejamento de compras dos insumos.

Para solucionar esses problemas, o levantamento de quantitativos de materiais e o planejamento e controle da obra é de fundamental importância para a execução das tarefas. Com um cronograma detalhado da obra, pode-se programar, além de execução das tarefas, a compra dos materiais e evitar o atraso na realização das tarefas, bem como as perdas citadas anteriormente.

4.1.2.5 Perda por estoque

A perda por estoque está relacionado à falha na estocagem dos materiais em geral.

Nesta obra foram encontradas várias perdas por estoque. Exemplo disso foi o aço depositado ao ar livre, sem proteção contra as intempéries e em contato com o solo, vindo a sofrer corrosão. A figura 16 mostra esse estoque.

As figuras 5 e 6 mostram os estoques de blocos e telhas cerâmicas, areia e brita fora do canteiro de obras. A areia e a brita estavam sem baia, estando sujeitas a perdas e à umidade excessiva. Já as peças cerâmicas estavam sujeitas a vândalos e roubos.

O momento de incidência desses desperdícios são a falha no armazenamento do material e planejamento de compras dos insumos. Os mesmos têm origem na falta de planejamento dos locais específicos para a deposição dos materiais, de modo que havia espaço suficiente para isso e no planejamento e cronograma de compras dos mesmos.

Visando solucionar os problemas, a sugestão da formulação do arranjo físico seria a melhor iniciativa por parte do mestre de obras e pelo responsável técnico da obra. Para a falta de materiais especificados no projeto e que não havia em estoque, deveria ter sido feito um cronograma detalhado, tanto no cronograma de execução das tarefas, até o planejamento de compras de insumos.

4.1.2.6 Outros tipos de perdas

Além dos tipos de perdas citadas anteriormente, foram constatadas outros tipos de desperdício. Pode ser citado a perda por transporte que ocorreu quando o servente estava transportando argamassa em um carrinho de mão, inapropriado para essa função. O mesmo teve o momento de incidência relacionado com a produção, pois não havia o equipamento ideal para o transporte desse material até o posto de trabalho.

A perda por espera sempre ocorre nas obras, ou está faltando material para uma equipe ou os operários estão parados por outros motivos. Este tipo de perda tem o momento de incidência ligado à produção e origem na gerência da obra, fazendo com que faltasse determinado insumo em obra.

4.1.3 Quantitativos de perdas

4.1.3.1 Consumo de tijolos maciços

Para mostrar alguns números dessa obra, foram coletados alguns dados para o cálculo de desperdício de dois serviços. O primeiro foi a espessura das juntas de alvenaria e o segundo foi a quantidade de tijolos para a execução de uma parede escolhida pelo pesquisador.

Teoricamente, o consumo por metro quadrado desse tijolo foi de 75 unidades por metro quadrado. Pela Tabela de Composições de Preços para Orçamentos – TCPO - o consumo de tijolos comuns com dimensões de 5x10x20 cm é de 84 unidades por metro quadrado.

A alvenaria escolhida para o cálculo foi uma divisória de apartamentos, tendo dimensões de 10.25 m de comprimento por 2.40 m de altura e 0.20 de espessura; a mesma é uma parede dupla. Portanto, a área total de alvenaria é de 24.60 m² a ser construída.

Considerando o consumo de 75 unidades por metro quadrado, foram necessários 1845 unidades para um pano de alvenaria, ou seja, 3690 unidades para a execução da parede dupla.

Com o intuito de obter o Índice de Perdas da alvenaria, foi aplicada a fórmula que Santos *et al.* (1996) sugere: **I perdas (%) = (Creal – Cteor) x 100 / Cteor**

Em estoque haviam 4531 tijolos (Mest (vi)) , a referida parede foi executada em dois dias e meio. Após a execução da mesma, foi verificado novamente o estoque e sobraram 536 unidades (Mest (vf)). Entre o período das vistorias iniciais e finais não havia chegado nenhum material (Madq).

Para a obtenção do Consumo Real, é necessário a aplicação da fórmula:

$$\mathbf{Creal = Madq + Mest (vi) - Mest (vf)}$$

Dados:

$$Madq = 0$$

$$Mest (vi) = 4531 \text{ un.}$$

$$Mest (vf) = 536 \text{ un.}$$

$$Creal = 0 + 4531 - 536 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{Creal = 3995 \text{ unidades}}$$

Após ter encontrado o Consumo Real, pode-se encontrar a Índice de Perdas (I perdas (%)).

Dados:

Cteor = 3690 un.

$$I \text{ perda (\%)} = (3995 - 3690) \times 100 / 3690 \quad \Rightarrow \quad I \text{ perda (\%)} = 8.30\%$$

Fazendo um comparativo com os custos de produção dessa alvenaria, nota-se que, segundo a TCPO, para se executar essa parede seriam necessários cerca de R\$ 660,75, levando-se em conta que, para se construir um metro quadrado de alvenaria, gasta-se R\$ 26,86. E para construir essa alvenaria, com tal índice de perda encontrado, seriam necessários R\$ 717,64.

A justificativa para esse valor é o fato de haver pilares entre esta parede. Como não havia meio bloco no estoque, era necessário a quebra dos mesmos, gerando entulho.

As perdas se devem à quebra por meio bloco. Como solução para esse caso, é imprescindível o melhoramento da qualidade do bloco e fornecimento de meios blocos. Com isso, não haveria problemas com quebra de blocos, evitando, dessa forma, as perdas.

4.1.3.2 Consumo de argamassa

Para ilustrar outro tipo de desperdício quantitativamente, foi feita a medição das juntas dessa mesma parede. Estas têm por objetivo levantar a quantidade de argamassa consumida e desperdiçada. Foram realizadas 197 medições de juntas horizontais. As medidas e o gráfico com a variação das espessuras estão relacionadas, respectivamente, nos anexos 2 e 3. E a figura 17 mostra como elas se encontram:

Figura 17 – Vista da situação das juntas de argamassa



Fazendo a média das dimensões de 10 tijolos colhidos em obra, foi possível fazer o cálculo do consumo de argamassa nessa parede. Na tabela 5 a seguir, é possível ver os diferentes tamanhos dos tijolos e a média dos mesmos:

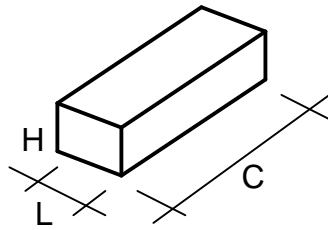


Tabela 5 – Dimensões das amostras

AMOSTRA	DIMENSÕES em cm		
	H	L	C
1	4.5	10.0	19.0
2	5.0	9.8	19.5
3	5.5	10.1	18.5
4	4.0	9.0	18.0
5	5.3	9.5	19.0
6	5.1	9.2	19.7
7	4.6	9.7	20.0
8	4.9	9.5	19.9
9	5.2	9.0	18.8
10	5.0	10.3	19.9
MÉDIA	4.91	9.61	19.23

Para calcular o consumo de argamassa nas juntas, considerou-se a média da largura $L = 9.61$ cm e a média das medições das juntas $E = 2.24$ cm e a execução da parede anterior, com 10.25 m. O valor encontrado, Volume de Argamassa em m^3 , é considerado como sendo o Consumo Real (Creal).

Volume de argamassa = 0.0961 m x 10.25 m x 0.0224 m

Volume de argamassa = 0.022 m^3

Para se calcular o Consumo Teórico (Cteor), considerou-se um tijolo com dimensões de $5 \times 10 \times 20$ cm, coletado da TCPO e uma espessura de $1,5$ cm de junta para alvenaria, segundo Santos et al. (1996).

47

Volume de argamassa = 0.1 m x 10.25 m x 0.015 m

Volume de argamassa = 0.0154 m^3

Com estes dados é possível calcular o Índice de perdas:

$I \text{ perda (\%)} = (0.022 - 0.0154) \times 100 / 0.0154$ ~~≈~~ **$I \text{ perda (\%)} = 42.85 \%$**

Pela TCPO, para se produzir um metro cúbico de argamassa, traço 1:2:8, gasta-se em média R\$ 118.98. Fazendo-se a projeção para o volume de 0.0154 m^3 , seriam gastos cerca de R\$ 1.83 Já para o volume de 0.022 m^3 , seriam gastos R\$ 2.62.

Com esses dados é possível dizer que há um consumo muito elevado de argamassa, praticamente 50% a mais. As causas desse consumo está ligado, diretamente, à baixa qualidade dos blocos, visto que há uma variação dimensional muito grande, tendo que corrigi-las na junta de argamassa, aumentando assim o seu volume.

4.2 Obra 2

4.2.1 Caracterização do canteiro de obras

da terceira laje, como é possível ver na figura 2. Na mesma trabalhavam 18 operários, divididos em 1 mestre de obras, 4 pedreiros, 2 carpinteiro, 2 armadores e 9 ajudantes, todos eles contratados pelo proprietário da obra.

O ambiente de trabalho estava crítico, pois havia muito entulho pelos locais de produção, dificultando a circulação dos operários, além de tornar um local propício para acidentes de trabalho. Esta situação é possível observar nas figuras 18 e 19.

48

Figura 18 – Vista parcial do interior da obra



Figura 19 – Restos de entulho com areia



Como é notado na figura 20, há muito entulho gerado pela desforma das vigas que se confunde com a armazenagem de materiais, como a areia.

Figura 20 – Entulho gerado pela desforma de pilares e vigas



A figura 21 mostra, também, a dificuldade de circulação pela espaçamento dos pontalhetes, visto que se pode explorar ao máximo a capacidade de carga dos mesmo, aumentando assim os espaços nesse local.

49

Figura 21 – Local com difícil circulação



O arranjo físico do canteiro de obras era complicado, pois a obra ocupava praticamente toda a extensão do terreno. Com isso, não havia local suficiente para a disposição dos materiais, sendo os mesmos descarregados em frente à obra, usando irregularmente o passeio. Após, os materiais eram levados para o interior da obra, fazendo estoques localizados. Na figura 2, nota-se este problema.

Havia uma confusão entre a estocagem do aço para a estrutura. O estoque mais antigo de diâmetros maiores que 12.5 mm era feito no subsolo, onde o mesmo era cortado e transportado para o pavimento térreo, onde era feita a armação. O estoque mais recente, com bitolas abaixo de 12.5 mm, era feito no térreo onde,

armaduras prontas para a colocação nas formas.

Figura 22 – Depósito de armadura para vigas



Os estoques de cimento e areia eram feitos no subsolo, livres da umidade. O primeiro estava protegido com lona plástica e o segundo estava livre das intempéries.

50

No que diz respeito à segurança no trabalho, notou-se que todos os operários usavam equipamentos de proteção individuais, como capacete, luvas, botinas e máscaras. Os mesmos eram fornecidos pelo proprietário da obra.

Visando melhorar o ambiente de trabalho na obra, foi sugerido a limpeza completa do canteiro. Quanto à disposição dos materiais, a armazenagem deles no subsolo seria a melhor alternativa para o estoque, pois lá se encontra o elevador de cargas.

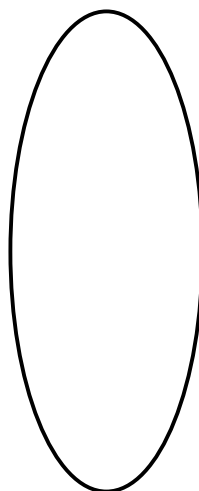
4.2.2 Tipos de perdas identificadas

4.2.2.1 Perda por produto defeituoso

Foram constatados vários casos de perda por produto defeituoso. O primeiro deles foi um pilar mal concretado, pela falta de uso de vibrador de imersão, causando segregação dos agregados do concreto e comprometendo a resistência do mesmo. O problema deverá ser corrigido na hora do revestimento. A figura 23 mostra esse defeito.

Figura 23 – Resultado da segregação dos agregados do concreto





51

Outro problema foi constatado num pilar com seção circular, que deveria ser em concreto aparente. Pelo fato da forma estar mal colocada, causou um defeito que foi corrigido com argamassa de revestimento. Na figura a seguir, é possível ver o problema.

Figura 24 – Defeito na forma de pilar com seção circular



O uso de material de má qualidade para a confecção da laje causou irregularidades no acabamento da mesma. Para corrigir o problema, foi necessário o uso excessivo de argamassa de revestimento para a regularização da mesma. As figuras 25 e 26 mostram como ficaram a laje depois de desformada.



Figura 26 – Defeito na forma da laje



Todos esses problemas tiveram como momento de incidência a produção, pois não se disponibilizou material de boa qualidade, ou foi optado por usar as formas que haviam no momento e a má preparação das mesmas. Outras perdas aconteceram pela falta de inspeção antes de se realizar a concretagem, pois na ocasião não foi detectado o problema.

A origem desses desperdícios é diretamente ligada aos suprimentos e à gerência da obra, pois não foram disponibilizados materiais de boa qualidade, ou optado por economia na hora da compra dos mesmos.

pretendendo-se regulariza-la na hora de executar o contrapiso. Na figura, a seguir, pode-se notar a falta de acabamento dos patamares da escada.

Figura 27 – Falta de acabamento nos patamares da escada



53

O momento de incidência desta perda foi, novamente, na produção, pois não se levou em conta o acabamento dessas superfícies. Os mesmos têm como origem a falha na inspeção na hora da concretagem, bem como a falta de uma acabadora de superfície.

Para se diminuir a ocorrência de tais desperdícios, foi sugerida a intensificação nas inspeções, tanto nas formas e armaduras, quanto na hora da concretagem, utilizando-se o vibrador de imersão para ser fazer o adensamento do concreto.

4.2.2.2 Perda por movimento

No momento do recebimento da areia, foi detectada a perda por movimento. Este material foi descarregado em frente à obra e, depois, foram deslocados dois ajudantes para colocar a areia no subsolo. As figuras 28 e 29 mostram o momento da ocorrência do desperdício.

Figura 28 – Local de descarregamento da areia



Figura 29 – Local definitivo de estoque da areia



54

Outra ocorrência de perda por movimento foi o corte do aço de bitolas acima de 12.5 mm no subsolo, e armação no pavimento térreo. A figura 22 mostra o estoque de armaduras prontas para serem colocadas nas formas.

O momento de incidência foi na produção dessas peças, visto que não se levou em conta o tempo perdido para o transporte das armaduras, que eram cortadas um pavimento abaixo do local da armação.

A origem dessas perdas é no planejamento do canteiro de obras, pois não haviam locais definidos para o armazenamento dos diferentes materiais.

Com o objetivo de amenizar esses problemas, foi sugerida a reorganização do canteiro de obras, fazendo os estoques de armaduras no pavimento térreo. No que diz respeito ao armazenamento da areia, poderia ter sido substituída a argamassa feita em obra pela argamassa pronta.

Uma última ocorrência foi o esforço que um carpinteiro estava fazendo para nivelar a forma de um pilar. Não foi construído um andaime apropriado para que ele desempenhasse esse serviço com segurança e sem provocar maiores danos à sua saúde. A figura 30 ilustra esse momento.

Figura 30 – Plataforma inadequada de trabalho



Esta tem como momento de incidência a produção desse serviço e, também, a ergonomia. A origem do mesmo é a falta de equipamento de proteção, como cinto de segurança, e de um andaime para a execução do nivelamento da forma.

55

Para resolver tal problema, sugere-se a construção de uma plataforma adequada e o fornecimento de equipamento de proteção individual.

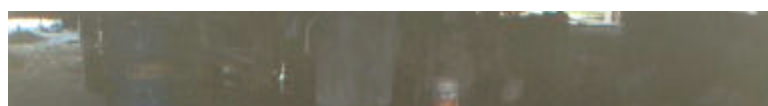
4.2.2.3 Perda por processamento

Como perda por processamento, constatou-se que havia pouco reaproveitamento das formas, pois as madeiras para esse fim eram de má qualidade. Como consequência, a geração de entulho foi significativa. Essas ocorrências podem ser vistas nas figuras 18, 19 e 20.

Além disso, foi detectado o desperdício de aço para a estrutura, gerando, também, muito entulho na obra e perigo para acidentes de trabalho.

A argamassa de cal e areia para descanso era produzida na betoneira e depositada sobre a laje. A mesma estava desprotegida, perde-se, dessa forma, grande quantidade de água para a hidratação da cal. Na figura 31 pode ser visualizada tal ocorrência.

Figura 31 – Local de descanso de argamassa de cal e areia



Outra ocorrência de perda por processamento foi a abertura na alvenaria para a utilização do elevador de cargas. A vedação já estava pronta, quando foi constatado que não seria possível ter comunicação do transporte vertical para aquele pavimento. Então foi tomada a medida de abrir a alvenaria. A foto mostra a plataforma do elevador no patamar da laje.

56

Figura 32 – Abertura na alvenaria feita para utilização do transporte vertical



Todas as ocorrências de desperdício por processamento têm como principal momento de incidência a produção e, no último caso, o planejamento das atividades.

houve cuidado no processamento dos materiais. Por outro lado, houve uma falha no planejamento e cronograma das atividades, não levando em conta a necessidade de utilização do transporte vertical nos pavimentos. Também, teve problemas com a organização do canteiro, sem local apropriado para se fazer o descanso da argamassa.

A sugestão para sanar esse problema, seria o investimento, por parte do contratante da mão-de-obra, no treinamento dos operários, no planejamento da execução das tarefas e no rearranjo do espaço físico da obra,,

4.2.2.4 Perda por estoque

Para perdas por estoque, foram detectados várias ocorrências, começando pelo estoque de areia, sem baias e junto com entulho.

57

Isso pode-se observar na figura 18. que teve como momento de incidência o armazenamento.

No momento de incidência dessa perda ocorreu no armazenamento de madeira para formas, sendo as mesmas dispostas pela laje, dificultado a circulação dos operários, assim, confundindo-se com o entulho e propiciando perigo de acidentes de trabalho.

Outro exemplo disso, é o armazenamento do cimento no subsolo, sem lastro de brita e estrados de madeira para evitar o contato direto com o solo. Apenas está coberto por uma lona plástica. Na figura 33, é possível ver essa irregularidade.

Figura 33 – Depósito irregular de cimento



Estas ocorrências tem como origem a falta de lugar específico para a deposição dos materiais e, principalmente, o entulho.

Outro fato que deve ser enfatizado como sendo perda por estoque é o armazenamento de blocos de vedação de 6 furos, em diversos locais, e aço, para a estrutura, por muito tempo, ocupando espaço e não contribuindo para as atividades que estavam sendo executadas neste espaço de tempo. O planejamento foi o momento de incidência desta perda.

A origem, por outro lado, foi no planejamento de compras dos suprimentos e falha na entrega dos materiais.

58

Outro exemplo, é a madeira de má qualidade para fôrmas, tendo como momento de incidência a produção, visto que não se observou o reaproveitamento total das mesmas. A origem do problema foi na hora da apresentação do projeto, pois não se especificou no memorial descritivo o tipo de madeira ou foi adquirido um material com qualidade inferior, visando a economia.

A sugestão feita foi, novamente a organização do canteiro de obras e o planejamento de compras e entrega dos materiais, bem como a utilização de suprimentos com qualidade específicas.

4.2.2.5 Perda por transporte

Foi constatado a perda pelo transporte, entre o local de descarga até o estoque definitivo da areia, ou seja, a mesma era descarregada em frente da obra e levada para o interior do subsolo. Esse tem como momento de incidência no transporte, no momento do recebimento e na produção. Como origem do problema está no planejamento do canteiro de obras, já mencionado anteriormente. Pode-se visualizar este momento nas figuras 28 e 29.

foi o corte do aço para estrutura no subsolo e armado no pavimento térreo, tendo como momento de incidência a produção e origem na falta de planejamento do canteiro de obras.

As sugestões feitas para amenizar estas ocorrências foi a reformulação dos postos de serviços e trabalhos.

4.2.2.6 Outros tipos de perdas

Houve ocorrências de superprodução, quando se produziu argamassa para revestimento em excesso, ficando a mesma depositada na laje.

Outro tipo de desperdício foi a espera da equipe da armadura. As formas não estavam prontas, fazendo com que atrasasse a execução da montagem da laje.

59

Sugere-se para tal problema a realização de um planejamento da execução desses serviços.

4.3.3 Quantitativos de perdas

4.3.3.1 Consumo de blocos de vedação de 6 furos

Para mostrar alguns números dessa obra, foram coletados alguns dados para o cálculo de desperdício de dois serviços. O primeiro foi a espessura das juntas de alvenaria, o segundo foi a quantidade de blocos cerâmicos de 6 furos para a execução de uma parede escolhida pelo pesquisador.

Segundo o cálculo do consumo teórico por metro quadrado desse bloco, a quantidade necessária para a execução de um metro quadrado de alvenaria é de 45 unidades. Pela Tabela de Composições de Preços para Orçamentos – TCPO - o consumo de blocos furado de vedação com dimensões de 10x20x20 cm é de 25 unidades por metro quadrado. Mas, para efeito de cálculo, é utilizado um bloco com medidas de 10x15x20 cm.

o bloco deitado, na dimensão de 15 cm. A quantidade de alvenaria era de 87.90 metros quadrados, com extensão de 38.22 metros.

Considerando o consumo de 45 unidades por metro quadrado, foram necessárias 3955.5 (Cteor) unidades para fazer o fechamento dessas extremidades da obra.

Com o intuito de obter o Índice de Perdas da alvenaria, foi aplicada a fórmula que Santos *et al.* (1996) sugere: **I perdas (%) = (Creal – Cteor) x 100 / Cteor**

Em estoque haviam 11000 blocos (Mest (vi)) e esta parede foi executada em três dias. Após a execução da mesma, foi verificado novamente o estoque e sobraram aproximadamente 6500 unidades (Mest (vf)). Entre o período das vistorias iniciais e finais não havia chegado nenhum material (Madq).

60

Para a obtenção do Consumo Real do material, é necessário a aplicação da fórmula:

$$\mathbf{Creal = Madq + Mest (vi) - Mest (vf)}$$

Dados:

$$Madq = 0$$

$$Mest (vi) = 11000 \text{ un.}$$

$$Mest (vf) = 6500 \text{ un.}$$

$$Creal = 0 + 11000 - 6500 \quad \mathbf{Creal = 4500 \text{ unidades}}$$

Após ter encontrado o Consumo Real, pode-se encontrar a Índice de Perdas (I perdas (%)).

Dados:

$$Cteor = 3955.5 \text{ un.}$$

$$I \text{ perda (\%)} = (4500 - 3955.5) \times 100 / 3955.5 \quad \mathbf{I \text{ perda (\%)} = 13.76 \%}$$

se que, segundo o preço de mercado local (R\$ 155.00 o milheiro), para se executar essa parede seriam necessários cerca de R\$ 2133.33 , levando-se me conta que para se construir um metro quadrado de alvenaria se gasta R\$ 24.27. E, para construir essa alvenaria, com o Índice de Perda encontrado, seriam necessários R\$ 2426.93.

A justificativa para esse valor é o fato de haver pilares entre essa parede. Como não havia meio bloco no estoque, era necessário a quebra dos mesmos, gerando entulho.

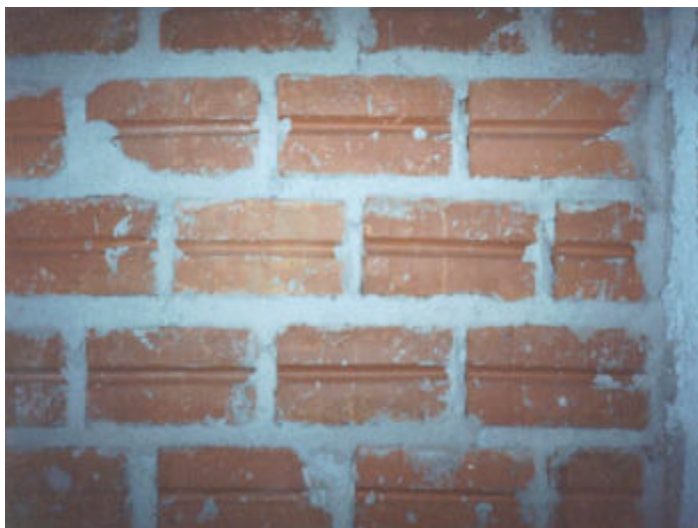
Como foi visto, há no mercado esse tipo de insumo, diminuindo, assim, o desperdício de material.

61

4.3.3.2 Consumo de argamassa

Para ilustrar outro tipo de desperdício quantitativamente, foi feito a medição das juntas dessa mesma parede que tem como objetivo levantar o quanto de argamassa foi consumido e/ou desperdiçada. Foram realizadas 197 medições de juntas horizontais. As medidas e o gráfico com a variação das espessuras estão relacionadas, respectivamente, nos anexo 2 e 3 e a figura 34 mostra em que estado elas se encontram.

Figura 34 - Vista da situação das juntas de argamassa



Fazendo a média das dimensões de 10 blocos colhidos em obra, foi possível fazer o cálculo do consumo de argamassa nessa parede. Na tabela 6 a seguir, é possível ver os diferentes tamanhos dos tijolos e a média dos mesmos:

Tabela 6

AMOSTRA	DIMENSÕES em cm		
	H	L	C
1	9.4	14.0	19.3
2	9.3	14.2	19.6
3	9.5	14.5	19.5
4	9.5	14.4	19.6
5	9.5	14.0	19.3
6	9.6	14.2	19.5
7	9.4	14.2	20.0
8	9.5	14.2	19.0
9	9.5	14.0	19.0
10	9.8	14.8	19.8
MÉDIA	9.5	14.25	19.46

Para calcular o consumo de argamassa nas juntas, considerou-se a média da largura $L = 14.25$ cm e a média das medições das juntas $E = 2.12$ cm e a execução da parede anterior, com 38.20 m. O valor encontrado, Volume de Argamassa em m^3 , é considerado como sendo o Consumo Real (Creal).

Volume de argamassa = 0.1425 m x 38.20 m x 0.0212 m

Volume de argamassa = 0.115 m³

dimensões de 10x15x20 cm e uma espessura de 1,5 cm de junta para alvenaria, segundo Santos et al. (1996).

Volume de argamassa = 0.15 m x 38.20 m x 0.015 m

Volume de argamassa = 0.086 m³

Com estes dados foi possível calcular o Índice de perdas:

$I \text{ perda (\%)} = (0.115 - 0.086) \times 100 / 0.086$ ✍ **I perda (%) = 33.72 %**

Pela TCPO, para se produzir um metro cúbico de argamassa, traço 1:2:8, gasta-se em média R\$ 118.98. Fazendo-se a projeção para o volume de 0.086 m³, seriam gastos cerca de R\$ 10.23. Já para o volume de 0.115 m³, seriam gastos R\$ 13.70.

Com esses dados é possível afirmar que há um consumo muito elevado de argamassa, mais de 30%. As causas desse consumo estão ligadas, diretamente, à baixa qualidade dos blocos, visto que há uma variação dimensional muito grande, tendo que corrigi-las nas juntas de argamassa, aumentando assim o seu volume.

A metodologia usada para o levantamento dos dados foi de fácil aplicação, tanto para a caracterização do canteiro de obras, como para o levantamento dos indicadores e classificação das perdas, bem como o cálculo dos índices de perdas para cada material desperdiçado. Essa ferramenta é recomendada para que as empresas possam diminuir o desperdício dentro de seus empreendimentos e, tornando assim, uma obra econômica.

Com a realização da pesquisa foi possível constatar que há uma discrepância entre obras de proporções semelhantes em relação à organização do canteiro de obras. Em um caso, a obra permaneceu limpa, não tendo excesso de entulho acumulado nos locais de trabalho. Por outro lado, a desorganização e a perda por processamento (entulho) foram pontos marcantes no outro caso.

Houve um ponto em comum nas duas obras analisadas: a falta de um planejamento detalhado do canteiro de obras. Este ponto foi uma das maiores causas do surgimento da maioria das perdas. A falta de locais específicos para o armazenamento dos materiais e o desrespeito às especificações de estoque de alguns materiais, também foram causas para o aparecimento de desperdícios.

Enquanto que uma obra primou pela limpeza no seu interior, usou o mesmo local para armazenamento de formas para lajes e outros materiais. Na outra obra a estocagem da madeira resultou em entulho. É notável que há um descuido e falta de conscientização por parte dos operários em deixar a obra organizada e limpa, sendo necessário o treinamento dos mesmos.

64

Para mostrar alguns números das obras estudadas, foi feito um levantamento dos quantitativos teóricos e de estoque. Após, foi calculado o que foi consumido realmente para se obter os índices de perdas dos mesmos.

Os materiais escolhidos para o levantamento dos dados foram o consumo de tijolos e blocos cerâmicos e o consumo de argamassa. No caso dos tijolos e blocos, os índices de perdas foram 11,23%, para a obra 1, e 13,76%, para a obra 2. Estes números podem ser considerados normais, pois para se executar a alvenaria não

resultou no aumento na geração de entulho. É notado que, em qualquer obra, há uma falta de orientação da mão-de-obra e, paralelamente, falta de planejamento de compra dos materiais. Caso fosse feito tal planejamento, seria possível a solução do problema.

Em relação ao consumo de argamassa, os índices ficaram em 42,85% e 33,72% para obra 1 e obra 2, respectivamente. Esses números são considerados altos tanto pela falta de controle de qualidade dos blocos quanto a respeito da instrução dos operários. Primeiro, há uma variação dimensional muito grande dos blocos, sendo necessário a correção dessa variação nas juntas de argamassa. E, segundo, deve-se orientar a mão-de-obra de que existe uma espessura ideal para as juntas, tanto por sua funcionalidade como no consumo de argamassa.

O trabalho, em si, foi de grande proveito, pois foi possível estar em contato com a produção de diversas tarefas dentro do canteiro de obras, analisando-as. Além disso, a convivência com as pessoas com quem, futuramente, estarei trabalhando, foi de suma importância para saber como as mesmas agem na presença de um técnico.

Portanto, este trabalho não se encerra por aqui, pois é um tópico que deve ser analisado com mais profundidade, fazendo os quantitativos totais das obras e chegando a um índice global para a Construção Civil de Ijuí. Essa, poderia ser uma proposta para estudos futuros em curso de Pós-Graduação de Mestrado, e se possível, Doutorado.

AGOPYAN, V; PALIARI, J. C. ; SOUZA, U. E. L. **Metodologia de coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras.** Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Depto de Engenharia de Construção Civil – PCC-USP. 1998, p. 331-338.

AGOPYAN, V; ANDRADE, A. C.; PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L. **Os valores das perdas de materiais nos canteiros de obras do Brasil.** Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Depto de Engenharia de Construção Civil – PCC-USP. 1998, p. 355-361.

ANDRADE, A. C.; RESENDE, M. F.; SOUZA, U. E. L; TAIGY, A. C. **Alternativas para redução de desperdício de materiais na execução da estrutura de concreto armado.** Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Depto de Engenharia de Construção Civil – PCC-USP. 1998, p. 339-345.

BRANDLI, L. L.; FREITAS, A. A. F.; OLIVEIRA, M. C. G. **Trabalho de medição de perdas na construção civil – um estudo de caso.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis, 1996.

CAMPOLINA, A. M.; OTERO, J. A.; SPOSTO, R. M. **Análise de perdas x capacidade das empresas de implantação de sistemas de gestão da qualidade**

66

(SGQ). Programa piloto realizado em 10 empresas construtoras do DF. CD ANAIS ENEGEP, 2001.

COELHO, R. Q.; LIMEIRA, U. R.; MARCHIORI, F. F.; MENEZES, M. O.; VARGAS, C. L. S. **Avaliação de perdas em obras – aplicação de metodologia expedita.** ENEGEP, 1997.

desperdício de materiais nos canteiros de obras.

<http://www.pcc.usp.br/pesquisa/perdas/> . São Paulo, 1998.

FORMOSO, C. T.; PEIXOTO, F. M.; ROSA, F. P.; SILVA, M. K. **Proposta de uma classificação de perdas para a construção civil.** . Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Depto de Engenharia de Construção Civil – PCC-USP. 1998, p. 347-354.

JUNGLES, A. E.; NOVAIS, S. G.; OLIVEIRA, P. V. H.; SAGAVE, A. M. **Análise do desperdício de materiais na fase de revestimento.** I SIBRAGEQ, Recife, 1999, p. 430-439.

JUNIOR, A. V. A. **A logística das perdas nos sistemas produtivos: uma revisão crítica.** Publicação interna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis, 1993.

SANTOS, A.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E.; LANTELEM, E. **Método de intervenção para a redução de perdas na construção civil: manual de utilização.** Porto Alegre, SEBRAE/RS, 1996.

TCPO 2000: **Tabelas de composição de preços para orçamentos.** 1ª Ed. São Paulo: PINI, 1999.

Tabela 7 – Exemplo de tabela para coleta dos dados

IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS SEGUNDO SUA NATUREZA

NATUREZA	OCORRÊNCIA	MOMENTO DE INCIDÊNCIA	ORIGEM

**E
S
T
O
Q
U
E
S**

