

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ADRIANA ZIEMANN KERBER

PERDAS NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

SÃO LEOPOLDO

2018

ADRIANA ZIEMANN KERBER

PERDAS NO PROCESSO DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Graduada em
Engenharia Civil, pelo Curso de
Engenharia Civil da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof^a. Dra. Andrea Parisi Kern

São Leopoldo

2018

Aos meus pais e irmão que não mediram esforços para
que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente pela minha dedicação e força de vontade ao longo desses anos de graduação, permitindo-me finalizar essa grande etapa da minha vida, tornando-me engenheira civil.

À minha orientadora Andrea Parisi Kern, pela sua paciência e valiosas sugestões, tornando possível a conclusão deste trabalho.

À construtora e a equipe do canteiro de obras, que permitiram e ajudaram na coleta de dados.

À minha colega de graduação, Jussara Valverde Alves.

“Custos não existem para serem calculados. Custos existem para serem reduzidos.” (OHNO, 2018).

RESUMO

Com o crescente aumento da competitividade no setor da construção civil tornou-se necessário o aumento da eficiência na execução das obras com a finalidade de diminuir custo para manter ou aumentar o lucro das empresas. Com esse objetivo, buscam-se no mercado da construção civil alternativas para melhorar o desempenho do processo de produção com o intuito de produzir o máximo com menos recursos possíveis, diminuindo perdas ao longo do processo produtivo. Portanto, com essa finalidade esse trabalho tem como objetivo analisar os tipos de perdas encontrados no processo de execução da alvenaria estrutural de um empreendimento imobiliário da região metropolitana de Porto Alegre/RS, destacando a natureza das perdas, o momento de incidência e sua origem. Desse modo, para chegar a essa finalidade, primeiramente fez-se necessário o entendimento do fluxo de produção identificando perdas no processo. Tais perdas também podem ser evidenciadas visualmente, além de ser possível sua quantificação com ajuda de indicadores. Com base na metodologia adotada, pôde-se analisar seis tipos de perdas com naturezas distintas, tendo como principal origem no planejamento e gerenciamento do empreendimento. As perdas que mais se destacaram foram por falta de logística, enfatizando assim uma ineficiência de fluxo e armazenamento.

Palavras-chave: Perdas. Alvenaria Estrutural. Indicadores. Processo de produção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A Estrutura do Sistema Toyota de Produção	18
Figura 2 – Fluxograma dos processos envolvidos na execução de alvenaria com argamassa de cimento e cal.....	25
Figura 3 – Fluxograma da metodologia.....	31
Figura 4 – Projeto da posição dos <i>pallets</i>	46
Figura 5 – Elevação da alvenaria parede 15.....	47

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Execução do 3º Pav. do Bloco 1 (22/02/2018)	32
Fotografia 2 – Execução do 4º Pav. do Bloco 1 (13/03/2018)	32
Fotografia 3 – Execução do 4º Pav. do Bloco 1 (14/03/2018)	32
Fotografia 4 – Execução de outras atividades em dia de chuva (20/03/2018)	32
Fotografia 5 – Execução do 4º Pav. do Bloco 1 (23/03/2018)	33
Fotografia 6 – Limpeza do 4º Pav. do Bloco 1 (27/03/2018)	33
Fotografia 7 – Execução do 4º Pav. do Bloco 2 (29/03/2018)	33
Fotografia 8 – Execução do 4º Pav. do Bloco 2 (06/04/2018)	33
Fotografia 9 – Execução do 4º Pav. do Bloco 2 (10/04/2018)	33
Fotografia 10 – Fim da alvenaria do quinto pavimento do Bloco 2 (16/05/2018)	33
Fotografia 11 – Posição dos <i>pallets</i>	45
Fotografia 12 – Transporte de blocos.....	48
Fotografia 13 – Argamassa de assentamento.....	49
Fotografia 14 – Baías de agregados	50
Fotografia 15 – Armazenamento de cimento.....	50
Fotografia 16 – Armazenamento da água	51
Fotografia 17 – Processamento do graute Fonte: Registrada pela autora.	51
Fotografia 18 – Execução graute	51
Fotografia 19 – Armazenamento treliça TG8L.....	53
Fotografia 20 – Corte para execução da elétrica.....	55
Fotografia 21 – Área com blocos cerâmicos quebrados atrás dos Blocos	66
Fotografia 22 – Área com blocos cerâmicos quebrados na frente dos Blocos	66
Fotografia 23 – Área de corte de materiais	66
Fotografia 24 – Junta de 40 mm de espessura	66
Fotografia 25 – Junta de 45 mm de espessura	67
Fotografia 26 – Junta de 20 mm de espessura	67
Fotografia 27 – Junta de 20 mm de espessura	67
Fotografia 28 – Sobras de vergalhão de aço CA-50 Ø10 mm.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem	22
Quadro 2 – Princípios básicos para a elaboração de um projeto de layout ótimo.....	29
Quadro 3 – Cronograma de atividades	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Observações relativas aos materiais.....	30
Tabela 2 – Quantidades de blocos no pavimento tipo.....	48
Tabela 3 – Quantidades de blocos no pavimento térreo	48
Tabela 4 – Orçamento de materiais	56
Tabela 5 – Total de horas e dias trabalhados	58
Tabela 6 – Quantitativos blocos obra	59
Tabela 7 – Quantidades de blocos entregues	60
Tabela 8 – Blocos necessários x utilizados	60
Tabela 9 – Indicador total de perda	61
Tabela 10 – Área de bloco estrutural	61
Tabela 11 – Volume argamassa por m ²	62
Tabela 12 – Volume argamassa pavimento tipo	63
Tabela 13 – Argamassa entregue	64
Tabela 14 – Área de alvenaria estrutural	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 TEMA	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	14
1.3 PROBLEMA	14
1.4 OBJETIVOS	14
1.4.1 Objetivo Geral	14
1.4.2 Objetivos Específicos	14
1.5 JUSTIFICATIVA	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 HISTÓRIA DA PRODUÇÃO ENXUTA	16
2.2 CONCEITO DE PRODUÇÃO ENXUTA	17
2.3 CONSTRUÇÃO ENXUTA	20
2.3.1 Tipos de Perdas	20
2.3.1.1 Perda por Superprodução	22
2.3.1.2 Perda por Substituição	23
2.3.1.3 Perda por Espera	23
2.3.1.4 Perda por Transporte	23
2.3.1.5 Perda por Processamento.....	23
2.3.1.6 Perda por Estoque	23
2.3.1.7 Perda por Movimentação	24
2.3.1.8 Perda por Produtos Defeituosos	24
2.3.2 Fluxograma dos Processos	24
2.3.3 Indicadores de Perdas	25
2.4 LOGÍSTICA NO GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO	27
2.4.1 Linha de Balanço	27
2.4.2 Layout do Canteiro	29
2.4.3 Estoque	30
3 METODOLOGIA	31
3.1 DESCRIÇÃO DA OBRA	34
3.2 ETAPAS DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO	35
3.2.1 Análise de Documentos	35
3.2.1.1 Metas dos Funcionários	36

3.2.1.2 Ordem de Compra.....	36
3.2.1.3 Notas Fiscais.....	36
3.2.1.4 Projetos	36
3.2.1.5 Planilha de Rastreabilidade.....	37
3.2.1.6 Planilha de Entrega de Blocos	37
3.2.2 Quantificação dos Materiais.....	37
3.2.2.1 Blocos.....	37
3.2.2.2 Aço	38
3.2.2.3 Graute	38
3.2.2.4 Argamassa de Assentamento	38
3.2.3 Elaboração dos Indicadores.....	39
3.2.3.1 Produtividade	40
3.2.3.2 Blocos.....	40
3.2.3.3 Argamassa de Assentamento	42
3.2.4 Observação <i>in Loco</i>.....	42
3.3 IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS VERIFICADAS COM A BIBLIOGRAFIA	43
3.4 PROPOSTA DE MELHORIAS	43
4 RESULTADOS.....	44
4.1 FLUXO DE PRODUÇÃO.....	44
4.1.1 Materiais.....	44
4.1.1.1 Blocos Cerâmicos Estruturais	45
4.1.1.2 Argamassa de Assentamento	49
4.1.1.3 Graute	49
4.1.1.4 Ferragem.....	52
4.1.2 Mão de Obra	53
4.1.3 Método de Execução.....	54
4.2 INDICADORES DE PERDAS.....	56
4.2.1 Produtividade	57
4.2.2 Blocos	59
3.2.3 Argamassa de Assentamento	62
4.3 PERDAS DETECTADAS VISUALMENTE	65
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	69
5.1 ANÁLISE DO FLUXO DE PRODUÇÃO	69

5.2 ANÁLISE DOS INDICADORES DE PERDAS	70
5.2.1 Produtividade	71
5.2.2 Blocos	72
5.2.3 Argamassa de Assentamento	74
5.3 ANÁLISE VISUAL DE PERDAS	75
5.4 ALTERNATIVAS PARA A REDUÇÃO OU ELIMINAÇÃO DAS PERDAS IDENTIFICADAS	76
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
REFERÊNCIAS.....	79
ANEXO A – COMPOSIÇÃO SINAPI 89296 COM DATA BASE DE 02/2018	82

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da competitividade entre as incorporações imobiliárias, busca-se no mercado da construção civil alternativas para melhorar seus processos, isto é, produzir o máximo com o menor número de recursos possíveis, aumentando assim a eficiência e diminuindo os custos. Por conta disso, tornou-se necessário a implementação do gerenciamento dos processos.

Até hoje em dia, observa-se que os empreendimentos imobiliários adotam basicamente processos produtivos tradicionais, sem muitas mudanças no processo de produção, fato já relatado na década de 90, isto permite a relação entre empreendimentos e possibilita o estabelecimento de parâmetros a partir de dados históricos, o que por sua vez ajuda analisar a eficiência e o desempenho do processo de produção. Do mesmo modo, conseguem adotar em sua execução uma padronização de serviços e de sequência entre os processos. (ASSUMPÇÃO; LIMA JUNIOR, 1996).

Porém, empreendimentos imobiliários são produtos únicos, ou seja, o processo empregado em um empreendimento não vai ser igual ao outro por conta da edificação em si e/ou pelo terreno em que está sendo inserido. (BARBOSA; MUNIZ; SANTOS, 2008). Por conta disso, é importante o gerenciamento da produção que procura a otimização dos processos, visando a eliminação de perdas ao longo do sistema de produção com a finalidade de entregar um produto de qualidade com o menor custo possível. (GHINATO, 2000).

Portanto, a implementação da filosofia enxuta na construção civil torna-se essencial, visto que reduz atividades que não agregam valor ao produto, ou seja, desperdícios que podem ser eliminados ou minimizados ao longo do processo de produção, tornando assim a construção enxuta. (FORMOSO, 2002).

1.1 TEMA

Sendo a construção enxuta uma filosofia que visa a eliminação de atividades que não agregam valor, o tema desse trabalho é a identificação e quantificação de perdas ao longo do processo de produção da alvenaria estrutural.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Em um canteiro de obras existem inúmeros processos que são executados como objetivo de se chegar ao produto final. Com a finalidade de redução de perdas cada processo deve ser mapeado para a identificação do fluxo de valor, melhorando assim a visualização do processo e identificação de obstáculos, deve-se estabelecer fluxos contínuos e buscar sempre o aperfeiçoamento.

O estudo de caso do presente trabalho é focado apenas na identificação de perdas na execução da alvenaria estrutural, buscando a identificação dos tipos de perdas e quantificação nas atividades mensuráveis.

Esse estudo não tem como objetivo verificar a eficiência e qualidade do método construtivo adotado pela gestão da obra, nem sugerir modificações; apenas tem como finalidade identificar perdas ao longo do processo e propor alternativas para a redução ou eliminação das perdas identificadas.

1.3 PROBLEMA

Quais são as perdas incidentes no processo de produção do serviço de alvenaria estrutural?

1.4 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo a identificação de perdas.

1.4.1 Objetivo Geral

Identificar os tipos de perdas encontradas no processo de produção de uma obra em alvenaria estrutural a partir dos conceitos da filosofia enxuta na construção civil.

1.4.2 Objetivos Específicos

O objetivo desse trabalho é identificação de perdas no processo de produção da alvenaria estrutural e tem como finalidade:

- a) entender o fluxo de produção adotado;
- b) identificar e quantificar perdas no processo de execução da alvenaria estrutural;
- c) propor alternativas para a redução ou eliminação das perdas identificadas.

1.5 JUSTIFICATIVA

A presente crise econômica intensificou a competitividade na construção civil fazendo com que as empresas busquem eliminar todas as deficiências na gestão dos processos construtivos e na gerência dos recursos humanos, já que visam aumentar sua produtividade e eficiência com o principal intuito de diminuição de custos e aumento da qualidade.

Para se chegar a esse resultado, tornou-se necessário a implementação de alguns conceitos e princípios gerais da área de gestão da produção, gerando a implementação da filosofia enxuta para a construção civil com a principal finalidade de eliminação de atividades que não agregam valor ao produto final, ou seja, perdas ao longo do processo de produção. Dessa forma, encontrar maneiras de identificar perdas e obstáculos ao longo do processo de produção é uma forma de diminuição de custo. (FORMOSO, 2002).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados os principais conceitos utilizados como base para a pesquisa. Em um primeiro momento, elaborou-se uma breve pesquisa sobre a história da produção enxuta, com o objetivo de entender como o sistema Toyota de produção se tornou uma filosofia de gestão da produção com a finalidade de otimização dos processos, visando à eliminação de perdas. Após esse entendimento, foram ressaltados os conceitos de produção enxuta, possibilitando a identificação de um conjunto de ferramentas, técnicas e procedimentos que visam à melhoria no sistema da produção.

Além disso, obteve-se o entendimento sobre a aplicação da filosofia enxuta na construção civil, concluindo que nada mais é do que a redução de atividades que não agregam valor ao produto, enfatizando assim os tipos de perdas encontrados na construção civil e mostrando alternativas para a identificação de perdas através do entendimento do fluxo de processos e utilização de indicadores.

Do mesmo modo, elaborou-se uma pesquisa sobre a importância da logística no gerenciamento da construção, destacando a importância do entendimento da linha de balanço, *layout* do canteiro e estocagem dos materiais, para obter uma melhoria na eficiência do processo.

2.1 HISTÓRIA DA PRODUÇÃO ENXUTA

Segundo Dennis (2008), no século XX a produção no meio automobilístico era elaborada de forma artesanal, com funcionários envolvendo-se em várias etapas do processo, desde à produção até à negociação. Existia pouco maquinário específico e a produção era limitada e com custo elevado. A qualidade desse tipo de processo era variável, pois os operários não elaboravam funções específicas e só a alta sociedade podia usufruir dos produtos por conta do preço elevado.

Pensando nisso, Fred Winslow Taylor em busca da melhoria desse processo criou a produção em massa onde separou as funções, e a mão-de-obra começou a elaborar trabalhos específicos em ciclos, diminuindo assim tempos e melhorando a qualidade por conta da padronização. (DENNIS, 2008).

No entanto, Henry Ford foi quem tornou a linha de montagem possível, quando suprimiu o esforço humano em deslocamentos desnecessários em busca de

peças, ferramentas e locomoções até o produto ser finalizado. Isso só foi possível quando o produto a ser construído se deslocava, mas os operários ficavam parados com seus equipamentos de trabalhos e as peças eram estocadas próximas a eles. (DENNIS, 2008).

Em contraponto a esse paradigma, o sistema de produção enxuta, tendo Taiichi Ohno como um de seus fundadores, observou a importância de seus funcionários no planejamento da produção e decidiu envolvê-los novamente no planejamento em busca de melhoras contínuas no processo. (DENNIS, 2008).

Deste modo, o sistema Toyota de produção, ou produção enxuta, se tornou uma filosofia de gestão da produção com a finalidade de otimização dos processos visando à eliminação de perdas ao longo do sistema de produção com a finalidade de entregar um produto de qualidade com o menor custo possível. (GHINATO, 2000).

2.2 CONCEITO DE PRODUÇÃO ENXUTA

Segundo Martins e Laugeni (2015, p. 462), a produção enxuta é um conjunto de ferramentas, técnicas e procedimentos para melhorar o sistema da produção que deve ser flexível apesar de seu fluxo contínuo:

1. Todo trabalho deve ser altamente especificado em seu conteúdo, sequência, tempo e resultado.
2. Toda relação cliente-fornecedor (interno e externo) deve ser direta, com um canal claro e definido para enviar pedidos e receber respostas.
3. O fluxo de trabalho e o processo para todos os produtos e serviços devem ser simples e diretos.
4. Qualquer melhoria deve ser feita pelo método científico, sob a coordenação de um orientador e no nível mais baixo da organização.

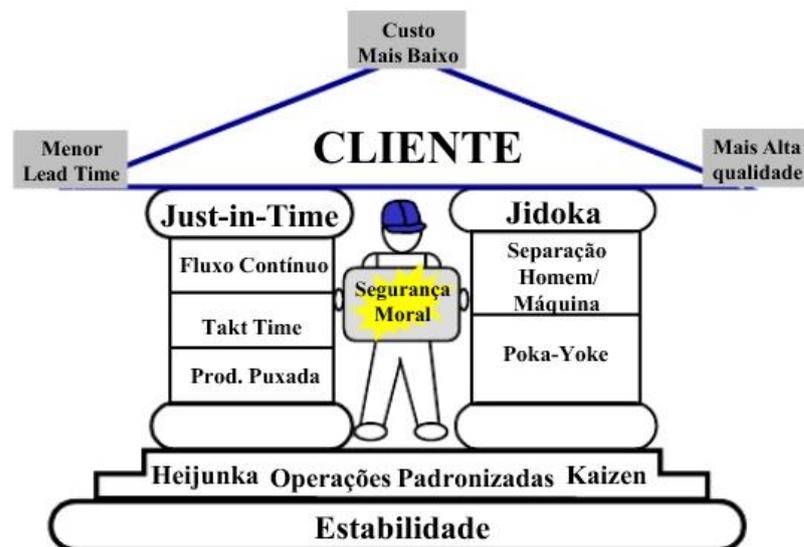
Deste modo, com a finalidade de tornar a produção mais satisfatória, elimina-se o que não acrescenta valor ao produto, ou seja, desperdícios ao longo do processo de produção e cria-se um cenário de fluxo contínuo através da padronização de processos. (WERKEMA, 2012).

Existem vários princípios para atender essa filosofia:

- a) primeiramente deve-se especificar o valor que é determinado pelo comprador, isto é, o quanto o cliente está disposto a pagar para usufruir de um determinado produto. (WOMACK; JONES, 1998);
- b) para se chegar ao resultado final é necessário enxergar o fluxo de valor, visto que é o caminho ou atividades necessárias para que objetivo seja alcançado para melhorar a visualização do projeto e identificar obstáculos. (ROTHER; SHOOK. 1999);
- c) deve estabelecer fluxos contínuos com a finalidade de redução de desperdícios até o produto acabado. (ROTHER; SHOOK. 1999);
- d) a produção deve ser puxada pela demanda, eliminando assim o estoque. (WOMACK; JONES. 1998);
- e) busca-se a perfeição através do aperfeiçoamento. (WOMACK; JONES. 1998).

Ghinato (2000) assinala que a estrutura do sistema de produção enxuta tem como base de sustentação dois pilares, *Just-in-Time* e *Jidoka* que garantem a estabilidade do sistema, conforme Figura 1.

Figura 1 – A Estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ghinato (2000).

O pilar *Just-in-Time* tem como objetivo estabelecer o suplemento para o sistema determinando o fluxo contínuo, o *Takt Time* e a produção puxada. (GHINATO, 2000).

Estabelecer um fluxo contínuo de produção, através da funcionalidade do *layout*, é a melhor forma de limitar o tempo de espera de produção, no qual o estoque entre dois processos de produção é eliminado estabelecendo-se deste modo o fluxo contínuo. O *Takt Time* é utilizado para determinar o tempo necessário para executar e concluir a quantidade de produtos exigidos pelo cliente, isto é, o tempo necessário para executar uma peça. Deste modo se obtém a produção puxada, em que se produz no tempo da demanda que é estabelecido pelo cliente. (GHINATO, 2000).

Por sua vez, a produção puxada tem como principal elemento o *Kanban* que é uma instrução de trabalho que sinaliza a quantidade de produto a ser produzido, seu armazenamento e seu devido transporte. (WERKEMA, 2012).

Por outro lado, o pilar *Jidoka* estabelece a importância da automação no processo de fabricação por conta da diminuição da mão de obra, que passa a não mais operar uma só máquina, pois com a automação o processo para de funcionar quando alguma falha ocorre e o operário interrompe o sistema procurando solucionar o problema, em virtude disso, o erro é solucionado na hora. (GHINATO, 2000).

Com esse intuito, esse pilar tem como um dos princípios o *Poka-yoke*, um mecanismo ao longo do processo para prevenir, detectar e corrigir falhas humanas, que são normais ao longo de qualquer sistema de produção, antes que se transforme em um erro incorrigível. (WERKEMA, 2012).

Também tem como princípio a separação homem/máquina estabelecendo a importância do uso de máquinas que detectam irregularidades na sua produção, porém deixa a cargo do ser humano a regularização do problema. (GHINATO, 2000).

Além disso, é possível observar que, segundo a Figura 1, o sistema de produção puxada tem como base de sustentação estabelecer o *heijunka*, operações padronizadas e o *Kaizen*. (GHINATO, 2000).

O *heijunka* é a determinação de quando começar a produzir um determinado produto com o intuito de gerar um fluxo contínuo através da determinação da sequência de produção estabelecendo uma operação padronizada, ou seja, em ciclos. E, com o intuito de melhoria contínua, é utilizado o princípio *kaizen* que é a identificação de perdas ao longo do processo de produção. (GHINATO, 2000).

Portanto, esses princípios estabelecem e entregam ao cliente um produto com o custo mais baixo de produção, com uma alta qualidade e com menor tempo de espera possível. (GHINATO, 2000).

Werkema (2012) ressalta que para esse sistema de produção ser satisfatório também é necessário o envolvimento das pessoas para manter a organização na área de trabalho por meio da implantação do 5S, que são cinco palavras japonesas que têm como principal critério estabelecer o senso de utilização, organização, limpeza, padronização e autodisciplina no ambiente de trabalho.

2.3 CONSTRUÇÃO ENXUTA

A busca pela eficiência no processo de gestão na construção civil tornou-se necessária e originou a implementação e adaptação de alguns conceitos e princípios gerais da área de gestão da produção, provocando a implementação da filosofia enxuta para a construção civil. O gerenciamento da produção na construção civil era basicamente determinado como a transformação de materiais em produtos que somados geravam a edificação. Porém na transformação de cada processo existem atividades que não agregam valor e que como consequência geram custos que podem ser evitados, ou seja, perdas ao longo do processo. (FORMOSO, 2002).

Portanto, a filosofia enxuta foca-se na redução de atividades que não agregam valor ao produto, que nada mais é que desperdícios que podem ser eliminadas ou minimizados ao longo do processo de produção. (FORMOSO, 2002). Com esse objetivo, esse capítulo ressalta os tipos de perdas encontrados na construção civil e a importância do entendimento do fluxo de processos, bem como a detecção de perdas por meio do uso de indicadores.

2.3.1 Tipos de Perdas

Formoso et al. (1997) estabelece que as perdas são decorrentes de um processo com pouca qualidade, resultando em uma produção com alto custo e qualidade insuficiente. Logo, com a finalidade de melhorar o sistema de produção, deve-se conhecer a essência das atividades buscando entendimento do fluxo de materiais e informações até o produto acabado.

Deste modo, as atividades de um sistema de produção podem ser classificadas em atividades de fluxo e conversão. No qual, atividades de conversão são ações resultantes do processamento dos materiais até o produto final e atividades de fluxo são resultantes das atividades que não agregam valor. (FORMOSO et al., 1997).

As perdas no processo de produção podem ser classificadas segundo o controle, a natureza e a origem das perdas. As perdas segundo o controle são relacionadas à tolerância de perdas, pois em um sistema de produção existem aquelas que são inevitáveis e o custo para minimizar é maior do que a perda em si, impossibilitando economicamente a intervenção, e perdas evitáveis no qual ocorre uma economia de custo na intervenção. De outra forma, as perdas podem ser classificadas em decorrência da origem por etapas anteriores ou na produção em si, e sua natureza pode ser decorrente de atividades de fluxo ou de conversão, conforme ilustrado no Quadro 1 a seguir. (FORMOSO et al., 1997).

Quadro 1 – Exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem

NATUREZA	EXEMPLO	MOMENTO DE INCIDÊNCIA	ORIGEM
Superprodução	Produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho.	Produção	Planejamento: falta de procedimentos de controle.
Substituição	Utilização de tijolo à vista em paredes a serem	Produção	Suprimentos: falta do material em canteiro por
Espera	Parada na execução dos serviços por faltas de material.	Produção	Suprimentos: falha na programação de compras.
Transporte	Duplo manuseio.	Recebimento, transporte, produção.	Gerência da obra: falha no planejamento de locais de estocagem.
Processamento	Necessidade de refazer uma parede por não atender aos requisitos de controle (nível e prumo).	Produção	Planejamento, falhas no sistema de controle. Recursos Humanos: falta de treinamento dos operários.
Estoques	Deterioração do cimento estocado.	Armazenamento.	Planejamento: falta de procedimentos referentes às condições adequadas de armazenamento
Movimentos	Tempo excessivo de deslocamento devido às grandes distâncias de entre postos de trabalho no andar.	Produção.	Gerência da obra: falta de planejamento das sequencias de atividades.
Elaboração de produtos defeituosos	Desníveis na estrutura.	Produção, inspeção.	Projeto: falhas no sistema de formas utilizado.

Fonte: Adaptado de Formoso et al. (1997).

Desse modo, são estabelecidos oito tipos de perdas, conforme ressaltado a seguir.

2.3.1.1 Perda por Superprodução

Segundo Formoso et al. (1997), a perda por superprodução é consequência da produção excessiva, ou seja, superior à da demanda. Isso é resultado da falta de

planejamento da produção para determinar as quantidades necessárias e/ou execução de serviços com utilização de materiais além do necessário.

2.3.1.2 Perda por Substituição

Segundo Formoso et al. (1997), a perda por substituição é consequência da utilização de matérias com desempenho superior ao estabelecido em projeto, gerando um aumento de custo sem agregar valor.

2.3.1.3 Perda por Espera

Conforme Meira et al. (1998), a perda por espera é consequência da ociosidade da mão de obra e equipamentos, que ficam muitas vezes parados. É resultado da ausência de material, equipamentos e/ou carência na delegação de novas tarefas.

2.3.1.4 Perda por Transporte

De acordo com Meira et al. (1998), a perda por transporte é consequência da movimentação desnecessária de materiais que poderiam ser evitados. É o resultado da insuficiência da gestão por conta falta programação de serviços e/ou *layout* inadequado.

2.3.1.5 Perda por Processamento

Segundo Meira et al. (1998), a perda por processamento é consequência da perda na produção que pode ser pelo método de execução em si ou pelo processo escolhido gerando perdas. Pode ser resultado da não padronização dos processos, falta de treinamento da mão-de-obra e projeto mau elaborado.

2.3.1.6 Perda por Estoque

Conforme Meira et al. (1998), a perda por estoque é consequência do acúmulo desnecessário de materiais, matéria-prima e serviços acabados, mas sem continuidade, pois possuem custos financeiros embutidos por causa do investimento

antecipado. Além de gerar ocupação do espaço físico, a estocagem pode provocar perdas de matérias decorrente do armazenamento inadequado e decorrente da demora no prazo de utilização. É resultado da falta de programação nas compras de materiais e serviços, e de cuidados no armazenamento.

2.3.1.7 Perda por Movimentação

Segundo Meira et al. (1998), a perda por movimentação é consequência do deslocamento que poderiam ser evitados da mão-de-obra na execução de suas tarefas básicas no seu local de trabalho. Pode ser resultado da má utilização do espaço em relação a ergonomia o que aumenta os esforços humanos em atividades que poderiam ser evitadas.

2.3.1.8 Perda por Produtos Defeituosos

De acordo com Formoso et al. (1997), a perda por produtos defeituosos é consequência da falta de qualidade de execução o que ocasiona um produto que não atende a qualidade especificada, ou seja, quando o mesmo não atende aos pré-requisitos exigidos. É consequência da falta de treinamento da mão-de-obra e/ou utilização de produtos inadequados.

Esse tipo de perda gera o retrabalho, isto é, fazer o processo novamente utilizando assim mais uma vez a mão-de-obra, materiais e equipamentos. (MEIRA et al., 1998).

2.3.2 Fluxograma dos Processos

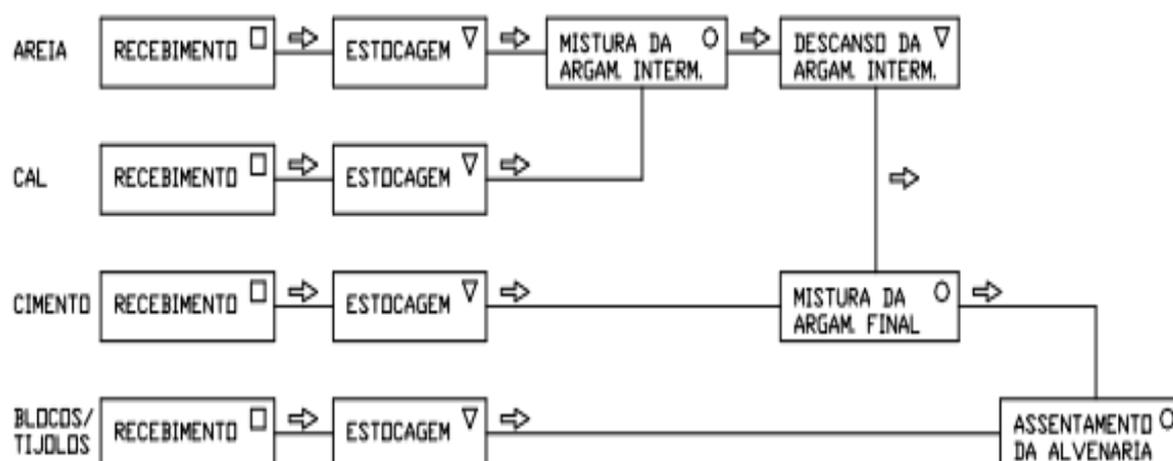
O entendimento do fluxo de valor é a melhor maneira de identificar perdas ao longo do processo de produção, pois é por meio dele que se compreende o valor do produto, e com isso é possível identificar perdas e, conseqüentemente, gerar a diminuição de custos. (ROTHER; SHOOK, 1999).

O fluxo de produção é a definição do caminho a qual o produto irá passar desde sua matéria prima até o produto acabado, com base no fluxo de materiais e informações. Contudo, o fluxo de valor torna-se enxuto quando se conectam todos

os processos em um fluxo contínuo com o menor tempo de ciclo, com qualidade e com baixo custo. (ROTHER; SHOOK, 1999).

Souza (1997) exemplifica esse processo com base no fluxo de produção da alvenaria a partir de um fluxograma dos processos envolvidos (Figura 2). Nele é possível observar o fluxo de produção desde o recebimento dos materiais, seguindo pela estocagem, a mistura e descanso da areia e cal, para que só depois ocorra a mistura final de outros insumos e finalizando com o assentamento da alvenaria. O autor destaca que o eventual consumo excessivo de material pode ter diversos fatores, visto que a perda pode ocorrer ao longo do processo, cabendo a identificação para uma possível intervenção.

Figura 2 – Fluxograma dos processos envolvidos na execução de alvenaria com argamassa de cimento e cal



Fonte: Souza (1997).

2.3.3 Indicadores de Perdas

Em conformidade com Costa (2003), a medição de desempenho é uma ferramenta de gestão que além de medir resultados proporciona dados reais que possibilitam um controle dos processos em busca de melhorias contínuas através de tomadas de decisões. Segundo ela, para se ter um resultado satisfatório além de saber o que medir necessita estabelecer como coletar os dados e, posteriormente quais parâmetros utilizar para analisá-los corretamente com a finalidade de conseguir detectar possíveis problemas.

Costa (2003) também destaca que, apesar da importância do uso dessas métricas, as empresas da construção civil não as utilizam por falta de habilidades para determinar seus parâmetros de medição e que, muitas vezes, só utilizam para indicar efeitos de processos já concluídos, na qual impossibilita o processo de melhoria.

Deste modo, o indicador tem o objetivo demonstrar o desempenho atualizado, no qual aponta os pontos positivos e negativos, ou detectar anomalias no sistema, permitindo intervenções corretivas no processo. Seu uso permite: estabelecer prioridades de intervenções para melhoria da qualidade; o controle através de parâmetros pré-determinado; impacta em melhoria contínua pois quantifica e resulta na verificação de metas. (FORMOSO et al., 1997).

De acordo com Formoso et al. (1997):

Assim, a incidência de perdas deve ser monitorada através de diversos indicadores, os quais podem ou não ser relacionados aos desperdícios de materiais. Entre os diversos indicadores de perdas na construção civil, podem ser citados como exemplos os seguintes: (a) percentual de material adquirido em relação à quantidade teoricamente necessária, (b) espessura média de revestimentos de argamassa, (c) tempo de rotação de estoques, (d) percentual de tempos improdutivo em relação ao tempo total, (e) horas-homem gastas em retrabalho em relação ao consumo total, etc. Cada processo, em geral, necessita de um ou mais indicadores para ter o seu desempenho avaliado.

Souza (1997) estabelece que os indicadores de perdas em um processo produtivo podem ser representados pela comparação entre um referencial e o que foi executado, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(S_{\text{REAL}} - S_{\text{REF}}) / S_{\text{REF}}] \times 100$$

Na qual: IND (%) = indicador de perdas, S_{REAL} = Situação real e S_{REF} = situação de referência.

Portanto, o indicador de desempenho é um critério para verificação se o que está sendo executado está coerente com o que ocorre no mercado, isto é, a verificação de um determinado processo através de parâmetros já pré-estabelecidos. (SOUZA, 1997). Porém, indicadores podem ser desenvolvidos para atividades mensuráveis, que agrega valor, pois não podemos mensurar atividades de fluxo. (PERES, 2013).

2.4 LOGÍSTICA NO GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO

A logística é um método de esquematizar, realizar e monitorar, com o objetivo de melhorar a eficiência de fluxo e armazenamento, aperfeiçoando assim os fluxos de materiais e informações. (BARBOSA; MUNIZ; SANTOS, 2008).

Deste modo, o canteiro de obras se assemelha ao uma fábrica, tendo em vista que existe em seu processo de produção um fluxo de serviços com inúmeras etapas e equipes distintas. (BARBOSA; MUNIZ; SANTOS, 2008).

Porém, se distingue de uma fábrica por conta de gerar um produto único, por ser um empreendimento, e fixo, já que a mão de obra e os materiais se deslocam até o produto agregando valor ao mesmo. Outro ponto importante é que um empreendimento imobiliário possui um elevado tempo de produção, com alto valor agregado, entretanto, possui mão de obra com pouca formação e com grande rotatividade. (BARBOSA; MUNIZ; SANTOS, 2008).

De acordo com Barbosa, Muniz e Santos (2008):

Uma vez definido o operador logístico, este efetuará o planejamento global do sistema construtivo que será o parâmetro para a implementação e o controle do fluxo de suprimentos e a armazenagem, com o respectivo fluxo de informações correspondentes, ao longo do desenvolvimento da obra. Esse planejamento constará basicamente de:

- a) planejar o canteiro de obras, de forma compatível com as características e especificidades do empreendimento a ser desenvolvido;
- b) planejar as atividades a serem executadas, estabelecendo cronogramas a partir do estudo das interfaces;
- c) caracterizar bem as diversas atividades constituintes da obra e subdividir a execução da mesma em tarefas, analisando suas interveniências;
- d) planejar, no tempo e no espaço, as necessidades de recursos materiais e humanos;
- e) acompanhar o desenvolvimento dos serviços e tomar medidas para solucionar interveniências ou corrigir atrasos do cronograma;
- f) desenvolver um sistema estratégico de informações.

Deste modo, é imprescindível ressaltar a importância do entendimento da linha de balanço, *layout* do canteiro e estocagem, com a finalidade de obter uma melhoria na eficiência do processo.

2.4.1 Linha de Balanço

A linha de balanço é um recurso que tem como benefício a aplicação da filosofia enxuta quando aplicada na fase programação da obra, pois salienta a

continuidade dos serviços graças à utilização apropriada de tempos de folgas entre processos e cálculo para determinação do tamanho da equipe. Essa ferramenta facilita a visualização dos processos, garantindo assim uma melhor utilização dos recursos como mão-de-obra. (DEPEXE et al, 2006).

É uma técnica de planejamento da construção que tem como objetivo determinar a programação das atividades, na qual demonstra o caminho da condução da obra ao longo do tempo, a duração dos serviços e a sequência dos mesmos, gerando assim a previsão de execução da obra e o ritmo da mesma. (HEINECK, 1996).

A linha de balanço leva em consideração a quantidade de operários necessárias para executar determinada tarefa em um determinado período. (HEINECK, 1996).

Para a determinação da quantidade de operários necessários para a execução de um determinado serviço em um determinado período, é imprescindível a utilização de uma constante de produtividade, ou seja, um indicador que mede a quantidade de homem-hora para executar uma unidade de serviço. Deste modo, baseado no levantamento dos quantitativos de determinado serviço e com o auxílio da constante de produtividade é possível estabelecer, através de cálculo, a quantidade total de homens-hora necessários para a execução de determinada tarefa, conforme equação a seguir. (DEPEXE et al, 2006).

$$\text{Tamanho da equipe} = \frac{\text{conteúdo de trabalho (homem - hora)}}{\text{duração(dias)} \times \text{jornada de trabalho} \left(\frac{\text{horas}}{\text{dia}} \right)}$$

Segundo o mesmo, tem-se que definir também a unidade de repetição de cada atividade, que pode ser por pavimentos ou apartamentos no caso de uma edificação vertical, para conseguir definir o ritmo de execução da atividade, isto é, o tempo necessário para executar uma atividade na unidade de repetição. (DEPEXE et al, 2006).

De acordo com Mendes e Heineck (1998, p. 688)

O objetivo da técnica Linha de Balanço é balancear todas as atividades, isto é, se todas forem executadas com o mesmo Ritmo teremos uma programação paralela que não resultará em tempos desperdiçados entre uma atividade e outra ou entre na passagem de uma unidade para outra. Assim sempre que uma equipe passar para a unidade seguinte a programação garante que estará livre para o serviço ser iniciado.

2.4.2 Layout do Canteiro

O planejamento do *layout* do canteiro tem como finalidade garantir um processo eficaz através da melhor forma de utilização do espaço físico disponível. (ELIAS et al, 1998).

O *layout* do canteiro é determinado pela fase e estratégia de execução da obra e tem como alvo a definição dos espaços para a execução de serviços e processamento de matéria prima, garantindo assim o armazenamento correto dos mesmos, bem como os locais de recebimento e transporte. (FRITSCHE et al, 1996)

O canteiro de obras normalmente é dividido em setores, como área de vivência, área administrativa, área de concretagem e carpintaria, mas varia pelo modo de execução da obra. (FRITSCHE et al, 1996)

Segundo Fritsche et al (1996), um bom *layout* tem como principais objetivos: melhorar os fluxos de materiais e serviços; diminuir as distâncias dos materiais e equipamentos das frentes de trabalhos; minimizar perdas por movimentação e transporte; definir os locais de circulação de caminhões e pessoas; definir locais de recebimento, transporte e armazenamento da matéria prima.

Elias et al (1998) também estabelece seis princípios básicos para a elaboração de um layout ótimo, ilustrado no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Princípios básicos para a elaboração de um projeto de layout ótimo

PRINCÍPIOS BÁSICOS	
Economia do movimento	→ Diminuir os deslocamentos dos operários no transporte de materiais, máquinas e equipamentos
Fluxo progressivo	→ Direcionar o fluxo de produção sempre no sentido do produto acabado
Flexibilidade	→ Propiciar ao conjunto produtivo opções e facilidades de mudanças posteriores a implantação do projeto de layout
Integração	→ Integrar as células produtivas no sentido do inter-relacionamento, tornando-as parte do mesmo organismo
Uso do espaço cúbico	→ Conhecer as necessidades de espaço nos vários planos e usar, caso necessário, superposições de planos de trabalho
Satisfação e segurança	→ Motivar os operários e melhorar as condições de higiene e segurança do trabalho

Fonte: Elias et al (1998).

2.4.3 Estoque

A estocagem tem como finalidade manter um estoque constante, mas sem excesso, para que a mão-de-obra não pare por espera de materiais. (CIOCCHI; ABBATE, 2004).

No canteiro de obras existem vários processos que são executados com o objetivo de se chegar ao produto final, isto é, inúmeros materiais são necessários no processo de produção, e muitas vezes em grandes quantidades. Deste modo, o canteiro de obras necessita de um controle para que a matéria-prima não se degrade perdendo suas características originais e, em virtude disso, deve ser feito o armazenamento em locais apropriados e próximos às frentes de trabalhos evitando-se perdas. (JACÓ; MEIRA, 2005).

Outro aspecto importante que, deve ser levado em consideração e evitado é a compra de materiais antecipada, ou seja, estocagem de materiais que não serão utilizados logo, ou na compra de toda a quantidade de matéria prima que será utilizada ao longo de toda obra. Isso requer um reembolso antecipado que pode acarretar no desequilíbrio financeiro da obra e na necessidade de grandes locais de armazenamento. (JACÓ; MEIRA, 2005).

Jacó e Meira (2005) apontam observações que devem ser levadas em consideração para o correto processo de armazenamento dos materiais, conforme Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Observações relativas aos materiais

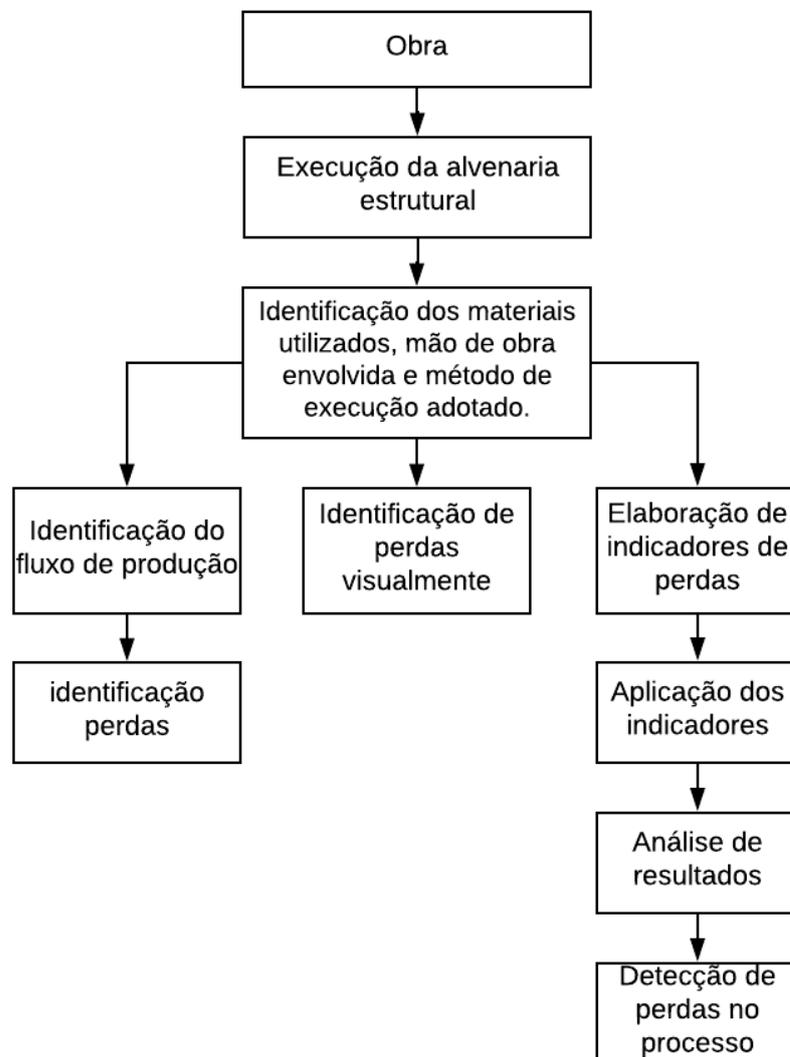
OBSERVAR	PERGUNTA A FAZER
Perecibilidade	É perecível? A que?
Fragilidade	É frágil?
Custo	O custo é alto?
Especificações	Há especificações do fabricante quanto ao armazenamento?

Fonte: Jacó e Meira (2005).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho tem como objetivo definir os tipos de perdas encontrados no processo de execução da alvenaria estrutural de um empreendimento imobiliário. Para chegar a esse objetivo as perdas foram identificadas visualmente, com a ajuda de indicadores de perdas e através do entendimento do fluxo do processo de produção, como pode ser analisado no fluxograma da metodologia representado na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Fluxograma da metodologia



Fonte: Elaborada pela autora.

Desse modo, esse trabalho trata-se de um estudo de caso em uma obra residencial que está sendo construída em Novo Hamburgo/RS.

Para realização desse estudo foram feitas dez visitas no canteiro de obra, ocorridas nos dias 22/02/2018, 13/03/2018, 14/03/2018, 20/03/2018, 23/03/2018, 27/03/2018, 29/03/2018, 06/04/2018, 10/04/2018 e 16/05/2018. As visitas foram feitas no período da tarde e duraram aproximadamente uma hora e meia, a maioria ocorreu das 16h às 17h30, e estão ilustradas nas Fotografias 1 a 10.



Fotografia 1 – Execução do 3º Pav. do Bloco 1 (22/02/2018)
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 2 – Execução do 4º Pav. do Bloco 1 (13/03/2018)
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 3 – Execução do 4º Pav. do Bloco 1 (14/03/2018)
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 4 – Execução de outras atividades em dia de chuva (20/03/2018)
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 5 – Execução do 4º Pav. do Bloco 1 (23/03/2018)
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 6 – Limpeza do 4º Pav. do Bloco 1 (27/03/2018)
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 7 – Execução do 4º Pav. do Bloco 2 (29/03/2018)
Fonte: Registrada pela autora



Fotografia 8 – Execução do 4º Pav. do Bloco 2 (06/04/2018)
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 9 – Execução do 4º Pav. do Bloco 2 (10/04/2018)
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 10 – Fim da alvenaria do quinto pavimento do Bloco 2 (16/05/2018)
Fonte: Registrada pela autora.

Portanto, obteve-se o acompanhamento da execução da alvenaria estrutural de dois pavimentos: a execução do quarto pavimento do Bloco 1 que começou no dia 09/03/2018 e terminou no dia 26/03/2018; e a execução do quarto pavimento do Bloco 2, que começou a ser executado no dia 28/03/2018 e teve seu término ocorrido no dia 11/04/2018.

Porém, também foi feita uma última visita em que foi possível observar o término do quinto pavimento do Bloco 2, ocorrida no dia 16/05/2018, faltando apenas a laje do quinto pavimento do Bloco 2 e a platibanda dos dois blocos para que ocorresse o término da superestrutura.

Essas visitas tiveram como objetivo entender e identificar o fluxo de produção da alvenaria estrutural adotado, considerando o método de execução, materiais e mão de obra envolvidas, além de identificar perdas no processo e adquirir dados para elaboração dos indicadores de perdas. O entendimento do fluxo de produção também foi enfatizado por meio de diálogos com a pessoa responsável pela administração do canteiro e por meio de conversas, com perguntas pontuais, realizadas aos trabalhadores da produção quando ocorriam dúvidas.

As informações utilizadas para quantificação de perdas através de indicadores já eram coletadas na obra, pois a obra já possuía certos controles que foram adaptados para a execução desse trabalho. Desse modo, a elaboração de novas metodologias de tabelas e outros recursos para serem alimentados não foram necessários, pois a sua alimentação ocasionaria um trabalho duplo para a gestão da obra. Portanto, só houve o cuidado de analisar os dados corretamente e adaptá-los para o objetivo requerido.

3.1 DESCRIÇÃO DA OBRA

A obra analisada tem área útil de 2608,86 m², a qual é composta por dois prédios com cinco pavimentos cada, guarita, quiosque e salão de festas em alvenaria estrutural.

Cada pavimento possui quatro apartamentos, sendo dois de três quartos e dois de dois quartos. O térreo se diferencia dos demais, pois possui os quatro apartamentos para pessoas com necessidades especiais, e, por consequência disso, uma parede do banheiro pode ser deslocada para sua ampliação.

A obra não possui cronograma próprio, já que o cronograma utilizado é da obra ao lado que já foi concluída, e a obra atual é igual a essa, porém espelhada. Nesse cronograma a execução da obra se daria em doze meses, a alvenaria teria que começar no terceiro mês de obra e seu término deveria ocorrer no sexto mês, ou seja, 4 meses de execução de alvenaria estrutural.

Porém, isso está longe de ocorrer, pois a execução da alvenaria estrutural começou em setembro de 2017 e seu término está previsto para junho de 2018, isto é, dez meses de execução de alvenaria que resulta em mais do que o dobro do planejado.

A empresa é nova no mercado da construção civil e está executando seu primeiro empreendimento. Porém, a obra do lado foi construída pelo pai do dono da empresa responsável pela construção analisada nesse trabalho, resultando na decisão de seguir o mesmo projeto.

3.2 ETAPAS DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Para diagnosticar as perdas ocorridas na execução da alvenaria, o trabalho foi realizado para atingir as seguintes etapas, conforme ilustrado no Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 – Cronograma de atividades

Objetivo	Semana						
	1	2	3	4	5	6	7
Identificação dos materiais utilizados, mão de obra envolvida e método de execução adotado	x						
Identificação do fluxo de produção	x	x					
Identificação perdas no fluxo de produção			x	x	x	x	x
Elaboração de indicadores de perdas	x	x					
Aplicação de indicadores de perdas	x	x	x	x	x		
Análise dos indicadores de perdas							x
Detecção de perdas visualmente	x	x	x	x	x	x	x
Identificação da natureza das perdas, do momento de incidência e sua origem							x

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.1 Análise de Documentos

A análise de documentos tornou-se necessária para elaboração dos indicadores de perdas. Foram analisados os seguintes documentos:

3.2.1.1 Metas dos Funcionários

As metas dos funcionários foram utilizadas para a elaboração do indicador de produtividade. Esse documento é alimentado diariamente com informações pela pessoa responsável pela administração da obra. O documento enfatiza as metas do mês de cada funcionário e seu desempenho. Esse formulário apresenta o nome do funcionário, a meta que ele deverá atingir e observações diárias.

No caso dos bloqueiros esse documento determina que a meta é uma produção média diária de 18m² e demonstra uma tabela com as seguintes colunas que são preenchidas diariamente: data, m² planejado, m² executado, m² acumulado, m² faltante e assinatura do funcionário sobre a ciência do que foi avaliado. O documento termina com observações, que normalmente é a ocorrência de chuva e o que o funcionário elaborou nesse período.

3.2.1.2 Ordem de Compra

A ordem de compra é um documento que a empresa elabora para ordenar a compra dos materiais, nela contém os insumos requeridos, a unidade de medida, a quantidade, o valor unitário e total de cada item, além de fornecer dados da obra e do fornecedor. Esse documento foi necessário para conseguir os custos unitários dos itens para elaboração da curva ABC.

3.2.1.3 Notas Fiscais

A verificação das notas fiscais dos materiais se tornou necessária para conseguir a descrição correta dos itens para a elaboração da curva ABC.

3.2.1.4 Projetos

Os projetos foram analisados e utilizados com o objetivo de identificar e elaborar os quantitativos dos materiais. Os projetos analisados e utilizados foram:

- a) planta baixa de primeira fiada térreo e tipo – prancha JA_PEX_03;
- b) paredes do apto (x01) térreo e tipo – prancha 01/27 a 27/27;
- c) paredes do apto (x02) térreo e tipo – prancha 01/31 a 31/31;

- d) paredes circulação térreo e tipo – prancha 01/06 a 06/06;
- e) vistas das paredes da guarita – prancha 01/09 a 09/09;
- f) vistas das paredes do quiosque – prancha 01/08 a 08/08;
- g) vistas das paredes do salão de festa – prancha 01/17 a 17/17.

3.2.1.5 Planilha de Rastreabilidade

A planilha de rastreabilidade demonstra basicamente a data de utilização, a quantidade de material, número da nota fiscal e local de aplicação. Foram utilizadas para saber a quantidade de material utilizado e local de aplicação. As planilhas de rastreabilidade analisados e utilizadas foram:

- a) planilha de rastreabilidade dos blocos;
- b) planilha de rastreabilidade de argamassa estabilizada.

3.2.1.6 Planilha de Entrega de Blocos

A planilha de entrega dos blocos foi elaborada e alimentada pela pessoa responsável pela administração do canteiro com o objetivo de controlar as entregas dos blocos. Nessa planilha em Excel consta a data de entrega, os tipos de blocos e local de aplicação, além de ressaltar a quantidade de blocos que vêm em cada *pallet*.

3.2.2 Quantificação dos Materiais

A quantificação dos materiais foi elaborada através da análise dos projetos e com ajuda do Excel. A quantificação dos materiais foi necessária para elaboração da curva ABC e para ser utilizada em alguns indicadores.

3.2.2.1 Blocos

Os quantitativos de blocos cerâmicos estruturais foram obtidos a partir das análises dos projetos de paginação da alvenaria. O projeto de paginação da alvenaria conta com a planta de primeira fiada, no qual é possível notar a localização

dos blocos estratégicos e a indicação numérica das paredes. Através dessa indicação é possível observar a visão da parede na planta de elevação da alvenaria.

Na planta de elevação da alvenaria, nota-se os quantitativos de cada tipo de blocos que são necessários para executar a parede, bem como a posição exata de cada bloco cerâmico. Portanto, a quantificação dos blocos cerâmicos necessários para a execução da obra foi feita a partir da análise das vistas das paredes.

3.2.2.2 Aço

Os quantitativos de aço foram obtidos a partir das análises dos projetos. No projeto de primeira fiada obteve-se a quantificação de vergalhão de aço CA-50 Ø10mm que é utilizado em todos os pontos de graute vertical. Nas plantas de elevação da alvenaria quantificou-se o aço CA-50 Ø10 mm e CA-50 Ø8 mm que são utilizado no reforço de algumas vergas. Também se obteve a quantificação de treliça TG8L que é utilizada na cinta de amarração, verga, contra verga e locais para futura colocação de ar condicionado.

3.2.2.3 Graute

Os quantitativos de graute foram obtidos a partir das análises dos projetos. No projeto de primeira fiada obteve-se a quantidade de pontos de graute vertical. Para obter o volume desses pontos multiplicou-se a área desse ponto vezes a altura, obtendo-se assim o volume.

Nas plantas de elevação da alvenaria quantificou-se os pontos de graute horizontal na cinta de amarração, verga, contra verga e locais para futura colocação de ar condicionado. O graute utilizado nesses locais nada mais é do que o preenchimento da parte interna das calhas baixa e alta, assim se obteve o volume.

3.2.2.4 Argamassa de Assentamento

Segundo Loturco (2017) o quantitativo de argamassa de assentamento pode ser obtido utilizando as seguintes fórmulas:

$$a) \text{ blocos (B)} = 1 / (b1 + e) \times (b2 + e);$$

b) volume de argamassa (V) = $[1 - (B \times (b1 \times b2))] \times b3$.

Onde:

- a) $b1$ = comprimento do bloco;
- b) $b2$ = altura do bloco;
- c) $b3$ = espessura do bloco;
- d) e = espessura das juntas entre os blocos.

Portanto, a primeira equação descrita anteriormente determina a quantificação através das dimensões de cada bloco, isto é, quantos blocos com as mesmas dimensões são necessários para executar 1m^2 com mais 1cm de junta. Depois disso calculou-se o volume de argamassa necessário para executar esse m^2 de blocos, obtidos através da segunda fórmula.

Com base na quantidade de blocos necessários para executar o pavimento tipo obteve-se quantos metros quadrados ele representa, e depois disso o seu respectivo volume de argamassa necessário. Com o somatório obteve-se o volume total de argamassa.

3.2.3 Elaboração dos Indicadores

Para determinar quais materiais do processo de execução da alvenaria estrutural seriam controlados, através de indicadores de perdas, elaborou-se uma análise do custo dos materiais que são necessários para executar o pavimento tipo. Ou seja, um orçamento com os quantitativos, custo unitários e total de cada material com objetivo de controlar apenas os itens significativos. Desse modo, a detecção e controle de perdas nesses itens teriam grande impacto no preço total desse processo. Outro ponto importante é que em um empreendimento imobiliário existem inúmeros processos ocorrendo ao mesmo tempo com diversos materiais, impossibilitando um controle e análise rígido de todos. Portanto, esse método foi adotado visto que normalmente em uma planilha orçamentária 80% custo total de uma obra são representados por apenas 20% dos itens, permitindo assim uma maior eficiência no controle e detecção, assim como um maior impacto nos custos

Para a elaboração dessa planilha foi utilizada a quantificação de todos os materiais necessários e seu custo unitário.

Com base na análise da curva ABC foi decidido analisar apenas as perdas de blocos e argamassa de assentamento, além da produtividade.

Os indicadores foram elaborados para quantificar perdas através de parâmetros já estabelecidos pela gestão da obra. Porém, para avaliação dos indicadores de materiais também foram elaborados indicadores que permitissem a comparação com o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) (2018).

3.2.3.1 Produtividade

Os indicadores de produtividade foram elaborados através da análise dos documentos das metas dos quatro bloqueiros. Como base nesse documento foi elaborado uma planilha demonstrando o total de horas e dias trabalhados. E, com base nela pode-se concluir a quantidade de dias e de horas/homens que foram necessários para executar o pavimento.

Sabendo que a gestão da obra estabelece que a produção média diária de um bloqueiro é de 18m² por dia, em 8h de trabalho, conclui-se que para execução da alvenaria de um pavimento de 431,44 m² são necessárias 191,75 horas/homem.

Assim sendo, por comparação entre a quantidade de horas/homem necessário e utilizado se obteve a perda na produção para os dois pavimentos analisados, que segue a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Horas utilizadas} - \text{Horas necessárias}) / \text{Horas necessárias}] \times 100$$

3.2.3.2 Blocos

O indicador de perdas dos blocos cerâmicos foi elaborado pela comparação da quantidade de blocos necessários e o que foi entregue na obra.

Esse indicador não pôde ser analisado com base apenas nos dois pavimentos tipos que tiveram sua execução acompanhada para o estudo desse trabalho, pois alguns tipos de blocos são pouco utilizados e a compra se deu em *pallets* fechados, permitindo que a compra de um suprimisse a necessidade de vários pavimentos.

Desse modo, elaborou-se os quantitativos nas plantas de elevação da alvenaria do salão de festas, guarita, quiosque, pavimento térreo e tipo, ou seja, tudo o que foi executado desde o começo da obra até a execução do quarto pavimento do Bloco 2 realizado no dia 11/04/2018.

Assim sendo, por comparação entre a quantidade de blocos necessários e entregues se obteve a perda dessa matéria, que segue a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Blocos utilizados} - \text{Bloco necessários}) / \text{Blocos necessários}] \times 100$$

Para ocorrer a comparação com o que é estabelecido pela obra, ou seja, a compra de 10% a mais desse material, criou-se uma ponderação com base na área de influência dos blocos, isto é, elaborou-se um indicador baseado na diferença de área de blocos necessária para executar o pavimento e a área de blocos utilizada. Isso foi necessário em decorrência que alguns blocos não foram comprados e por consequência disso não tiveram perdas, portanto, uma análise baseada nesse parâmetro anterior seria equivocada. Esse indicador de perda é baseado no total de área de blocos utilizados e o necessário, conforme fórmula a seguir:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Abloco utilizada} - \text{Abloco necessária}) / \text{Abloco necessária}] \times 100$$

Um outro tipo de indicador foi elaborado para comparar com o SINAPI (2018), que inclui em seu cálculo perdas na execução. A composição que mais se enquadrou na maioria das paredes foi o item 89296 (anexo A) que descreve a execução de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos 14x19x29 para paredes com área líquida maior ou igual a 6m² e com vãos. Por meio de cálculos baseados nessa composição, se concluiu que para cada m² de alvenaria estrutural são necessários 0,95m² de blocos.

Para obter o parâmetro necessário para essa comparação elaborou-se o quantitativo de blocos necessários para executar o pavimento com mais 1cm de espessura de argamassa de assentamento, ou seja, a área real de alvenaria necessária. E, sabendo-se que para executar 1m² de alvenaria estrutural são necessários 0,95m² de blocos, conclui-se que para executar 431,44m² de alvenaria é necessária uma área de 409,868m² de blocos. Portanto, para obter o indicador de perdas com base no SINAPI foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Área utilizada} - \text{Área necessária}) / \text{Área necessária}] \times 100$$

3.2.3.3 Argamassa de Assentamento

O indicador de perdas de argamassa de assentamento foi feito pela comparação da quantidade de argamassa necessária e o que foi entregue na obra. A argamassa necessária foi quantificada através das plantas e a quantidade de argamassa utilizada foi obtida através da análise da planilha de rastreabilidade de argamassa estabilizada. Esse indicador segue a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Volume utilizado} - \text{Volume necessário}) / \text{Volume necessário}] \times 100$$

Com base no SINAP (2018), que inclui em seu cálculo perdas na execução, as composições de execução de 1m² de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos 14x19x29 resulta na utilização de 0,0141m³ de argamassa de assentamento.

Para elaboração desse indicador foi elaborado uma tabela com as quantidades de blocos necessários para executar o pavimento tipo e sua área de influência com mais 1cm de espessura de argamassa de assentamento, resultando na área de alvenaria estrutural necessária. E, sabendo-se que para 1m² de alvenaria estrutural são necessários 0,0141 m³ de argamassa de assentamento, concluímos que para 431,44 m² são necessários 6,08 m³ de argamassa de assentamento.

Para obter o indicador de perdas com base no SINAPI (2018) foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Volume utilizado} - \text{volume necessário}) / \text{Volume necessário}] \times 100$$

3.2.4 Observação *in Loco*

As observações de canteiro, materiais, mão de obra e processo de execução adotados só foram possíveis através da análise *in loco* do processo de execução da alvenaria estrutural. Para a execução desse trabalho ocorreram dez visitas no canteiro com o principal objetivo de entender o fluxo de produção da alvenaria estrutural.

Outro ponto importante foi que a pessoa responsável pela administração do canteiro enfatizou boa parte do processo de execução da alvenaria estrutural, fazendo observações sobre o método de execução, materiais e mão de obra utilizada.

Vale ser ressaltado que as perdas detectadas visualmente são aquelas que para sua detecção não foi necessário o entendimento do fluxo de valor.

3.3 IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS VERIFICADAS COM A BIBLIOGRAFIA

Juntamente com conhecimento do fluxo de produção buscou-se identificar os tipos de perdas encontradas na execução da alvenaria estrutural, desse modo, a maioria das perdas foram evidenciadas através desse entendimento. Outro ponto importante e que deve ser ressaltado é que as perdas que não envolvem materiais são difíceis de serem registradas, pois sua detecção só se dá através da observação do fluxo de produção.

Depois da detecção das perdas buscou-se o entendimento sobre a sua natureza, do momento de incidência e sua origem. Por consequência, as perdas identificadas através dos indicadores só enfatizaram o que foi analisado através do entendimento do fluxo de produção e das perdas verificadas visualmente.

3.4 PROPOSTA DE MELHORIAS

Depois do entendimento dos tipos de perdas buscou-se adotar soluções para tentar minimizá-las ou eliminá-las. Essas soluções foram adotadas através dos conceitos adquiridos ao longo da graduação sobre gerenciamento e planejamento das construções.

4 RESULTADOS

Esse capítulo tem como objetivo descrever o fluxo de valor da alvenaria estrutural adotado, destacar os resultados obtidos por meio dos indicadores de perdas e evidenciar as perdas identificadas visualmente.

4.1 FLUXO DE PRODUÇÃO

A identificação do fluxo de produção foi possível através das observações adquiridas *in loco*. Portanto, esse entendimento só foi adquirido depois da identificação dos materiais, tipo de mão de obra e método construtivo adotado.

A partir desse entendimento foi possível identificar perdas no fluxo de produção.

4.1.1 Materiais

Os materiais envolvidos na execução da alvenaria estrutural foram identificados no canteiro de obras e através da visualização dos projetos.

Na planta baixa de primeira fiada identificou-se os pontos de graute vertical e a utilização de vergalhão de aço CA-50 Ø10mm neles.

Nas pranchas de elevação das paredes constatou-se os diferentes tipos de blocos cerâmicos estruturais com resistência de 7MPa, graute horizontal na cinta de amarração, verga, contra verga e locais para futura colocação de ar condicionado, assim como a utilização de treliça TG8L nesses pontos. Também foi notado alguns reforços com vergalhão de aço CA-50 Ø8mm e Ø10mm em algumas vergas.

Observou-se no canteiro a utilização de argamassa estabilizada para assentamento dos blocos cerâmicos com resistência de 4,5 MPa, o preparo manual de graute até a sétima fiada e a utilização de graute pronto nas demais. Foi identificado também os insumos para a preparação do graute manual.

Foi verificado que todos os materiais são inspecionados, conforme suas peculiaridades, e verificados suas quantidades quando chegam no canteiro de obras.

4.1.1.1 Blocos Cerâmicos Estruturais

Os blocos cerâmicos estruturais são entregues em *pallets* pela empresa fabricante e, com ajuda de uma grua acoplada no caminhão são colocados no local desejado, que é limitado apenas pelo alcance da grua.

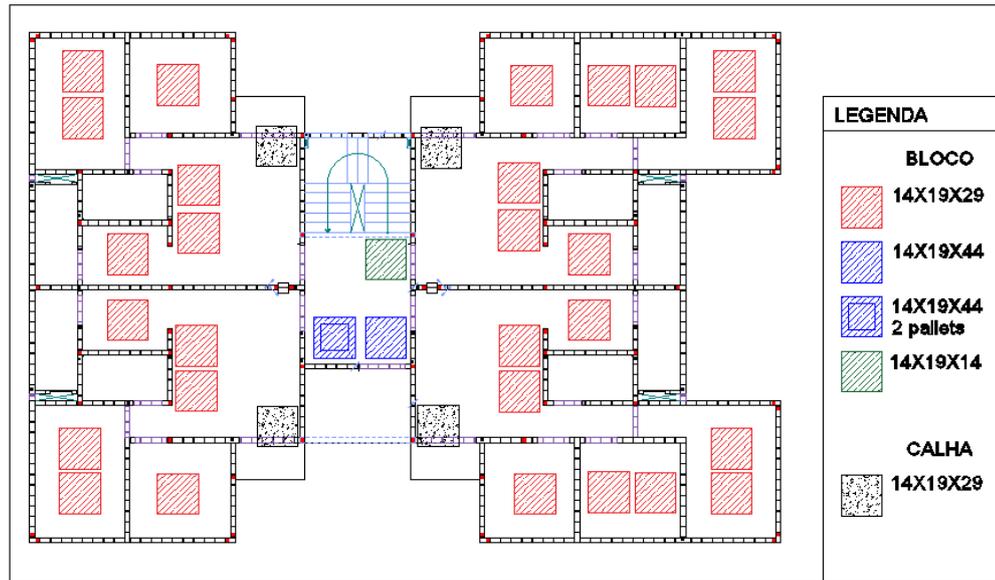
Nas duas primeiras lajes o próprio caminhão coloca os *pallets* na laje que são movimentados com ajuda de uma Paleteira Manual. Nas demais lajes a empresa fabricante coloca os *pallets* na frente do Bloco e a construtora contrata um guindaste para colocá-los na posição desejada em cima laje.

Os *pallets* são colocados próximos às frentes de trabalho, conforme ilustra a Fotografia 11 e Figura 4 a seguir.

Fotografia 11 – Posição dos *pallets*



Fonte: Registrada pela autora.

Figura 4 – Projeto da posição dos *pallets*

Fonte: Projeto da obra modificado pela autora.

A quantidade de blocos em cada *pallet* segundo a dimensão dos blocos são:

- a) bloco 14 x 19 x 29 = 192 unidades;
- b) bloco 14 x 19 x 44 = 124 unidades;
- c) bloco 14 x 19 x 14 = 384 unidades;
- d) calha 14 x 19 x 29 = 280 unidades.

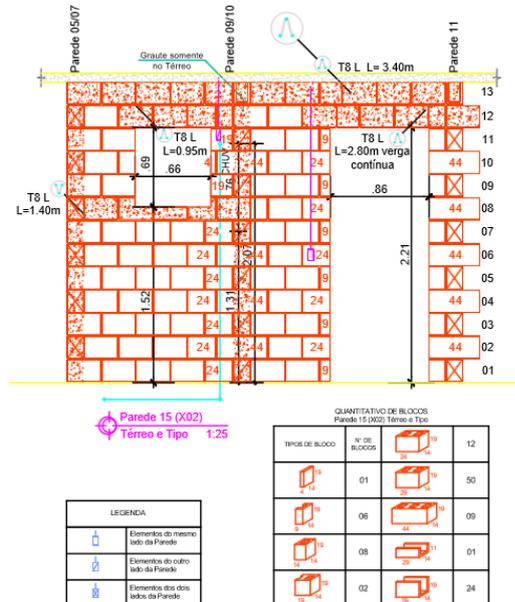
Portanto, em cada pavimento são colocados o total de:

- a) bloco 14 x 19 x 29 = 5376 unidades;
- b) bloco 14 x 19 x 44 = 372 unidades;
- c) bloco 14 x 19 x 14 = 384 unidades;
- d) calha 14 x 19 x 29 = 1120 unidades.

O projeto de paginação da alvenaria conta com a planta de primeira fiada, na qual é possível notar a localização dos blocos estratégicos e a indicação numérica das paredes que é necessária para observar a visão da parede na planta de elevação da alvenaria.

Na planta de elevação da alvenaria, como demonstra a Figura 5 a seguir, nota-se os quantitativos de blocos que são necessários para executar a parede, bem como a posição exata de cada bloco cerâmico.

Figura 5 – Elevação da alvenaria parede 15



Fonte: Prancha 17/27 do projeto de paginação da obra.

Como pode ser analisado, a Figura 5 demonstra o quantitativo de sete tipos de blocos cerâmicos e a utilização de dois tipos diferentes de calha. Porém, como demonstrado na Figura 4, são apenas posicionados na laje três diferentes tipos de blocos e um tipo de calha.

Os demais blocos são colocados na laje ao longo da execução, seu transporte é feito pela utilização de guincho, conforme Fotografia 12 a seguir.

Fotografia 12 – Transporte de blocos



Fonte: Registrada pela autora.

As Tabelas 2 e 3 a seguir demonstram os tamanhos e os quantitativos de blocos necessários para executar os pavimentos tipo e o pavimento térreo.

Tabela 2 – Quantidades de blocos no pavimento tipo

LOCAL	CERÂMICA - PAVIMENTO TIPO									
	BLOCO (UNI)								CALHA (UNI)	
	14X19X4	14X19X9	14X19X14	14X19X19	14X19X24	14X19X44	14X19X39	14X19X29	14X11X29	14X19X29
AP 01	6	37	84	8	29	50	6	1044	16	222
AP 02	6	41	104	8	31	73	0	1364	22	280
AP 03	6	37	84	8	29	50	6	1044	16	222
AP 04	6	41	104	8	31	73	0	1364	22	280
Entre AP	0	0	12	0	0	18	0	270	0	27
Circulação	2	0	9	2	0	5	0	204	0	27
Total	26	156	397	34	120	269	12	5290	76	1058

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 3 – Quantidades de blocos no pavimento térreo

LOCAL	CERÂMICA - TÉRREO									
	BLOCO (UNI)								CALHA (UNI)	
	14X19X4	14X19X9	14X19X14	14X19X19	14X19X24	14X19X44	14X19X39	14X19X29	14X11X29	14X19X29
AP 01	6	37	84	8	29	50	6	1036	16	213
AP 02	6	41	104	8	31	73	0	1356	22	271
AP 03	6	37	84	8	29	50	6	1036	16	213
AP 04	6	41	104	8	31	73	0	1356	22	271
Entre AP	0	0	12	0	0	18	0	270	0	27
Circulação	6	0	8	5	0	5	0	267	0	27
Total	30	156	396	37	120	269	12	5321	76	1022

Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.1.2 Argamassa de Assentamento

A argamassa de assentamento é comprada pronta e é entregue na obra pela empresa fabricante. O material é colocado em uma caixa plástica na frente do Bloco onde será utilizado, é transportado com ajuda de um guincho até o pavimento, como ilustrado na Fotografia 13 a seguir, depois disso é colocado próximo das frentes de trabalho.

Fotografia 13 – Argamassa de assentamento



Fonte: Registrada pela autora.

Para executar cada pavimento, tanto o térreo quanto o tipo, são necessários 5m^3 de argamassa de assentamento para execução com 1cm de junta, que pode ser utilizada por até 36 horas.

4.1.1.3 Graute

Até a sétima fiada o graute é feito na obra; desse modo, nesse processo é feito a execução dos pontos de grautes verticais até esse nível, a execução de contra verga e de locais para futura colocação de ar condicionado. Porém, algumas vezes os bloqueiros executam duas fiadas a mais, ou seja, fazem um pouco a mais de graute vertical com esse material.

A areia e a brita quando chegam na obra são cubadas, porém são armazenadas em baias com contato direto com o solo, conforme ilustra a Fotografia 14 a seguir.

Fotografia 14 – Baias de agregados



Fonte: Registrada pela autora.

O cimento é guardado no almoxarifado em cima de *pallets*, conforme Fotografia 15, e a água para amassamento é colocada em um tonel, ilustrada na Fotografia 16.

Fotografia 15 – Armazenamento de cimento



Fonte: Registrada pela autora.

Fotografia 16 – Armazenamento da água



Fonte: Registrada pela autora.

Esses insumos também são utilizados para realizar outros trabalhos além do graute da alvenaria estrutural, impossibilitando assim a posterior tentativa de quantificação de perdas.

O canteiro de obras não possui central de argamassa para o processamento dos materiais, ou seja, tudo é feito ao ar livre, conforme ilustra a Fotografia 17. A dosagem dos materiais é feita utilizando pá e baldes, ficando a cargo do servente a dosagem correta, que deveria ter um cuidado especial visto que faz parte do elemento estrutural, como ilustrado na Fotografia 18 a seguir.



Fotografia 17 – Processamento do graute
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 18 – Execução graute
Fonte: Registrada pela autora.

Depois do processamento o material é transportado com ajuda de um guincho até o pavimento para sua utilização. Após a sétima fiada o graute é comprado pronto para a execução da cinta de amarração, verga e graute vertical até as demais fiadas. O graute é entregue na obra pela empresa fabricante, é colocado em uma caixa plástica na frente do Bloco onde será utilizado, e é transportado com ajuda de um guindaste até o pavimento para utilização. O graute pode ser utilizado por 12 horas, depois disso ele perde sua validade. São necessários ao total 2,26 m³ nos pavimentos tipo e 2,32m³ no térreo.

4.1.1.4 Ferragem

Todas a ferragens da obra já foram compradas no início da obra e estocadas. Os vergalhões de aço CA-50 Ø8mm e Ø10mm possuem 12m comprimento e foram estocados no almoxarifado, com o correto afastamento do solo. Quando necessário as barras são cortadas ao ar livre na frente do almoxarifado e já nas medidas desejadas são levadas manualmente até o pavimento onde serão utilizadas.

O vergalhão de aço CA-50 Ø10mm é utilizado em todos os pontos de graute vertical. No pavimento térreo e tipo o comprimento da barra é de 3,10m, que é dividido em duas partes transpassadas com o comprimento de 1,5m e 1,6m.

Nos pavimentos tipo são 52 pontos de graute e no térreo 60, o motivo dessa diferença é que o pavimento térreo possui os apartamentos para pessoas com necessidades especiais, onde uma das paredes do banheiro de cada apartamento pode ser deslocada para aumentá-lo, como consequência disso é colocado um ponto de graute a mais em cada canto da parede e uma viga, gerando basicamente um pórtico para que as cargas contínuas dos andares superiores sejam descarregadas corretamente na viga e por meio do ponto de graute (pilar) na fundação.

O aço CA-50 Ø10 mm também é utilizado no reforço de vergas em uma das janelas de cada apartamento que possui o vão maior que dois metros, nelas são colocadas duas barras com comprimento de 2,65m.

O aço CA-50 Ø8 mm é utilizado no reforço de vergas das janelas dos quartos, com o comprimento de 2,05m, e da porta janela da sala, com o comprimento de 2,05m.

A treliça TG8L possui 6m de comprimento e é estocada ao ar livre em cima de compensados de madeira para o correto afastamento do solo, conforme Fotografia 19. São levadas manualmente até o pavimento onde são cortadas quando necessário. É utilizada na cinta de amarração, verga, contra verga e locais para futura colocação de ar condicionado. Elas possuem o mesmo comprimento da calha, onde são posicionadas dentro para posteriormente haver a colocação de graute.

Fotografia 19 – Armazenamento treliça TG8L



Fonte: Registrada pela autora.

4.1.2 Mão de Obra

A obra possui mão de obra própria que é paga exclusivamente por salário e atendendo as exigências mínimas do sindicato do município. A equipe de obra possui quatro bloqueiros, três serventes, dois encarregados, um administrativo e um engenheiro que não é fixo na obra.

A mão de obra envolvida na execução da alvenaria estrutural são os quatro bloqueiros e cada um é responsável por executar um apartamento por pavimento, entretanto, a parede de divisa entre eles e do corredor é executada por quem termina primeiro. Eles são encarregados pelo assentamento dos blocos estruturais, realização de graute, colocação de eletroduto e execução do cintamento.

Nesse processo, dois serventes são fixos para auxiliar a execução da alvenaria e, quando necessário, auxiliar na execução da laje, juntamente com os dois encarregados, no outro bloco.

4.1.3 Método de Execução

O método construtivo adotado será descrito conforme o que foi analisado na execução do 4º pavimento dos Blocos 1 e 2, sem levar em consideração as melhores práticas de execução desse tipo de sistema construtivo, portanto, será ressaltado o método executivo adotado.

Primeiramente, foi executado a primeira fiada levando em consideração um ponto do pavimento, foram colocados os blocos estratégicos e depois disso foi elaborado o fechamento conforme planta de primeira fiada.

Na sequência foram elaborados os castelinhos e, como dito anteriormente, cada bloqueiro executa um apartamento, não tendo assim um padrão de método executivo, pois um deles executava dois castelinhos por vez e depois fazia o fechamento da alvenaria, e os outros executavam todos os castelinhos e depois executavam o fechamento até a sétima fiada.

Após da execução dos castelinhos, foi executado o fechamento da alvenaria até a sétima fiada, tomando cuidado ao decorrer desse processo na execução de graute vertical feito na obra dos pontos de ar condicionados dos quartos e contra verga das janelas com a inserção de treliça.

Nesse mesmo momento foi executado o graute vertical até a sétima fiada, e nesse processo foi colocado o vergalhão de aço CA-50 Ø10mm com 1,5m, que é amarrado no ferro de arranque através da janela de inspeção e em seguida ocorreu a execução do graute. Depois da execução das demais fiadas também ocorreu o mesmo processo, porém com o transpasse do ferro de 1,6m de comprimento que também serviu de arranque para o próximo pavimento.

Na execução das demais fiadas, foi tomado cuidado na execução das vergas com inserção de treliça e reforço com duas barras de aço CA-50 Ø10mm em uma das janelas e uma barra de Ø8 mm nas demais, inclusive na porta janela da sala. Posteriormente, também foi executado a cinta de amarração com inserção de treliça. O graute desses processos foi comprado pronto.

No decorrer de todo esse processo os serventes colocam os blocos e materiais faltantes no pavimento, além de fazer o graute vertical até a sétima fiada. Porém, muitas vezes esses materiais não são colocados próximos às frentes de trabalho, fazendo com que os bloqueiros se desloquem. Outro ponto importante é que os blocos que não foram comprados são substituídos por outros que são

cortados para sua utilização e muitas vezes para não utilização de alguns blocos eles aumentam a espessura da junta.

No dia posterior a concretagem do graute da cinta de amarração desse Bloco a outra equipe se posicionou para começar a colocação de formas para a execução da laje, a mesma já tinha realizado a concretagem da laje no outro Bloco e estava no pavimento de baixo desformando a laje para utilizar o material no pavimento.

No outro Bloco os *pallets* de blocos cerâmicos já estavam posicionados na frente de trabalhos para começar a execução da alvenaria estrutural após a concretagem da laje.

Outro ponto importante para ser destacado é que a tubulação elétrica é colocada antes da execução do graute da cinta ficando uma espera dentro das paredes e na laje, porém posteriormente a alvenaria é cortada para a execução dos pontos elétricos, conforme ilustra a Fotografia 20 a seguir

Fotografia 20 – Corte para execução da elétrica



Fonte: Registrada pela autora.

Os materiais utilizados para a execução da alvenaria estrutural foram a colher de pedreiro e canaleta para distribuição da argamassa de assentamento, além da serra utilizada para o corte dos blocos.

Os equipamentos e ferramentas para controle geométrico foram treina metálica, fio de prumo, régua de alumínio com nível bolha acoplado, linha de náilon, esquadro, martelo e pregos.

Todas os dias de manhã a pessoa responsável pela administração da obra inspecionava os serviços executados no dia anterior por meio de um *checklist*.

Segundo a administração da obra todos os funcionários foram treinados para elaborar seu respectivo trabalho.

4.2 INDICADORES DE PERDAS

A Tabela 4 demonstra os materiais utilizados na execução da alvenaria estrutural, seu custo unitário, suas respectivas quantidades para executar o pavimento tipo, o preço total e a porcentagem que esses itens representam no orçamento.

Tabela 4 – Orçamento de materiais

PAVIMENTO TIPO						
ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CUSTO	QUANTIDADE	Total	%
1	BLOCOS				R\$ 8.496,82	73,96%
1.1	Bloco cerâmico estrutural - 14x19x29 - 7MPa	uni	R\$ 1,0725	5.290,00	R\$ 5.673,53	49,39%
1.2	Bloco cerâmico estrutural - 14x19x44 - 7MPa	uni	R\$ 1,8233	281,00	R\$ 512,35	4,46%
1.3	Bloco cerâmico estrutural - 14x19x9 - 7MPa	uni	R\$ 0,7508	156,00	R\$ 117,12	1,02%
1.4	Bloco cerâmico estrutural - 14x19x14 - 7MPa	uni	R\$ 0,7508	397,00	R\$ 298,07	2,59%
1.5	Bloco cerâmico estrutural - 14x19x24 - 7MPa	uni	R\$ 1,0725	120,00	R\$ 128,70	1,12%
1.6	Bloco cerâmico estrutural - 14x19x19 - 7MPa	uni	R\$ 1,0725	34,00	R\$ 36,47	0,32%
1.7	Bloco cerâmico estrutural - 14x19x4 - 7MPa	uni	R\$ 1,0725	26,00	R\$ 27,89	0,24%
1.8	Bloco cerâmico estrutural - 14x11x29 (U baixo) - 7MPa	uni	R\$ 1,5015	76,00	R\$ 114,11	0,99%
1.9	Bloco cerâmico estrutural - 14x19x29 (U alto) - 7MPa	uni	R\$ 1,5015	1.058,00	R\$ 1.588,59	13,83%
2	AÇO				R\$ 947,42	8,25%
2.1	ARMAÇÃO DE CINTA; L8 L	m	R\$ 2,65	205,23	R\$ 543,79	4,73%
2.2	ARMAÇÃO DE VERGA; L8 L	m	R\$ 2,65	85,50	R\$ 226,55	1,97%
2.3	ARMAÇÃO DE CONTRA VERGA; L8 L	m	R\$ 2,65	39,30	R\$ 104,13	0,91%
2.4	AÇO Ø 8 mm	m	R\$ 1,21	28,10	R\$ 34,00	0,30%
2.5	AÇO Ø 10 mm	m	R\$ 1,84	21,20	R\$ 38,95	0,34%
3	GRAUTE				R\$ 671,22	5,84%
3.1	GRAUTEAMENTO	m ³	R\$ 297,00	2,26	R\$ 671,22	5,84%
4	ARGAMASSA				R\$ 1.372,50	11,95%
4.1	ARGAMASSA ESTABILIZADA	m ³	R\$ 274,50	5,00	R\$ 1.372,50	11,95%
TOTAL					R\$ 11.487,95	100,00%

Fonte: Elaborada pela autora.

Ao analisar a tabela, constata-se que os blocos representam 73,96% do custo total dos materiais e a argamassa de assentamento 11,95%, ou seja, ao fazer a análise desses materiais consegue-se controlar 85,91% do custo total.

Além desses dois materiais, a produtividade da mão de obra é um ponto crucial para ser analisado, pois ela ressalva quão eficiente está o processo em análise e com a detecção de um baixo índice de produção pode indicar um atraso no cronograma.

4.2.1 Produtividade

A produtividade é um indicador chave, pois enfatiza quão eficiente está a produção, ou seja, caso não atinja um nível mínimo esperado ressalta perdas em alguma parte do processo que deve ser averiguada posteriormente, além de representar gastos excessivos de mão de obra e antecipar eventuais atrasos no cronograma.

Um aspecto importante que vale ser ressaltado é que a empresa permite a compensação de faltas, que podem ocorrer ao longo da semana, no sábado, mas isso só é permitido caso tiver ainda disponibilidade de materiais para o trabalho e não é contado como dia de produção. Os bloqueiros têm uma carga horária de produção de 8h de segunda-feira à sexta-feira, pois ao longo do dia ocorrem algumas pausas em horários específicos definidos pela gestão da obra para lanche e descanso.

Os dados da Tabela 5 a seguir foram obtidos através da ajuda da pessoa responsável pela administração do canteiro, que também controla a produção, porém com um método diferente de metodologia e análise. Na Tabela 5 é possível observar o local e data de trabalho, assim como a quantidade de bloqueiros envolvidos, a quantidade de horas de trabalho que esse número de pessoas representam e algumas ocorrências.

Tabela 5 – Total de horas e dias trabalhados

Total de horas e dias trabalhados				
Local	Data	Pessoas	Horas	Ocorrência
Bloco 1 - 4º pavimento	sex 09/mar	3,00	24	
	sáb 10/mar	1,00	8	Compensação
	dom 11/mar	0,00	0	
	seg 12/mar	3,00	24	
	ter 13/mar	4,00	32	
	qua 14/mar	4,00	32	
	qui 15/mar	0,00	0	Chuva
	sex 16/mar	2,00	16	2 deslocados
	sáb 17/mar	1,00	8	Compensação
	dom 18/mar	0,00	0	
	seg 19/mar	0,00	0	Chuva
	ter 20/mar	0,00	0	Chuva
	qua 21/mar	4,00	32	
	qui 22/mar	4,00	32	
	sex 23/mar	4,00	32	
	sáb 24/mar	0,00	0	
dom 25/mar	0,00	0		
seg 26/mar	4,00	32		
			Total: 272 horas (9 dias)	
Bloco 2 - 4º pavimento	qua 28/mar	3,00	24	Falta
	qui 29/mar	4,00	32	
	sex 30/mar	0,00	0	Feriado
	sáb 31/mar	0,00	0	
	dom 01/abr	0,00	0	
	seg 02/abr	4,00	32	
	ter 03/abr	4,00	32	
	qua 04/abr	4,00	32	
	qui 05/abr	4,00	32	
	sex 06/abr	4,00	32	
	sáb 07/abr	0,00	0	
dom 08/abr	0,00	0		
seg 09/abr	4,00	32		
ter 10/abr	4,00	32		
qua 11/abr	4,00	32		
			Total: 312 horas (10 dias)	

Fonte: Elaborada pela autora.

Ao fazer a análise da Tabela 5, pode-se concluir que foram necessários para executar o quarto pavimento do Bloco 1 nove dias que correspondem a 272 horas/homem (11,98 m² de produtividade) e para executar o quarto pavimento do Bloco 2 dez dias que correspondem a 312 h/homem (10,22 m² de produtividade).

Por sua vez, e sabendo que para execução de um pavimento de 431,44 m² são necessárias 191,751 horas/homem, por comparação entre a quantidade de horas/homem necessário e utilizado se obteve a perda na produção, que segue a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Horas utilizadas} - \text{Horas necessário}) / \text{Horas necessário}] \times 100$$

Concluindo que:

$IND (\%) = [(272 - 191,75) / 191,75] \times 100 = 41,85\%$ - 4º pavimento do Bloco 1;

$IND (\%) = [(312 - 191,75) / 191,75] \times 100 = 62,71\%$ - 4º pavimento do Bloco 2.

Portanto, com esse indicador conclui-se que houve perda de 41,85% de produção no quarto pavimento do Bloco 1 e de 62,71% no quarto pavimento do Bloco 2.

Do mesmo modo, esse indicador evidencia o atraso de cronograma citado anteriormente.

O SINAPI sugere que produtividade média é de 9 m², portanto, a obra analisada tem uma produtividade superior do que o estabelecido pelo mesmo.

4.2.2 Blocos

O indicador de perdas dos blocos cerâmicos foi elaborado pela comparação da quantidade de blocos necessários e o que foi entregue na obra.

A Tabela 6, a seguir, indica os tipos de blocos utilizados e suas respectivas quantidades.

Tabela 6 – Quantitativos blocos obra

LOCAL	CERÂMICA (UNI)									
	BLOCO								CALHA	
	14X19X4	14X19X9	14X19X14	14X19X19	14X19X24	14X19X44	14X19X39	14X19X29	14X11X29	14X19X29
Salão de Festa	0	20	63	0	24	38	0	1470	21	224
Guarita	12	18	30	14	0	28	0	452	39	46
Quiosque	0	0	23	0	0	11	0	329	0	34
Bloco 1 - 1º Pav	30	156	396	37	120	269	12	5321	76	1022
Bloco 2 - 1º Pav	30	156	396	37	120	269	12	5321	76	1022
Bloco 1 - 2º Pav	26	156	397	34	120	269	12	5290	76	1058
Bloco 2 - 2º Pav	26	156	397	34	120	269	12	5290	76	1058
Bloco 1 - 3º Pav	26	156	397	34	120	269	12	5290	76	1058
Bloco 2 - 3º Pav	26	156	397	34	120	269	12	5290	76	1058
Bloco 1 - 4º Pav	26	156	397	34	120	269	12	5290	76	1058
Bloco 2 - 4º Pav	26	156	397	34	120	269	12	5290	76	1058
Total	228	1286	3290	292	984	2229	96	44633	668	8696

Fonte: Elaborada pela autora.

Por sua vez, a Tabela 7 demonstra a quantidade e tipos de blocos entregues, bem como a etapa de execução da obra que isso ocorreu.

Tabela 7 – Quantidades de blocos entregues

DATA	CERÂMICA ENTREGUE (UNI)										Etapa de execução
	BLOCO								CALHA		
	14X19X4	14X19X9	14X19X14	14X19X19	14X19X24	14X19X44	14X19X39	14X19X29	14X11X29	14X19X29	
18/9	0	0	380	259	240	0	0	1920	0	0	Bloco 1 - 1ª pavimento
18/9	0	0	0	0	0	370	0	2110	0	0	Bloco 1 - 1ª pavimento
21/9	0	0	0	0	0	0	0	1730	0	840	Bloco 1 - 1ª pavimento e Bloco 2 - 1ª pavimento
10/10	0	0	380	0	240	250	0	1530	0	560	Bloco 2 - 1ª pavimento
16/10	0	0	0	0	0	0	0	2688	0	0	Bloco 2 - 1ª pavimento
16/10	0	0	0	0	0	0	0	2688	0	0	Bloco 2 - 1ª pavimento e quiosque/guarita
26/10	0	0	770	0	240	370	0	0	500	1960	Bloco 2 - 1ª pavimento
24/11	0	0	0	0	0	0	0	2690	0	0	Bloco 1 - 2ª pavimento e salão de festa
3/1	0	0	0	0	0	0	0	2688	0	0	Bloco 1 - 2ª pavimento
3/1	0	0	0	0	0	0	0	2688	0	0	Bloco 1 - 2ª pavimento
4/1	0	0	1150	0	240	490	0	0	500	1400	Bloco 1 - 2ª pavimento
15/1	0	570	0	0	0	370	0	1920	0	0	Bloco 2 - 2ª pavimento
16/1	0	0	1150	0	240	0	0	1920	0	0	Bloco 2 - 2ª pavimento
16/1	0	0	0	0	0	0	0	1920	0	1120	Bloco 2 - 2ª pavimento e Bloco 1 - 3ª pavimento
2/2	0	0	0	0	480	380	0	1530	0	0	Bloco 1 - 3ª pavimento
2/2	0	0	0	0	0	0	0	2110	0	840	Bloco 1 - 3ª pavimento
5/2	0	0	0	0	0	0	0	2300	0	560	Bloco 1 - 3ª pavimento e Bloco 2 - 3ª pavimento
16/2	0	0	0	0	0	250	0	1730	0	840	Bloco 2 - 3ª pavimento
16/2	0	0	0	0	0	0	0	2690	0	0	Bloco 2 - 3ª pavimento
7/3	0	0	0	0	0	190	0	1730	0	840	Bloco 1 - 4ª pavimento
7/3	0	0	0	0	0	0	0	2690	0	0	Bloco 1 - 4ª pavimento
21/3	0	0	0	0	0	480	0	570	0	1680	Bloco 2 - 4ª pavimento
21/3	0	0	0	0	0	0	0	2690	0	0	Bloco 2 - 4ª pavimento
21/3	0	0	0	0	0	0	0	2690	0	0	Bloco 2 - 4ª pavimento
6/4	0	0	0	0	0	0	0	288	0	0	Bloco 2 - 4ª pavimento
Total	0	570	3830	259	1680	3150	0	47510	1000	10640	

Fonte: Planilha de entrega de blocos da obra modificada pela autora.

Assim sendo, por comparação entre a quantidade de blocos necessários e entregues se obteve a perda desse material, que segue a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Blocos utilizado} - \text{Blocos necessários}) / \text{Blocos necessários}] \times 100$$

Portanto, por meio dessa fórmula se obteve as perdas de todos os blocos, conforme ilustra a Tabela 8 a seguir, que evidencia os tipos de blocos, a quantidade utilizada e necessária, concluindo que a perda é resultado dessa diferença.

Tabela 8 – Blocos necessários x utilizados

BLOCOS	CERÂMICA									
	BLOCO								CALHA	
	14X19X4	14X19X9	14X19X14	14X19X19	14X19X24	14X19X44	14X19X39	14X19X29	14X11X29	14X19X29
Necessário (UNI)	228	1286	3290	292	984	2229	96	44633	668	8696
Utilizado (UNI)	0	570	3830	259	1680	3150	0	47510	1000	10640
Diferença (UNI)	-228	-716	540	-33	696	921	-96	2877	332	1944
Diferença (%)	-100	-55,677	16,41337	-11,3014	70,73171	41,31898	-100	6,445903	49,7006	22,35511

Fonte: Elaborada pela autora.

Ao analisar essa tabela se observa que os blocos que não foram comprados tiveram -100% de perdas e que os blocos que foram colocados próximos às frentes de trabalhos tiveram menos perdas.

A Tabela 9 demonstra a quantidade de blocos necessários e utilizados, bem como suas áreas de influências. O indicador de perda é baseado no total de área de blocos utilizados e os necessários, conforme fórmula a seguir:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Abloco utilizada} - \text{Abloco necessária}) / \text{Abloco necessária}] \times 100$$

Tabela 9 – Indicador total de perda

BLOCOS	BLOCO								CALHA		TOTAL
	14X19X4	14X19X9	14X19X14	14X19X19	14X19X24	14X19X44	14X19X39	14X19X29	14X11X29	14X19X29	
Necessário (UNI)	228	1286	3290	292	984	2229	96	44633	668	8696	62402,00
Utilizado (UNI)	0	570	3830	259	1680	3150	0	47510	1000	10640	68639,00
Necessário (m ²)	1,7328	21,9906	87,514	10,5412	44,8704	186,3444	7,1136	2459,278	21,3092	479,1496	3319,84
Utilizado (m ²)	0	9,747	101,878	9,3499	76,608	263,34	0	2617,801	31,9	586,264	3696,89
Diferença (m ²)											377,04
Diferença (%)											11,36

Fonte: Elaborada pela autora.

Ou seja:

$$\text{IND (\%)} = [(3696,89 - 3319,84) / 3319,84] \times 100 = 11,36\%$$

Com base nesse parâmetro, concluiu-se que foi utilizado uma área 11,36% a mais de blocos, isto é, houve uma perda de 11,36% de material cerâmico.

A Tabela 10 ilustra a quantidade de blocos necessários e sua área de influência com mais 1cm de espessura de argamassa de assentamento, concluindo assim que a área total de alvenaria estrutural necessária é de 3.619,66m².

Tabela 10 – Área de bloco estrutural

BLOCOS	BLOCO								CALHA		TOTAL
	14X19X4	14X19X9	14X19X14	14X19X19	14X19X24	14X19X44	14X19X39	14X19X29	14X11X29	14X19X29	
Necessário (UNI)	228	1286	3290	292	984	2229	96	44633	668	8696	62402,00
Necessário (m ²)	2,28	25,72	98,7	11,68	49,2	200,61	7,68	2677,98	24,048	521,76	3619,66

Fonte: Elaborada pela autora.

Sabendo-se que para executar 1m² de alvenaria estrutural são necessários 0,95m² de blocos, concluímos que para 3.619,66m² é necessária uma área de 3.438,68m² de blocos.

Para obter o indicador de perdas com base no SINAPI foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Área utilizada} - \text{Área necessária}) / \text{Área necessária}] \times 100$$

$$\text{IND (\%)} = [(3696,89 - 3438,68) / 3438,68] \times 100$$

$$\text{IND (\%)} = 7,51 \%$$

Com base nesse parâmetro foi evidenciado uma perda de 7,51% a mais do que o estabelecido pelo SINAPI.

4.2.3 Argamassa de Assentamento

O indicador de perdas de argamassa de assentamento foi feito pela comparação da quantidade de argamassa necessária e o que foi entregue na obra.

Elaborou-se os quantitativos através das dimensões de cada bloco, isto é, quantos blocos com as mesmas dimensões são necessários para executar 1m² com mais 1cm de junta. Depois disso, calculou-se o volume de argamassa necessário para executar esse m² de blocos, conforme ilustra a Tabela 11 a seguir.

Tabela 11 – Volume argamassa por m²

Volume de argamassa por m ²		
Bloco		
Tamanho	B (uni/m ²)	v (m ³ /m ²)
14X19X4	100,000	0,034
14X19X9	50,000	0,020
14X19X14	33,333	0,016
14X19X19	25,000	0,014
14X19X24	20,000	0,012
14X19X44	11,111	0,010
14X19X39	12,500	0,010
14X19X29	16,667	0,011
Calha		
Tamanho	B (uni/m ²)	v (m ³ /m ²)
14X11X29	27,778	0,016
14X19X29	16,667	0,011

Fonte: Elaborada pela autora.

Com base na quantidade de blocos necessários para executar o pavimento tipo obteve-se quantos metros quadrados ele representa, e depois disso seu respectivo volume de argamassa necessário. Com o somatório obteve-se o volume total de argamassa de 4,82m³, como ilustra a Tabela 12 a seguir.

Tabela 12 – Volume argamassa pavimento tipo

Volume de argamassa - TIPO			
Bloco			
Bloco	UNI	m²	v (m³)
14X19X4	26	0,26	0,0087
14X19X9	156	3,12	0,0633
14X19X14	397	11,91	0,189
14X19X19	34	1,36	0,0186
14X19X24	120	6	0,0739
14X19X44	269	24,21	0,241
14X19X39	12	0,96	0,0099
14X19X29	5290	317,4	3,6289
Calha			
Bloco	UNI	m²	v (m³)
14X11X29	76	2,736	0,0368
14X19X29	1058	63,48	0,5459
Total:			4,82

Fonte: Elaborada pela autora.

Por sua vez, a Tabela 13 demonstra a data de entrega, o respectivo volume e local de aplicação. Como resultado, conclui-se que foram necessários 8,5m³ de argamassa de estabilizada para executar o 4^o pavimento do bloco 1 e 6m³ para executar o 4^o pavimento do Bloco 2.

Tabela 13 – Argamassa entregue

ARGAMASSA ESTABILIZADA		
DATA	VOLUME (m ³)	LOCAL APLICADO
09/03/2018	1	Bloco 1 - 4º PAV
12/03/2018	2	Bloco 1 - 4º PAV
14/03/2018	1	Bloco 1 - 4º PAV
16/03/2018	1	Bloco 1 - 4º PAV
19/03/2018	1	Bloco 1 - 4º PAV
21/03/2018	1	Bloco 1 - 4º PAV
26/03/2018	1,5	Bloco 1 - 4º PAV
26/03/2018	0,5	Bloco 2 - 4º PAV
02/04/2018	2	Bloco 2 - 4º PAV
04/04/2018	1,5	Bloco 2 - 4º PAV
09/04/2018	2	Bloco 2 - 4º PAV
Total	14,5	

Fonte: Planilha de rastreabilidade de argamassa estabilizada modificada pela autora.

Para obter o indicador de perdas foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Volume utilizado} - \text{volume necessário}) / \text{Volume necessário}] \times 100$$

Concluindo que:

$$\text{IND (\%)} = [(8,5 - 4,82) / 4,82] \times 100 = 76,35\% - 4^\circ \text{ pavimento do Bloco 1;}$$

$$\text{IND (\%)} = [(6,0 - 4,82) / 4,82] \times 100 = 24,48\% - 4^\circ \text{ pavimento do Bloco 2.}$$

Portanto, ocorreu uma perda 76,35% para executar o 4º pavimento do Bloco 1 e 24,48% m³ para executar o 4º pavimento do Bloco 2.

A Tabela 14, a seguir, ilustra as quantidades de blocos necessários para executar o pavimento tipo e sua área de influência com mais 1cm de espessura de argamassa de assentamento, resultando na execução de 431,44m² de alvenaria estrutural.

Tabela 14 – Área de alvenaria estrutural

BLOCOS	BLOCO								CALHA		TOTAL
	14X19X4	14X19X9	14X19X14	14X19X19	14X19X24	14X19X44	14X19X39	14X19X29	14X11X29	14X19X29	
Necessário (UNI)	26	156	397	34	120	269	12	5290	76	1058	7438,00
Necessário (m ²)	0,26	3,12	11,91	1,36	6	24,21	0,96	317,4	2,736	63,48	431,44

Fonte: Elaborada pela autora.

Sabendo-se que para 1m² de alvenaria estrutural são necessários 0,0141m³ de argamassa de assentamento, com base no SINAPI, concluímos que para 431,44m² são necessários 6,08m³.

Para obter o indicador de perdas com base no SINAPI foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{IND (\%)} = [(\text{Volume utilizado} - \text{volume necessário}) / \text{Volume necessário}] \times 100$$

Concluindo que:

$$\text{IND (\%)} = [(8,5 - 6,08) / 6,08] \times 100 = 39,8\%$$

$$\text{IND (\%)} = [(6,0 - 6,08) / 6,08] \times 100 = -1,32\%$$

Com base nisso, é possível concluir que a execução da argamassa de assentamento do 4^a pavimento do Bloco 1 obteve 39,8% a mais de perdas do que o estabelecido pelo SINAPI, e o 4^a pavimento do Bloco 2 obteve 1,32% a menos de perdas do que o estabelecido.

4.3 PERDAS DETECTADAS VISUALMENTE

Este capítulo tem como objetivo destacar as perdas identificadas visualmente ao longo das inúmeras visitas ao canteiro de obras.

Ao longo das visitas, observou-se muitos pontos com pedaços quebrados de blocos cerâmicos. A Fotografia 21 a seguir destaca uma dessas áreas cheia de blocos cerâmicos quebrados. Isso ocorre, pois, os blocos quebrados são jogados de dentro do pavimento onde está ocorrendo a execução da alvenaria para a parte de trás do Bloco.

Outra área que deve ser evidenciada está ilustrada na Fotografia 22, demonstra a área cheia de blocos quebrados pelo processo de transporte vertical dos blocos que não se encontram no pavimento. Do mesmo modo, essa foto ilustra outro aspecto importante que deve ser ressaltado, que é a posição correta de armazenamento dos *pallets*, que deveriam estar em uma posição plana, o que não ocorre por causa da topografia do terreno.



Fotografia 21 – Área com blocos cerâmicos quebrados atrás dos Blocos
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 22 – Área com blocos cerâmicos quebrados na frente dos Blocos
Fonte: Registrada pela autora.

A Fotografia 23 demonstra a área de corte de materiais cerâmicos que se encontra no centro do pavimento. Nessa área ocorre principalmente o corte dos blocos para a obtenção de dimensões de blocos que não foram comprados. As Fotografias 24, 25, 26 e 27 demonstram a não padronização das espessuras das juntas de argamassa de assentamento, que também foram evidenciadas em todos os pavimentos.



Fotografia 23 – Área de corte de materiais
Fonte: Registrada pela autora.



Fotografia 24 – Junta de 40 mm de espessura
Fonte: Registrada pela autora.



Ao longo das visitas no canteiro de obras observou-se inúmeros pedaços de sobras de vergalhão de CA-50 Ø10 mm, que não iriam ser mais utilizados para a finalidade que foram comprados, pois eram sobras decorrentes do seu corte. O corte do aço era feito ao ar livre na frente do almoxarifado e as sobras referentes ao corte foram deixadas em um canto, como ilustrado na Fotografia 28 a seguir, com pedaços que medem em sua maioria 0,8m de comprimento. Portanto, pode-se destacar que as barras de 12m tiveram em sua grande maioria uma perda de 6,67%.

Fotografia 28 – Sobras de vergalhão de aço CA-50 Ø10 mm



Fonte: Registrada pela autora.

Outras perdas foram evidenciadas ao longo do processo de produção como a estocagem dos agregados em baias com contato direto com o solo e a colocação da água para amassamento em tonéis, que foram destacadas anteriormente no fluxo de valor e conforme Fotografias 14 e 16 respectivamente.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como foco principal a identificação das perdas ilustradas na bibliografia, evidenciando o momento de incidência e sua origem. Portanto, baseados nos resultados obtidos no capítulo anterior, obteve-se os tipos de perdas encontrados ao longo da execução da alvenaria estrutural da obra analisada.

Com esse objetivo, primeiramente, foi feita a análise dos resultados do fluxo de processos adotados pela gestão da obra, identificando os tipos de perdas encontrados. Em seguida, averiguou-se os resultados obtidos por meio dos indicadores. Depois disso, obteve-se a análise dos tipos de perdas observados visualmente.

Por fim, buscou-se alternativas para a redução ou eliminação das perdas identificadas.

5.1 ANÁLISE DO FLUXO DE PRODUÇÃO

Como resultado da identificação do fluxo de produção, pode ser evidenciado que ao longo da execução da alvenaria estrutural destacam-se quatro tipos de perdas com naturezas distintas, que são: perdas por substituição, transporte, movimentação, espera e processamento.

As perdas com origem por substituição têm como momento de incidência a produção, no qual houve a substituição de blocos menores não comprados por blocos com dimensões maiores que foram cortados, e a utilização de espessuras maiores de argamassa de assentamento para não utilização de alguns tipos de blocos. Desse modo, sua origem ocorreu por não compra de todos os tipos de blocos, ou seja, houve uma falha no gerenciamento da obra que é responsável pelo suprimento dos materiais.

Por sua vez, a perda por origem de transporte tem como momento de incidência evidenciado pelos diversos manuseios dos blocos cerâmicos para que cheguem até às frentes de trabalho no pavimento. Portanto, tem como origem as medidas adotadas pela gestão da obra que não previu a colocação de todos os blocos no pavimento e sua posterior colocação próximo às frentes de trabalho. Por outro lado, outros materiais tiveram o duplo manuseio evidenciado, porém, não

sofreram danificações ao longo desse processo como a argamassa de assentamento e o aço.

Do mesmo modo, a perda que tem como origem a movimentação possui seu momento de incidência também na produção com a necessidade de pegar os blocos que muitas vezes não estão próximos às frentes de trabalho e a ida até o centro do pavimento para o corte dos blocos que não foram comprados, portanto, tem como origem o gerenciamento da obra.

A perda que tem como natureza a espera possui o momento de incidência na produção, que é a espera pelo transporte dos blocos e materiais que nem sempre estão no pavimento, gerando assim a ociosidade da mão de obra que fica esperando a chegada desse material e, muitas vezes, para não ficar ociosa faz a substituição por blocos maiores que são cortados e também fazem o aumento da espessura da argamassa de assentamento para não utilização das bolachas. Portanto, possui como origem o gerenciamento da obra pela não compra de todos os materiais e por não colocar todos os tipos de blocos próximos às frentes de trabalho.

Da mesma forma, a perda por processamento tem como momento de incidência na produção com o seu método adotado, tem como origem a deficiência de padronização para determinação das dosagens corretas dos insumos para processamento do graute, que é decorrente da falta de um ambiente adequado de trabalho. Ou seja, tem como origem a ausência de planejamento da obra, já que não foi previsto um local apropriado para uma central de argamassa com os equipamentos apropriados para que permitissem a dosagem correta dos materiais, resultando em um traço padronizado.

5.2 ANÁLISE DOS INDICADORES DE PERDAS

A partir dos resultados obtidos pelos indicadores de perdas buscou-se a identificação dos resultados através do entendimento do fluxo de produção. A maioria dos resultados enfatizaram e quantificaram as perdas citadas anteriormente.

5.2.1 Produtividade

Ao analisar os indicadores de perdas de produção de 41,85% no quarto pavimento do Bloco 1 e de 62,71% no quarto pavimento do Bloco 2, buscou-se justificativas no canteiro de obras e chegou-se às seguintes conclusões:

- a) não houve compra de todas as dimensões dos blocos cerâmicos e por esse motivo os bloqueiros cortam os outros blocos com dimensões maiores para suprir as necessidades. E para fazer esse procedimento eles vão até o meio do pavimento, onde sempre está disponível uma serra circular para o corte dos blocos (procedimento que não deveria ocorrer nesse método construtivo);
- b) apenas os blocos 14x19x29 encontram-se próximos às frentes de trabalho, aumentando assim os deslocamentos e esperas para suprir as necessidades de outros materiais;
- c) os blocos 14x19x44 e 14x19x14 encontram-se no centro do pavimento e quando necessários os bloqueiros deslocam-se para pegá-los;
- d) as calhas baixas 14x11x29 não estão no pavimento, aumentando a espera para deslocamento desse material quando necessário sua utilização;
- e) muitas vezes, para não ir até o meio do pavimento e cortar os blocos, eles aumentam a espessura da argamassa de assentamento para não utilizar os blocos 14x19x4 (bolacha);
- f) existem dois serventes que auxiliam o transporte de blocos cerâmicos, argamassa de assentamento e graute, além da execução até a sétima fiada: um fica no térreo para colocar os materiais no guincho e o outro em cima do pavimento para fazer o recebimento e colocar os materiais na laje e, quando possível, próximo às frentes de trabalho. Outros materiais como ferro e treliça também são deslocados manualmente.

Com base nas análises desse indicador, fica evidente que as perdas na produção têm como um dos motivos decorrentes a espera e a movimentação, e que seu momento de incidência e origem já foram descritas anteriormente através do entendimento do fluxo de valor.

Outro ponto importante que deve ser destacado é que se a produção fosse satisfatória, a execução de um pavimento seria realizada em apenas 6 dias, o que está longe de acontecer, pois segundo a gestão da obra, a produção sempre obteve uma base de 10 dias para executar cada pavimento. Esse ponto pode destacar também uma meta superestimada, pois com base no SINAPI a produtividade evidenciada é superior do que o estabelecido.

5.2.2 Blocos

Com base nos indicadores de blocos necessários x utilizados, ilustrado na Tabela 8, buscou-se justificativas no canteiro de obras e concluiu-se o seguinte:

- a) apesar da calha alta 14x19x29 ser mais frágil que a calha baixa 14x11x29, ela obteve menos perdas (22,36%); isso porque as calhas altas são colocadas em *pallets* diretamente no pavimento onde será utilizado, como resultado as calhas baixas tiveram mais perdas (49,70%) decorrente do transporte;
- b) blocos 14x19x4 (bolacha) não foram comprados, em decorrência disso os bloqueiros utilizam as calhas 14x19x29 (calha alta) que são cortadas. Outro aspecto importante é que muitas vezes para não utilização desse material os bloqueiros aumentaram a espessura da argamassa de assentamento;
- c) blocos 14x19x9 e 14x19x19 foram comprados apenas uma vez e, por consequência disso, foram utilizados outros blocos maiores cortados;
- d) para os blocos com dimensões 14x19x39 (que não existe), são utilizados os blocos com dimensões 14x19x44 submetidos a corte;
- e) os blocos 14x19x24 tiveram muitas perdas decorrentes por transporte, pois não haviam *pallets* no pavimento, e pela sua substituição dos blocos menores que não foram comprados em sua totalidade;
- f) os blocos 14x19x44 tiveram grandes perdas por substituir os blocos 14x19x39 e pelo transporte do meio da laje até às frentes de trabalho;
- g) os blocos 14x19x29 foram os que tiveram menos perdas (6,45%); isso ocorre visto que os *pallets* são colocados nas frentes de trabalhos, evitando assim perdas decorrentes por transporte.

Ao analisar as perdas totais, conforme Tabela 9, conclui-se que foi utilizado uma área 11,36% a mais de blocos, isto é, houve uma perda de 11,36% de material cerâmico. A gestão da obra estabelece uma perda de 10% nesse material, ou seja, houve perdas superiores a estabelecidas de 1,36% a mais.

Com base na comparação de perdas usando como composição do SINAPI concluiu-se que houve 7,51% a mais de perdas do que o estabelecido.

Portanto, ao analisar esses indicadores observa-se perdas significativas nesse material, que deveria ser bastante controlado, pois ele representa um custo por pavimento tipo de R\$ 8.496,82, ou seja, 73,96% do custo total sobre os materiais. Desse modo, com base nos parâmetros estabelecidos pela gestão da obra houve uma perda de 1,36% a mais do que o estabelecido, e só um pavimento tipo representa um custo a mais de R\$ 115,56. Com base no SINAPI esse custo a mais é de 7,51%, o que representa um custo de R\$: 638,11 por pavimento tipo.

Com base nessas análises evidencia-se que as perdas nesse material têm como principal origem perdas decorrentes do transporte e substituição que já foram evidenciadas através da análise do fluxo de produção, porém, com essa análise enfatiza-se e quantifica-se esses dois tipos de perdas.

Portanto, as perdas que têm com origem o transporte são enfatizadas, pois os blocos cerâmicos com maiores índices de perdas são os que não estão armazenados no pavimento. E os que estão armazenados no pavimento, porém longe das frentes de trabalho, sofreram um índice um pouco menor, mas ainda significativo, e, o bloco que possui o menor índice de perdas é o único que está armazenado próximo às frentes de trabalho. Portanto, esse tipo de perda tem como momento de incidência o transporte que começa no recebimento até chegar na produção, possuindo assim a origem no gerenciamento da obra.

Também foram evidenciadas perdas significativas baseadas na substituição de blocos que não foram comprados por dimensões maiores que foram cortados, e a utilização de espessuras maiores de argamassa de assentamento. Portanto, esse tipo de perda tem como momento de incidência a produção, pois a não compra desse material fez com que a produção utilizasse outros blocos para continuar produzindo, possuindo assim a origem no gerenciamento da obra, que é responsável pelo suprimento.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é um dos principais pontos positivos desse método construtivo é a racionalização dos materiais, principalmente dos blocos cerâmicos, pois as dimensões das paredes são pensadas para que não sejam necessários os seus cortes. Como não ocorreu a compra de alguns determinados blocos esse sistema tornou-se ineficiente.

5.2.3 Argamassa de Assentamento

Com base na diferença no volume de argamassa de assentamento entregue e a necessária, se obteve os indicadores de perdas de 76,35% para executar o quarto pavimento do Bloco 1 e 24,48% para executar o quarto pavimento do Bloco 2. Ao analisá-los, buscou-se justificativas no canteiro de obras chegando às seguintes conclusões:

- a) a diferença de 2,5m³ entre os dois pavimentos obteve-se por decorrência de um período propício de chuvas, já que nos dias 15 e 19 de março ocorreu chuvas fortes, impossibilitando a execução da alvenaria, como consequência disso nos dias 15, 18, 19 e 20, a argamassa que iria ser perdida foi utilizada pela gestão da obra para execução de reboco interno;
- b) aumento da espessura da argamassa de assentamento para não utilização de determinadas dimensões de blocos, principalmente os 14x19x4 (bolacha).

A gestão da obra estabelece uma perda de 10% na compra de materiais, desse modo houve perdas superiores ao estabelecido de 66,35% para executar o quarto pavimento do Bloco 1 e 14,48% para executar o quarto pavimento do Bloco 2.

Porém, com base na comparação de perdas usando a composição do SINAPI concluiu-se que a execução do quarto pavimento do Bloco 1 obteve 39,8% a mais de perdas do que estabelecido, e o quarto pavimento do Bloco 2 obteve 1,32% a menos de perdas do que estabelecido.

Desse modo, podemos concluir com base no SINAPI que as perdas por aumento da espessura da argamassa de assentamento não geraram perdas significativas, pois a execução dos dois blocos seguiu o mesmo método de

execução. Logo, o que gerou perdas a mais do que o estabelecido foi a não utilização do material para sua finalidade.

Portanto, com base nesse indicador observa-se uma perda significativa com origem no estoque, pois ocorreu o armazenamento de materiais na obra muito antes da sua utilização, e para não ocorrer uma perda maior esse material foi utilizado para executar reboco interno. Essa perda tem como momento de incidência o não cancelamento da compra desse material em períodos em que sua utilização não seria possível, assim sendo, tem como origem a falta de planejamento de curto prazo no gerenciamento da obra.

Outro aspecto importante é que a mesma empresa que fornece argamassa de assentamento será responsável pelo fornecimento de reboco interno, possibilitando assim que em dias que não for viável a execução da alvenaria, o fornecimento de argamassa de assentamento seja substituído por argamassa específica para reboco com o objetivo de não deixar a mão de obra ociosa. Mas isso depende do planejamento da gestão, esquematizando antecipadamente o andamento da produção com programações de curto prazo, ou seja, analisar os eventuais problemas que poderão ocorrer ao longo da semana.

Portanto, ao analisar esses indicadores observamos perdas significativas nesse material, que deveria ser bastante controlado, pois ele representa um custo por pavimento tipo de R\$ 1.372,50, ou seja, 11,95% do custo total sobre os materiais. Desse modo, com base nos parâmetros estabelecidos pelo SINAPI houve uma perda de 38,48% a mais do que o estabelecido para executar os dois pavimentos, e isso representa um custo a mais de R\$ 528,14. E, com base no estabelecido pela obra houve um custo a mais de R\$ 1.109,39 para executar os dois pavimentos, que tiveram perdas de 66,35% e 14,48% a mais do que o estabelecido.

5.3 ANÁLISE VISUAL DE PERDAS

Ao analisar as perdas encontradas visualmente, pode-se concluir que as áreas de quebras de blocos tiveram como origem o transporte desse material. Do mesmo modo, se ressaltou a não padronização dos tamanhos das juntas de argamassa de assentamento, decorrente da substituição dos blocos, principalmente das bolachas, por argamassa de assentamento. Portanto, só enfatizou o que já foi determinado através do fluxo de produção e indicadores de perdas.

Porém, ao analisar as perdas do aço, conclui-se que tem como origem o processamento, tendo como momento de incidência a produção. Porém, a sua origem é decorrente do que é estabelecido em projeto. Contudo, sempre haverá perdas na utilização desse material decorrentes do corte e dobra que segundo a gestão da obra essa perda está dentro dos parâmetros estabelecidos, já que a mesma estabelece a compra de 10% a mais desse material.

As perdas por estocagem têm como momento de incidência o armazenamento incorreto dos agregados colocados em baias com contato direto com o solo, fazendo com que parte desses insumos sejam misturados. Também é decorrente do armazenamento improprio da água para amassamento em tonéis, gerando a contaminação da água com ferrugem do tonel. Portanto, possui como origem o planejamento da obra que não adotou medidas adequadas para o correto armazenamento desses insumos.

5.4 ALTERNATIVAS PARA A REDUÇÃO OU ELIMINAÇÃO DAS PERDAS IDENTIFICADAS

As perdas evidenciadas no processo de execução da alvenaria estrutural tiveram como principal origem o gerenciamento da obra.

Isso pôde ser evidenciado na não compra de todos os tipos de materiais cerâmicos, fazendo com que os bloqueiros fizessem a substituição por outras matérias com valor agregado superior como os blocos com dimensões maiores e o aumento da espessura do reboco para não utilização das bolachas.

Outro ponto que foi destacado foi a não colocação de todos os tipos de materiais cerâmicos no pavimento e outros tipos de materiais próximos às frentes de trabalho, fazendo com que os bloqueiros se deslocassem para conseguir o material e cortá-los e/ou esperassem a chegada até o pavimento, isso gerou a perda por espera e movimentação.

Também acarretou em perdas significativa com a compra de argamassa de assentamento em dias de chuvas.

Portanto, esses tipos de perdas podem ser minimizados com a compra de todos os materiais cerâmicos, a correta colocação de todos os tipos de blocos no pavimento, se possível próximos às frentes de trabalho, e o planejamento de curto

prazo nos pedidos de entrega de argamassa de assentamento, possibilitando a não entrega desse material em época de chuvas.

As perdas que tiveram como origem a planejamento da obra são evidenciadas pelo incorreto armazenamento dos materiais que deveriam estar em locais apropriados, como a água para amassamento em um tonel e os agregados em baias com contato direto com o solo. Também teve como posto-chave a não construção de uma central de argamassa com equipamentos apropriados que permitissem a correta padronização do traço do graute.

Desse modo, esses tipos de perdas poderiam ser evitados com a construção de uma central de argamassa apropriada e a execução de um concreto magro nas baias de agregados, com o objetivo de não haver o contato direto do material com o solo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como objetivo identificar e quantificar perdas, ressaltando a sua natureza, o momento de incidência e a sua origem, com o principal intuito de enfatizar os tipos de perdas encontrados ao longo da execução da alvenaria estrutural do empreendimento imobiliário analisado. Esse estudo de caso realizou-se em uma obra residencial que está sendo construída em Novo Hamburgo/RS.

Com base na metodologia adotada, pôde-se analisar seis tipos de perdas com naturezas distintas e tendo como principal origem o planejamento e o gerenciamento do empreendimento.

As perdas que mais se destacaram foram por falta de logística, enfatizando assim uma ineficiência de fluxo e armazenamento. Essa ineficiência pôde ser analisada através do *layout* estabelecido pela gestão da obra dos *pallets* que se encontravam no pavimento próximos às frentes de trabalho, não colocando todas as variabilidades de blocos no pavimento. Isso gerou perdas por transporte, movimentação, espera e substituição.

Outro ponto importante é que um empreendimento em alvenaria estrutural deve seguir corretamente o projeto, visto que corresponde a parte estrutural. O traço incorreto do graute, juntas de argamassa de assentamento maiores do que o especificado e trincas nos blocos podem comprometer a estrutura.

Deve ser ressaltado é que não houve a padronização do modo de produção do graute. Segundo a gestão da obra isso ocorreu pois se o graute fosse comprado pronto em sua totalidade haveria uma perda de menos de 0,5m³. Porém, a não compra desse material pronto resultou em outros tipos de perdas não mensuráveis, pois os serventes estavam ocupados nessa tarefa.

Portanto, para um futuro trabalho, esse estudo possibilitou analisar um outro tipo de natureza de perda que é gerada pela não padronização dos materiais e que resulta em outros tipos de perdas.

REFERÊNCIAS

ASSUMPÇÃO, J. F. P.; LIMA JUNIOR, J. R. Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios.

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, n. 173, 1996.

Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00173.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2017.

BARBOSA, A. A. R.; MUNIZ, J.; SANTOS, A. U. Contribuição da logística na indústria da construção civil brasileira. **Revista Ciências Exatas**, Rio de Janeiro, v. 2, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/exatas/article/viewFile/707/667>>. Acesso em: 07 dez. 2017.

Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/exatas/article/viewFile/707/667>>. Acesso em: 07 dez. 2017.

CIOCCHI, L; ABBATE, V. Layout correto torna obra mais produtiva e segura. **Pini Web**, [S.I.], 04 fev. 2004. Disponível em: <<http://piniweb17.pini.com.br/construcao/noticias/layout-correto-torna-obra-mais-produtiva-e-segura-79892-1.aspx>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

COSTA, D. B. **Diretrizes para concepção, implantação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil**. 2003. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/3457>>. Acesso em: 20 set. 2017.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008. Livro eletrônico.

DEPEXE, M. D. et al. Aplicação da técnica da linha de balanço segundo os princípios da lean construction. In: ENTAC, 1006, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSC, 2006. p. 2219-2228. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_2219_2228.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2017.

ELIAS, S. J. B. et al. **Planejamento do layout de canteiros de obras: aplicação do SLP (Systematic Layout Planning)**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. **Anais eletrônicos...** Niterói: ABEPRO, 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART298.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2017.

FORMOSO, C. T. Lean construction: princípios básicos e exemplos. **Pini Web**, [S.I.], 10 out. 2002. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/lean-construction-principios-basicos-e-exemplos-80714-1.aspx>>. Acesso em: 29 out. 2017.

FORMOSO, C. T. et al. As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. **Egatea: Revista da Escola de Engenharia**, Porto Alegre, v. 25, n. 3, p. 45-5, 1997. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/perdas.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

FRITSCHÉ, C. et al. Layout de canteiro de obras da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1996, Piracicaba. **Anais eletrônicos...** Piracicaba: ABEPRO, 1996. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/josyannegiستا/ Disciplinas/projeto-integrador/2016-subsequente/layout-canteiro-obras>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

GHINATO, P. **Livro produção & competitividade**: aplicações e inovações. Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza. Recife: UFPE, 2000. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/294131/Fundamentos-do-Sistema-Toyota-de-Producao?doc_id=294131&download=true&order=438236081#>. Acesso em: 09 out. 2017.

HEINECK, L. F. M. Dados básicos para a programação de edifícios altos por linha de balanço. In: CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL, 1996, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSC, 1996. p. 167-173. Disponível em: <<http://www.construtoracastelobranco.com.br/aempresa/ps-37/files/linhabalanco.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

JACÓ, R; MEIRA, A. Armazenamento de materiais em canteiros de obras: uma análise prática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 1., 2005, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre: UFRGS, 2005. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

LOTURCO, B. **Saiba como calcular material de construção na prática**. [S.l.], 18 out. 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/como-calcular-material-de-construcao/#comment-3705257778>>. Acesso em: 14 mar. 2018. Blog: SIENGE.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2015. Livro eletrônico.

MEIRA, A. R et al. **Metodologia para redução das perdas na construção civil**. [S.l.], 1998. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8188/1/1998_eve_lfmheineck_metodologia.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2017.

MENDES, J. R; HEINECK, L. F. M. Dados básicos para programação de edifícios com linha de balanço: estudos de casos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: ANTAC, 1998. p. 687-695. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

OHNO, T. **[Frases e pensamentos]**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.pensador.com/autor/taiichi_ohno/>. Acesso em: 13 maio 2018.

PERES, J. Perdas na construção civil. **EBAH**, Paraná, 2013. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAYVMAF/perdas-na-construcao-civil#comments>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Manual de trabalho de uma ferramenta enxuta. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SINAPI). **Relatório de insumos e composições**. Brasília, DF, mar. 2018. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_660>. Acesso em: 09 mar. 2018.

SOUZA, U. E. L. Redução do desperdício de materiais através do controle do consumo em obra. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 17., 1997, Gramado. **Anais eletrônicos...** Gramado, 2018. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T3115.PDF>. Acesso em: 15 nov. 2017.

WERKEMA, M. C. **Lean seis sigma**: introdução às ferramentas do lean manufacturing. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

ANEXO A – COMPOSIÇÃO SINAPI 89296 COM DATA BASE DE 02/2018

PARE	89296	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² , COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 12/2014	M2	
INSUMO	34547	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	M	0,3950000
INSUMO	34586	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	13,7600000
INSUMO	34649	CANALETA ESTRUTURAL CERAMICA, 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	2,8000000
INSUMO	34788	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	1,4000000
COMPOSICAO	87286	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 06/2014	M3	0,0141000
COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,9000000
COMPOSICAO	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,4500000

Fonte: SINAPI (2018).