

FACEG - FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**JEAN FLÁVIO FERREIRA DE BRITO
SANTIAGO SILVA MENDES**

**DESPERDÍCIOS E PERDAS DE MATERIAS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

PUBLICAÇÃO Nº: 0026

**GOIANÉSIA / GO
2017**

**JEAN FLÁVIO FERREIRA DE BRITO
SANTIAGO SILVA MENDES**

**DESPERDÍCIOS E PERDAS DE MATERIAS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

PUBLICAÇÃO Nº: 0026

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACULDADE
EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**

ORIENTADOR: WELINTON ROSA DA SILVA

**GOIANÉSIA / GO
2017**

DESPERDÍCIOS E PERDAS DE MATERIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.

APROVADO POR:

WELINTON ROSA DA SILVA, Professor Especialista da FACEG

(ORIENTADOR)

ROBSON FÉLIX, Professor Especialista da FACEG

(EXAMINADOR INTERNO)

LAURIANE GOMES SANTIN, Professora Mestre da FACEG

(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: GOIANÉSIA/GO, 08 de DEZEMBRO de 2017.

AGRADECIMENTOS

Foi com muita luta que chegamos até aqui, com muita fé, determinação, e por isso não poderíamos deixar de agradecer àqueles que fizeram parte dessa caminhada, seja com apoio emocional, ou até mesmo abrindo portas para que este trabalho se tornasse possível. Em primeiro lugar agradecemos à Deus, nosso senhor, que nos deu saúde e manteve acesa em nós a força de vontade e a certeza de que somos capazes de realizar nossos objetivos.

Não poderíamos esquecer das nossas famílias que mesmo com a nossa frequente ausência nos apoiou em todos os momentos. Nas horas difíceis, quando algo parecia impossível, havia sempre alguém para encorajar, alguém que derramasse palavras de ânimo em nós, e isso nos deu força e fez querer ainda mais alcançar o sucesso.

Agradecemos também o nosso orientador, Professor Welinton Rosa, que teve seus conhecimentos explorados e até mesmo sugados por nós. Nossos momentos de dúvidas se tornaram apenas pequenos empecilhos fáceis de resolver, pois durante todo o período de orientação depositamos nossa confiança em alguém que tínhamos certeza ser altamente capacitado para a tarefa que aceitou desempenhar. Sua prestatividade e a boa vontade em nos atender sempre foi muito importante.

Temos gratidão também pelas equipes das obras que visitamos, bem como as gerências delas, pois nos receberam de forma sempre amistosa e assim facilitaram nossa pesquisa de campo.

Sintam-se todos agradecidos, até mesmo os que não foram citados anteriormente, mas que fizeram parte dessa realização. Somos seres humanos comuns, este fato indica que não podemos fazer tudo sozinhos, mas vocês foram nosso apoio no longo do caminho que percorremos até aqui.

RESUMO

O presente trabalho consiste em um estudo de caso voltado para o tema “Desperdícios e Perdas de Materiais na Construção Civil. Devido à grande importância que tem, principalmente econômica, este assunto vem sendo debatido cada vez mais entre as indústrias da Construção Civil. Esta pesquisa visa identificar os tipos de perdas e desperdícios, as suas prováveis causas, as quantidades em que cada uma ocorre e o momento de maior incidência. Para isto, foram consultados autores que já realizaram pesquisas sobre este assunto, extraindo seus conceitos, suas análises e alguns dados importantes referentes à alguns materiais estudados. Tais dados serão úteis na realização de uma comparação entre o que foi percebido pelos autores e o que será analisado posteriormente no estudo de caso realizado na cidade de Goianésia. Em um primeiro momento faz-se uma breve introdução sobre o tema em questão, além de demonstrar o norte que se deseja obter com este trabalho acadêmico e justificar a importância de se conhecer o máximo possível sobre as perdas e os desperdícios. Posteriormente são exibidos os conceitos, as definições e a diferença entre perdas e desperdícios, as principais causas, os tipos em que estes são classificados, os problemas que são gerados com o acontecimento das perdas, algumas formas de controlar esta problemática, e por fim, são apresentados alguns números obtidos por pesquisas de outros autores. Na sequência do trabalho, o texto descreve a metodologia que será utilizada na realização do estudo de caso, os critérios que serão adotados. Nesta parte concentram-se alguns artifícios que facilitarão as pesquisas em campo, como as planilhas, que serão responsáveis por registrar todos os dados necessários. Em seguida, faz-se uma breve apresentação das obras que serão analisadas, enquanto que o quinto capítulo apresenta os dados obtidos no estudo de caso. Posteriormente, faz-se a análise comparativa e as conclusões acerca do assunto tratado.

Palavras chave: gerenciamento, comprometimento, economia, meio ambiente.

ABSTRACT

The present work consists of a case study focused on the "Waste and Loss of Materials in Civil Construction. Due to the great importance it has, mainly economic, this subject is being debated more and more between the industries of the Civil Construction. This research aims to identify the types of losses and wastes, their probable causes, the quantities in which each occurs and the moment of greatest incidence. For this, we consulted authors who have already done research on this subject, extracting their concepts, their analyzes and some important data referring to some materials studied. Such data will be useful in making a comparison between what was perceived by the authors and what will be analyzed later in the case study carried out in the city of Goianésia. At first, a brief introduction is made on the subject in question, in addition to demonstrating the north that one wishes to obtain with this academic work and to justify the importance of knowing as much as possible about the losses and the wastes. Later, the concepts, definitions and the difference between losses and wastes are presented, the main causes, the types in which they are classified, the problems that are generated with the event of the losses, some ways to control this problem, and finally, are presented some numbers obtained by researches of other authors. Following the work, the text describes the methodology that will be used in the accomplishment of the case study, the criteria that will be adopted. This part concentrates some devices that will facilitate field research, such as spreadsheets, which will be responsible for recording all the necessary data. Then, a brief presentation of the works that will be analyzed, while the fifth chapter presents the data obtained in the case study. Subsequently, the comparative analysis and conclusions about the subject are made.

Key words: management, commitment, economy, environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Levantamento de dados (vergalhões).....	25
Figura 2 - Pesagem de tijolos cerâmicos	26
Figura 3 - Pesagem das canaletas de cimento.....	26
Figura 4 - Pesagem da areia e da brita	27
Figura 5 - Desorganização da locação da brita	33
Figura 6 - Canaletas de cimento quebradas.....	34
Figura 7 - Entulho na obra.....	35
Figura 8 - Separação da brita e da areia.	39
Figura 9 - Desperdício de estribos de aço	40
Figura 10 - Peneiramento da brita.....	44
Figura 11 - Empilhamento dos tijolos.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- A Filosofia Convencional e a Nova Filosofia de produção.	19
Quadro 2 - Perdas levantadas por Picchi (1993)	22
Quadro 3 - Planilha para quantificar perdas.....	24
Quadro 4 – Valores de referências para quantificar perdas.....	28
Quadro 5 - Valores das massas específicas médias	31
Quadro 6 - Quantitativo de material perdido na obra A.....	32
Quadro 7 - Quantitativo de material perdido na obra B.....	38
Quadro 8 - Quantitativo de material perdido na obra C.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Índice de perdas segundo Pinto	22
-------------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONTEXTO HISTÓRICO.....	12
1.2 OBJETIVO GERAL	13
1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13
1.4 JUSTIFICATIVA.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 PERDAS E DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS	14
2.2 PRINCIPAIS CAUSAS	15
2.3 TIPOS DE PERDAS	15
2.4 PROBLEMAS GERADOS PELAS PERDAS	16
2.5 FERRAMENTAS DE COMBATE ÀS PERDAS DE DESPERDÍCIOS	17
2.5.1 <i>Lean Construction</i>	17
2.5.2 Aproveitamento de RCD	19
2.5.3 Cuidados que ajudam na redução das perdas	20
2.6 NÚMEROS RELACIONADOS ÀS PERDAS E DESPERDÍCIOS	21
3 METODOLOGIA	24
4 CONHECENDO AS OBRAS ANALISADAS	29
4.1 A OBRA “A”	29
4.2 A OBRA “B”	29
4.3 A OBRA “C”	30
5 RESULTADOS	31
5.1 RESULTADOS DA PESQUISA REALIZADA NA OBRA “A”	31
5.1.1 Argamassa	35
5.1.2 Tijolos Cerâmicos	35
5.1.3 Cimento	36
5.1.4 Aço	36
5.1.4.1 Aço CA-50 Ø 10 mm.....	36
5.1.4.2 Aço CA-50 Ø 5,0 mm.....	36
5.1.4.3 Treliça TG 8.....	37

5.1.5 Brita	37
5.1.6 Areia	37
5.1.7 Concreto	37
5.1.8 Pregos	37
5.1.9 Tábuas	38
5.1.10 Canaletas de cimento	38
5.2 RESULTADOS DA PESQUISA REALIZADA NA OBRA “B”	38
5.2.1 Argamassa	41
5.2.2 Tijolos cerâmicos	41
5.2.3 Cimento	41
5.2.4 Aço	41
5.2.4.1 Aço CA-50 Ø 10 mm.....	41
5.2.4.2 Aço CA-50 Ø 5,0 mm.....	41
5.2.4.3 Treliça TG 8.....	42
5.2.5 Brita	42
5.2.6 Areia	42
5.2.7 Concreto	42
5.2.8 Pregos	42
5.2.9 Tábuas	43
5.2.10 Canaletas de cimento	43
5.3 RESULTADOS DA PESQUISA REALIZADA NA OBRA “C”	43
5.3.1 Argamassa	45
5.3.2 Tijolos Cerâmicos	45
5.3.3 Cimento	45
5.3.4 Aço	46
5.3.4.1 Aço CA-50 Ø 10 mm.....	46
5.3.4.2 Aço CA-50 Ø 5,0 mm.....	46
5.3.5 Brita	46
5.3.6 Areia	46
5.1.7 Concreto	46
5.3.8 Pregos	47
5.3.9 Tábuas	47
5.3.10 Canaletas de cimento	47

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Os poucos estudos sobre as perdas provenientes dos processos construtivos indicam que a quantidade de material desperdiçado é bastante elevada, e por isso gera uma preocupação por parte da indústria da construção em resolver este problema, para que a reputação deste setor não seja atingida negativamente (FORMOSO et al, 1996).

Para Soibelman (1993) é notável que uma parcela significativa dos materiais de construção que são entregues em uma obra não é utilizada totalmente para o destino que foi idealizado antes da compra dos mesmos. Este é um dos motivos que tornam alguns processos construtivos muito dispendiosos.

Segundo Agopyan et al. (2003) há muito tempo o uso excessivo de materiais vem sendo debatido e uma possível solução para o problema do desperdício só poderá ser alcançada com a busca por meios que tornem os métodos construtivos melhores, analisando principalmente os pontos que se referem aos cuidados com as perdas.

Para Limmer (1997, *apud* Pereira et al, 2015) cada vez mais os empresários do ramo da construção civil tem demonstrado interesse em aprimorar seus métodos de gerenciamento, devido à preocupação dos consumidores com os custos altos. O controle da produção a fim de aumentar a qualidade do produto, além de reduzir os custos com a eliminação do máximo de perdas possíveis tem sido uma importante arma dos empresários para alcançar seus objetivos.

Como a construção civil tem dado grande contribuição para o cenário econômico do país, muitos esforços vêm sendo realizados com o intuito de modernizar este setor e incorporar algumas ideias inovadoras de gerenciamento ligadas a um modelo enxuto de produção, denominado Construção Enxuta. Este novo modelo tem como objetivo reduzir ao máximo as perdas decorrentes de processos ultrapassados, garantindo ao mesmo tempo qualidade e agilidade, diminuindo o tempo gasto e o capital necessário para a realização da obra (KOPPER, 2012).

De acordo com Oliveira; Mendes (2008) a reutilização de entulho em processos construtivos também pode ser uma alternativa viável para a redução dos desperdícios. Os chamados Resíduos de Construção e Demolição – RCD – podem ser processados e utilizados como matéria-prima em várias aplicações, o que além de auxiliar na redução dos desperdícios de materiais também favorece ao meio ambiente, tornando a agressão humana um pouco menor.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é identificar as perdas e os desperdícios de materiais que ocorrem na construção civil, suas possíveis causas e os prejuízos que são gerados em decorrência dos fatos. O trabalho será desenvolvido através de pesquisa bibliográfica em livros, artigos, revistas, meio eletrônico e todas as outras fontes confiáveis que estejam ao alcance, além de estudo de caso que torne possível o conhecimento da realidade das perdas na construção civil dentro da cidade de Goianésia.

1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

O objetivo específico deste trabalho é encontrar um quantitativo para as perdas identificadas em algumas obras e analisar a composição desta perda total, visto que existem várias classificações de perdas na construção civil, cada qual com características específicas. Posteriormente, as causas geradoras serão comparadas com as causas identificadas no estudo bibliográfico. A ideia é contribuir para que os construtores tenham conhecimento sobre o assunto, podendo melhorar os processos construtivos a fim de se obter produtos de qualidade com menores custos.

1.4 JUSTIFICATIVA

É comum em obras localizadas na cidade de Goianésia a ocorrência de grandes desperdícios de materiais de construção. No entanto, não se percebe uma preocupação por parte dos construtores a respeito deste assunto, ainda que estejam pagando mais do que o necessário para se construir uma mesma obra.

Além do aspecto econômico, a escassez de recursos também é muito relevante, porém não tão valorizada quanto deveria ser. Para se ter ideia, na época de estiagem é comum que haja a falta de areia nas lojas de materiais para construção da região e a justificativa dos donos de dragas é que a procura tem aumentado muito em relação aos anos anteriores.

Com base nas afirmações anteriores, é possível dizer que a necessidade de conhecer as perdas e os desperdícios, bem como as maneiras de evitar os mesmos é de suma importância para a sociedade e justificam a pesquisa elaborada com este tema.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PERDAS E DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS

As perdas são diferentes dos desperdícios, pois ao contrário do que muitos pensam os dois termos não tem o mesmo significado. Enquanto um abrange todo o tipo de extravio dos materiais que não foram utilizados para o local planejado e também àqueles que se perderam de alguma forma, o outro se refere apenas ao uso em excesso e às avarias que possam ocorrer durante o processo construtivo exigindo substituição do mesmo. “Perda é, portanto, um conceito mais amplo que engloba tanto as ocorrências evitáveis quanto as inevitáveis, enquanto desperdício corresponde somente às ocorrências evitáveis” (SOIBELMAN, 1993, p. 07).

Azevedo, Kiperstok & Moraes (2006, *apud* CONCISA 2010) definem a perda na construção civil como todos os produtos que foram previamente relacionados no orçamento e que mesmo após a compra não foram utilizados na edificação ou até mesmo os que foram consumidos em exagero, neste último caso o material fica incorporado ao serviço.

Embora seja a mais perceptível, a perda de materiais não é a única existente na construção civil. Quando se realiza uma tarefa erroneamente, além do material desperdiçado há também a perda da mão de obra e o desgaste dos equipamentos devido a necessidade de serem utilizados novamente. Todas estas perdas resultam em prejuízos financeiros, pois geram a necessidade de fazer um retrabalho que não agregará valor ao produto final (FORMOSO 1996). Souza et al. (2004) afirma que desperdício físico é a parcela de perdas que podem ser evitadas do ponto de vista econômico.

Enquanto isso, Formoso et al. (2007, *apud* Rocha Neto 2010) referem-se as perdas como a consequência de algo realizado com a perfeição indesejada, fazendo com que aconteça perda de qualidade, além do aumento do custo da obra.

Jungles et al. (1999, *apud* Mello 2001) tem um conceito de perda relacionado com a incapacidade da indústria da construção civil em utilizar seu potencial de satisfação para com o cliente aliando isso a uma redução nos custos, além da erradicação de serviços que não agreguem valor ao produto final.

Nem todas as perdas podem ser evitadas, ou pelo menos em alguns casos não é viável que sejam, quanto a isso Soibelman (1993) revela a existência de níveis aceitáveis de perdas quando os procedimentos necessários para evitá-las tornam-se inviáveis devido aos custos dos mesmos serem maiores do que os prejuízos causados pelas próprias perdas. O autor denomina

este tipo de perdas como sendo naturais, e estas perdas podem ter quantificadores diferentes variando de empresa para empresa.

2.2 PRINCIPAIS CAUSAS

Skoyles & Skoyles (1987, *apud* Andrade; Mileo, 2015) revelam que uma das causas para que as perdas continuem a ocorrer é a existência de uma concepção equivocada por partes dos construtores, pois os mesmos já estão conformados com tais perdas e chegam a considerá-las como parte natural do processo construtivo, deixando de lado a preocupação em descobrir os motivos responsáveis pelo acontecimento destes fatos e não percebendo que a exclusão destas parcelas de perdas fazem toda diferença no orçamento.

Para Gomes (2013) são muitas as causas que podem originar perdas de materiais na construção civil, porém considera como um dos principais motivos a falta de conscientização e comprometimento dos envolvidos no processo como um todo, desde o responsável pelo projeto até aqueles que o executam.

Souza et al. (2004) exemplificam alguns casos em que as perdas são prováveis. As perdas podem ser oriundas ainda na etapa de projetos, isso ocorre porque o projetista decide criar estruturas que extrapolem as medidas necessárias para suportar as cargas previstas, ou também quando é especificado um traço muito forte gerando consumo elevado de cimento. Já na etapa de execução as perdas podem acontecer com mais frequência, pois aumenta o número de processos a serem executados antes da locação do material na edificação. Os principais aspectos geradores das perdas na execução vão desde o recebimento do material em quantidades menores do que as solicitadas, estocagem feita de maneira errada, até o manuseio incorreto dos mesmos.

2.3 TIPOS DE PERDAS

Existem diversos tipos de desperdícios e perdas. Para Shingo (1996, *apud* Bastos, 2015, p. 07) “As classificações podem ser: perdas por superprodução, perdas por tempo de espera, perdas no transporte, perdas no processamento, perdas de estoque, perdas por desperdícios de movimentos, perdas por produtos defeituosos”.

Segundo Formoso et al. (1999, *apud* Camera; Castro; Campos, 2015), para reduzir as perdas na construção de edificações é necessário conhecer sua natureza e identificar suas causas.

Sacomano et al. (2004, *apud* Rocha Neto, 2010) conceitua estas perdas com base no que Shingo descreve a respeito das mesmas. O primeiro tipo de perdas é o da superprodução, que como o próprio nome diz são aquelas cuja origem está ligada com a produção em quantidade maior do que o necessário. Outro tipo de perda é a por substituição, que acontece quando um material de qualidade superior ao exigido é utilizado na construção, isso pode ser fruto da falta do produto especificado no mercado. Já as perdas por espera estão relacionadas ao atraso da chegada dos materiais na obra, podendo gerar paralização da equipe de trabalho e prejuízos com aluguel de equipamentos. O quarto tipo é definido como perdas por transporte, que estão associadas a um mau planejamento do canteiro, fazendo com que o material seja depositado em um local e que posteriormente seja necessário movimentá-lo por estar atrapalhando a execução. As perdas no processamento são aquelas que acontecem quando algo é executado de forma equivocada, pois surge a necessidade de refazer o serviço com um novo material, além disso este tipo de perda pode ser causado por falta de processos padronizados e falta de planejamento, como acontece quando corta-se uma parede rebocada para passar o conduíte. O sexto tipo de perdas acontece nos estoques, geralmente quando o volume de materiais estocados é muito grande e provavelmente não será consumido em sua totalidade, ou o prazo de validade está muito próximo – no caso de cimentos e rejuntas. As perdas por movimento são as envolvidas com os movimentos desnecessários de materiais e o principal prejuízo é o desgaste dos trabalhadores pelos esforços excessivos. Há também as perdas por elaboração, que ocorrem quando a qualidade dos produtos não atinge o patamar esperado, e podem ser originadas por utilização de materiais defeituosos ou por despreparo dos executores.

As perdas podem ser consideradas de natureza aparente, quando geram algum tipo de entulho, e de natureza oculta, quando isto não ocorre. Dentro das perdas aparentes pode-se destacar como elementos responsáveis: vandalismo, problemas de estocagem e gerenciamento (SOIBELMAN, 1993).

2.4 PROBLEMAS GERADOS PELAS PERDAS

As consequências que são provenientes das perdas e dos desperdícios geralmente culminam em maiores problemas. Para Colombo; Bazzo (1999, *apud* Rocha Neto, 2010), as perdas consideradas mais problemáticas são as perdas visíveis, pois culminam com o aparecimento de entulho, causando problemas com relação ao descarte destes resíduos, além de resultar em um consumo exagerado de materiais, aumentando o custo e afetando a quantidade de matéria prima disponível para ser utilizada na construção civil.

2.5 FERRAMENTAS DE COMBATE ÀS PERDAS DE DESPERDÍCIOS

2.5.1 *Lean Construction*

A preocupação com modelos de gestões mais eficientes na indústria da construção civil surgiu a partir da necessidade das empresas em aumentarem seus lucros, e sabendo da existência do fator perdas de materiais, notou-se a importância de controlar as perdas e os desperdícios no canteiro de obras. Este controle está diretamente ligado a um melhor modelo de gerenciamento (CAMERA; CASTRO; CAMPOS, 2015).

Os gastos com materiais de construção são expressivos na maioria dos casos, com isso surge a necessidade de uma empresa do ramo da construção civil buscar novas alternativas para reduzir custos. Segundo Lorenzon; Martins (2006, p. 01) “Uma dessas alternativas é o *Lean Construction* (Construção Enxuta), um derivado da *Lean Production* (Produção Enxuta), que se apresenta como uma forma de gerir a produção na construção civil de forma a eliminar desperdícios”.

De acordo com Formoso (2002) o *Lean Construction*, que se baseia na *Lean Production*, se opõe ao método da produção em massa que é predominante no Fordismo e no Taylorismo, e se disseminou nos anos 90 para servir como um caminho para a gestão de processos na construção civil.

A origem do *Lean Construction* teve como base o Sistema Toyota de produção, desenvolvido por Taiichi Ohno. Este homem buscava alternativas para melhoria do sistema de produção de sua empresa, então decidiu ir até a fábrica de automóveis da Ford nos Estados Unidos para observar o modelo utilizado naquela empresa. Ohno, constatou que o que predominava era a produção em massa, os produtos eram produzidos em grande escala para serem estocados e posteriormente vendidos. O empresário então decidiu implantar um modelo de produção diferente daquele adotado no Fordismo e optou pela prática de ações bem planejadas, tais como produzir em pequena escala e com grande qualidade, tornar o processo de produção menos dispendioso, reduzir as perdas, além de trabalhar com produção puxada, ou seja, tudo seria produzido por encomenda tornando-se desnecessária a estocagem (KOPPER, 2012).

Para Womack et al (1992, p. 03, *apud* Rosa, 2001, p. 19)

A produção enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

O *Just in Time* é um componente importante do *Lean Construction* para reduzir as perdas e os desperdícios. Seu objetivo é seguir um cronograma rigorosamente, ou seja, todo o material deve estar disponível no momento exato, na quantidade certa. Todos os envolvidos no processo devem estar cientes que se o material demorar chegar a produção irá paralisar, mas se chegar muito antes do previsto haverá acúmulo indesejado, podendo ocupar espaço desnecessário. Portanto, no *Just in Time* prazos devem ser respeitados rigorosamente (ALENCAR, 2012)

Koskela (1992, *apud* Camera; Castro; Campos, 2015, p. 03) enumerou onze princípios a serem seguidos para auxiliar no projeto de fluxo, discriminados a seguir.

- Redução das parcelas de atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor do produto com a consideração das necessidades do cliente;
- Reduzir a variabilidade;
- Simplificar através da redução do número de passos ou partes;
- Aumentar a flexibilidade de saída;
- Aumentar a transparência do processo;
- Foco no controle de todo o processo;
- Estabelecimento de melhoria contínua ao processo;
- Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões;
- Aprender com referências de ponta (*Benchmarking*).

De acordo com Rosa (2001, p. 22), “A Produção Enxuta corrige as deficiências da teoria convencional visualizando a produção sob os pontos de vista da conversão. Na visão de fluxo a questão básica é a eliminação de perdas no processo [...]”. Em sua pesquisa, Koskela (1994, *apud* Rosa, 2001) apresentou um comparativo entre o método de conversão convencional e o *Lean Construction*, considerado como a Nova Filosofia de Produção, indicado no quadro 1.

Quadro 1- A Filosofia Convencional e a Nova Filosofia de produção.

	Filosofia convencional de produção	Nova filosofia de produção
Conceito de produção	Produção constituída de conversão, todas as atividades agregam valor	Produção constituída de conversão e fluxo, existem atividades que agregam valor e atividades que não agregam valor.
Foco de controle	Custo da atividade	Custo, tempo e valor dos fluxos
Foco de melhoria	Aumento da eficiência pela implementação de novas tecnologias	Eliminação ou diminuição de atividades que não agregam valor, aumento da eficiência de atividades que agregam valor através de melhoria contínua e novas tecnologias.

Fonte: Koskela, 1994

Fonte: Rosa, 2001

2.5.2 Aproveitamento de RCD

O descarte dos resíduos da construção civil faz com que estes entrem para o grupo de desperdício mencionado pelos autores anteriormente citados, pois há a possibilidade de reaproveitamento dos mesmos.

A Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2002, *apud* Oliveira: Mendes, 2008, p. 02), define os Resíduos de Construção e Demolição – RCD – como sendo:

Os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliças ou metralha.

Gonzalez, 2017, relata que os Resíduos da Construção Civil – RCC – apresentam de 50% a 70% dos resíduos sólidos gerados em áreas urbanas.

Quanto aos impactos causados pelos resíduos de construção e demolição, o Ministério das Cidades denuncia o tamanho da gravidade deste problema:

A cadeia produtiva da construção civil consome entre 14 e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta; no Japão corresponde a cerca de 50% dos materiais que circulam na economia e nos EUA, o consumo de mais de dois bilhões de toneladas representa cerca de 75% dos materiais circulantes. No Brasil, os RCD também atingem elevadas proporções da massa dos resíduos sólidos urbanos: variam de 51 à 70%. Essa grande

massa de resíduos, quando mal gerenciada, degrada a qualidade da vida urbana, sobrecarrega os serviços municipais de limpeza pública e reforça no país a desigualdade social uma vez que escassos recursos públicos são continuamente drenados para pagar a conta da coleta, transporte e disposição de resíduos depositados irregularmente em áreas públicas, conta essa que, na realidade, é de responsabilidade dos geradores.

O portal eletrônico Pensamento Verde (2014) diz que a reutilização de RCD traz muitos benefícios, tanto ambientais como econômicos, ao reduzir a necessidade de extração de recursos naturais, favorecendo a diminuição da poluição lançada na atmosfera devido aos processos de extração, transporte e processamento.

Segundo Machado (2014) o processo de reciclagem de RCD é feito através dos seguintes passos; Coleta dos materiais obtidos a partir de construções e reformas; trituração do material coletado; granulagem. O processo de granulagem serve para separar as partículas de acordo com seu tamanho para que possam ser classificadas em areia, brita, pedrisco e outros, finalizando o processo e permitindo que os novos produtos sejam comercializados como matérias primas secundárias. Todo o processamento de RCD é feito em usinas apropriadas para este fim, que podem ser tanto fixas como móveis, sendo esta última composta por um caminhão, um triturador e uma peneira.

2.5.3 Cuidados que ajudam na redução das perdas

Alguns cuidados são essenciais na contribuição com a redução das perdas. De acordo com Agopyan et al. (2003) destacam-se os seguintes:

- O cuidado com a qualidade das fôrmas utilizadas para moldar o concreto;
- A obediência à geometria dos elementos estruturais;
- A utilização de tecnologia avançada como níveis a laser;
- O aproveitamento das sobras de concreto lançado em lajes por meio de bombeamento;
- Planejamento feito a fim de garantir o aproveitamento das pontas de vergalhões que sobram ao serem cortados;
- Transporte de materiais como tijolos e blocos em *pallets*;
- Evitar sobreessuras nas camadas de argamassa destinadas ao revestimento de paredes;

- Nos revestimentos cerâmicos utilizar placas menores e evitar um número excessivo de cortes para que isso favoreça a economia do material, pois as placas maiores apresentam grandes índices de perda.

As chamadas atividades de fluxo – inspeção, movimento e espera dos materiais – podem contribuir com as perdas. Dessa forma Koskela (1992, *apud* Rocha Neto, 2010) ao invés de apenas citar a melhoria destas atividades, incentiva também a criação de processos que eliminem algumas atividades delas, de forma que a produção se torne mais enxuta. Isso garante uma menor exposição do material à situações que possam ser grandes geradoras de perdas.

Algumas medidas gerenciais podem fazer a diferença no combate às perdas, com afirmam Andrade; Mileo (2015, p. 02), que relacionam ainda medidas de controle que devem ser adotadas de maneira a facilitar o controle das perdas

Nota-se que melhorias em relação à perdas, retrabalhos e desvios de caixa podem ser obtidas sem introdução de grandes técnicas gerenciais, mas simplesmente através de acompanhamentos durante a execução, supervisão adequada, cuidados com transporte, estocagem e manuseio dos materiais envolvidos.

Visando aprimorar as práticas de controle de perdas, Andrade; Mileo (2015) consideram que alguns cuidados são necessários para que o objetivo seja alcançado, dentre eles estão:

- Acompanhamento das perdas em todas etapas da obra;
- Treinamento da mão de obra;
- Verificação dos serviços executados em relação ao projeto;
- Planejamento da disponibilidade dos recursos e das tarefas;
- Implantação de sistemas que garantem boa comunicação entre todos os envolvidos no processo de construção.

2.6 NÚMEROS RELACIONADOS ÀS PERDAS E DESPERDÍCIOS

Vargas et al. (1997, p. 2) revelam que “[...] para o trabalho improdutivo de serventes da construção civil, a perda pode atingir até 50% do tempo total; se perde a mesma quantidade (100%) das argamassas, [...]; 30% dos tijolos e elementos de vedação vão para fora da obra como entulho”.

Na tabela 1, pode-se observar o acréscimo de materiais em uma obra de 18 pavimentos construída em São Paulo que foi analisada por Pinto no ano de 1989.

Tabela 1- Índice de perdas segundo Pinto

Materiais	Acréscimo verificado (%)	Expectativa usual de perda (%)
Madeiras em geral	47,45	15,00
Concreto usinado	1,34	5,00
Aço CA 50 / 60	26,19	20,00
Componentes de vedação	12,73	5,00
Cimento CP – 320	33,11	15,00
Cal hidratada	101,94	15,00
Areia lavada	39,02	15,00
Argamassa colante	86,68	10,00
Azulejos	9,55	10,00
Cerâmicas de piso	7,32	10,00

Fonte: PINTO, 1989 a.

Fonte: ROSA (2001).

Segundo Rosa (2001), na obra analisada por Pinto, o acréscimo de concreto não foi tão alto devido ao fato de ser utilizado o bombeamento na concretagem, evitando a perda excessiva. A justificativa para a alta taxa de acréscimo de utilização da madeira foi que a geometria dos pilares e o mau uso comprometeram as formas, tornando-as pouco utilizadas. Quanto ao aço, o desperdício ocorreu pela falta de planejamento nos cortes das barras.

O quadro 2, mostra os resultados dos estudos feitos por Picchi (1993, apud Soibelman, 1993, p.19), que preocupou-se em analisar a quantidade de entulho que saía de três obras diferentes, portanto, o estudo não analisou os desperdícios indiretos, mas apenas aqueles visíveis, geradores de entulho.

Quadro 2 - Perdas levantadas por Picchi (1993)

OBRA	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	DURAÇÃO DA OBRA (meses)	ENTULHO TOTAL m ³	MASSA DE ENTULHO (t/m ²) (1)	ENTULHO MASSA PROJETADA (%) (2)
A	7.619	17	606,5	0,095	11,2
B	7.982	15	707,7	0,107	12,6
C	13.581	16	1.645,0	0,145	17,1

(1) adotou-se a massa específica do entulho de 1,2 t/m³.

(2) adotou-se a massa final do edifício de 0,85 t/m².

Fonte: SOIBELMAN (1993).

As conclusões deste estudo foram as de que a massa de entulho gerado variou de 11% a 17% da massa final do edifício, se todo entulho fosse espalhado pela área da construção a espessura iria variar de 8cm a 12cm. Estimou-se que o desperdício de argamassa atingiu cerca de 82,5%, e que a taxa de desperdício medida alcançou surpreendentes 30% do valor total da obra (SOIBELMAN, 1993).

3 METODOLOGIA

Baseado em conceitos e em estudos realizados pelos autores citados anteriormente, foi desenvolvida uma planilha que será destinada a coleta de dados referentes ao quantitativo de material perdido. Esta planilha, demonstrada no quadro 3, será utilizada para registrar apenas os números das perdas aparentes que ocorrerem, sendo útil no processo de análise quantitativa no momento dos cálculos dos indicadores de perdas. Além disso, serão apontadas as causas responsáveis pelo aparecimento das perdas, para que esses dados sejam utilizados como base para encontrar possíveis soluções para este problema. A segunda coluna da planilha irá abrigar a quantidade total da perda de cada material, enquanto que o papel da terceira até a oitava coluna será identificar separadamente os valores provenientes de cada causa, assim a segunda coluna representará a soma de todos os valores que estiverem na mesma linha.

Quadro 3 - Planilha para quantificar perdas

MATERIAL	QUANTIDADE PERDIDA TOTAL (KG)	CAUSA DA PERDA						OUTRAS
		TRANSPORTE	ARMAZENAMENTO	MANUSEIO	SUPERPRODUÇÃO	RECEBIMENTO	PROCESSAMENTO	
ARGAMASSA								
TIJOLOS CERÂMICOS								
CIMENTO								
ADITIVO P/ ARGAMASSA								
AÇO CA-50 Ø 10MM								
AÇO CA-50 Ø 5 MM								
BRITA								
AREIA								
CONCRETO								
PREGO								
TÁBUAS (30 CM)								
TRELIÇA TG 8 (AÇO)								
CANALETAS DE CIMENTO								

Fonte: Autores

A quantidade das perdas ocorridas antes da visita inicial não será considerada nos resultados devido à dificuldade em se obter um número preciso de materiais perdidos ou desperdiçados.

Com a observação dos dados obtidos, será possível analisar as causas das perdas e suas quantidades, que serão comparadas com as pesquisas dos autores citados anteriormente no decorrer deste trabalho.

Para tornar o entendimento dos dados que forem obtidos mais fácil, as perdas encontradas serão convertidas para uma só unidade de medida, preferencialmente o quilograma. Espera-se que com esse artifício as comparações entre as perdas fiquem mais claras. As massas dos materiais perdidos serão obtidas com o auxílio de duas balanças de precisão, uma delas com capacidade para até 5kg para materiais de pequena massa e quantidade reduzida, e a outra operando entre 5kg e 150 kg.

Com relação ao aço, a massa encontrada tem como referência as informações do peso aproximado em kg/m (quilogramas por metro) fornecidas pelo catálogo de produtos do fabricante Gerdau (2017). Sendo assim, os pedaços de vergalhões considerados perdidos tiveram seus comprimentos medidos com uma trena (figura 1) para que em seguida fossem realizados os cálculos de conversão para kg.

Figura 1 - Levantamento de dados (vergalhões)



Fonte: Autores

Os tijolos tiveram suas massas aferidas com ajuda de uma balança de precisão, como mostrado na figura 2. Como este material apresentou variações de massa, foram escolhidas quatro amostras de locais diferentes das pilhas para que fosse encontrada uma massa média deste material.

Figura 2 - Pesagem de tijolos cerâmicos



Fonte: Autores

As canaletas de cimento tiveram o mesmo tratamento que os tijolos (figura 3), os procedimentos para se obter a média da massa também foram realizados no caso deste material. A única diferença em relação aos tijolos foi que as canaletas apresentaram grandes variações de massa de uma peça para outra, então o número de amostras foi elevado para dez peças.

Figura 3 - Pesagem das canaletas de cimento



Fonte: Autores

Para conseguir quantificar as perdas referentes à areia e à brita foi feito o levantamento de quantas latas de cada material foi perdido. Isso foi possível com o auxílio de uma lata comumente encontrada nas construções, que possui 23 cm de comprimento, 23 cm de largura e 34 cm de altura, totalizando um volume de $1,80 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ e massa correspondente à 1,038 kg.

O procedimento utilizado para medir a quantidade de areia perdida foi realizar a contagem de quantas latas do material não foram aproveitadas, em seguida, esse valor foi multiplicado pela diferença entre a massa da lata cheia de areia e a massa da lata vazia (equação 1), para que finalmente o valor total da perda seja dado em kg como mostrado a seguir. Para a brita, repetiu-se este processo modificando apenas os valores correspondentes a este material.

$$M_{material(kg)} = (M_{lata\ cheia(kg)} - M_{lata(kg)}) * N_{lata} \quad (1)$$

$M_{material(kg)}$: Massa total do material perdida;

$M_{lata\ cheia(kg)}$: Massa da lata contendo o material analisado;

$M_{lata(kg)}$: Massa da lata vazia;

N_{lata} : Número de latas perdidas do material.

A figura 4, mostra a areia e a brita sendo pesadas na lata para realização dos cálculos anteriores.

Figura 4 - Pesagem da areia e da brita



Fonte: Autores

Com relação ao concreto e à argamassa, a forma de quantificar as perdas foi idêntica com a forma utilizada para encontrar a perda de areia.

A madeira teve sua perda quantificada primeiramente em volume para que posteriormente pudesse ser convertida para kg, procedimento que foi efetuado da seguinte forma:

- Obtenção das medidas de cada peça desperdiçada para o cálculo do volume;
- Aferir a massa de 5 amostras de tábuas para obter uma massa média;
- Encontrar a massa específica em kg/m³ utilizando a equação 2, sendo que o resultado foi utilizado para facilitar o levantamento dos dados, pois com o valor da massa específica multiplicado pelo volume tem-se o valor da massa de madeira perdida.

$$\rho = \frac{M_{MADEIRA}}{V_{MADEIRA}} \quad (2)$$

O cimento foi um dos materiais mais fáceis de se analisar, pois não necessitou nenhum cálculo de conversão ou de natureza parecida. As perdas sempre eram colocadas em um recipiente e pesadas na balança.

O quadro 4, serviu como apoio para a disposição de valores de referência para o cálculo das perdas totais de cada item.

Quadro 4 – Valores de referências para quantificar perdas

MATERIAL	VALORES DE REFERÊNCIA
ARGAMASSA	-
TIJOLOS CERÂMICOS	-
AÇO CA-50 Ø 10MM	-
AÇO CA-50 Ø 5 MM	-
BRITA	-
AREIA	-
CONCRETO	-
TÁBUAS (30 CM)	-
TRELIÇA TG 8 L	-
CANALETAS DE CIMENTO	-

Fonte: Autores

4 CONHECENDO AS OBRAS ANALISADAS

4.1 A OBRA “A”

A obra denominada “A” é uma construção de pequeno porte, possui uma área total de 140,00m², toda na laje, está localizada em uma região bem valorizada na cidade de Goianésia, porém foi locada em um terreno nos fundos, sendo que o corredor de acesso tem 3,00 metros de largura e possui um portão basculante. A construção foi empreitada pelo valor de R\$ 130.000,00 e a estimativa do construtor é que sejam gastos aproximadamente R\$ 100.000,00 entre materiais de construção e mão de obra.

O tipo de mão de obra empregada nesta construção é o mais comum que se possa imaginar, sendo a equipe formada por 2 pedreiros e 1 servente, não havendo a presença de um mestre de obras no local. O construtor responsável é dono de uma loja de materiais para construção e divide seu tempo entre sua loja e as construções que administra.

No momento da visita inicial a obra se encontrava na fase de construção da alvenaria e concretagem de vigas e pilares. Já no momento da visita final, a obra estava em preparação para receber a concretagem da laje.

4.2 A OBRA “B”

Esta obra, intitulada obra “B”, possui área construída de 206,00m², apresenta 3 níveis diferentes de lajes, está localizada em uma região valorizada, porém fica próximo à periferia da cidade. O padrão desta construção é um padrão médio, tendo um valor estimado de R\$ 300.000,00. Trata-se de uma residência projetada para venda à terceiro, podendo este preço variar conforme as condições de pagamento. Segundo o executor e dono da obra, o custo médio de uma obra desse tipo fica em torno de R\$ 250.000,00, incluindo o valor do terreno.

O tipo de mão de obra utilizado é o mesmo que o da obra A, diferenciando apenas o número da equipe que é formada por 3 pedreiros e 2 serventes. O construtor também é o mesmo da obra A, no entanto ele não apenas é o construtor como o dono da obra B.

Na visita inicial feita nesta obra foi possível observar o levantamento da alvenaria e a concretagem das vigas superiores. Na visita final a equipe se preparava para iniciar o reboco das paredes.

4.3 A OBRA “C”

A obra “C”, é uma construção com área total de 202,16m² de porte médio, está localizada em uma região valorizada da cidade. À exemplo da obra “B”, esta obra possui lajes em três níveis diferentes e será executada de maneira semelhante às demais obras analisadas. O terreno é relativamente acidentado e por isso houve a necessidade de movimentação considerável de terra para o local. O projeto estrutural desta obra exigiu maiores seções de vigas e pilares, conseqüentemente uma área de aço mais elevada do que nas obras A e B.

O construtor não é o dono da obra, mas foi empreitado para executar o serviço com material por conta própria. O valor da empreita é de R\$ 240.000,00, mas o responsável estima um gasto de cerca de R\$ 210.000,00 com o serviço.

A primeira visita nesta obra foi feita ainda enquanto estavam feitas apenas as baldrameas. A visita final coincidiu com o processamento da alvenaria e concretagem de pilares.

5 RESULTADOS

O levantamento das perdas de materiais foi feito com base no capítulo Metodologia. Realizados os procedimentos descritos anteriormente, o primeiro passo para demonstração dos resultados foi encontrar as massas específicas de cada material, chegando-se aos resultados exibidos no quadro 5.

Quadro 5 - Valores das massas específicas médias

MATERIAL	VALORES DE REFERÊNCIA
ARGAMASSA	27,64 KG/LATA
TIJOLOS CERÂMICOS	2,07 KG/UND
AÇO CA-50 Ø 10MM	0,617 KG/M
AÇO CA-50 Ø 5 MM	0,154 KG/M
BRITA	26,96 KG/LATA
AREIA	26,56 KG/LATA
CONCRETO	28,79 KG/LATA
TÁBUAS (30 CM)	544 KG/M3
TRELIÇA TG 8 L	0,735 KG/M
CANALETAS DE CIMENTO	4,22 KG

Fonte: Autores

O aparecimento de alguns materiais nesta lista, como cimento e prego, não foi necessário devido ao fato de estes materiais serem mensurados facilmente na unidade de massa desejada, portanto, o fator que influencia na obtenção dos resultados envolvendo estes dois materiais, é apenas a aferição de suas massas com o auxílio de uma balança de precisão. Os valores de massa específica dos materiais de aço foram encontrados no catálogo de produtos de um fabricante conceituado destes materiais.

5.1 RESULTADOS DA PESQUISA REALIZADA NA OBRA “A”

Conhecendo os valores de massa específica média de cada material, torna-se possível encontrar a massa perdida de cada um. O quadro 6, mostra os resultados das perdas encontradas

na obra A, nele está explícito tanto a quantidade em que cada material foi perdido, quanto a natureza das perdas.

Quadro 6 - Quantitativo de material perdido na obra A

MATERIAL	QUANT. PERDIDA TOTAL (KG)	CAUSA DA PERDA (KG)						
		TRANSPORTE	ARMAZENAMENTO	MANUSEIO	SUPERPRODUÇÃO	RECEBIMENTO	PROCESSAMENTO	OUTRAS
ARGAMASSA	224,15	7,38		21,79	194,98			
TIJOLOS CERÂMICOS	422,28					86,94	335,34	
CIMENTO	169,50		100			57,2	12,3	
AÇO CA-50 Ø 10MM	18,69						11,29	7,4
AÇO CA-50 Ø 5 MM	7,18						1,63	5,55
BRITA	164,77	119,83					44,94	
AREIA	450,08	154,95						295,13
CONCRETO	156,76				113,57		43,19	
PREGO	1,34			1,34				
TÁBUAS (30 CM)	137,74		77,31				60,43	
TRELIÇA TG 8	5,88						1,47	4,41
CANALETAS DE CIMENTO	92,84	37,98				8,44	46,42	

Fonte: Autores

O levantamento feito na obra A tem apontado forte ligação entre as causas de perdas citadas por Shingo e as causas observadas neste canteiro de obras. O principal ponto a ser destacado é a ausência do responsável da obra no local, visto que este possui outras obras em andamento e exerce atividades paralelas à de construtor. Nos dias de visita a esta obra, foi possível constatar que o tempo médio em que o responsável fica no local é de aproximadamente uma hora por dia, sendo que esta hora frequentemente é dividida em duas visitas, geralmente uma no período matutino e outra no período vespertino.

Um grande gerador de perdas também encontrado na obra A é o transporte excessivo de materiais causado pela dificuldade em organizar a distribuição deles em um local apropriado, como pode ser visto na figura 5, em que a brita escorre entre os restos de madeira.

Figura 5 - Desorganização da locação da brita



Fonte: Autores

O problema é agravado pelo fato do corredor de entrada ser muito estreito, além de ter um portão basculante que limita a altura, não comportando sequer um caminhão de pequeno porte. As entregas de tijolos são programadas para serem realizadas de acordo com a necessidade, porém o material é deixado na calçada e tem que ser transportado até o ponto em que será utilizado percorrendo uma distância de aproximadamente 20 metros. Já a areia e a brita que usualmente são entregues em grande escala, passam a ser postas em caminhonetes com uma capacidade muito reduzida.

Nos casos da areia e da brita citados anteriormente as maiores perdas não foram a do material em si, mas sim do custo elevado que esses materiais alcançaram. É importante dizer que quanto mais fracionadas as entregas de materiais, mais dispendioso se torna o processo, pois o frete interfere diretamente no custo final. O preço médio da areia na cidade de Goianésia para ser entregue em quantidades acima de três metros cúbicos é de R\$ 65,00, mas quando vendido para ser entregue apenas um metro cúbico de cada vez este valor sobe para R\$ 70,00, gerando um prejuízo de 7,69%.

Houve situações que culminaram também com a quebra de alguns materiais como canaletas (figura 6), pois, além do recebimento ser dificultado pelo acesso ao local da obra, o transporte e o mau acondicionamento do material no canteiro fez com que algumas peças fossem perdidas. A avaria de alguns materiais como este traz tanto prejuízos econômicos quanto ambientais, pois gera entulho e a necessidade de um local apropriado para o descarte.

Figura 6 - Canaletas de cimento quebradas



Fonte: Autores

Com relação à mão de obra foi constatado que as duas horas finais da jornada de trabalho são decisivas na questão das perdas. Muitas das vezes o servente exagerou na quantidade de argamassa e até mesmo de concreto que era necessário para realizar um determinado serviço. A atitude dos pedreiros era seguir com a tarefa até seu horário de saída, não se importando com o restante do material. Além desta perda ser classificada como superprodução, ela está ligada também a um mau gerenciamento da obra, pois com a presença de alguém que controlasse a equipe certamente isso não iria acontecer. No final do dia é possível perceber uma certa ansiedade da equipe para ir embora.

A figura 7 representa as perdas visíveis que aconteceram na obra, restos de tijolos, pedaços de canaleta de concreto e pedaços de madeira, foram jogados em um container para limpeza do local. Aproximadamente 5m³ de entulho foram descartados.

Figura 7 - Entulho na obra



Fonte: Autores

5.1.1 Argamassa

Na obra A, a perda de argamassa atingiu 224,15 kg, como demonstrado no quadro 6, sendo que 3,29% destas perdas ocorrem pelo transporte deste material da betoneira até o local de destino, outros 9,72% se perdem no manuseio, mas a principal geradora de perdas encontradas foi a superprodução, que atingiu a marca de 86,99%.

5.1.2 Tijolos Cerâmicos

As perdas de tijolos cerâmicos totalizaram 422,28 kg. As principais causas identificadas como geradoras destas perdas foram o recebimento deste material representando uma parcela de 20,59% do total, além do processamento que foi responsável por 79,41% dos tijolos perdidos. No momento do recebimento muitos tijolos foram avariados pela falta de cautela ao descarrega-los do caminhão. Quanto ao processamento, a falta de equipamentos adequados para recortar o tijolo e a queda de algumas peças de cima do andaime, contribuíram para a elevada porcentagem de perda.

5.1.3 Cimento

O cimento é considerado um dos principais materiais na construção civil, tanto que ao fazer um orçamento este é o primeiro item a ser cotado na maioria dos casos. Com relação à obra A, o cimento alcançou um total de perdas de 169,5 kg, dos quais 60,00% foram ocasionadas pelo armazenamento incorreto do material, sendo afetados pela umidade do local fazendo com que este empedrasse. Outra causa identificada foi o recebimento do material, momento em que alguns sacos eram rasgados e parte do cimento era perdida, alcançando uma porcentagem de 33,75% do total das perdas. Os outros 7,25% foram atribuídos ao processamento, principalmente na produção de argamassa e concreto.

5.1.4 Aço

Durante as visitas realizadas, foi possível observar o desperdício de aço de dois vergalhões de diâmetros diferentes, além das treliças, e optou-se por analisa-los separadamente.

5.1.4.1 Aço CA-50 Ø 10 mm

A quantidade de perdas deste material chegou ao valor de 18,69 kg. Deste total, 60,40% foram ocasionadas pelo processamento de estruturas contendo o aço, pois muitos pedaços cortados das vigas poderiam ter sido aproveitados na confecção dos arranques se houvesse planejamento por parte da gerência. Os 39,60% restantes, foram perdidos por outros fatores, como a compra em excesso do material.

5.1.4.2 Aço CA-50 Ø 5,0 mm

Com relação ao aço de diâmetro de 5mm, as perdas foram de 7,18 kg, como mostrado no quadro 6. As causas das perdas deste material foram o processamento com 22,70% e outros com 77,30%. O motivo da porcentagem elevada da perda ocorrida no primeiro caso foram as sobras de pontas no local, já para o segundo caso o problema gerador de perda foi a compra em excesso deste material.

5.1.4.3 Treliça TG 8

Dos 5,88 kg de treliça que foram perdidos nesta obra, 25,00% das perdas aconteceram devido ao processamento deste material, ou seja, foram perdidos no corte. Já os 75,00% restantes se referem à falta de planejamento que ocasionou a compra em excesso do material analisado.

5.1.5 Brita

A brita alcançou um valor de perdas equivalente à 164,77 kg, sendo que 72,73% foram perdidos no transporte de um local do canteiro para outro local, e 27,27% tiveram como causa a utilização deste material no processamento de concreto, pois ao jogar a brita com uma pá dentro da betoneira muitos grãos eram arremessados fora do recipiente.

5.1.6 Areia

Quanto à areia, foi detectado uma quantia perdida de 450,08 kg, e de acordo com os valores encontrados no quadro 6, desta porcentagem total 34,42% foram perdidos com o transporte deste material, e 65,58% foram perdidos devido à má qualidade da areia recebida, fazendo com que outro material tivesse que ser comprado para substituir o material ruim.

5.1.7 Concreto

Para o concreto, a quantidade de perda medida foi de 156,76 kg. A maioria das perdas tiveram como causa a superprodução, que foi responsável por 72,45% deste total. Além disso, outros 27,55% foram perdidos no momento do processamento das estruturas que empregam este material.

5.1.8 Pregos

A perda de pregos na obra A, atingiu a quantidade de 1,34 kg, sendo que 100% desta perda ocorreu no momento do manuseio deste material. A falta de cuidados fez com que muitos pregos fossem encontrados no chão e por ser um material relativamente barato, quase sempre é ignorado pelos operários. Até a visita final, haviam sido comprados 22,00 kg de prego.

5.1.9 Tábuas

As tábuas utilizadas na construção apresentaram uma perda de 137,74 kg. Um dos aspectos geradores das perdas foi o armazenamento incorreto com 56,13% de contribuição, fazendo com que algumas tábuas se empenassem tornando-as impróprias para uso.

5.1.10 Canaletas de cimento

As canaletas de cimento apresentam propriedades do concreto, dentre elas a baixa resistência à tração, fato que explica a maioria das avarias sofridas por este material. Com um total de perdas equivalente à 92,84 kg, as parcelas relacionadas às causas foram de 40,91% para o transporte do material, 9,09% ligados ao recebimento e 50,00% das perdas relativas ao processamento na execução de vergas e contra-vergas.

5.2 RESULTADOS DA PESQUISA REALIZADA NA OBRA “B”

Quadro 7 - Quantitativo de material perdido na obra B.

MATERIAL	QUANTID. PERDIDA TOTAL (KG)	CAUSA DA PERDA						
		TRANSPORTE	ARMAZENAMENTO	MANUSEIO	SUPERPRODUÇÃO	RECEBIMENTO	PROCESSAMENTO	OUTRAS
ARGAMASSA	207,27				185,77		21,5	
TIJOLOS CERÂMICOS	519,57					178,02	341,55	
CIMENTO	233,2					17,00	16,20	200,00
AÇO CA-50 Ø 10MM	13,57						13,57	
AÇO CA-50 Ø 5 MM	5,08				3,33		1,75	
BRITA	134,81		118,03				16,78	
AREIA	401,38	17,71						383,67
CONCRETO	132,77				91,18		41,59	
PREGO	2,59			2,59				
TÁBUAS (30 CM)	95,95		69,41				26,54	
TRELIÇA TG 8 (AÇO)	9,83						4,41	5,42
CANALETAS DE CIMENTO	71,74	8,44					63,3	

Fonte: Autores

As visitas realizadas na obra B revelaram que as perdas ocorrem em todas as etapas do processo construtivo, como demonstrado no quadro 7. Esta obra tem uma vantagem em relação a obra A, pois no lote vizinho não há edificação e o proprietário autorizou o construtor a utilizar seu terreno para depositar os materiais. Além disso, a construção está localizada próximo ao estabelecimento comercial e a residência do construtor, isso permite a presença do mesmo no local com mais frequência do que na obra A. O fato de que o construtor é o próprio dono da obra pode interferir diretamente na assiduidade dele na construção.

A organização do canteiro não é das piores, no entanto houve situações em que alguns materiais foram colocados em um local fora do limite correto, como por exemplo a brita, que chegou momentos antes da concretagem das vigas e dos pilares, depositada longe da areia. O ideal seria que os dois materiais estivessem próximos para que a equipe pudesse situar a betoneira em um ponto que facilitasse a utilização deles. O posicionamento correto teria evitado o transporte da brita em carrinhos de mão até a betoneira, fazendo com que a perda da brita que caía no caminho não acontecesse. Pode-se atribuir esta perda à falta de um gerenciamento eficaz e à falta de comunicação, pois mesmo sem a presença do construtor no local a equipe deveria ter sido orientada sobre o posicionamento dos materiais. Para analisar a perda de alguns materiais houve necessidade de segrega-los, pois a sobreposição destes também gerou perdas, como mostrado na figura 8.

Figura 8 - Separação da brita e da areia.



Fonte: Autores

Nessa obra aconteceu algo inesperado, materiais e ferramentas foram furtados durante um final de semana. Esse acontecimento interferiu na contagem de materiais perdidos tornando o dia 18 de setembro marcado pelo dia em que as perdas alcançaram o maior valor na obra B. Como se não bastasse, os responsáveis pelo crime ainda praticaram vandalismo quebrando alguns tijolos que ainda estavam empilhados.

Um grande desperdício foi identificado com relação aos pregos que caíam e não eram pegos novamente. No canteiro foi encontrado um monte de madeira com tábuas, tarugos e ripas com muitos pregos fixados, que poderiam ser reutilizados caso fossem retirados no momento da desforma das estruturas. Se tivessem que ser retirados todos em um só momento com certeza levaria muito tempo para executar este serviço e o processo se tornaria inviável, mas como as fôrmas não são retiradas todas de uma vez é possível que os pregos em bom estado sejam estocados para uma nova utilização, visto que as tábuas utilizadas são consideradas macias.

Uma grande quantidade de estribos que foram dobrados não foram utilizados em nenhuma estrutura, o que contribuiu para o aumento da perda de aço nesta obra, como mostrado na figura 9.

Figura 9 - Desperdício de estribos de aço



Fonte: Autores

5.2.1 Argamassa

Na obra B, a quantidade de argamassa perdida foi de 207,27 kg, composto por 10,37% de perdas ocorridas no processamento e 89,63% perdidos por superprodução. Esta porcentagem elevada de perda por superprodução acontece com frequência principalmente nos horários de saída dos pedreiros da obra.

5.2.2 Tijolos cerâmicos

Este material alcançou um total de perdas de 519,57 kg, sendo que as etapas de processamento que envolvem este material foram responsáveis por 64,75% da perda total, além disso, 34,26% das perdas encontradas são oriundas do recebimento.

5.2.3 Cimento

As perdas relativas ao cimento tiveram valor equivalente à 233,3 kg. Da quantidade indicada 7,29% das perdas foram provenientes do recebimento do material, 6,95% estão associados ao processamento e 85,76% das perdas são referentes a outros motivos, dentre eles o furto de alguns sacos de cimento.

5.2.4 Aço

5.2.4.1 Aço CA-50 Ø 10 mm

Esta bitola de aço foi utilizada em praticamente todos os pilares da construção e alcançou uma massa perdida de 13,57 kg. No caso da obra B, o único motivo causador das perdas foi o processamento, ou seja, cortes efetuados em comprimentos que não permitem o aproveitamento das pontas em outras partes da estrutura.

5.2.4.2 Aço CA-50 Ø 5,0 mm

O valor das perdas encontradas para o aço de bitola 5,0mm foi de 5,08 kg, sendo que 35,45% deste total foram perdidos durante o processamento das estruturas onde este material

foi empregado, e 65,55% foram decorrentes da superprodução de estribos, que ficaram jogados pelo canteiro.

5.2.4.3 Treliça TG 8

Quanto à treliça, as perdas foram mensuradas em 9,83 kg, desta quantia, o processamento foi responsável por 44,86% do total, enquanto 55,14% são relativos à compra em excesso.

5.2.5 Brita

Com relação à brita o total de perdas foi de 134,81, o armazenamento incorreto fez com que 87,45% destas perdas acontecessem. O restante foi perdido durante o processamento, resultando em uma porcentagem de 12,45%. Parte da perda ocasionada pelo armazenamento aconteceu devido à disposição equivocada deste material ao lado da areia fina, utilizada para assentamento de tijolos, fazendo com que estes dois materiais se misturassem.

5.2.6 Areia

As perdas de areia na obra B foram compostas por 4,42% perdidos no transporte e 95,58% por outros motivos, tais como a má qualidade do material e compra em excesso.

5.2.7 Concreto

A grande maioria das perdas de concreto na obra B foram ocasionadas pela superprodução deste material. O total de perdas foi de 132,77 kg, sendo que 68,67% destas perdas aconteceram devido à superprodução, e os outros 31,33% foram causados no momento do processamento.

5.2.8 Pregos

À exemplo do que aconteceu na obra A, as perdas de pregos foram decorrentes da falta de cuidado com o manuseio deste material em 100% das situações. A massa de prego perdida nesta obra totalizou 2,59 kg.

5.2.9 Tábuas

O total de perdas encontrado para este material foi de 95,95 kg. O principal responsável pelas perdas das tábuas foi o armazenamento incorreto, fazendo com que algumas ficassem empenadas. A contribuição do armazenamento para o total das perdas foi de 72,34%. Já na etapa do processamento aconteceram 27,66% das perdas de tábuas.

5.2.10 Canaletas de cimento

Este material alcançou uma quantidade de perdas equivalente à 71,74 kg, o transporte deste material correspondeu a uma porcentagem de 11,76% das perdas totais e o processamento gerou o restante das perdas totalizando 88,24%.

5.3 RESULTADOS DA PESQUISA REALIZADA NA OBRA “C”

A obra C, até o encerramento das visitas, estava menos adiantada do que as outras duas obras, porém o procedimento utilizado para mensurar as perdas dos materiais não leva em conta o estágio em que a construção está, mas sim a porcentagem de perdas relacionadas às causas analisadas durante a realização das visitas. Isso torna o processo confiável, mesmo na situação descrita.

O quadro 8, contém as quantidades de perdas dos materiais analisados na obra C, assim como as causas que geraram tais perdas.

Quadro 8 - Quantitativo de material perdido na obra C.

MATERIAL	QUANTID. PERDIDA TOTAL (KG)	CAUSA DA PERDA						
		TRANSPORTE	ARMAZENAMENTO	MANUSEIO	SUPERPRODUÇÃO	RECEBIMENTO	PROCESSAMENTO	OUTRAS
ARGAMASSA	110,54	32,24			78,30			
TIJOLOS CERÂMICOS	600,30		289,80			138,69	171,8	
CIMENTO	60,00					39,30	20,70	
AÇO CA-50 Ø 10MM	5,55						5,55	
AÇO CA-50 Ø 5 MM	3,70						1,85	1,85

BRITA	113,84	59,92	34,45				19,47	
AREIA	152,00	73,78					35,43	42,79
CONCRETO	100,78	19,20			57,59		23,99	
PREGO	0,785			0,785				
TÁBUAS (30 CM)	89,83		53,35				36,48	
CANALETAS DE CIMENTO	135,04		50,64				84,4	

Fonte: Autores

Este quadro mostra que as perdas aconteceram pelas mais variadas causas, mas cada material em si segue uma linha semelhante às perdas que aconteceram nas obras anteriores. Quase sempre as causas que geram as perdas são as mesmas para um determinado tipo de material.

Alguns procedimentos foram necessários par que a análise das perdas fosse feita com maior precisão, como por exemplo o peneiramento da brita que estava misturada com a areia, mostrado na figura 10. Isso também já havia acontecido na obra B.

Figura 10 - Peneiramento da brita.



Fonte: Autores

Outro fator que agrava as perdas de materiais nesta obra é a desorganização do local de depósito da areia e da brita, que são colocadas lado a lado na entrada do canteiro, de maneira que os dois materiais se misturem. Além disso, a pilha de tijolos não ficou bem feita e ocasionou a quebra de alguns tijolos, como está explícito na figura 11.

Figura 11 - Empilhamento dos tijolos.



Fonte: Autores

5.3.1 Argamassa

A argamassa observada para encontrar a quantidade de perda foi a argamassa de assentamento, visto que o reboco ainda não havia sido iniciado nesta obra. A perda deste material alcançou um valor de 110,54 kg, sendo que 29,17% deste total se perderam no transporte do material até o seu local de destino, e 70,83% das perdas foram ocasionadas pela superprodução.

5.3.2 Tijolos Cerâmicos

As perdas de tijolos ocorreram em sua maioria devido à falta de cuidado dos entregadores no momento de empilhar o tijolo. Para este material o total de perdas registrado foi de 600,3 kg, representada por uma parcela de 48,28% das perdas ligadas ao armazenamento, outros 23,27% referentes ao recebimento, e 28,45% advindas das etapas de processamento.

5.3.3 Cimento

Para a obra C, o cimento alcançou um total de perdas equivalentes a 60 kg, valor que é composto por 65,50% do material perdido associado ao recebimento do mesmo, ficando os outros 34,5% ligados ao processamento, principalmente na produção de concreto.

5.3.4 Aço

5.3.4.1 Aço CA-50 Ø 10 mm

Os estudos revelaram que as perdas do aço 10mm para esta obra foram de 5,55 kg, perdidos em sua totalidade pelo processamento a que este material foi submetido, ou seja, 100% das perdas foram ocasionadas no momento do corte das barras.

5.3.4.2 Aço CA-50 Ø 5,0 mm

As perdas do aço de 5,0mm de diâmetro aconteceram por dois motivos, que tiveram o mesmo peso na composição total das perdas. O processamento e a compra em excesso do material foram os responsáveis, cada um com 50% das perdas totais deste material. O material teve perdas de valor igual a 3,70 kg.

5.3.5 Brita

Foram três as principais causas geradoras do desperdício da brita na obra C, o transporte, o armazenamento e o processamento. O total de perdas mensurado foi de 113,84 kg, e a contribuição para este valor é dada em 52,42% perdidos no transporte, 30,26% no armazenamento, e 17,10% das perdas totais ocasionadas no momento do processamento deste material.

5.3.6 Areia

A areia apresentou valor de perdas equivalente à 152 kg na obra C. O transporte deste material foi responsável por 48,54% das perdas totais, o processamento gerou 23,31% e a má qualidade da areia contribuiu com 28,15%.

5.1.7 Concreto

À exemplo do que aconteceu nas outras obras, a grande causadora das perdas do concreto foi a superprodução que contribuiu com 57,15% do total perdido. Outros 19,05% se perderam no momento do transporte em baldes ou carrinhos de mão. Além disso, o

processamento teve uma contribuição de 23,80% para as perdas. A massa de concreto perdida na obra C foi de 100,78 kg.

5.3.8 Pregos

Este material apresentou um valor de perdas de 0,78 kg, sendo que o único motivo identificado para este problema foi o manuseio sem os cuidados necessários para que fossem evitadas as perdas.

5.3.9 Tábuas

As tábuas tiveram perdas equivalentes à 89,93 kg, sendo que 59,39% destas perdas aconteceram devido às más condições de armazenamento, e 40,61% estão ligados ao processamento deste material.

5.3.10 Canaletas de cimento

O total de perdas das canaletas foi de 135,04 kg. Deste total, 37,50% foram avariadas devido a forma que foram empilhadas, ou seja, problemas de armazenamento. Os outros 62,3% das perdas aconteceram no momento do processamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como descrito anteriormente o objetivo deste estudo consiste em identificar as perdas ocorrentes na construção civil, bem como as causas geradoras destas perdas e as parcelas de contribuição que cada uma destas causas tem no valor final da perda de um determinado material, e com isso, possibilitar a criação de medidas para redução das perdas.

A primeira observação feita comparando as três obras analisadas foi que a gerência não estava presente com assiduidade desejada. Como afirma Gomes (2013), a falta de conscientização e de comprometimento dos envolvidos no processo é um dos motivos pelos quais as perdas ocorrem com mais frequência. No presente estudo esta afirmação se fez clara, pois muitas das perdas encontradas poderiam ter sido evitadas com a presença dos responsáveis pelas obras.

Podemos citar o exemplo das perdas ocorridas com a argamassa e o concreto, que tiveram altas porcentagens de perda devido a superprodução. Foi observado que em horários próximos ao de saída dos trabalhadores da obra, mais precisamente nas duas horas finais do período, aconteceu a produção de argamassa e de concreto em excesso. Os operários utilizavam o material até cumprirem seus horários e descartavam o que sobrava. Além da falta de comprometimento por parte da gerência, este tipo de perda está associada a falta de consciência por parte dos trabalhadores.

Outro grande gerador de perda foi o mau planejamento com relação ao melhor aproveitamento dos materiais, como no caso dos tijolos cerâmicos, canaletas de cimento e do aço.

Os tijolos e as canaletas de cimento apresentaram grandes perdas no processamento, pois no momento do corte do material não havia equipamento adequado para fazê-lo, além disso, houve situações em que a chuva caiu sobre a pilha de tijolos que estava descoberta, causando o enfraquecimento deste material. O recebimento tanto dos tijolos quanto das canaletas também contribuiu com as perdas, visto que não houve preocupação dos envolvidos no projeto em acondicionar os materiais em um lugar plano, fazendo com que as pilhas ficassem desniveladas, causando a queda e conseqüentemente a quebra de vários tijolos. A avaria destes materiais também ocorreu devido à falta de destreza dos entregadores, que acabavam jogando as peças com uma força excessiva, resultando na quebra.

Com relação ao aço, o mau planejamento nos cortes possibilitou a ocorrência de perdas com este material. A sobra de alguns pedaços de aço utilizados na confecção das armaduras das vigas e dos pilares poderiam ter sido utilizadas nas armaduras dos arranques, porém a falta de

planejamento fez com que essa situação não fosse prevista. A gerência pecou novamente em algumas situações, como por exemplo a quantidade em excesso de estribos que foi feita na obra B, caracterizando uma perda gerada pela superprodução.

As perdas relacionadas ao cimento se deram por quatro tipos distintos, que a exemplo das demais causas, foram caracterizadas por Shingo (1996, apud Bastos, 2015, p.07). Uma das causas foi a perda no armazenamento do material, que ficou exposto às intempéries climáticas, a uma distância menor do que a correta do solo, fazendo com que o cimento empedrasse. Outro gerador de perdas para este material foi o processamento, referindo-se apenas às perdas visíveis, pois sempre restava uma pequena quantidade de cimento nas embalagens após o despejo na betoneira. Algo não tão corriqueiro também teve sua parcela na perda total do cimento, que foi o roubo deste material em uma das obras. Este fato poderia ter sido evitado caso existisse um portão restringindo o acesso de estranhos. Por último temos as perdas ocasionadas no momento do recebimento, em que alguma embalagens não resistiam e se partiam fazendo com que o material caísse. Boa parte deste cimento era recolhido, porém uma pequena quantidade se perdia devido ao fato de estar misturada com demais elementos.

Para a areia e a brita foram identificadas vários tipos de perdas. O transporte destes materiais devido à locação incorreta em um primeiro momento, foi uma das causas geradoras. A maior parte das perdas referentes à areia está relacionada a qualidade indesejada, que fez com que surgisse a necessidade de comprar outra areia para substituir o produto ruim. Além disso, uma parte da areia e da brita foram perdidas no momento do processamento, principalmente na produção de argamassa e de concreto, momento em que pequenas quantidades caíram fora da betoneira. Quanto à brita, pode se afirmar que o armazenamento incorreto também foi significativo, pois a mistura deste material com partículas de solo e de areia tornaram sua utilização imprópria, problema que poderia ser revertido caso fosse realizado o peneiramento do material.

Ainda com relação à brita e à areia, englobando outros materiais como o tijolo, as canaletas e o cimento, pôde ser notada uma perda apontada por Soibelman (1993) identificada como perda inevitável. Isso aconteceu não com o desperdício de materiais em si, mas com o aumento dos custos referentes à entrega destes na obra. O fato de a obra A ter um corredor de acesso muito estreito fez com que as entregas tivessem que ser fracionadas para serem realizadas em veículos menores, gerando um custo maior. Neste caso, não há possibilidade da resolução do problema, portanto estas perdas podem ser classificadas como inevitáveis.

As tábuas utilizadas nas obras apresentaram perdas principalmente causadas pelo armazenamento incorreto e pelos cortes sem planejamento no processamento das fôrmas.

Novamente à falta da presença da gerência influenciou nos resultados, pois com alguém controlando os detalhes, seria possível a reutilização destas tábuas.

De modo geral, este estudo tornou possível perceber que grande parte das perdas ocorrem pela falta de compromisso com os projetos principalmente por parte da gerência. Com certeza, muitas destas perdas poderiam ter sido evitadas se houvesse alguém controlando os processos e orientando a mão de obra. É importante que toda a equipe esteja motivada alcançar o sucesso do projeto, que haja comprometimento, e isso inclui ter consciência de que as perdas influem negativamente no final do processo. Tal motivação só pode acontecer se existir a presença de um líder que conquiste a confiança de seus subordinados e os façam sentir a importância que eles tem para que o sucesso seja alcançado.

Sugere-se a observação cautelosa das causas das perdas, uma análise mais crítica dos detalhes que geram os desperdícios. À exemplo das perdas que aconteceram com os tijolos e com as canaletas devido à falta de equipamento adequado para realizar os cortes deste matérias, poderiam ser tomadas atitudes como a compra de serras mármore, que proporcionariam agilidade e menores perdas. Outra solução para este impasse seria a compra de meios tijolos, que são os tijolos comercializados com a metade do comprimento usual, eliminando a necessidade de corte. Quanto ao enfraquecimento deste material sofrido pela exposição à chuva, seria interessante a compra de lonas para realizar a cobertura das pilhas, fazendo com que os tijolos permaneçam secos.

Para combater as perdas relacionadas ao cimento caberiam decisões simples, como por exemplo a construção de instalações provisórias ou até mesmo o aluguel de containers para servir de abrigo para este material, evitando sua exposição à umidade. Além disso, organizar o canteiro para que o acesso ao local de depósito deste material seja facilitado pode ajudar na redução das perdas ocasionadas pelo recebimento.

Outra medida importante para a redução das perdas de materiais é o fechamento do terreno com o auxílio de portões e cadeados, inibindo a passagem de pessoas indesejadas durante o período em que não haja movimentação de trabalhadores na obra. Com esta medida, busca-se reduzir as quantidades de perdas relacionadas à eventuais furtos e até mesmo atos de vandalismo que possam acontecer.

O planejamento e a organização do canteiro são imprescindíveis para contribuir com a escassez de perdas da areia e da brita. Um estudo prévio das melhores posições para depositar estes materiais, visando proximidade com o local em que serão processados, além de facilidade no momento do recebimento, garantirá a redução de atividades realizadas com eles, tais como o transporte, proporcionando a redução de perdas associadas a esta causa.

Para garantir que as perdas com as tábuas utilizadas nas formas sejam pequenas existem algumas possibilidades de fácil implementação, como realizar a conscientização de quem a utiliza, ou até mesmo substituí-las por fôrmas de aço, que são mais resistentes às ações do clima e possuem uma durabilidade maior, podendo ser reutilizadas por mais vezes do que as tábuas de madeira.

Além de todos os cuidados mencionados anteriormente, promover ações como o treinamento da mão de obra pode reduzir significativamente as perdas associadas ao processamento dos materiais. Isso pode ser feito através da criação de palestras e cursos, voltados para os efeitos que as perdas causam não só economicamente, mas também os prejuízos que geram ao meio ambiente.

Sendo assim, tomando como base todas as informações retiradas do estudo de caso e comparando com a bibliografia contida neste trabalho, conclui-se que a maior parte das perdas de materiais na construção civil são geradas por falhas de gerenciamento. É atribuição do gerente da obra aprofundar seus conhecimentos sobre novos modelos de gerenciamento e de produção, aplica-los e realizar análises dos benefícios e malefícios dos modelos adotados, a fim de melhorar o processo como um todo. Vale salientar que a redução das perdas significa o aumento dos lucros, e fará com que aqueles que consigam produzir consumindo menos deixem os concorrentes para trás.

REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra**. In: Inovacao, Gestao da Qualidade e Produtividade e Disseminacao do Conhecimento na Construcao Habitacional / Editores Carlos Torres Formoso [e] Akemi Ino. Porto Alegre: ANTAC, 2003. (Coletanea Habitare, v.2). p. 225-249.
- ALENCAR, Livia Braga Sydrião de. **Controle de Estoque e Just-In-Time**. In: 1ª Temporada de Mini Cursos. PET CIVIL, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012. *Disponível em* <<file:///C:/Users/Cliente/Desktop/Engenharia%20Civil/TCC%20I/faltam%20ler/Lean-Cosntruction%20pet%20civil%20ufc%20v1.pdf>>. Acesso em: 31 de mai. 2017.
- ANDRADE, Filipe Eugêneo dos Santos; MILEO, Susane Guimarães. **Planejamento para Redução de Perdas na Construção Civil**. 2015. *Disponível em*: <www.fepi.br/revista/index.php/revista/article/viewFile/361/221>. Acesso em: 21 de mai. 2017.
- BASTOS, Luiza Welter. **Análise de custos dos desperdícios na construção civil**. Monografia. 2015. (Bacharelado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. *Disponível em*: <w3.ufsm.br/engproducao/images/Luisa_W_Bastos_-_93.pdf>. Acesso em: 20 de mai. 2017.
- CAMERA, Elaine; CASTRO, Marcos Daniel de; CAMPOS, Renato de. **Princípios e Ferramentas da Lean Construction: uma comparação entre empresas**. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2015. *Disponível em*: <www.aprepro.org.br/conbrepro/2015/down.php?id=1357&q=1>. Acesso em: 03 de jun. 2017.
- CONCISA – Congresso de Ciências Sociais Aplicadas. **Manuseio, armazenagem e aplicação do cimento em obras da construção civil: Perdas, desperdícios e suas implicações**. *Disponível em*: <anais.unicentro.br/concisa/iiiconcisa/pdf/resumo_66.pdf>. Acesso em: 19 de mai. 2017.
- FORMOSO, Carlos T. et al. **As perdas na construção civil: Conceitos, classificações e seu papel para melhorar o setor**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996. *Disponível em*: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/perdas.pdf>>. Acesso em: 04 de mai. 2017.
- GERDAU, Comercial. **Catálogo de Produtos**. 2017. *Disponível em*: <[https://www.comercialgerdau.com.br/pt/productsservices/products/Document Gallery/catalogo-produtos-cg.pdf](https://www.comercialgerdau.com.br/pt/productsservices/products/Document%20Gallery/catalogo-produtos-cg.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.
- GOMES, Ricardo Caio Ávila. **A utilização de ferramentas da qualidade para identificação das causas do desperdício em uma empresa do ramo da construção civil recém-constituída**. TCC. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. *Disponível em*: <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40276/R%20-%20E%20-%20RICARDO%20CAIO%20AVILA%20GOMES.pdf?sequence=1>> Acesso em: 19 de mai. 2017.
- GONSALEZ, Alexandra. Gestão e tratamento de resíduos de construção. **CONSTRUÇÃO MERCADO**. ABC Paulista, ano 70, n.190, p.20-27, maio, 2017.
- KOPPER, Rafael. **Construção enxuta: A prática do princípio da transparência nos processos construtivos em empresas da Grande Porto Alegre/RS**. TCC. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, jul. 2012. *Disponível em*: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65443/000864056.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 de mai. 2017.

LORENZON, Itamar Aparecido; MARTINS, Roberto Antonio. **Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction**. XIII SIMPEP, Bauru, 2006. Disponível em: <www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/505.pdf>. Acesso em: 04 de mar. 2017.

MACHADO, Gleysson B.. **Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 2014. Disponível em: <<http://www.portalesiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 05 maio 2017.

MELLO, César Winter de. **Análise do desperdício de materiais em obras da cidade de Ijuí**. TCC. Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS – UNIJUÍ, Íjuí, 2001. Disponível em: <http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2001/Analise_do_Desperdicio_de_Materiais_em_Obra_da_Cidade_de_Ijuí.pdf>. Acesso em: 21 de mai. 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Panorama dos resíduos de construção e demolição (RCD) no Brasil**. Brasília, Secretaria Nacional de Desenvolvimento Ambiental. 2002. Disponível em: <www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina_24.pdf>. Acesso em: 21 de mai. 2017.

OLIVEIRA, Edielton Gonzaga de; MENDES, Osmar. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: Estudo de Caso da Resolução 307 do CONAMA**. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, jun. 2008.

PEREIRA, Adriana Mansur et al. **Aplicação da construção exuta (Lean Construction) na construção civil**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Fortaleza, out. 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_227_28529.pdf>. Acesso em: 20 de abr. 2017.

ROCHA NETO, Humberto Soares da. **Avaliação dos índices de desperdícios de materiais: Estudo de caso em uma obra de edificação na cidade de Feira de Santana-BA**. Monografia. 2010. (Bacharelado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2010. Disponível em: <civil.uefs.br/.../HUMBERTO%20SOARES%20DA%20ROCHA%20NETO.pdf>. Acesso em: 20 de mai. 2017.

ROSA, Fabiana Pires. **Perdas na construção civil: Diretrizes e ferramentas para controle**. Dissertação. 2001. (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5111>> Acesso em: 03 de jun. 2017.

SOIBELMAN, Lucio. **As perdas de materiais na construção de edificações: Sua incidência e seu controle**. Dissertação. 1993. (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1701>>. Acesso em: 17 de abr. 2017.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes et al. **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre, dez. 2004. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambiente_construido/article/view/3573/1978>. Acesso em: 18 de abr. 2017.

VARGAS, Carlos Luciano Sant' Ana et al. **Avaliação de perdas em obras – aplicação de Metodologia Expedita**. 1997. Disponível em: <www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T3310.PDF>. Acesso em: 03 de jun. 2017.

VERDE, Pensamento. **A importância da reciclagem de resíduos da construção civil**. 2014. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/importancia-da-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 21 mai. 2017.