

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
ENGENHARIA CIVIL
ERICK MARONJO DAMACENA

**ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS E
BLOCOS DE CONCRETO DE DUAS OBRAS, UMA RESIDENCIAL E
OUTRA DE USO MISTO NO MUNICÍPIO DE VARGINHA-MG**

Varginha
2019

ERICK MARONJO DAMACENA

**ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS E
BLOCOS DE CONCRETO DE DUAS OBRAS, UMA RESIDENCIAL E
OUTRA DE USO MISTO NO MUNICÍPIO DE VARGINHA-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção de grau bacharel sob a orientação do Prof. Leopoldo Freire Bueno.

**Varginha
2019**

ERICK MARONJO DAMACENA

**ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PERDAS DE BLOCOS CERÂMICOS E
BLOCOS DE CONCRETO DE DUAS OBRAS, UMA RESIDENCIAL E
OUTRA DE USO MISTO NO MUNICÍPIO DE VARGINHA-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas- UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção de grau bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Leopoldo Freire Bueno

Membro da Banca Examinadora 1

Membro da Banca Examinadora 2

OBS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por dar forças para nunca desistir e por me permitir chegar até aqui. À minha mãe, meu pai que batalhou muito para me dar condições de estudo, ao meu irmão, ao meu avô, que esta ausente, mas pode acompanhar parte desta trajetória, minha avó que me ajudou com que eu chegasse até esta etapa. Finalmente dedico a todas as outras pessoas que tiveram próximas, pelo apoio durante a minha vida acadêmica.

Agradeço ao meu orientador e professor Leopoldo Freire Bueno, por toda atenção e auxílio concedidos para o desenvolvimento deste trabalho. Aos meus pais, pelo incentivo. Agradeço a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste, e ajudaram a superar todas as barreiras, especialmente, colegas, amigos e familiares.

RESUMO

O crescimento da competição no setor, o grau de exigência dos clientes cada vez maior, as melhores condições de trabalho em relação à mão de obra e as flutuações de mercado têm levado a indústria da construção civil a passar por uma reformulação em busca de maiores níveis de qualidade e eficiência dos processos. Nessas circunstâncias, o presente trabalho tem o objetivo de analisar dois materiais diferentes em duas obras, uma residencial e outra de uso misto executadas na cidade de Varginha/MG, com o objetivo de obter os seus respectivos indicadores de perdas e fazer as devidas comparações com estudos já realizados nessa esfera. Para isso, será realizada a coleta de dados referente aos serviços relativos aos blocos cerâmicos e blocos de concreto, com a intenção de levantar os dados necessários para a realização das análises críticas relevantes aos objetivos do presente trabalho. Dessa forma, nesse trabalho foram encontrados resultados que não divergiram da literatura avaliada, ficando evidenciado que a grande maioria das perdas se expressaram no momento do corte. À vista disso, aquisições de meios blocos, surge como alternativas para a minimização das perdas vivenciadas em obra e relatadas no corrente trabalho.

Palavras-chave: Análise de perda. Bloco Cerâmico, Bloco de Concreto.

ABSTRACT

Growing competition in the industry, increasing customer demand, better working conditions relative to labor and market fluctuations have led the construction industry to rethink to higher levels. quality and process efficiency. In these circumstances, the present work aims to analyze two materials referring to two works, one residential and mixed use performed in the city of Varginha / MG, in order to obtain their respective loss indicators and make the appropriate comparisons with studies already done. performed in this sphere. For this, data will be collected regarding the services related to ceramic blocks and concrete blocks, with the intention of collecting the necessary data to perform the critical analyzes relevant to the objectives of the present work. Thus, in this work we found results that did not differ from the evaluated literature, showing that the vast majority of losses were expressed at the time of cutting. In view of this, half-block acquisitions appear as alternatives to minimize the losses experienced on site and reported in the current work.

Keywords: Loss analysis. Ceramic Block, Concrete Block.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Ocorrência de perdas na construção civil segundo sua incidência.	21
Figura 2 : Ocorrência de perdas na construção civil segundo sua origem.	22
Figura 3 : Exemplo de um fluxograma dos processos referente aos blocos e tijolos.	24
Figura 4 : Síntese da metodologia.	36
Figura 5 : Local de estoque temporário de blocos cerâmicos na obra B.	41
Figura 6 : Demarcação dos blocos não inteiros.	42
Figura 7: Diferente local de estoque.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 :Análises estatísticas dos indicadores de perda globais de blocos cerâmicos e blocos de concreto.	34
Tabela 2 :Análises estatísticas dos indicadores de perda globais de revestimento cerâmico.	34
Tabela 3 : Indicadores globais de perda de blocos cerâmicos e revestimento cerâmico.	35
Tabela 4 : Indicadores globais de perda de blocos cerâmicos.	35
Tabela 5 : Indicadores globais de perda dos revestimentos cerâmicos analisados.	35
Tabela 6 : Indicador global de perda de bloco de vedação da obra A.	40
Tabela 7 : Indicador global de perda de bloco de vedação da obra B.	40
Tabela 8 : Indicador parcial de perda referente aos blocos quebrados durante o recebimento	41
Tabela 9 : Indicador parcial de perda referente aos blocos não inteiros nas paredes separados por obra analisada	42
Tabela 10 : Indicador parcial de perda referente aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas.	43
Tabela 11 : Dados estatísticos referentes aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas.	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 : Utilização de cada tipo de bloco nas obras analisadas.

39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 : Diferentes fases de um empreendimento e as perdas de materiais.	19
Quadro 2 : Unidades de medições dos serviços (QS).	27
Quadro 3 :Relação de serviços e seus respectivos CM/QS.	28
Quadro 4 : Materiais a serem analisados no trabalho.	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.2	Perdas empregues na construção civil	17
3.3	Classificação das perdas na construção civil	19
3.3.1	Classificação das perdas segundo sua natureza	19
3.3.2	Classificação das perdas segundo seu momento de incidência	21
3.3.3	Classificação das perdas segundo sua origem	22
3.3.4	Classificação das perdas segundo seu controle	23
3.4	Fluxograma dos processos	23
3.5	Indicadores de perdas na construção civil	24
3.6	Classificação dos indicadores de perdas	26
3.6.1	Indicadores globais	26
3.6.1.1	Indicador global de perda de material na obra	26
3.6.1.2	Indicador global de perda de material por serviço	30
3.6.1.3	Indicador global de consumo e perda de material por serviço pós-estocagem	31
3.6.2	Indicadores parciais	31
3.6.2.1	Indicador parcial de perda de material relativo a diferença percentual entre quantidade paga e recebida	32
3.6.2.2	Indicador parcial de perda relativo ao percentual de material quebrado no recebimento	32
3.6.2.3	Indicador parcial de perda de material relativo ao percentual de blocos não inteiros na parede	33
3.7	Indicadores de perda de material advindos da literatura	34
4	METODOLOGIA	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1	Caracterização da obra em relação ao tipo de bloco de vedação utilizado	39
5.2	Indicadores de perda relativo aos blocos de vedação	39
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

APÊNDICE A - Planilha para controle de recebimento e estoque de blocos	48
APÊNDICE B - Planilha para medição de estoque de blocos	49
APÊNDICE C - Planilha para medição dos serviços de alvenaria utilizando blocos	50
APÊNDICE D - Planilha para coleta de dados relativos a quantidade de blocos não inteiro na parede	51
ANEXO A - Projeto arquitetônico da obra A	52
ANEXO B - Projeto arquitetônico da obra B	53

1 INTRODUÇÃO

A área de atuação da construção civil é uma das mais influentes no desenvolvimento e na organização da sociedade devido à sua intensa participação em todo o processo evolutivo e, também, à sua abrangência em todos os setores do mercado. Sendo assim, observa-se que este setor serve de maneira eficaz para a retomada do crescimento do país e a diminuição das taxas de desemprego, pois possui ampla capacidade de geração de vagas diretas e indiretas no mercado de trabalho (COLOMBO; BAZZO, 2001).

A preocupação quanto ao uso excessivo de materiais e componentes em obras na construção civil, há muito tempo, faz parte de debates quanto a este segmento industrial. O real conhecimento da situação vigente e uma proposta de caminhos para melhorar o desempenho do setor quanto ao eventual desperdício existente tornam-se indispensáveis no contexto atual de acirramento da competição entre as empresas e de crescentes exigências por parte dos clientes externos (AGOPYAN et al., 1998).

Nesse cenário, Santos et al. (1996) aponta que as empresas devem procurar reduzir os custos de seus produtos e, entre as várias possibilidades de atuações neste sentido, destaca-se a redução dos custos de produção. Uma das formas de se alcançar esta redução consiste na otimização do uso dos recursos físicos utilizados ao longo do processo produtivo e, a redução das perdas de materiais, configura-se em uma das metas a serem atingidas.

A elaboração de políticas voltadas para a redução das perdas de materiais torna-se essencial, sejam elas no âmbito de toda a cadeia produtiva ou apenas no âmbito do canteiro de obras. E, como parte integrante de tais políticas, há a necessidade de uma metodologia de coleta e análise de informações sobre perdas/consumos de materiais que subsidie, através de dados confiáveis e representativos, a proposição de alternativas para a redução das mesmas a patamares aceitáveis (SOUZA; PALIARI, 1999).

Assim, este artigo tem o propósito de levantar dados referente às perdas de blocos cerâmicos e blocos de concreto de duas obras uma residencial e outra de uso misto, ambas localizadas na cidade de Varginha/MG, para que assim, seja possível obter os indicadores de perdas de materiais predeterminados, advindos de duas obras analisadas, com o intuito de determinar as causas das perdas e em quais momentos elas ocorreram, para que seja possível propor alternativas para uma melhor racionalização dos insumos e averiguar o quanto essas perdas incidem economicamente no custo total da obra.

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma introdução acerca do tema do trabalho, explanando em qual contexto o

mesmo está inserido.

O segundo capítulo expõe os objetivos, tanto o geral quanto os específicos, assim como a justificativa para o desenvolvimento do trabalho e como ele será estruturado.

O terceiro capítulo por sua vez, intitulado de revisão bibliográfica, como o próprio nome já diz, apresenta uma revisão da literatura a respeito do tema, onde é abordado desde conceitos e classificações de perdas de materiais, até a definição e valores dos indicadores de perda provenientes de demais estudos.

O quarto capítulo apresenta os métodos de pesquisa utilizados neste trabalho, dividido basicamente em três etapas as quais serão descritas detalhadamente no capítulo citado.

O quinto capítulo expõe os resultados da pesquisa de campo, a discussão e análise desses valores, apontando os pontos fundamentais para atingir os objetivos do estudo em questão.

E finalmente, no sexto capítulo apresenta as considerações finais e sugestões para estudos futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar a análise quantitativa das perdas dos seguintes materiais: blocos cerâmicos e blocos de concreto, a fim de obter-se indicadores numéricos que representam tais perdas.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar a coleta de dados em campo referente às perdas dos materiais analisados, que serão os blocos cerâmicos e blocos de concreto;
- Identificar e analisar criticamente as possíveis causas e formas de desperdício, comparando com as sugestões previstas na literatura técnica;
- Efetuar análises orçamentárias relacionadas ao custo que as perdas de materiais detectadas representam em relação ao valor total gasto na obra (desenvolver-se-á no TCC 2);
- Apresentar um conjunto de diretrizes para um melhor aproveitamento dos recursos, prevenindo a ocorrência de desperdícios (desenvolver-se-á no TCC 2);

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Conceito de perda de modo geral

Se tratando de um mercado competitivo e globalizado, a otimização quanto à utilização dos meios de produção como mão de obra, equipamentos, matérias, entre outros que geram custos é de suma importância, seja tanto para aumento do lucro quanto para a sobrevivência no mercado (AGOPYAN et al., 1998).

Desta maneira, os autores citados acima mostram que é necessário identificar onde estão as falhas nos processos envolvidos, para que assim seja possível a eliminação ou redução destes custos do consumo de recursos, sem perda de qualidade do produto oferecido ou do serviço prestado. Assim, uma das maneiras de reduzir tais custos consiste na diminuição ou eliminação das perdas destes processos.

As perdas devem ser entendidas como sendo qualquer ineficiência que reflita no uso de equipamentos, materiais e mão de obra em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação (SANTOS et al., 1996).

Na mesma linha de raciocínio, Vargas et al. (1997) define perdas como qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou prestação de serviços além do estritamente necessário.

Segundo Koskela (1992) perda é toda a atividade realizada que não agrega valor ao produto final. O mesmo, entendendo a produção como sendo um fluxo de materiais e/ou informações, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto final, sendo que, neste fluxo, os materiais são processados, inspecionados, movimentados ou estão em espera.

O uso não otimizado dos recursos na execução da edificação, esse é o ponto em comum que vários autores utilizam para definir perda e desperdício no âmbito da construção civil, apesar dos mesmos encontrarem várias definições diferentes (SOUZA et al., 1999).

Nesse seguimento, de acordo com os autores sobresscritos, o conceito de perdas está relacionado também à qualidade do produto percebida pelo cliente. Perda ou desperdício pode ser definido como tudo o que impeça alcançar o máximo de qualidade, o mínimo de preço e uma rápida entrega aos clientes.

3.2 Perdas empregues na construção civil

Sabe-se que a Construção Civil se destaca por ser um dos setores onde o desperdício é

maior. Chega-se a afirmar que com a quantidade de materiais e mão- de-obra desperdiçados em três obras, é possível a construção de outra idêntica, ou seja, o desperdício atingiria um índice de 33% (GROHMANN, 1998). Apesar dos progressos oriundos dos investimentos feitos nos últimos anos, o setor da Construção Civil ainda possui índices de desperdícios consideráveis.

O tempo de perda da mão de obra dos serventes pode atingir 50% do tempo total, 100% da argamassa é perdida; e, 30% dos tijolos e elementos de vedação se transformam em entulho (VARGAS et al., 1997). Já Pinto (1995) afirma que na Bélgica, o acréscimo nos custos advindos do desperdício é de 17%, na França de 12% e, no Brasil, de cerca de 30%.

Agopyan et. al (1998) ao contrário dos demais autores, constata em sua pesquisa que não existe um único valor que represente um índice de desperdício para diferentes materiais e serviços, pois para cada material e serviço existe uma faixa de índice de perda associado.

A preocupação quanto ao uso excessivo de materiais e componentes em obras de construção, há muito tempo, faz parte de debates quanto a este segmento industrial. O real conhecimento da situação vigente e uma proposta de caminhos para melhorar o desempenho do setor quanto ao eventual desperdício existente tornam-se indispensáveis no contexto atual de acirramento da competição entre as empresas e de crescentes exigências por parte dos consumidores de obras (AGOPYAN et al., 1998).

Contudo, as perdas de material são destaque quando se trata de desperdício na construção civil, por ser a parcela visível e também porque o consumo desnecessário de material resulta numa alta produção de resíduos, causa transtornos nas cidades, reduz a disponibilidade futura de materiais e energia e provoca uma demanda desnecessária no sistema de transporte (COLOMBO; BAZZO, 2001).

Para Vargas et al. (1997), perda é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (mão de obra, matéria-prima, materiais, tempo, dinheiro, energia, etc.). É uma despesa extra acrescentada aos custos normais do produto. No caso da construção civil, o conceito de perdas envolve não só o desperdício de materiais, mas também qualquer ineficiência no uso de equipamentos, materiais e mão de obra.

Souza et al. (1999) estabelece que o consumo excessivo de materiais pode ocorrer em diferentes fases do empreendimento, seja na concepção, execução ou utilização, como mostra a Quadro 01.

Quadro 1 : Diferentes fases de um empreendimento e as perdas de materiais.

FASES	CONCEPÇÃO	EXECUÇÃO	UTILIZAÇÃO
PERDA	Diferença entre a quantidade de material previsto num projeto otimizado e a realmente necessária de acordo com o projeto	Diferença entre a quantidade prevista no projeto e a quantidade efetivamente consumida	Diferença entre a quantidade de material prevista para manutenção e a quantidade efetivamente consumida num certo período de tempo
NATUREZA DAS PERDAS	Material incorporado	Material incorporado e entulho	Material incorporado e entulho

Fonte: Adaptado de Souza et al (1999).

Finalmente, segundo Sarcinelli (2008), a título de exemplo, a indústria da construção civil, e classificada como atrasado em relação aos processos produtivos e técnicas de gestão que usa, quando comparada a indústria automotiva, além de ser conhecida como um setor de grande gerador de desperdícios.

3.1 Classificação das perdas na construção civil

As perdas na construção civil englobam tanto a ocorrência de desperdício de materiais quanto qualquer ineficiência relativa ao uso de equipamentos, mão de obra e execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor (SACOMANO et al, 2004). A literatura disponível acerca do tema em estudo apresenta diversas classificações, portanto as perdas podem ser classificadas de acordo com sua natureza, segundo a etapa onde ocorrem e onde se originam, segundo o controle, de acordo com o tipo de recurso consumido, de acordo com a unidade para sua medição, forma de manifestação, entre outras (FRANCHI et al, 1993; VARGAS et al, 1997; FORMOSO et al, 1996; COSTA, 1999; SOUZA, 2005; ROSÁRIO, 2008).

As alternativas para a redução das perdas na construção civil passam, indispensavelmente, pelo entendimento de como, onde, quando elas ocorrem e quem são os responsáveis pela sua ocorrência (PALIARI, 1999).

Desta maneira, Skoyles e Skoyles (1987) e Santos et al. (1996) classificam as perdas segundo a sua natureza, seu momento de incidência, sua origem e seu controle.

3.3.1 Classificação das perdas segundo sua natureza

Skoyles e Skoyles (1987) segmentam a classificação de perdas de materiais nos

canteiros de obras segundo a natureza em dois tipos, sendo elas, perdas diretas e indiretas. A perda direta é definida como a perda de material de forma visível, representada pelos materiais danificados e, conseqüentemente, inutilizados para a execução do serviço a que foram destinados, identificada em obra como entulho.

Ainda de acordo com Skoyles e Skoyles (1987), a perda indireta por sua vez, é determinada como a perda econômica por utilização do material em excesso ou de forma diferente da prevista. Nessa ótica, os materiais não são perdidos fisicamente, sendo a perda a diferença entre o custo de material que deveria ser utilizado e o custo do material efetivamente utilizado. Para esse tipo de perda, ainda são apresentadas cinco subdivisões, são elas:

- a) perda por substituição: definida como a diferença entre o custo do material especificado e o custo do material realmente utilizado;
- b) perda por produção: caracterizada como o custo relativo ao excesso de material utilizado na execução de um serviço devido à incompatibilidade entre as especificações de projeto e os equipamentos utilizados;
- c) perda operacional: relacionada ao custo de materiais utilizados para a execução de instalações provisórias nos canteiros de obras, não previstos em projeto;
- d) perda por negligência: reconhecida como o custo referente ao uso de quantidade de materiais superior à especificada em projeto, devido a erros do executor do serviço;
- e) perda por consequência: identificada como o custo devido à ocorrência de outras perdas.

Santos et al. (1996) por sua vez, associando os conceitos e critérios preconizados por Skoyles e Skoyles (1987) e Koskela (1992), classificam as perdas na construção civil brasileira segundo sua natureza em:

- a) perdas por superprodução: perdas devidas à produção em quantidades superiores às necessárias;
- b) perdas por substituição: perda de capital devido à utilização de um material de características de desempenho superiores ao especificado em projeto;
- c) perdas por espera: relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores, envolvendo perdas de mão de obra e equipamentos;
- d) perdas por transporte: devido ao manuseio excessivo dos materiais e componentes em função da má programação das atividades ou de um arranjo físico ineficiente;
- e) perdas no processamento em si: tem origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos. Decorrem da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra

ou de deficiências no detalhamento dos projetos;

f) perdas nos estoques: existência de estoques excessivos em função de programação inadequada na entrega dos materiais ou erros na orçamentação, gerando tanto perdas de material quanto de capital; também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais;

g) perdas no movimento: estão relacionadas com a realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução de suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo do arranjo físico do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados;

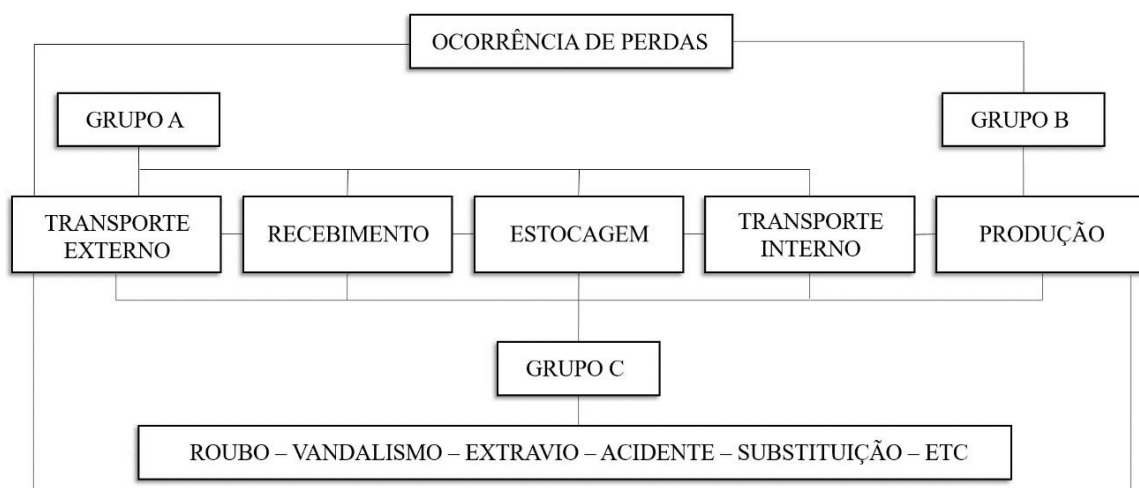
h) perdas pela elaboração de produtos defeituosos: ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados, resultando retrabalhos e deficiência do desempenho do produto final; geralmente originam-se na ausência de integração entre projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo;

i) outras: roubo, vandalismo, acidentes, etc.

3.3.2 Classificação das perdas segundo seu momento de incidência

Segundo Skoyles e Skoyles (1987), em diferentes etapas do processo construtivo podem ocorrer perdas de materiais, desde o transporte até o canteiro, no descarregamento, na armazenagem, no transporte interno, na produção e até mesmo após a sua aplicação. Os autores apresentam graficamente uma classificação das perdas segundo o momento de incidência, representada pela Figura 01.

Figura 1 : Ocorrência de perdas na construção civil segundo sua incidência.



Fonte: Adaptado de Skoyles e Skoyles (1987).

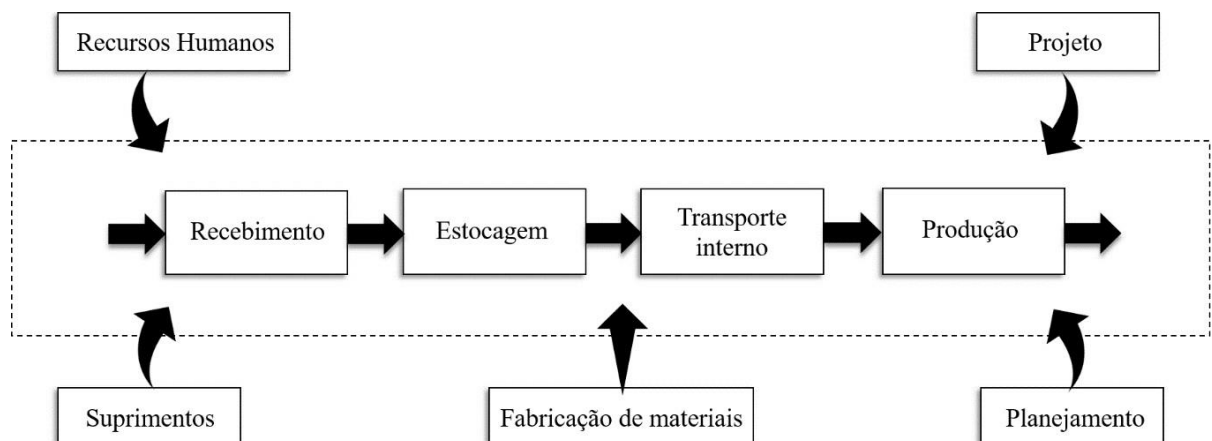
Ainda de acordo com Skoyles e Skoyles (1987), as etapas do processo produtivo consideradas no Grupo A estão diretamente relacionadas com a administração dos materiais no canteiro de obras. O Grupo B inclui perdas incidentes na produção propriamente dita. Os itens considerados no Grupo C podem ocorrer em quaisquer das etapas do processo produtivo, inclusive após a realização dos serviços.

3.3.3 Classificação das perdas segundo sua origem

A ocorrência de perdas de materiais numa determinada etapa do processo de construção é consequência de uma série de fatores, ações ou decisões relacionadas às várias etapas deste processo, no qual a investigação das principais causas das perdas permite concluir que as mesmas podem ocorrer devido a falhas originadas em uma ou em um conjunto de etapas que antecedem a etapa onde se verifica tal evento (SKOYLES; SKOYLES, 1987).

Nesse sentido, Santos et al. (1996) acrescentam que embora as perdas possam ser identificadas durante a etapa de execução, sua origem pode estar tanto na própria etapa que se está executando quanto nas etapas antecessoras, tais como fabricação de materiais, projeto, planejamento, suprimentos e preparação dos recursos humanos, como ilustrado na Figura 02.

Figura 2 : Ocorrência de perdas na construção civil segundo sua origem.



Fonte: Santos et al. (1996).

Em relação as perdas originárias na etapa de projeto, Santos et al. (1996) as relacionam à inexistência de informações suficientes ou adequadas e a falta de integração entre projetistas e executores durante o processo de elaboração do projeto, gerando confusões durante a etapa de execução.

Santos et al. (1996) acrescentam que as perdas oriundas dos recursos humanos, relaciona-se com a mão de obra desqualificada na execução e, as perdas relacionadas aos suprimentos, referem-se ao uso inapropriado de máquinas e equipamentos não adequados.

Nesse sentido, Andrade (1999) discorre que a falta de planejamento faz com que muitas obras sejam iniciadas sem os projetos definitivos, o que acarreta em grandes perdas devido a modificação durante a etapa de execução.

No tocante as perdas que tem sua origem na etapa de fabricação de materiais, Skoyles e Skoyles (1987) apontam a incompatibilidade das dimensões e a qualidade dos materiais produzidos como as principais causas das perdas ocorridas durante a etapa de execução.

3.3.4 Classificação das perdas segundo seu controle

Todo investimento ou ações voltadas para a redução das perdas de recursos e conseqüente melhoria da qualidade e produtividade, tem como princípio a relação custo-benefício. É neste contexto que se insere a classificação das perdas, segundo o seu controle, em: perdas inevitáveis (ou perda natural) e perdas evitáveis (SANTOS et al., 1996).

Segundo os autores acima, as perdas inevitáveis correspondem a um nível aceitável de perdas, onde os investimentos necessários para combater-las são maiores do que a economia gerada. Por sua vez, as perdas evitáveis correspondem à parcela em que os custos são substancialmente maiores que os custos de prevenção.

Para Skoyles e Skoyles (1987), o nível aceitável de perdas depende do custo da solução apresentada, e isso depende, entre outros aspectos, do nível de organização ou desenvolvimento de ações de controle já preexistentes. Em muitas situações, o alto nível de perde envolve menores custos para preveni-las, enquanto que esta relação se inverte para situações onde o nível de perdas é consideravelmente baixo.

3.4 Fluxograma dos processos

As perdas de materiais podem ocorrer de diversas formas nos canteiros de obras. O entendimento e análise das mesmas passa, entre outros aspectos, pelo conhecimento da natureza

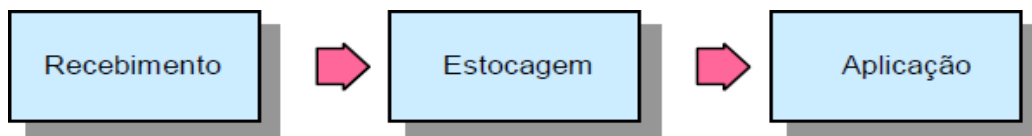
das perdas físicas de materiais e, para isto, o fluxograma dos processos constitui-se numa ferramenta importante para esta análise (SOUZA et al., 1999).

Souza et al. (1999) ainda completam, dizendo que dentro do canteiro de obras, o material passa por diversas etapas até o seu destino final, ou seja, ele é recebido, estocado, processado e aplicado e entre cada etapa tem-se o transporte do mesmo. Nesse sentido, entendendo como processos todas as etapas relacionadas ao fluxo do objetivo do trabalho (no caso os materiais), a elaboração deste fluxograma consiste no levantamento de todas estas etapas de um serviço em estudo, além da representação do relacionamento entre elas.

Lira (1997) define fluxograma dos processos como uma descrição gráfica de um método de trabalho, onde cada passo da produção é representado por símbolos que, combinados, formam o diagrama.

A Figura 03 exemplifica um fluxograma dos processos referente aos blocos e tijolos.

Figura 3 : Exemplo de um fluxograma dos processos referente aos blocos e tijolos.



Fonte: Agopyan et al. (1998).

3.5 Indicadores de perdas na construção civil

Conte (1997) destaca que um sistema de gerenciamento de obras é ineficaz e incompleto sem um subsistema de controle ou acompanhamento. Segundo esse mesmo autor, controle consiste na ação que ocorre com o objetivo de evitar que uma atividade ou um produto desvie das condições preestabelecidas, sendo necessário, para isto, estabelecer um padrão de comparação. Este padrão pode ser expresso através de um plano, meta, prazo, despesa, ou especificação de produto. Uma vez definido o padrão, pode-se efetuar o controle, que pode ser dividido nas seguintes etapas:

- f) obter informações sobre o que foi realizado, através de medidas.
- g) comparar o realizado com o padrão previsto;

quando o realizado não coincidir com o padrão, devem ser realizadas ações corretivas para que seja eliminado o desvio ou para que se estabeleçam novos padrões de comparação.

Formoso et al. (1996) destaca que para haver controle são necessárias informações sobre o desempenho do processo que permitam uma avaliação de eficácia da empresa para atingir seus objetivos, além de apresentarem um importante papel na melhoria da eficiência dos

processos. Para atingir esses objetivos, os autores realçam que um sistema de medição de desempenho deve atender a alguns princípios:

- a) consistência com os objetivos empresariais;
- b) medição de atividades importantes de forma a obter informações sobre as causas dos problemas, para que se possa implantar melhorias;
- c) adaptabilidade às necessidades e objetivos empresariais, os quais são continuamente revistos;
- d) produzir informações de custo acessível;
- e) ser de fácil entendimento.

Segundo Freire e Alarcón (2002), para ocorrer melhoramento contínuo é necessário ter medidas que verifiquem e monitorem o desempenho, medidas essas que podem ser traduzidas na forma de indicadores, com o intuito de avaliar as perdas de determinado trabalho.

Nesse contexto, após detectar as possíveis origens das perdas de materiais no canteiro de obra, Souza et al. (1999) pondera que o próximo passo a se tomar é avaliar tais perdas e, uma alternativa para isso, é a geração de indicadores de perdas através dos resultados obtidos em campo, que são normalmente expressões quantitativas que com base em dados levantados a partir do processo construtivo permitem sua avaliação de uma maneira objetiva.

Os indicadores representam dados quantitativos que medem e avaliam o comportamento de diferentes aspectos do objeto de estudo. Seu levantamento cria um sistema de informações que pode ser útil para ajudar no processo de tomada de decisões a fim de melhorar a eficiência do trabalho analisado (SOUZA et al., 1999).

Devido ao importante papel de indicadores de desempenho cumprido pelos indicadores de perdas, eles podem ser utilizados para diversos fins. Sua utilização mais comum é a de dar visibilidade ao desempenho da construção civil em termos de qualidade e produtividade, permitindo o estabelecimento de prioridades em programas de melhoria de qualidade, indicando os setores da empresa nas quais medidas devem ser tomadas para uma melhora do serviço (FORMOSO et al., 1996).

Ainda de acordo com Formoso et al. (1996), uma segunda função de um indicador é estabelecer o controle de um em relação a um padrão estabelecido. Este controle é feito a partir da elaboração de um planejamento que inclui o monitoramento de um indicador ao longo do tempo, permitindo a avaliação do desempenho do processo, identificando desvios e corrigindo, em tempo hábil, as causas dos mesmos. Uma terceira função, é a de estabelecer metas ao longo de um processo de melhorias, sendo indispensável num programa de melhoria da qualidade, permitindo a identificação das oportunidades de melhorias e a verificação dos impactos

causados por intervenções no processo.

Nesse sentido, Santos et al. (1996) demonstra que os indicadores de desempenho cumprem um papel de fundamental na motivação das pessoas envolvidas no processo. Sempre que uma melhoria está sendo implantada é importante que um ou mais indicadores de desempenho associados à mesma sejam monitorados e sua evolução amplamente divulgada na organização. Assim, um projeto de melhoria visando à redução de perdas de materiais poderia inclusive ser empregado como um instrumento de marketing interno para um programa da qualidade.

3.6 Classificação dos indicadores de perdas

De acordo com Agopyan et al. (1998), à expressão numérica dos consumos e perdas de materiais dá-se o nome de indicador. Os mesmos podem ser globais ou parciais, sendo que a somatória desse último poderá constituir o primeiro.

3.6.1 Indicadores globais

Os indicadores globais podem expressar os valores de perda de um determinado material na obra como um todo, apenas em um serviço ou ainda apenas nas etapas subsequentes à estocagem do material. Tal abrangência depende da complexidade do fluxograma dos processos no qual o material está inserido. Esta complexidade é função do tipo de material e ao número de serviços nos quais o mesmo é utilizado simultaneamente AGOPYAN et al., 1998).

Os autores sobrescritos afirmam ainda que os indicadores globais podem ser classificados como: indicador global de perda de material na obra, indicador global de consumo e perda de material por serviço e indicador global de consumo e perda de material por serviço pós-estocagem.

3.6.1.1 Indicador global de perda de material na obra

O indicador global de perda de material na obra consiste na expressão do valor do consumo ou perda do material considerando o uso do mesmo em todos os serviços executados durante o período de coleta, como por exemplo, a perda do cimento utilizado na obra, considerando todos os serviços nos quais o mesmo foi utilizado (AGOPYAN et al., 1998).

Contudo, os autores acima destacam que, para entendimento da expressão para o cálculo do indicador global de perda de material na obra, é preciso esclarecer alguns conceitos

previamente, são eles: consumo real, consumo de referência, quantidade de serviço (QS), consumo de material por unidade de serviço (CM/QS) e consumo de material básico por material composto (CMB/MC).

O consumo real pode ser entendido como sendo a diferença entre as quantidades de materiais estocados respectivamente nas datas de vistoria inicial (VI) e vistoria final (VF), somada às quantidades de materiais recebidos entre as mesmas. Já o consumo de referência é definido como a quantidade teoricamente necessária para a execução do(s) serviço(s) durante um certo período (AGOPYAN et al., 1998).

Agopyan et al. (1998) definem quantidade de serviço (QS) como a parte “líquida” de serviço, ou seja, essa quantidade deverá corresponder àquela onde os materiais são efetivamente utilizados. Os autores ainda exemplificam a situação, tomando-se o caso da alvenaria, em que a quantidade de serviço será composta pela área efetiva de alvenaria, descontando-se todas as aberturas e áreas que não serão preenchidas com a argamassa de assentamento e o bloco. As unidades de medição da quantidade de serviço (QS) são diversificadas, expressando áreas, volumes e até mesmo comprimentos. Os autores apresentam o Quadro 02, no qual é mostrado as unidades de medição de cada serviço, e complementam dizendo que tais serviços correspondem, na maioria dos casos, às unidades comumente utilizadas em orçamentação, podendo haver algumas variações, como é o caso da alvenaria.

Quadro 2 : Unidades de medições dos serviços (QS).

Descrição do serviço	Unidade de medida
Armadura - corte montagem e colocação	kg
Estrutura de concreto - concreto produzido em obra e concreto usinado	m ³
Alvenaria - blocos/tijolos - m ²	m ²
Alvenaria - blocos/tijolos - un	un
Alvenaria - juntas - argamassa produzida em obra ou parcial ou totalmente produzida fora do canteiro	m
Instalação elétrica - eletroduto (laje a parede) - corte, montagem e colocação	m
Instalação de água fria, esgoto e água pluvial - corte, montagem e colocação	m
Revestimento interno - (chapisco, emboço, reboco) - argamassa produzida em obra parcial ou totalmente produzida fora do canteiro	m ²
Revestimento interno - gesso	m ²
Contrapiso - argamassa produzida em obra ou parcial ou totalmente produzida fora do canteiro	m ²
Revestimento cerâmico - paredes internas e externas; pisos interno e externo	m ²
Cobertura	m ²
Revestimento externo - chapisco - emboço ou massa única - argamassa parcial ou totalmente produzida fora do canteiro	m ²
Pintura interna e externa	m ²
Revestimento têxtil	m ²
Instalações elétrica - enfiamento	m

Fonte: Agopyan et al. (1998).

Por sua vez, o consumo de material por quantidade de serviço (CM/QS) refere-se à quantidade de material teoricamente gasta por unidade de medição dos serviços. Observa-se que a necessidade de se definir esta variável nasce devido à diferença entre a unidade de compra do material e a unidade de medição dos serviços, representada pelo Quadro 03. Assim, quando as mesmas forem iguais, esta variável assume o valor unitário (AGOPYAN et al., 1998).

Quadro 3 :Relação de serviços e seus respectivos CM/QS.

Serviço		Unidade de serviço	Material	Unidade de compra ou uso	CM/QS
Alvenaria	Blocos/tijolos	m ²	Blocos	un.	Blocos/m²
		Blocos/tijolos	Blocos	un.	(un./un.)
	Juntas	Argamassa	m ³	m³/m	
Rev. interno - chapisco		m ²	Argamassa	m ³	m³/m²
Rev. interno - emboço		m ²	Argamassa	m ³	m³/m²
Rev. interno - reboco		m ²	Argamassa	m ³	m³/m²
Rev. externo - chapisco		m ²	Argamassa	m ³	m³/m²
Rev. externo - emboço		m ²	Argamassa	m ³	m³/m²
Contrapiso		m ²	Argamassa	m ³	m³/m²
Rev. Cerâmico - parede		m ²	Placas cerâmicas	un.	Placas cerâmicas/m²
Rev. Cerâmico - piso		m ²	Placas cerâmicas	un.	Placas cerâmicas/m²
Rev. interno - pasta gesso		m ²	Pasta de gesso	m ³	m³/m²
Cobertura		m ²	Telhas	un.	Telhas/m²
Pintura interna		m ²	Tinta	Litros	Litros/m²
Pintura externa		m²	Tinta	Litros	Litros/m²

Fonte: Agopyan et al. (1998).

Finalmente, Agopyan et al. (1998) apresentam as definições de material básico e material composto. Em relação ao primeiro, os autores o classificam como aquele que, dosado e misturado no canteiro de obras juntamente com outros materiais, resulta num material composto, como por exemplo, cal, areia e cimento, ao passo que, o segundo é definido como aquele resultante da dosagem e mistura, no canteiro de obras, de outros materiais, tal como o concreto produzido em obra. Portanto, nota-se que a necessidade desta variável está associada apenas ao cálculo de consumo e perdas dos materiais básicos, assumindo assim, para outros materiais, o valor unitário.

Elucidado as variáveis da expressão do indicador global de perda de material na obra, Agopyan et al. (1998) apresentam o cálculo do indicador de acordo com a seguinte expressão:

$$I_{\text{global, obra}} = \left[\frac{\text{consumo real}}{\text{consumo referência}} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

$$I_{\text{global, obra}} = \left[\frac{\text{EST (VI)} + \text{REC (VI, VF)} \pm \text{TRANSF (VI, VF)} - \text{EST (VF)}}{\sum_1^n \text{QS (VI, VF)} \times \frac{\text{CM}}{\text{QS}} \times \frac{\text{CMB}}{\text{MC}}} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

EST (VI): estoque de material na data VI;

REC (VI, VF): quantidade de material recebido entre as datas VI e VF;

TRANSF (VI, VF): quantidade de material transferido (de/para outros canteiros, por exemplo) entre as datas VI e VF;

EST (VF): estoque de material na data VF;

QS (VI, VF): quantidade de serviço executado entre VI e VF (serviço onde se utilizou material estudado);

CM/QS: consumo de material por unidade (quantidade) de serviço; CMB/QS: consumo de material básico por unidade de material composto; n: número de serviços executados entre VI e VF.

3.6.1.2 Indicador global de perda de material por serviço

Segundo Agopyan et al. (1998), esse indicador consiste na expressão do valor da perda de material num único serviço, abrangendo desde a etapa de recebimento até a aplicação final. Para o cálculo deste indicador utiliza-se a mesma fórmula usada para o obter o indicador global de perda de material por obra, porém, para um único serviço de acordo com a expressão a seguir:

$$I_{\text{global, serviço}} = \left[\frac{\text{EST (VI)} + \text{REC (VI, V9F)} \pm \text{TRANSF (VI, VF)} - \text{EST (VF)}}{\text{QS (VI, VF)}} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

Agopyan et al. (1998) exemplificam tal indicador, proferindo que a medição da quantidade de blocos a serem utilizados no serviço de alvenaria pode ser feita através da medição de área que, multiplicada pelo consumo de blocos por unidade de área, resulta no número de blocos, ou também através da contagem do número de blocos de cada parede já executada e ainda não revestida. Adotando-se a segunda opção, descarta-se automaticamente a necessidade de calcular o CM/QS, que assumirá o valor unitário (un/un). Porém, em se tratando da primeira opção, este cálculo é necessário, uma vez que as juntas de argamassa de assentamento são contabilizadas na área calculada, fazendo-se necessário utilizar a seguinte equação:

$$\text{CM/QS} = \frac{1}{(V + eh) \times (H + ev)} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde,

V: altura do bloco no plano da parede;

eh: espessura da junta horizontal de argamassa de assentamento; H: largura do bloco no plano da parede;

ev: espessura da junta vertical de argamassa de assentamento.

3.6.1.3 Indicador global de consumo e perda de material por serviço pós-estocagem

Dentre todos os indicadores globais, este é o mais específico, abrangendo somente as etapas subsequentes à estocagem do material analisado. Aplica-se principalmente aos materiais básicos, ou seja, aqueles utilizados para a produção de outro material, tais como o cimento e o cal. Para a coleta deste indicador é necessário que se faça um controle de saída do material do estoque pois, dessa forma, consegue-se determinar as quantidades reais do material destinado a cada serviço (AGOPYAN et al., 1998).

Assim, Agopyan et al. (1998) destacam que, apesar da areia ser material básico, o controle requerido não é tarefa fácil de ser realizada, principalmente pelo fato de o estoque destes materiais ficarem ao ar livre, com acesso de todos os funcionários. Para o cálculo deste indicador, os autores apresentam a seguinte expressão:

$$I_{\text{global, obra}} = \left[\frac{\text{MAT serviço (VI, VF)}}{QS \times \frac{CM}{QS} \times \frac{CMB}{MC}} - 1 \right] \times 100 \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde,

MAT serviço (VI, VF): quantidade de material destinada ao serviço mediante controle de saída do estoque.

3.6.2 Indicadores parciais

Os indicadores parciais são úteis à medida que, além de servirem para a explicação dos indicadores globais, indicam também qual etapa do fluxograma dos processos, no qual o material está inserido, contribui com a maior parcela do indicador global (AGOPYAN et al., 1998).

É importante destacar, de acordo com Agopyan et al. (1998), que existem particularidades no conteúdo de cada serviço, que vão desde a disposição de procedimentos alternativos para a realização da medição até alguns cuidados adicionais a serem observados, para que seja possível identificar com precisão o momento de incidência de possíveis perdas e assim, determinar alternativas para a redução dos índices parciais e, conseqüentemente dos globais, a patamares aceitáveis.

3.6.2.1 Indicador parcial de perda de material relativo a diferença percentual entre quantidade paga e recebida

As perdas de materiais podem ocorrer antes do uso dos mesmos no canteiro de obras. Esse indicador objetiva medir as perdas relativas a diferença entre a quantidade paga e a efetivamente recebida na obra (AGOPYAN et al., 1998).

O roteiro de cálculo apresentado pelos autores sobrescritos para obter o indicador de perda em questão é explicitado na equação 5 a seguir.

$$I \text{ perda (\%)} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n Qtd \text{ paga} - \sum_{i=1}^n Qtd \text{ recebida}}{\sum_{i=1}^n Qtd \text{ paga}} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde,

Qtd paga: quantidade de material paga no recebimento, obtida através da ordem de pagamento emitida pela empresa;

Qtd recebida: quantidade de material recebida em obra.

Agopyan et al. (1998) destacam que quando o material analisado for o bloco cerâmico ou de concreto, deve-se atentar para as seguintes recomendações:

→ pode-se contar a quantidade de blocos constituintes num plano horizontal e multiplicá-la pela quantidade de planos horizontais da pilha;

→ descarregá-los formando pilhas organizadas, o que facilitaria a contagem;

→ em último caso, medir o volume da pilha ou *pallet* e dividir pelo volume unitário do bloco;

→ tomar o máximo cuidado com os vazios na pilha no caminhão ao simplificar a contagem através da multiplicação dos blocos constituintes no plano horizontal pelo número de faixas que compõe o plano vertical.

3.6.2.2 Indicador parcial de perda relativo ao percentual de material quebrado no recebimento

As perdas de materiais na etapa de recebimento é função do tipo de equipamento externo utilizado, forma e equipamento de manuseio e qualidade da embalagem entre outros. Esse indicador tem como objetivo conhecer o percentual de materiais quebrados no recebimento. Para o cálculo desse indicador, apresenta-se a seguinte expressão numérica (AGOPYAN et al., 1998):

$$I \text{ perda (\%)} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{Quebrados}}{\sum_{i=1}^n \text{Recebidos}} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde,

Quebrados: quantidade de materiais quebrados no recebimento, respeitando-se os seguintes critérios:

→ para blocos que estiverem apenas lascados, porém inteiros, considera-se como bloco inteiro;

→ no caso de revestimentos cerâmicos, são consideradas quebradas aquelas cujo defeito impossibilite o seu uso na edificação;

→ a operação de recebimento de material consiste no descarregamento do caminhão, transporte do material até o local de estoque (seja ele definitivo ou não) e a colocação do material nesse local. A contagem deve abranger esse ciclo;

Recebidos: quantidade de material recebida, seguindo os mesmos procedimentos descritos no final do item 3.6.2.1.

3.6.2.3 Indicador parcial de perda de material relativo ao percentual de blocos não inteiros na parede

Segundo Agopyan et al. (1998), a ausência de um projeto racionalizado de alvenaria pode acarretar a necessidade de corte de blocos, possibilitando maior probabilidade de ocorrência de perdas desse material. Esse indicador indireto de perdas de materiais indica a falta de modulação entre os subsistemas. Nesse âmbito, os autores propõem a expressão numérica a seguir para o cálculo desse indicador:

$$I \text{ perda (\%)} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{Não inteiros}}{\sum_{i=1}^n \text{Total}} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 7})$$

Onde:

Não inteiros: número de blocos não inteiro na parede, atentando para não considerar os blocos de amarração entre paredes;

Total: número total de blocos na parede, incluindo os não inteiros, atentando para as seguintes observações:

→ fazer a medição em paredes que estejam terminadas; caso estejam incompletas, considerar apenas a quantidade de blocos presentes na parede, ou seja, não estimar a quantidade faltante;

→ aconselha-se demarcar os blocos da parede a ser medida com giz de cera ou giz comum, distinguindo-os entre inteiros e não inteiros.

3.7 Indicadores de perda de material advindos da literatura

Agopyan et al. (1998) apresentam os valores encontrados para os indicadores globais de perda de blocos cerâmicos e blocos de concreto na Tabela 01, e também, de revestimento cerâmico para piso e parede, evidenciado na Tabela 02.

Tabela 1 :Análises estatísticas dos indicadores de perda globais de blocos cerâmicos e blocos de concreto.

Material	Média (%) Desvio	Mediana (%)	Padrão	Mínimo (%)	Máximo (%)	n° amostras
Bloco cerâmico	18	14	12	5	48	21
Bloco de concreto	10	11	5	3	20	9

Fonte: Agopyan et al. (1998).

Tabela 2 :Análises estatísticas dos indicadores de perda globais de revestimento cerâmico.

Seção nominal	Média (%) Desvio	Mediana (%)	Padrão	Mínimo (%)	Máximo (%)	n° de amostras
Piso	22	19	19	5	78	13
Parede	16	13	14	1	50	28

Fonte: Agopyan et al. (1998).

Mello (2001), apresenta um valor de indicador de perda para blocos cerâmicos de dimensões 9x14x19cm igual a 13,76%, de acordo com a pesquisa de campo realizada em duas edificações multifamiliares na cidade de Ijuí/RS.

Por sua vez, Rocha Neto (2010) expõe os resultados encontrados para os indicadores globais de perda na Tabela 03, cujo os materiais analisados na pesquisa foram bloco cerâmico e revestimento cerâmico.

Tabela 3 : Indicadores globais de perda de blocos cerâmicos e revestimento cerâmico.

Material	Média (%)
Bloco cerâmico 9x19x24 cm	27,60
Bloco cerâmico 11,5x19x24 cm	34,42
Bloco cerâmico 14x19x24 cm	31,28
Revestimento cerâmico 41x41 cm (piso)	15,44
Revestimento cerâmico 31x31 cm (piso)	2,79
Revestimento cerâmico 31x31 cm (parede)	6,36

Fonte: Adaptado de Rocha Neto (2010).

De acordo com Rosa (2001), os indicadores globais de perda de blocos cerâmicos, utilizados em quatro obras distintas analisadas em sua pesquisa, são apresentados na Tabela 04. O autor ressalta que o alto indicador de perda para a obra A02 foi devido a aplicação incorreta dos blocos em paredes no qual deveriam ser utilizados blocos cerâmicos de oito furos e utilizaram-se tijolos maciços, o que acarretou em uma elevada perda por substituição.

Tabela 4 : Indicadores globais de perda de blocos cerâmicos.

Obra	Perda (%)	Média (%)
A01	8,41	23,06
A02	48,24	
C01	15,7	
E02	19,90	

Fonte: Adaptado de Rosa (2001).

Por fim, Barbosa (2015) apresenta na Tabela 05 os resultados obtidos das perdas de material referente aos revestimentos cerâmicos utilizados em duas obras verticais analisadas na cidade de Vila Velha/ES.

Tabela 5 : Indicadores globais de perda dos revestimentos cerâmicos analisados.

Revestimento	Perda (%)	Média (%)
Revestimento Forma Branco AC 33,5x45 cm (parede)	6,79	7,21
Revestimento Cetim Bianco 30x40 cm (parede)	7,62	
Revestimento White Polar Mate 41x41 cm (piso)	22,18	11,13
Revestimento Beton White 60x60 cm (piso)	4,67	
Revestimento Mármore Bianco 60x60 cm (piso)	6,54	

Fonte: Adaptado de Barbosa (2015).

Barbosa (2015) ainda destaca que, o que ocasionou o elevado valor para o indicador do Revestimento White Polar Mate em comparação aos demais, foi o fato de que não houve fiscalização da declividade do contra piso nas áreas molhadas anteriormente ao assentamento do revestimento, acarretando na retirada e, conseqüentemente, na perda do mesmo.

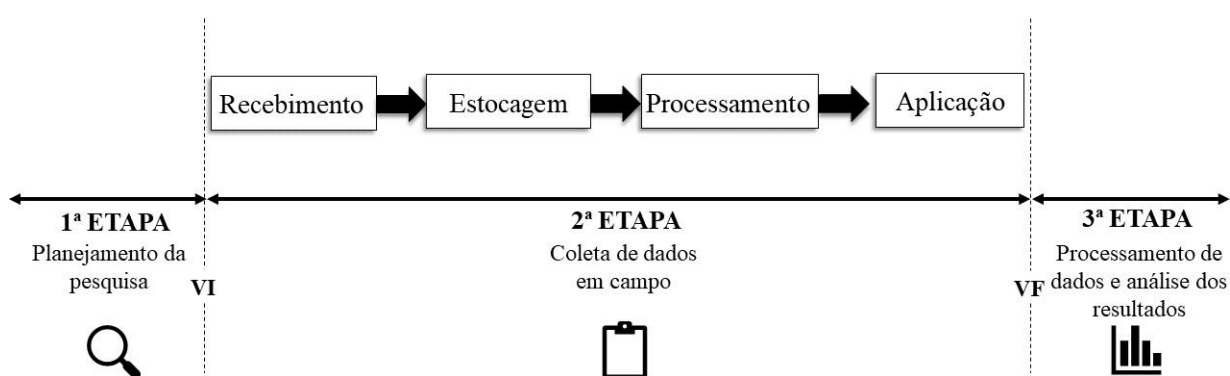
4 METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso trata-se de uma pesquisa a respeito da avaliação dos índices de desperdícios de materiais na construção civil, cujo princípio básico consiste na análise quantitativa e o uso de certos materiais ao longo das etapas percorridas por eles, a partir do recebimento na obra, até seu uso final.

Tal análise implica na determinação de indicadores de perdas divididos em duas categorias: a primeira, de maior área, representada pelos indicadores globais, que procura estabelecer números relativos a um conjunto de etapas percorridas pelos materiais no canteiro de obras e, a segunda, mais específica, definida pelos indicadores parciais, que tem o objetivo de estabelecer números relativos a uma única etapa, cuja principal finalidade é a explicação parcial dos indicadores globais, sendo possível identificar em quais etapas percorridas pelos materiais estas perdas são mais significativas.

Todos os mecanismos necessários para a aplicação da metodologia deste trabalho, assim como os principais meios de coleta de dados, são apresentados em uma breve forma na Figura 04, onde destacam-se três etapas relacionadas a duas datas estratégicas, a vistoria inicial (VI) e vistoria final (VF).

Figura 4 :Síntese da metodologia.



Fonte: O autor (2019).

Inicialmente, o trabalho será desenvolvido com base bibliográfica em artigos, livros, teses, consultas a bancos de dados fornecidos por instituições pertinentes ao tema, planejamento da coleta de dados em campo, entendimento e qualificação dos serviços a serem estudados.

Posteriormente, na segunda etapa, de modo a registrar as informações de campo acerca

do tema proposto, serão utilizadas as planilhas contidas em Apêndice A, B, C e D, criadas pelo autor para auxílio da análise em campo, baseando-se no projeto de pesquisa “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras”, dos autores Agopyan et al. (1998), que até a presente data, é considerada por diversos autores, a maior e mais completa pesquisa já realizada nesta área, tendo assim um maior grau de confiabilidade para servir de parâmetro comparativo. Com o auxílio destas planilhas, será possível contabilizar a quantidade de material que entrou e saiu da obra, além de averiguar como se deram os processos de recebimento, estocagem, processamento e aplicação.

Por fim, na etapa final, é efetuado o processamento dos dados a fim de analisar criticamente os resultados obtidos e fazer as devidas ponderações relacionadas aos materiais estudados e seus respectivos indicadores de perda.

Para o desenvolvimento do vigente trabalho, duas obras, sendo uma residencial e outra de uso misto servirão de estudo de caso para obtenção de informações pertinentes à metodologia explicitada, sendo a obra A (Anexo A) com 673,24 m² e, a obra B (Anexo B), com 259,13 m² de área construída, ambas localizadas na cidade de Varginha/MG. As duas obras tiveram seu início em datas aproximadas e suas execuções ocorreram no mesmo período. Desta forma, duas equipes distintas foram contratadas para a execução das obras, cada qual em seu respectivo local de trabalho, sendo que o período de coleta de dados deu-se entre os meses de maio de 2019 a setembro de 2019.

Os materiais a serem analisados no vigente estudo estão especificados no Quadro 04 a seguir, de acordo com a obra onde foram aplicados. Tais materiais foram escolhidos para serem objetos de estudo desse trabalho devido ao fato de suas perdas serem visíveis e não incorporadas a obra, ou seja, tornam-se inaproveitáveis para a execução do serviço proposto, resultando em entulho, e também pela compatibilidade entre o cronograma das obras e o período de coleta de dados.

Quadro 4 : Materiais a serem analisados no trabalho.

Obra A	Bloco cerâmico 9x19x29cm
	Bloco cerâmico 14x19x29cm
	Bloco de concreto 14x19x39cm
Obra B	Bloco cerâmico 9x19x29cm
	Bloco cerâmico 14x19x29cm
	Bloco de concreto 14x19x39cm

Fonte: O autor (2019).

Assim sendo, em relação aos materiais blocos cerâmicos e blocos de concreto, foram realizadas as anotações do controle de recebimento e estoque dos materiais (Apêndice A), as

medições de estoque nas datas de vistoria inicial e final (Apêndice B) e dos serviços de alvenaria (Apêndice C), assim como o registro dos dados relativos a quantidade de blocos não inteiros na parede (Apêndice D). É preciso salientar que, para esse estudo, não serão considerados o uso desses materiais nos muros de fechamento das divisas e fachadas.

Como o foco da pesquisa será realizar a análise quantitativa das perdas dos materiais citados, pretende-se não só interpretar os dados coletados provenientes das duas obras analisadas e obter os indicadores globais e parciais das perdas de materiais, mas também, compará-los com demais pesquisas realizadas nessa mesma esfera, fazendo as devidas ponderações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

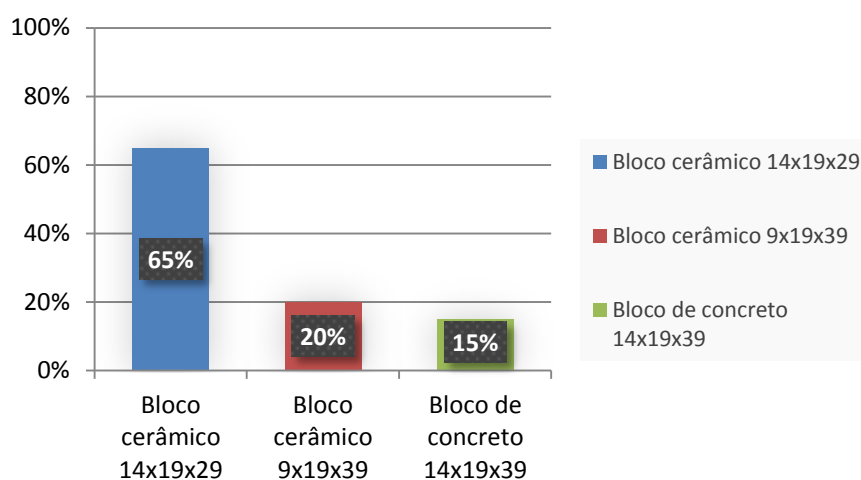
Os resultados obtidos em campo, através da coleta de dados com auxílio de planilhas, foram divididos em diferentes tópicos, de acordo com os objetivos estabelecidos no trabalho. As análises a seguir foram embasadas na metodologia supracitada e explanam acerca dos indicadores de perdas relativos as duas obras contempladas neste trabalho.

5.1 Caracterização da obra em relação ao tipo de bloco de vedação utilizado

Na execução das obras analisadas, foram utilizados blocos de vedação de diferentes tipos e dimensões, especificados no quadro 04. Através do registro da quantidade de blocos utilizados nos serviços de alvenaria, com auxílio da planilha contida no Apêndice D, determinou-se o percentual de utilização de cada bloco nas duas obras, conforme Gráfico 01.

Os valores obtidos confirmaram o que já era esperado, a maior porcentagem referente ao bloco cerâmico (60%), uma vez que em ambas as obras esse bloco foi aplicado nos pavimentos de maior área e também com um número de paredes divisórias superior aos demais.

Gráfico 1 : Utilização de cada tipo de bloco nas obras analisadas.



Fonte: O autor (2019).

5.2 Indicadores de perda relativo aos blocos de vedação

Neste subcapítulo serão apresentados os resultados obtidos para os indicadores globais e parciais de perda do material bloco de vedação.

Para o cálculo do indicador global de perda dos blocos utilizados nas obras estudadas, utilizou-se a Equação 2 explicitada no item 3.6.1.2, uma vez que foi realizada a contagem do número de blocos de cada parede já executada, dispensando o cálculo do CM/QS. As Tabelas 06 e 07 exprimem os resultados de tal indicador de cada tipo de bloco nas obras A e B, respectivamente, de acordo com os dados coletados em cada edificação.

Tabela 6 : Indicador global de perda de bloco de vedação da obra A.

Material	Medição de estoque na data VI (un)	Quantidade recebida/transf. (un)	Medição de estoque na data VF (un)	Quantidade de serviço (un)	Indicador global de perda (%)
Bloco de concreto 14x19x39	1000	+500	117	1362	1,40
Bloco cerâmico 09x19x29	1.500	0	83	1378	2,60
Bloco cerâmico 14x19x29	2.500	+1000	124	3193	5,23

Fonte: O autor (2019).

Tabela 7 : Indicador global de perda de bloco de vedação da obra B.

Material	Medição de estoque na data VI (un)	Quantidade recebida/transf. (un)	Medição de estoque na data VF (un)	Quantidade de serviço (un)	Indicador global de perda (%)
Bloco cerâmico 09x19x29	500	+1500	41	1917	2,10
Bloco cerâmico 14x19x29	500	+1000	94	1319	5,81

Fonte: O autor (2019).

Os resultados exibidos pelas duas tabelas anteriores mostram que não houve discrepância nos resultados dos indicadores de cada tipo de bloco entre as duas obras, o que mostra uma semelhança no padrão de execução das diferentes equipes de trabalho.

Porém, quando comparados à literatura, os valores obtidos para os indicadores globais estão abaixo da maioria dos casos citados no subcapítulo 3.7, aproximando-se somente dos valores mínimos apresentados por Agopyan et al. (1998) na Tabela 01.

Tal fato pode ser explicado em parte pelas menores dimensões das obras do presente estudo de caso quando comparadas por exemplo, às edificações multifamiliares analisadas por Mello (2001), que apresentou um valor para tal indicador de 13,76% referente ao bloco cerâmico 9x14x19cm, uma vez que essas edificações requerem uma maior quantidade de blocos, e possuem inevitavelmente, maiores caminhos a serem percorridos pelo material no canteiro de obra.

Com relação aos indicadores parciais de perda, não houveram perdas devido a diferença entre a quantidade paga e a efetivamente recebida na obra. Foram realizadas as contagens dos blocos logo após o recebimento nos canteiros de obras e os mesmos

coincideram com as quantidades apresentadas em notas emitidas pelos fornecedores.

Por outro lado, houveram recebimentos no qual ocorreram perdas devido à quebra de blocos cerâmicos no percurso entre o descarregamento do caminhão, realizada de maneira manual, até o local de estoque temporário. Os blocos foram estocados dentro da obra, sobre a primeira laje e em pilhas uniformes ilustra a Figura 05.

Figura 5 : Local de estoque temporário de blocos cerâmicos na obra B.



Fonte: O autor (2019).

Embora a porcentagem dessas perdas seja consideravelmente pequena, o descarregamento que é feito de maneira manual causa um número considerável de perdas como mostra a Tabela 08.

Tabela 8 : Indicador parcial de perda referente aos blocos quebrados durante o recebimento.

Obra	Material Descarregado	Total de blocos descarregados (um)	Blocos quebrados (um)	Perda de blocos quebrados durante o recebimento (%)
A	Bloco cerâmico 09x19x29	1500	8	0,53%
A	Bloco cerâmico 14x19x29	3500	13	0,37%
A	Bloco de concreto 14x19x39	1500	6	0,40%
B	Bloco cerâmico 09x19x29	2000	9	0,45%
B	Bloco cerâmico 14x19x29	1500	7	0,46%

Fonte: O autor (2019).

Enfim, como não houve a compra de meios blocos, ocasionando maior probabilidade de ocorrência de perdas devido aos cortes dos blocos inteiros, o seguinte indicador de perdas relativo aos blocos não inteiros na parede tem uma grande parcela de contribuição para o percentual total de perdas desse material.

A fim de se obter tal indicador, a contabilização dos blocos não inteiros foi realizada de acordo com a Equação 7 e seguindo as recomendações de Agopyan et al. (1998) estabelecidas no item 3.6.2.3, onde foram demarcados com tinta preta os blocos não inteiros, diferenciando-os dos inteiros, para minimizar as chances de erro na coleta de dados, como mostra a Figura 06.

Figura 6 : Demarcação dos blocos não inteiros.



Fonte: O autor (2019).

Os resultados obtidos para o indicador parcial de perda em questão são exibidos na Tabela 09, onde estão separados por obra e, na Tabela 10, no qual estão contempladas as duas obras analisadas.

Tabela 9 : Indicador parcial de perda referente aos blocos não inteiros nas paredes separados por obra analisada

Obra	Material	Blocos inteiros (un)	Blocos não inteiros (un)	Indicador de perda relativo aos blocos não inteiro na parede (%)
A	Bloco de concreto 14x19x39	630	102	16,19
A	Bloco cerâmico 09x19x29	952	143	15,02
A	Bloco cerâmico 14x19x29	2.833	390	13,77
B	Bloco cerâmico 09x19x29	1.485	231	15,55
B	Bloco cerâmico 14x19x29	1.141	156	13,67

Fonte: O autor (2019).

Tabela 10 : Indicador parcial de perda referente aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas.

Material	Blocos inteiros (un)	Blocos não inteiros (un)	Indicador parcial de perda relativo aos blocos não inteiro na parede (%)
Bloco de concreto 14x19x39	630	102	16,19
Bloco cerâmico 09x19x29	2.437	374	15,34
Bloco cerâmico 14x19x29	3.974	546	13,74

Fonte: O autor (2019).

Os resultados mostraram que os valores encontrados não tiveram grande disparidade entre si, variando entre 13,74% e 16,19%. Contudo, constatou-se que quanto mais esquadrias e pilares em uma mesma parede, maior o número de blocos não inteiros, devido necessidade de amarração da alvenaria, cujo tal ocorrência também pode ser observada na Figura 02.

Esse tipo de perda pode ser considerado o predominante para os materiais em pauta, uma vez que como não houve a compra de meio blocos, era necessário fazer o corte do bloco in loco, cujo procedimento era realizado com o equipamento serra mármore (popularmente chamada de Makita) ou com colher de pedreiro, que em alguns casos presenciados resultava em um corte impreciso, tornando-o inutilizável.

A Tabela 11 em seguida revela alguns dados estatísticos a respeito dos dados coletados referentes aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas. Ficou evidenciado que a média de blocos cerâmicos não inteiros superou aos blocos de concreto, em virtude de que nos pavimentos com maiores áreas construídas e também, com mais esquadrias, utilizaram-se blocos cerâmicos, ao passo que nesses pavimentos fez-se uso de blocos de concreto apenas para as vergas e contravergas, que resultou em perdas mínimas ou até nulas para esse tipo de bloco, como mostra o valor mínimo referente ao bloco de concreto 14x19x39 igual a zero.

Tabela 11 : Dados estatísticos referentes aos blocos não inteiros nas paredes das duas obras analisadas.

Material	Média (un)	Mediana (un)	Desvio Padrão (un)	Mínimo (un)	Máximo (un)	Número de amostras
Bloco de concreto 14x19x39	17	15	6	0	24	6
Bloco cerâmico 14x19x29	14	4	16	8	70	59
Bloco cerâmico 09x19x29	27	22	15	14	71	33

Fonte: O autor (2019).

Contudo, além dos indicadores parciais mostrados, outros fatores tiveram participação

no que diz respeito as perdas dos blocos, tais como o transporte desse material em carrinhos de mão ou como no caso da obra B manualmente, ilustrado na Figura 07, diferentes locais de estoque que acarretava em duplo manuseio.

Figura 7: Diferente local de estoque.



Fonte: O autor (2019).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando nos resultados das análises realizada na pesquisa a respeito dos indicadores de perda dos blocos cerâmicos e de concreto, é possível destacar-se que os resultados obtidos para tais indicadores foram aceitáveis quando comparados a literatura relacionada no trabalho, observado que não houve divergências significativas entre os valores.

Com relação aos blocos de vedação, ficou claro que a maior parcela de perdas ocorridas se deu pela quebra de blocos para amarração da alvenaria onde os blocos precisam ser cortados pela metade, uma vez que não foram adquiridos meios blocos para a execução das obras em questão. Apesar disso, essa situação não quer dizer que a outra metade do bloco era totalmente perdida, na grande maioria das vezes ela era utilizada nas fiadas subsequentes se, obviamente, o bloco não ficasse inutilizável pela imprecisão no corte.

Para aproveitar de maneira eficaz os materiais analisados, algumas decisões na etapa de concepção da obra podem ser tomadas a fim de minimizar as perdas apresentadas nesse trabalho, como a aquisição de meios blocos, ainda sim pode também facilitar o controle da produção e aumentar a precisão com que se produz a obra.

Por consequência, ao final do presente Trabalho de Conclusão de Curso, analisa-se que há alternativas para um melhor aproveitamento dos materiais em obra. Portanto, na segunda etapa desse trabalho, pretende-se atingir os objetivos referidos para a fase seguinte, a fim de minimizar as perdas na execução das edificações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo: EPUSP/FINEP/ITQC, 1998.
- ANDRADE, A. C. **Metodologia para quantificação do consumo de materiais em empresas construtoras de edifícios: execução da estrutura e da alvenaria de vedação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- BARBOSA, B. S. **Análise do índice de perdas de revestimento cerâmico na construção civil: estudo de caso de duas obras no município de Vila Velha/ES**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Vila Velha, Vila Velha, 2015.
- COLOMBO, C. R., BAZZO, W. A. **Desperdício na construção civil e a questão habitacional: um enfoque**. Rio de Janeiro: Revista Roteiro, 2001.
- CONTE, A. S. I.; **Lean Construction: O Caminho para a excelência operacional na construção civil**. São Paulo, Edgard Blücher, 1997.
- FORMOSO, C. T. et al. **Perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. São Paulo: Técne, 1996.
- FREIRE, J., ALARCÓN, L. F., **Achieving lean design process: improvement methodology**. Journal of Construction Engineering and Management, 2002. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/journal/jcemd4>>. Acesso em: 5 set. 2019.
- GROHMANN, M. Z. **Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas em Santa Maria**. Niterói, 1998.
- KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, University of Stanford, 1992. Disponível em: <<http://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2019.
- LIRA, E. Q. **Perdas de materiais em alvenaria, subsetor edificações em João Pessoa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1997.
- MELLO, C. W. **Análise do desperdício de materiais em obras da cidade de Ijuí**. 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2001.
- NETO, H. S. R. **Avaliação dos índices de desperdícios de materiais: estudo de caso em uma obra de edificação na cidade de Feira de Santana/BA**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.
- NETO, J. C. M. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. São Carlos: Rima, 2005.

PALIARI, J. C. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios.** São Paulo: s. ed., 1999.

PICCHI, F. A. **Sistema de qualidade:** uso em empresas de construção de edifícios. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PINTO, T. P. **De volta à questão do desperdício na construção.** São Paulo: s. ed., 1995.

ROSA, F. P. **Perdas na construção civil:** diretrizes e ferramentas para controle. 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegria, 2001.

SACOMANO, J. B. et al. **Administração de produção na construção civil:** o gerenciamento de obras baseado em critérios competitivos. São Paulo: Arte e Ciência, 2004.

SANTOS, A. et al. **Método de intervenção para redução das perdas na construção civil:** Manual de utilização. Porto Alegre: s. ed., 1996.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

SKOYLES, E. R., SKOYLES, J. **Waste prevention on site.** London: Mitchell, 1978.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações:** sua incidência e seu controle. Porto Alegre: s. ed., 1993.

SOUZA, U. E. L. et al. **Perdas de materiais nos canteiros de obras:** a quebra do mito. São Paulo: s. ed., 1999.

SOUZA, U. E. L., PALIARI, J. C. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios.** São Paulo: s. ed., 1999.

VARGAS, C. et al. **Avaliação de perdas em obras – aplicação de metodologia expedita.** Gramado, s. ed., 1997.

APÊNDICE B - Planilha para medição de estoque de blocos

MEDIÇÃO DE ESTOQUE (VI E VF): TIJOLOS/BLOCOS			
IDENTIFICAÇÃO DA OBRA			
ANALISADOR:		OBRA:	
QUANTIDADE DE MATERIAIS ESTOCADOS			
VI: __/__/__			
MATERIAL	QUANTIDADE	MATERIAL	QUANTIDADE
VF: __/__/__			
MATERIAL	QUANTIDADE	MATERIAL	QUANTIDADE
CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL			
MATERIAL	COMP (cm)	LARG. (cm)	ALT. (cm)
1			
2			
3			

ANEXO A - Projeto arquitetônico da obra A

ANEXO B - Projeto arquitetônico da obra B