

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**PEDRO AUGUSTO PACHECO FLORENTINO**

**ANÁLISE DA PERDA DE BLOCOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO EM UMA  
OBRA DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR: ESTUDO DE CASO**

São Luís

2018

**PEDRO AUGUSTO PACHECO FLORENTINO**

**ANÁLISE DA PERDA DE BLOCOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO EM UMA  
OBRA DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR: ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. João Aureliano De Lima Filho

São Luís

2018

F633a

Florentino, Pedro Augusto Pacheco.

Análise da perda de blocos estruturais de concreto em uma obra de habitação multifamiliar: estudo de caso / Pedro Augusto Pacheco Florentino. – São Luís, 2018.

79 f. il.; color.

Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Inclui bibliografia e anexos.

Orientador: Prof. Esp. João Aureliano de Lima Filho.

1. Blocos de concreto estrutural. 2. Perda. 3. Quantitativo. 4. Índices de Perda.  
I. Título. II. Lima Filho, João Aureliano de.

CDU: 691:711.41(812.1)

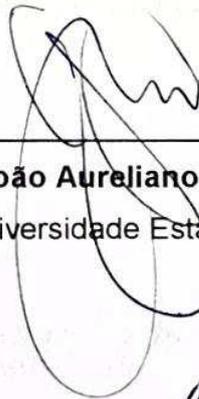
**PEDRO AUGUSTO PACHECO FLORENTINO**

**ANÁLISE DA PERDA DE BLOCOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO EM UMA  
OBRA DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR: ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 26 / 06 / 2018

BANCA EXAMINADORA:



---

**Prof. Esp. João Aureliano De Lima Filho (Orientador)**  
Universidade Estadual do Maranhão



---

**Prof. Me. José Tadeu M. Serra**  
Universidade Estadual do Maranhão



---

**Prof. Dr. Eduardo Aurélio Barros Aguiar**  
Universidade Estadual do Maranhão

## **AGRADECIMENTOS**

Impossível iniciar qualquer tipo de agradecimento e não começar pelos meus pais. Oliveira Florentino Filho e Adísia Maia Pacheco Florentino. Os dois alicerces sobre os quais me apoiei e ainda me apoio. O sacrifício diário de ambos, para além do meu simples sustento, mostrou a importância de valorizar o que se tem. A educação a que fui submetida estimulou a ambição pelo conhecimento e a dedicação aos estudos. Afirmando que, sem a influência de ambos, não estaria apresentando este TCC.

O segundo agradecimento vai para aquele que tudo oferta, Deus. Não como um carrasco em vigília sobre os erros e acerto, mas como aquele que tudo provê. Deus é responsável pelo esclarecimento, vocação, perseverança e sucessos. A Graça de Deus a tudo contempla, deste modo, é necessário, de fato, agradecer.

E por fim, agradecer àqueles que acompanharam de perto os altos e baixos dos anos de universidade. Primeiramente, meu amor Rayara Fiterman Rodrigues que trilha ao meu lado desde antes do vestibular e é a âncora para as tormentas impostas pela vida. Agradeço também ao meu orientador, Prof. Esp. João Aureliano de Lima Filho, pelo apoio, não só durante a monografia, mas também durante o curso como professor e coordenador. E por fim, aos meus poucos amigos de universidade que tornaram prazerosos os anos de graduação.

*"Medir é importante: o que não é medido não é gerenciado" (KAPLAN; NORTON 1997)*

## RESUMO

Cresce atualmente a necessidade de reduzir resíduos e proteger o meio ambiente. Associado a esse fator, o mercado financeiro se torna mais competitivo exigindo das empresas melhoria nas políticas de gestão e na eficiência produtiva. Já que habitações de baixo custo estão sendo incentivadas pelo governo no Brasil, a presente pesquisa se enquadra nas prerrogativas apresentadas por estudar um dos insumos base do sistema construtivo mais utilizados em empreitadas de habitação de nível popular, os blocos de alvenaria estrutural. O presente estudo quantificará, em obra de habitação multifamiliar de padrão popular em São Luís do Maranhão, as perdas dos blocos de concreto estrutural (BCE) através de índices de perda físicos (IPM) e índices de perda financeiros (IPF). Esse quantitativo é base para qualquer decisão de gestão para melhoria da eficiência na produção. A metodologia aplicada na obtenção dos dados de perda é útil não só diretamente em obras que apresentam alvenaria estrutural por sistema construtivo, mas também indiretamente por apresenta diretrizes de pensamento que podem ser estendidas para outros insumos, tornando-se ferramenta útil na gestão de canteiros de obra.

Palavras-Chaves: Blocos de concreto estrutural. Perda. Quantitativo. Índices de Perda.

## **ABSTRACT**

Now a day to reduce the waste and to protect the environment is a global tendency. Moreover, the financial market has been increasing in competitiveness demanding improvement of the management politics and productivity efficiency from the companies. Since low cost habitation has been encouraged by the Brazilian government, this research fits the needy of the just presented facts, because it studies one of the base inputs of the constructive system most used in low cost habitations, the structural concrete masonry unity. This research will quantify, in a multifamily low standards habitational construction in São Luís of Maranhão, the loss of concrete masonry unities by getting physical indexes and financial indexes of the lost. This quantity is base for any management decisions that may improve the production efficiency. The methodology applied to get the loss data works not only directly in constructions that presents structural masonry as constructive system, but also indirectly by showing guidelines that fits to another inputs, becoming a useful tool in construction site management.

Keywords: Concrete Masonry Units. Loss. Quantity. Indexes of Lost.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Ilustração dos índices de perda.....	19
<b>Figura 2</b> - Bloco vazado de concreto simples .....	24
<b>Figura 3</b> – Bloco tipo canaleta .....	25
<b>Figura 4</b> – Bloco tipo compensador .....	25
<b>Figura 5</b> – Fluxograma das etapas de pesquisa.....	29
<b>Figura 6</b> – Fluxograma das etapas de produção .....	31
<b>Figura 7</b> – Fotos panorâmicas da elevação da alvenaria estrutural .....	34
<b>Figura 8</b> – Blocos estruturais usados na obra estudada.....	34
<b>Figura 9</b> - Manipuladora em serviço .....	37
<b>Figura 10</b> - Pilhas de blocos inutilizados devido à quebra na execução.....	39
<b>Figura 11</b> - Amarração dos blocos sobre pallets .....	41
<b>Figura 12</b> - Blocos danificados pela amarração.....	41
<b>Figura 13</b> - Pallet extraviado pela manipuladora .....	41
<b>Figura 14</b> - Quebra de bloco para passagem de instalações complementares .....	42
<b>Figura 15</b> - Blocos usados como espaçadores.....	43
<b>Figura 16</b> – Bloco para boneca das portas da suíte .....	43

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Perdas materiais médias por bloco .....	49
<b>Gráfico 2</b> – Perdas financeiras médias por bloco .....	49
<b>Gráfico 3</b> – Índices de perda material por pavimento .....	52
<b>Gráfico 4</b> – Índices de perdas financeiras por pavimento .....	53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Exemplo das perdas segundo sua natureza, incidência e origem .....	17
<b>Tabela 2</b> - Comparativos de pesquisas de perda de materiais .....	20
<b>Tabela 3</b> – Classificação quanto dimensões nominais.....	25
<b>Tabela 4</b> – Classificação quanto a resistência característica à compressão, absorção e retração .....	26
<b>Tabela 5</b> – Tabela de cálculo dos índices de perda.....	31
<b>Tabela 6</b> – Blocos de alvenaria estrutural por térreo tipo.....	35
<b>Tabela 7</b> – Blocos de alvenaria estrutural por pavimento tipo.....	36
<b>Tabela 8</b> – Blocos de alvenaria estrutural por pavimento barrilete tipo.....	36
<b>Tabela 9</b> – Pavimentos Estudados .....	37
<b>Tabela 10</b> – Indicadores de perda: Bloco II, 2º Pavimento. ....	44
<b>Tabela 11</b> – Indicadores de perda: Bloco II, 3º Pavimento .....	44
<b>Tabela 12</b> – Indicadores de perda: Bloco II, Pavimento Barrilete .....	45
<b>Tabela 13</b> – Indicadores de perda: Bloco III, 2º Pavimento .....	45
<b>Tabela 14</b> – Indicadores de perda: Bloco III, 3º Pavimento .....	46
<b>Tabela 15</b> – Indicadores de perda: Bloco V, Pavimento Térreo.....	46
<b>Tabela 16</b> – Indicadores de perda: Bloco V, 1º Pavimento .....	47
<b>Tabela 17</b> – Indicadores de perda: Bloco VI, Pavimento Térreo.....	47
<b>Tabela 18</b> – Indicadores de perda: Bloco VI, 1º Pavimento .....	48
<b>Tabela 19</b> – Previsão das perdas para 1 bloco padrão.....	54
<b>Tabela 20</b> – Índices de perda por bloco do empreendimento .....	54
<b>Tabela 21</b> – Projeção das perdas para o empreendimento estudado.....	54
<b>Tabela 22</b> – Recomendações para evitar as perdas na obra sob estudo .....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCE	Bloco de Concreto Estrutural
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
MCMV	Minha Casa, Minha Vida
SGQ	Sistemas de Gestão da Qualidade
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PCD	Pessoas com Deficiência
CEF	Caixa Econômica Federal
IPM	Índices de Pedra Material
IPF	Índices de Perda Financeiro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1 Justificativa</b> .....	12
<b>1.2 Objetivo</b> .....	15
1.2.1 Objetivo Geral .....	15
1.2.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>1.3 Limitações do Tema</b> .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
<b>2.1 Perdas na Construção Civil</b> .....	16
2.1.1 Classificação das Perdas .....	18
2.1.2 Indicadores de Perdas.....	19
<b>2.2 Alvenaria Estrutural</b> .....	21
2.2.1 Definição .....	21
2.2.2 Tipos de Blocos de Concreto .....	24
2.2.3 Método Executivo .....	26
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	29
<b>3.1 Etapas de Pesquisa</b> .....	29
<b>3.2 Coleta de Dados em Campo</b> .....	30
<b>4 ESTUDO DE CASO</b> .....	32
<b>4.1 Sobre a Empresa</b> .....	32
<b>4.2 Descrição da Obra</b> .....	32
4.2.1 Generalidades .....	32
4.2.2 Execução.....	33
<b>4.3 Caracterização da Execução da Alvenaria</b> .....	36
<b>4.4 Identificação das Perdas</b> .....	38
4.4.1 Definição dos focos de perda .....	38
<b>4.5 Inspeção Quantitativa das Perdas de Blocos</b> .....	43
<b>4.6 Avaliação das Perdas</b> .....	48
4.6.1 Avaliação por bloco .....	48
4.6.2 Avaliação por pavimento .....	52
4.6.3 Projeção das perdas.....	54
4.6.4 Propostas de solução .....	55
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	57

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	58
<b>ANEXO A – ESQUEMA DA FACHADA</b> .....	62
<b>ANEXO B – ESQUEMA LATERAL DO EMPREENDIMENTO</b> .....	63
<b>ANEXO C – PRIMEIRA FIADA TÉRREO</b> .....	64
<b>ANEXO D – SEGUNDA FIADA TÉRREO</b> .....	65
<b>ANEXO E – PRIMEIRA FIADA PAVIMENTO TIPO</b> .....	66
<b>ANEXO F – SEGUNDA FIADA PAVIMENTO TIPO</b> .....	67
<b>ANEXO G – PRIMEIRA FIADA BARRILETE</b> .....	68
<b>ANEXO H – SEGUNDA FIADA BARRILETE</b> .....	69
<b>ANEXO I – DETALHES DO PROJETO ESTRUTURAL</b> .....	70
<b>ANEXO J – DETALHES DAS PAREDES 1, 2, 7 E 9</b> .....	71
<b>ANEXO K – DETALHES DAS PAREDES 12, 21 E 17</b> .....	72
<b>ANEXO L – DETALHES DAS PAREDES 23, 47, 49 E 51</b> .....	73
<b>ANEXO M – DETALHES DAS PAREDES 53, 54, 57 E 59</b> .....	74
<b>ANEXO N – DETALHES DAS PAREDES 60a E 66</b> .....	75
<b>ANEXO O – DETALHES DAS PAREDES DO BARRILETE</b> .....	76

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a economia brasileira passa por um período de recessão. Por conseguinte, diversos segmentos industriais, incluindo a engenharia, buscam cortar custos e aperfeiçoar seus produtos dando ênfase à qualidade e evitando desperdícios.

No setor da construção civil, pesquisas tecnológicas têm indicado como alternativa ao modelo construtivo padrão (vigas e pilares) o uso da alvenaria estrutural. Segundo Wendler (2001), a economia de uma obra em alvenaria estrutural de até 10 pavimentos pode variar entre 15 e 20% do custo total. Isso se dá devido à diminuição consumo de fôrmas, aço, concreto e revestimentos argamassados, além de ter vantagens na velocidade de execução.

Entretanto, cuidados devem ser tomados na execução do sistema construtivo em alvenaria estrutural. Segundo Figueiró (2009), a execução da alvenaria é considerada como uma etapa responsável pelos maiores índices de desperdício de materiais de uma obra.

Nesse contexto, os esforços de melhoria na eficiência usando alvenaria estrutural serão minimizados caso não aliados a medidas de cuidado com o desperdício e com a geração de resíduos.

É evidente que boa parte das perdas de material é previsível e a maioria é remediável. Por isso é importante que o setor da construção civil se mobilize, no sentido de reduzir as perdas existentes, através da introdução de novos métodos e filosofias de gestão (AGOPYAN *et al*, 1998).

Se torna evidente a necessidade de realizar controle da utilização dos blocos de concreto no sistema construtivo em alvenaria estrutural. Dessa forma, será possível quantificar e qualificar as perdas e assim gerar índices que influenciarão positivamente o orçamento, o uso do insumo, a produtividade e a geração de resíduos.

### 1.1 Justificativa

Três motivos principais evidenciam a importância do tema. O primeiro deles é o valor ecológico da redução de resíduos na construção; o segundo é referente ao aumento da preocupação das empresas com a gestão de qualidade, melhora na produtividade e no desempenho na economia de insumos; e, por fim, o aumento significativo do uso de alvenaria estrutural como método construtivo no Brasil.

A questão ambiental é crucial na análise da perda de blocos de concreto na execução da alvenaria estrutural. De acordo com Pinto (1999), 50% do material que entra numa obra sai dela em forma de resíduo. Corroborando aos índices, Lima (2001) afirma que, de todos os resíduos sólidos gerados numa cidade, um terço corresponde à atividade da construção civil, podendo atingir 50% em alguns municípios.

Segundo Souza *et al* (2004), nos últimos anos, cresce o interesse por políticas públicas para os resíduos gerados pelo setor da construção civil devido a importância das questões ambientais. Já que a perda de materiais equivale ao desperdício de recursos naturais, o que coloca a indústria da construção civil no centro das discussões na busca pelo desenvolvimento sustentável.

O levantamento do desperdício dos blocos de concreto no sistema construtivo em alvenaria estrutural colabora com a redução das perdas no que tange a preocupação com a questão do meio ambiente. A pesquisa serve de base para providências corretivas em relação ao desperdício dos blocos de concreto na alvenaria estrutural.

Outro motivo que torna importante a pesquisa sobre perda de bloco de concreto estrutural (BCE) é o crescimento do uso de alvenaria estrutural como método construtivo. A alvenaria estrutural vem ganhando espaço na construção civil brasileira. Esse sistema construtivo atingiu o auge no Brasil na década de 80, disseminada com a construção dos conjuntos habitacionais, onde ficou tida como um sistema para baixa renda. Entretanto, devido a inexperiência dos profissionais da época, o desperdício e as patologias fizeram com que o sistema perdesse espaço (KALIL; LEGGERINI, 2009).

Atualmente, no Brasil, com a abertura de novas fábricas de materiais assim como o desenvolvimento de pesquisas com a parceria de empresas do ramo (cerâmicas, concreteiras, etc.) construtoras se interessam pelo sistema (KALIL; LEGGERINI, 2009).

Outro ponto importante para o aumento da utilização da alvenaria estrutural se encontra no incentivo, nos últimos anos, à construção de habitação popular no Brasil. Segundo o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE, 2014), investimentos públicos e privados, programas como Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Minha Casa, Minha Vida (MCMV) aceleraram e mantêm o segmento da construção civil estatisticamente

positivo. Muitas das obras do programa MCMV são realizadas em alvenaria estrutura. A escolha por este tipo de estrutura se dá devido às vantagens de construção, como menor desperdício de material e mão de obra, redução do tempo de execução, com redução de custo, projetos objetivando a máxima repetitividade, simetria e modulação (MACHADO,2014).

Diante dos fatos, o estudo da perda dos blocos de concreto na execução da alvenaria estrutural apoia o desenvolvimento desse método construtivo. Torna-se relevante acrescentar ao acervo bibliográfico estudos como esse devido a evidência atual do sistema construtivo.

O foco Atual na gestão de qualidade, na eficiência e na eficácia também é motivo que torna o estudo da perda dos BCE relevante. Para Perdigão e Perdigão (2012) o foco dos Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ's) é, através da qualidade dos produtos, satisfazer ao máximo os clientes. Então, pode-se definir esse tipo de gestão como ações que compõem às construtoras a melhorarem sua produtividade e serviços.

Segundo Prado (2003), o objetivo do Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ's) é fazer com que o produto final tenha qualidade. A forma de obter tal parâmetro é reduzir o desperdício de tempo e de material, minimizar os custos e uso de mão de obra especializada e capacitada.

Além disso, segundo Souza (2001) a Construção Civil busca, atualmente, o aumento da eficiência em seu processo de produção. O motivo da busca é o acirramento da competição que gera a necessidade de redução de custos, e a valorização da produção. Para o pesquisador, o objetivo a ser perseguido é a redução das perdas no uso dos recursos físicos no canteiro de obra.

Mostra-se, então, importante realizar a análise do processo de execução da alvenaria estrutural em blocos de concreto. Tal pesquisa pode auxiliar não só na diminuição da perda do insumo bloco de concreto em si, mas também na redução do retrabalho, no desperdício dos insumos associados ao processo e na capacitação da mão de obra para esse tipo de método construtivo.

## **1.2 Objetivo**

### 1.2.1 Objetivo Geral

Quantificar a perda de blocos de concreto estrutural em uma obra habitacional multifamiliar em São Luís-MA.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Identificar a parte da produção da alvenaria aonde acontecem as perdas dos BCE;
- b) Quantificar o número teórico de blocos a ser utilizado em cada pavimento;
- c) Quantificar o número real de blocos utilizados nos mesmos pavimentos;
- d) Calcular indicadores de perda (físico e financeiro) dos blocos de concreto estrutural;
- e) Propor medidas para redução das perdas na obra estudada.

## **1.3 Limitações do Tema**

Não cabe a esse projeto a análise da eficiência na elaboração do projeto estrutural. Também não caberá medir a perda de material durante a utilização dos imóveis após entrega. Tampouco caberá a análise das perdas decorrentes do transporte do material da fábrica até as portas do canteiro.

Apesar de existirem, também estarão fora da análise as despesas físicas e econômicas indiretamente relacionadas a perda dos blocos. Como exemplo, o cálculo de retrabalho da mão de obra e das máquinas que realizam o transporte do material.

O estudo da perda dos blocos de concreto, no presente trabalho, concentra-se na fase de produção da alvenaria estrutural, analisando a perda do insumo do momento que adentra o canteiro de obras até seu local de destino.

## 2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo expõe definições relevantes para a pesquisa realizada. Os conceitos pospostos envolvem, principalmente, o estudo das perdas na construção civil, os tipos de blocos estruturais de concreto e a metodologia executiva da alvenaria estrutural.

### 2.1 Perdas na Construção Civil

Para iniciar o estudo das perdas no processo de execução da alvenaria estrutural em blocos de concreto, deve-se antes, esclarecer o que é a perda na construção civil, sua natureza, classificações e indicadores.

Perez *et al* (2010), dizem que perdas ocorrem no processo produtivo, acrescentando gastos ao orçamento; entretanto, tais gastos podem ser eliminados sem prejuízo da qualidade ou quantidade dos produtos gerados.

Formoso (1995) apresenta em sua teoria diferenciação entre perdas inevitáveis ou intrínsecas e perdas evitáveis ou desperdícios. Para o pesquisador, perdas inevitáveis são aquelas que fogem do controle do responsável; e, perdas evitáveis (desperdícios) são as que poderiam ser evitadas. Logo, as perdas englobam o desperdício, envolvendo tanto as questões evitáveis quanto as não evitáveis.

Por sua vez, Bornia (2010) determina perda como esforços desnecessários ao trabalho efetivo que agregam valor de custo, porém, diminuem o valor de venda.

Souza (2005) define perda por toda quantidade de material consumida além da quantidade teoricamente necessária, que é aquela indicada no projeto e seus memoriais, ou demais prescrições do executor, para o produto sendo executado. Ainda, sob o ponto de vista de estudiosos como Souza *et al* (2014), perdas são gastos incutidos ao valor do produto ou serviço pelos quais o consumidor não está disposto a pagar, uma vez que são despesas que não adicionam valor à compra.

Para Sena, Carvalho e Santos (2010) o conceito de perda estende-se além do consumo de material superior ao programado. Para eles as perdas podem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de

desperdícios de materiais quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor à obra.

Souza *et al* (1994), afirmam que as perdas se encontram em diversas fases da obra. As etapas da execução propensas a perda, para os estudiosos, são: concepção, execução e utilização. Apresentados na Tabela 1, a seguir:

**Tabela 1** - Exemplo das perdas segundo sua natureza, incidência e origem

FASES	CONCEPÇÃO	EXECUÇÃO	UTILIZAÇÃO
PERDA	Diferença entre: Quantidade de material em projeto otimizado e a quantidade realmente necessária de acordo com o projeto a ser executado	Diferença entre: Quantidade prevista no projeto a ser executado e a quantidade efetivamente consumida no campo.	Diferença entre: Quantidade prevista para manutenção e quantidade efetivamente consumida num determinado intervalo de tempo
NATUREZA DAS PERDAS	Material incorporado	Material incorporado e entulho	Material incorporado e entulho

Fonte: Adaptado de Souza *et al* (1994)

Skoyles (1981 *apud* ROSA, 2001) considera as perdas durante todo o traslado do material, desde a chega na obra até o local de destino, passando por estocagem, transporte interno e utilização.

Com embasamento teórico dos autores renomados no assunto, conclui-se que as perdas são fenômenos que podem ocorrer durante todo o processo construtivo e estão relacionadas não só aos insumos, mas também aos equipamentos e a mão de obra. As perdas aumentam o custo de produção, entretanto não agregam valores ao produto final.

### 2.1.1 Classificação das Perdas

A classificação adotada será a proposta por Souza (2005), que afirma que o entendimento das perdas passa, primeiramente, pela classificação das mesmas. Assim, será possível realizar comparações de causa, consequências recursos etc. As perdas se classificam em 9 categorias, elas são:

- a) Tipo de recurso consumido: São eles recursos físicos (materiais, mão de obra e equipamentos) e recursos financeiros (unidade monetária, por excesso de gastos de);
- b) A unidade para sua medição: As diferentes unidades para medir as perdas, massa, valor monetário;
- c) A fase do empreendimento em que ocorrem: concepção, produção e utilização da obra;
- d) O momento de incidência na produção: Ocorrem no recebimento, estocagem, processamento intermediário e processamento final e ainda no transporte entre essas fases;
- e) Sua natureza: São três - furto ou extravio, incorporação e entulho;
- f) A forma de manifestação: São diversas formas, laje mais espessa que o indicado em projeto, areia carregada do estoque pela chuva, quantidade menor do produto do que o indicado na nota fiscal.
- g) Sua causa: razão do acontecido;
- h) Sua origem: Motivo por trás da causa;
- i) Seu controle: As perdas sempre existirão, mas devem ser controladas, as que saem do controle estão nessa classificação;

Para Andrade (1999), para reduzir as perdas no canteiro de obras deve-se definir e identificar as perdas que estão ocorrendo, para aplicar um método que possibilite criar uma ação corretiva no intuito de eliminar o desperdício exagerado.

De acordo com Agopyan *et al* (1998), é possível detectar e remediar a maior parte das perdas no processo construtivo. Dessa forma, segundo Andrade (1999), reduzir as perdas no canteiro de obra passa, necessariamente, pelo processo de identificação dos pontos de desperdício para que assim se aplique um método corretivo.

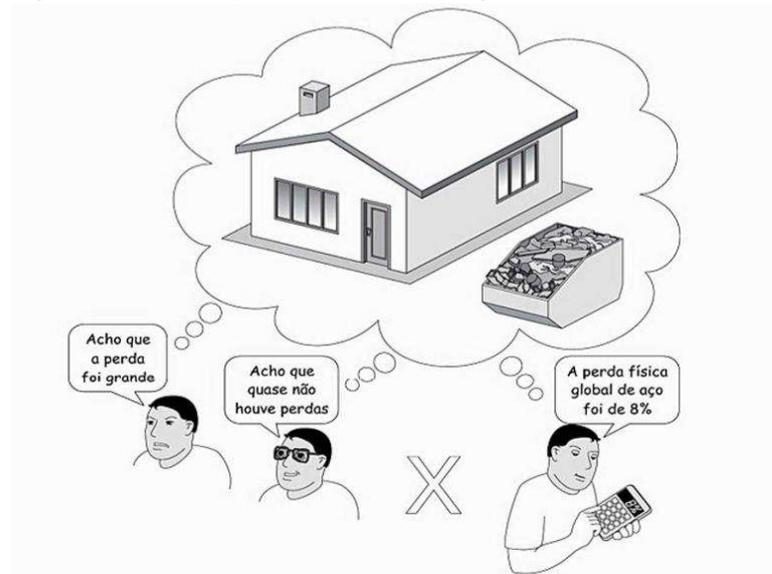
Em consonância com Paliari (1999), para reduzir perdas numa obra, deve-se entender, primeiramente, como, onde, e quem são os responsáveis por elas.

Conclui-se que é de grande importância o estudo das perdas. Esse estudo proporcionará os dados que embasam qualquer tipo de decisão de gestão que tenha por finalidade reduzir os desperdícios.

### 2.1.2 Indicadores de Perdas

Serão adotados os indicadores de perda de Souza (2005). Segundo o pesquisador, os índices padronizam a linguagem de procedimento, possibilitando a discussão objetiva das perdas nos canteiros de obra. O conceito é ilustrado a seguir (Figura 1):

**Figura 1** - Ilustração dos índices de perda



Fonte: Souza (2005)

No que se refere às perdas materiais, deve-se superar as comparações usando unidades de medida (massa, volume, etc.) e adotar a forma percentual de expressão. O indicador global de perda física de material – IPM Glob (%) – seria expresso de acordo com a Equação 1:

**Equação 1** – Indicador global de perda física de material

$$IPM Glob (\%) = \left( \frac{(QMR - QMT)}{QMT} \right) \times 100$$

Fonte: Souza (2005)

Onde:

IPM Glob (%) = Indicador de perda física global para o material;

QMR = Quantidade de materiais realmente necessária (campo);

QMT = Quantidade de materiais teoricamente necessária (projeto).

No que se refere às perdas financeiras, é possível analisar a perda monetária que está diretamente ligada a perda material. O indicador global de perda financeira de materiais – IPF Glob(%) – seria definido, analogamente, por:

**Equação 2** – Indicador global de perda financeira de material

$$IPF Glob (\%) = \left( \frac{(QMoR - QMoT)}{QMoT} \right) \times 100$$

Fonte: Souza (2005)

Onde:

IPF Glob (%) = Indicador de perda financeira global para o material;

QMoR = Quantidade monetária realmente necessária (campo);

QMoT = Quantidade monetária teoricamente necessária (projeto).

De posse dos indicadores, é possível fazer a análise das perdas físico-financeiras de forma objetiva. Para exemplificar o uso dos indicadores, pode-se citar a pesquisa realizada por Pinho (2011) que compara os indicadores de perda obtidos no resultado de diversas pesquisas de múltiplos estudiosos (tabela 2).

**Tabela 2** - Comparativos de pesquisas de perda de materiais

REFERÊNCIA	RESULTADOS	CARACTERÍSTICAS RELEVANTES
TCPO (2008)	-Perdas de blocos de alvenaria entre 1% e 15%	Busca da produtividade no uso dos materiais

AL- MOGHANY (2006)	-Perdas de blocos variam entre 1% e 20%	Oitenta empresas pesquisadas
LORDSLEEM JR. (2009)	-Perda de blocos de concreto variando entre 0,0% e 9,4%	- Alvenaria de vedação com bloco de concreto 9x19x39 cm.
SKOYLES (1976)	- Perdas diretas blocos de concreto 5%(adotado em projeto) e 7% índice real;	- análise de 1 canteiro;
PINHO (2010)	Perda de blocos variando entre 2,8% (Obra B) e 18,6% (Obra A)	04 obras de características distintas.
AGOPYAN ET AL (1998)	-Média de perdas 17%;	
SOIBELMAN	-Perda de tijolos entre 8,2%(Obra A) e 39,9%(Obra B)	Pesquisa realizada em quatro obras de características distintas.

Fonte: alterado de Pinho (2011)

## 2.2 Alvenaria Estrutural

### 2.2.1 Definição

Para Roman et al (1999), o sistema construtivo denominado por alvenaria estrutural é o processo utiliza as paredes como função autoportante. Dessa forma, deve ser dimensionada e executada para resistir aos carregamentos solicitantes. Suas

vantagens circundam em possibilitar a racionalização à execução proporcionando alta produtividade, alto desempenho tecnológico e baixo custo.

Segundo Guedes (2009) a alvenaria possui função dupla, estrutural e vedação. Em outras palavras, ela substitui a tradicional estrutura de concreto com elementos de vedação por paredes estruturais.

Manziona (2004) relata em seus estudos vantagens da alvenaria estrutural, dentre vantagens pode-se citar:

- a) Redução do tempo de execução: Facilidade de aplicação da técnica da coordenação modular;
- b) Redução de custos: Eliminação de fôrmas de madeira;
- c) Redução da espessura de revestimentos.
- d) Não tem vigas nem pilares: eliminação de interferências entre a estrutura e arquitetura
- e) Eliminação virtual de fôrmas;
- f) Redução e simplificação da armadura;
- g) Redução de especialidades e equipes de mão de obra;
- h) Tendência a menores vãos (economia em lajes);
- i) Economia nas fundações: cargas distribuídas praticamente uniformemente;
- j) Redução importante de prazos: A execução é mais rápida.

O sistema também apresenta algumas desvantagens. Segundo Hoffman *et al* (2010) as mais evidentes são:

- a) Impossibilidade de remoção/alteração em paredes;
- b) Impossibilidades de sacadas e marquises, em balanço, muito amplos;
- c) Dificuldade na execução de formas arredondadas;
- d) Poucas fontes de compra dos blocos;
- e) Dificulta a presença de maiores vãos.

Os principais componentes da alvenaria estrutural, segundo Roman *et al* (1999) são: argamassa de assentamento, graute, armadura e blocos estruturais.

A argamassa possui diversas funções no sistema construtivo em alvenaria estrutural. Pode-se citar as funções de vedação da alvenaria, união dos elementos, correção de imperfeições, distribuição de cargas e absorção de deformações. A argamassa deve atender aos requisitos estabelecidos na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13281. É necessário conhecer a procedência dos materiais assim como a dosagem, pois a aplicação da argamassa necessita de algumas características para exercer suas funções, como, por exemplo, boa trabalhabilidade, capacidade de retenção de água, obtenção rápida de resistência, adequada aderência, boa durabilidade e resiliência suficiente (MANZIONE, 2004).

O graute é um microconcreto relativamente fluido utilizado para aumentar a resistência das paredes estruturais. Sua utilização é interna aos blocos e geralmente na vertical se assemelhando aos pilares nas estrutural de concreto armado. O graute reforça as paredes de alvenaria estrutural possibilitando maior suporte a compressão. O graute também apresenta função de transmitir os esforços às armaduras da estrutura (KALIL; LEGGERINI, 2009). De acordo com a norma ABNT NBR 15961-1:2011 é importante verificar em laboratório as condições do graute moldado em campo, para saber se as especificações são atendidas (ABNT, 2011).

Outro elemento constituinte são os blocos estruturais. Esses são os principais elementos do sistema construtivo. Podem ser cerâmicos ou de concreto e devem atender os requisitos da norma ABNT NBR 6136 de 2016. A função deles é resistir as cargas da estrutura, fazendo a função da estrutura de concreto armado do método tradicional. Existem várias famílias de blocos, que, dependendo da situação, são escolhidas para compor a modulação (KALIL; LEGGERINI, 2009).

E, por fim, as armaduras. Nem toda alvenaria estrutural é armada, dessa forma a alvenaria pode se classificar em armada e não armada. Segundo Kalil e Leggerini (2009) a alvenaria estrutural armada pode ser adotada para edificações maiores, podendo superar 20 (vinte) pavimentos. Já as não armadas, são usados para estrutura menores de até 8 (oito) pavimentos. A armadura, quando utilizada, é interna aos vãos grauteados e tem por função absorver parte das tensões de tração solicitantes da estrutura. As especificações para o aço devem ser feitas de acordo com a ABNT NBR 7380.

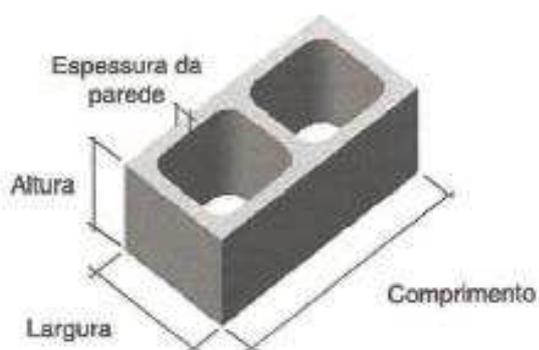
## 2.2.2 Tipos de Blocos de Concreto

Segundo Roman *et al* (1999), por se tratar de alvenaria estrutural, os blocos devem ser fabricados de forma a assegurar seu desempenho. Não devem apresentar trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento ou afetar a resistência e durabilidade da construção. A NBR 6136/2014 é a norma técnica que discorre sobre os requisitos dos blocos vazados de concreto simples para alvenaria.

De acordo com a norma, as seguintes peças são os componentes da alvenaria estrutural:

- a) Bloco vazado de concreto simples: componente para execução de alvenaria, com ou sem função estrutural, vazado nas faces superiores e inferiores, cuja área líquida é igual a 75% da área bruta (ver Figura 2);

**Figura 2** - Bloco vazado de concreto simples



Fonte: NBR 6136/2016 (ABNT, 2016)

- b) Bloco tipo canaleta: Componentes de alvenaria estrutural, vazados ou não, com conformação geométrica conforme a Figura 3, criados para racionalizar a execução de vergas, contravergas e cintas;

**Figura 3 – Bloco tipo canaleta**

Fonte: NBR 6136/2016 (ABNT, 2016)

- c) Bloco tipo compensador: Componente da alvenaria destinado para ajuste de modulação (Figura 4):

**Figura 4 – Bloco tipo compensador**

Fonte: NBR 6136/2014 (ABNT, 2014)

No quesito classificação dos blocos, estes podem ser agrupados de acordo com as dimensões nominais (“famílias”) ou pelas características de resistência (compressão, absorção e retração). As tabelas 3 e 4 expõem as classificações de acordo com a norma.

**Tabela 3 – Classificação quanto dimensões nominais**

Família		20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	7,5 x 40	
Medida Nominal (mm)	Largura	190	140		115			90		65	
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	Comprimento	Interior	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		Meio	190	190	140	190	115		190	140	190
		2/3						240		190	
		1/3						115		90	
		Amarração "L"		340							
		Amarração "T"		540	440		365			290	
		Compensador A	90	90		90			90		90
		Compensador B	40	40		40			40		40
Canaleta Inteira	390	390	290	390	240	365	960	290			
Meia Canaleta	190	190	140	190	115		190	140			
NOTA 1		As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta Tabela são de +- 2,0 mm para a largura e +- 3,00 mm para altura e para o comprimento									
NOTA 2		Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873									
NOTA 3		As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto									

Fonte: NBR 6136/2014 (ABNT, 2014)

**Tabela 4** – Classificação quanto a resistência característica à compressão, absorção e retração

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial <sup>1</sup> (MPa)	Absorção (%)				Retração <sup>4</sup> (%)
			Agregado Normal <sup>2</sup>		Agregado Leve <sup>3</sup>		
			Individual	Médio	Individual	Médio	
Com função estrutural	A	$f_{ck} \geq 8,0$	$\leq 8,00$	$\leq 6,00$	$\leq 16,00$	$\leq 13,00$	$\leq 0,065$
	B	$4,0 \leq f_{bk} \leq 8,0$	$\leq 10,00$	$\leq 8,00$			
Com ou sem função Estrutura	C	$f_{bk} \geq 3,0$	$\leq 12,00$	$\leq 10,0$			

<sup>1</sup> Resistência característica à compressão axial obtida aos 28 dias.  
<sup>2</sup> Blocos fabricados com agregado normal. (ver definição na ABNT NBR 9935)  
<sup>3</sup> Blocos fabricados com agregado leve. ( ver definição na ABNT NBR 9935)  
<sup>4</sup> Ensaio Facultativo

Fonte: NBR 6136/2014 (ABNT, 2014)

### 2.2.3 Método Executivo

O processo executivo dos blocos de concreto deve reproduzir com o máximo de exatidão as especificações trazidas pelo projeto estrutural, pois este é elaborado de modo a garantindo uma obra qualidade e racionalização de materiais (CAMACHO, 2006).

De acordo com Kalil e Leggerini (2009), a elaboração de projeto deve atender alguns requisitos para garantir efetividade, destaca-se:

- a) Verificar e compatibilizar projetos de estrutura, de instalações complementares e de arquitetônico. Deve-se atentar para que o arranjo arquitetônico otimize o funcionamento estrutural da alvenaria (buscar simetria na estrutura de forma a distribuir melhor as cargas de projeto). Além disso, a estrutura deve garantir a distribuição das instalações complementares, prevendo a passagem dos shafts e a distribuição de tubulações e eletrodutos.
- b) Utilizar a modulação para menor gasto de materiais que compõem a alvenaria estrutural para garantir qualidade e economia. Deve-se apresentar projeto claro de primeira e segunda fiada, assim como eixos de marcação e elevação das paredes.
- c) Prever paredes que funcionem como vedação para utiliza-las para passagem das instalações complementares. É importante mostrar de

forma clara os detalhes executivos da alvenaria tanto estrutural quanto de vedação.

Segundo a NBR 15961 – 2 (alvenaria estrutural: Blocos de concreto parte 2 - execução e controle de obra), a execução de parede em alvenaria estrutural obedece a uma sequência de procedimentos estes são:

- a) Marcação da alvenaria: É baseada pela estrutural da primeira fiada. É destacado por Santos (1998) a importância da primeira fiada na resistência, nivelamento, esquadro e planicidade das paredes em alvenarias. Primeiramente posiciona-se os blocos de canto, de encontro de paredes e de aberturas das portas, estes serão referência para o assentamento das demais unidades;
- b) Elevação da alvenaria: A partir da segunda fiada em diante. A segunda fiada tem papel importante para a amarração das fiadas. A elevação da alvenaria deve ser realizada com o assentamento dos blocos até a altura do peitoril das janelas, verificando as tolerâncias quanto ao prumo, nível, planicidade, alinhamento e espessuras das juntas horizontais da alvenaria;
- c) Passagem das instalações complementares: Seguindo o projeto das instalações complementares, deve-se instalar os eletrodutos e tubulações em suas devidas posições. Essas passam por dentro dos furos de blocos não grauteados, por paredes sem função estrutural já programadas ou por shafts de tubulação;
- d) Execução das vergas: As vergas são realizadas com blocos canaleta determinados em projeto;
- e) Execução do graute: os pontos de graute são determinados pelo projeto estrutural;
- f) Execução da última fiada: geralmente assentam-se as canaletas tipo “Jota” sobre a última fiada de acordo com o especificado no projeto. Nesta canaletas serão passados os aços previstos em projeto e serão concretadas junto à laje superior, coroado as paredes e “amarrando-as” à laje.
- g) Concretagem da laje e canaletas;

Para que os serviços tenham boa qualidade deve-se utilizar algumas ferramentas importantes como nível alemão, conjunto de gabarito para vãos de portas e janelas, esquadro de alumínio reforçado, prumo de face e centro, colher de pedreiro, linha de nylon, nível de mão metálico ou de madeira (ROMAN *et al*, 1999).

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

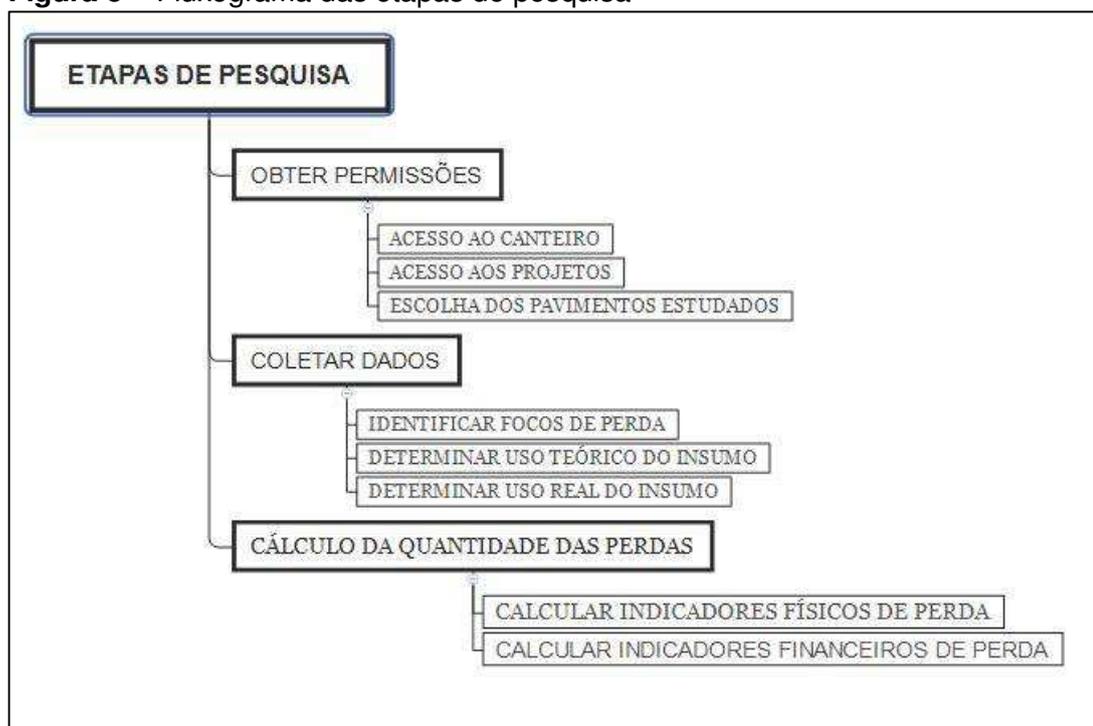
A pesquisa realizada é descritiva. Trata-se de um estudo de caso controle no qual a variável (blocos de concreto estrutural) será analisada quantitativamente sem interferências nos seus devidos procedimentos.

A seguir serão expostas as etapas da pesquisa, assim como a empresa e a obra a serem estudadas.

#### 3.1 Etapas de Pesquisa

O método de pesquisa a ser realizado foi proposto por Souza (2005). Ele é composto, resumidamente, de cinco etapas expostas no fluxograma da Figura 5 abaixo:

**Figura 5** – Fluxograma das etapas de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Primeiramente, em parceria com empresa privada, é necessário amplo acesso ao canteiro e aos projetos de uma obra onde vem sendo executada a alvenaria estrutural em blocos de concreto. Atendidas as condições, serão escolhidos pavimentos aos quais será aplicado o método de coleta de dados.

A coleta de dados tem dois focos. O primeiro é o levantamento quantitativo teórico de blocos estruturais destinados ao pavimento escolhido. Essa quantidade é obtida através do levantamento do insumo no projeto estrutural. O segundo é o número de blocos realmente utilizados naquele pavimento. Esse dado é obtido através do controle de estoque disponibilizado para aquele pavimento. Visto que a coleta “in loco” é crucial para os resultados da pesquisa a etapa será detalhada no tópico a seguir.

Após obter os dados necessários, são calculados os indicadores de perda. Utiliza-se as equações de Souza (2015) previamente expostas no Capítulo 2 para o cálculo dos índices de perda. A priori são obtidos os indicadores físicos de perda e, em seguida, calcula-se os indicadores financeiros de perda. Para o indicador financeiro, associa-se o preço unitário do insumo contabilizado em moeda nacional (real) e o indicador físico do desperdício, assim, é possível quantificar o prejuízo gerado pelo extravio dos Blocos.

Após as devidas quantificações das perdas no processo executivo da alvenaria estrutural em blocos de concreto é possível iniciar a avaliação sobre as taxas obtidas e chegar a conclusão sobre o nível das perdas no presente estudo de caso. Será possível avaliar as causas e as consequências das perdas assim como propor soluções aos desperdícios.

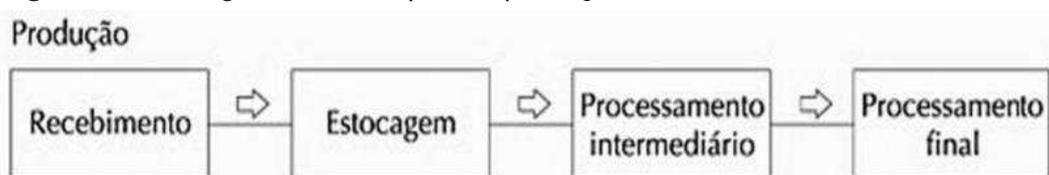
### **3.2 Coleta de Dados em Campo**

De acordo com a metodologia de Souza (2015) no que diz respeito aos indicadores quantitativos, os mesmos são determinados através de medições no estoque disponível. A ideia é monitorar a quantidade líquida de materiais que adentra a etapa estudada durante um certo período de estudo e compará-la com a quantidade teoricamente necessária de materiais que supostamente supririam tal etapa.

No levantamento de dados utiliza-se o princípio de contabilizar todo o material danificado, que não poderá ser aproveitado na obra, que foi transportado e disponibilizado para aquele andar do prédio. A pesquisa foi realizada “in loco” com acompanhamento diário. Será feito o acompanhamento da execução da alvenaria desde a marcação até a concretagem da laje superior ao pavimento. Para controle do estoque, sempre que a manipuladora telescópica for acionada a transportar pallets ao pavimento estudado, serão contabilizados os tipos de bloco transportados.

No que tange as etapas estudadas, foram analisadas durante o estudo todas as fases de produção referentes ao pavimento, que consistem, segundo Souza (2015) em:

**Figura 6** – Fluxograma das etapas de produção



Fonte: Souza (2015)

No que se refere ao tempo de pesquisa, tem-se duas possibilidades. O estudo de curta duração e o de longa duração. Embora não seja evidente a separação entre ambos, Souza (2015) considera que durações de 1 mês ou mais estariam alocadas no grupo dos estudos longos.

O período de projeto da presente pesquisa será o estudo de longa duração. Serão analisados todos os pavimentos que tiveram sua produção durante a data escolhida para início da pesquisa (TI) e a data do fim da pesquisa (TF).

A partir dos dados obtidos em campo, usa-se a tabela 5 a seguir para auxiliar no cálculo dos indicadores de perda.

**Tabela 5** – Tabela de cálculo dos índices de perda

Bloco:	Pavimento:	DATA INICIAL:			DATA FINAL:			
Tipo de Bloco	Total de Peças Projeto (UN)	Total de Blocos Perdidos (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)								
B 19 (19x14x19)								
B 9 (9x14x19)								
B 34 (34x14x19)								
B VAR (Varx14x19)								
C 19 (19x14x19)								
J 19 (19x14x19)								
C 19 a (19x14x11)								
Tota Material:				Total Financeiro:				

Fonte: Elaborada pelo autor (2018)

## **4 ESTUDO DE CASO**

### **4.1 Sobre a Empresa**

A empresa “A” iniciou suas atividades no ano de 1995 com equipes de profissionais qualificados visando à execução de serviços de Construção Civil. Sua sede é na cidade de São Luís, no estado do Maranhão. Atua no mercado, para clientes particulares e para o Governo Federal (Caixa Econômica e Banco do Brasil). Seus principais projetos são obras residenciais e comerciais, horizontais e verticais, de médio e alto padrão dos mais diferenciados tamanhos e grau de complexidade.

Com o intuito de manter e aprimorar a eficiência dos seus serviços e produtos, a empresa implantou o Sistema de Gestão da Qualidade. Dessa forma, garante a satisfação de seus clientes e o comprometimento de todos os funcionários com os objetivos da empresa. Além disso, pôde obter uma maior competitividade e destaque no mercado.

O Sistema de Gestão da Qualidade da empresa foi implantado de forma evolutiva, segundo os critérios preestabelecidos no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) (subsetor de edificações), versão janeiro/2017. Atualmente a empresa aplica o referido sistema para o SiAC/PBQP-H Nível A versão 2017 do programa, assim como para o atendimento à norma NBR ISO 9001:2008 – Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos.

### **4.2 Descrição da Obra**

#### **4.2.1 Generalidades**

O condomínio estudado é uma obra na cidade de São Luís, no estado do Maranhão. A área do terreno é de 18.304,00 m<sup>2</sup> e a área construída é de 16.317,00 m<sup>2</sup>. O empreendimento é composto por 256 (Duzentos e Cinquenta e Seis) apartamentos, sendo 248 (Duzentos e Quarenta e Oito) de um mesmo tipo arquitetônico e 08 (Oito) exclusivos para Pessoas com Deficiência (PCD), os elementos do conjunto são denominados unidades autônomas e distribuídas em 08 (oito) blocos com 32 (trinta e duas) unidades por bloco. Cada bloco tem quatro

pavimentos, sendo um pavimento térreo e três pavimentos tipos. Além dos apartamentos os blocos apresentam escada e hall de circulação.

Nas áreas comuns do empreendimento serão previstos uma guarita; um portão de acesso de autos; portão de acesso de pedestre; uma lixeira; estacionamento; uma área de lazer com salão de festas, bar, churrasqueira, cozinha e sanitários, quadra esportiva, piscina adulto, piscina infantil e *playground*; vias internas pavimentadas; muro em todo o contorno do terreno.

Destas unidades autônomas, 248 (Duzentas e Quarenta e Oito) possuem as seguintes dependências: Sala de estar/jantar, cozinha/área de serviço, quarto, hall, suíte, banheiro suíte, banheiro social e varanda. As últimas 08 (sete) localizadas no térreo do bloco 04 (quatro) exclusivas para PCD possuem as seguintes dependências: Sala de estar/jantar, cozinha/área de serviço, 02 (dois) quartos, banheiro social e varanda; todos com adaptações necessárias aos portadores de deficiência. Ambos possuem área privativa real de 69,73 m<sup>2</sup>, correspondente à 57,23m<sup>2</sup> de área privativa da unidade habitacional somado a 12,50m<sup>2</sup> de área da vaga de garagem.

Esta obra é custeada pela Caixa Econômica Federal, através do “Programa Imóvel na Planta – Associativo – Recurso do FGTS”, está associado ao “Programa Minha Casa Minha Vida”, classificado com faixa II no programa. O custo da construção do empreendimento está previsto em R\$ 21.700.903,84 (Vinte e Um Milhões, Setecentos Mil, Novecentos e Três Reais e Oitenta e Quatro Centavos), correspondendo a cada unidade autônoma o valor de R\$ 84.767,1 (Oitenta e Quatro Mil Setecentos e Sessenta e Nove Reais e Dezesseis Centavos).

#### 4.2.2 Execução

A obra teve início em julho de 2017, e apresenta sistema construtivo em alvenaria estrutural de blocos de concreto (Figura 7), a fundação utilizada foi o radie protendido e as lajes do pavimento serão maciças de concreto.

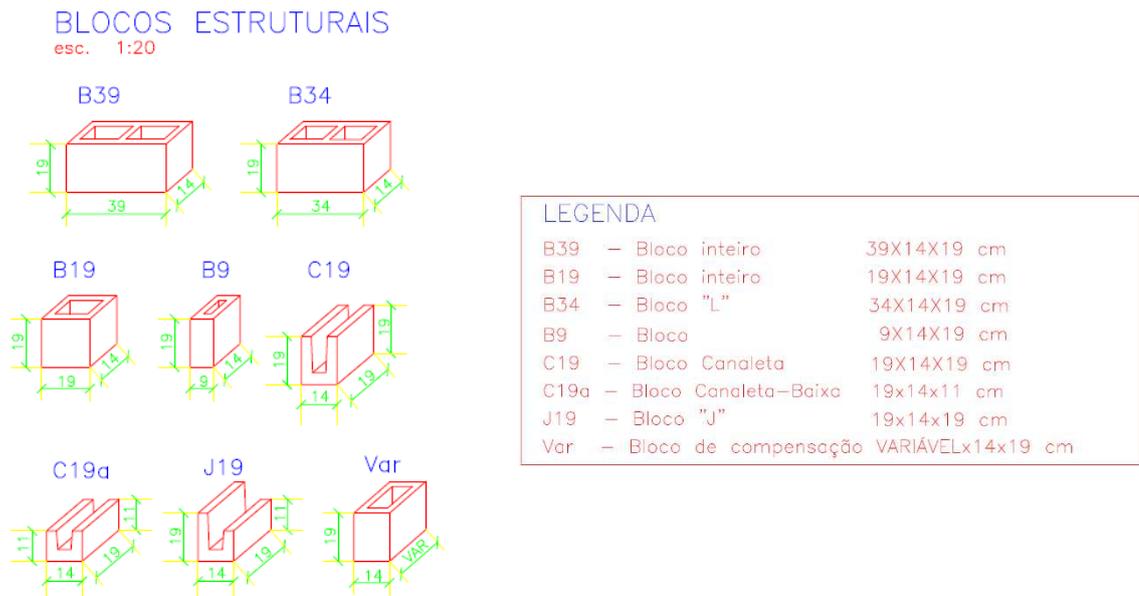
**Figura 7** – Fotos panorâmicas da elevação da alvenaria estrutural



Fonte: Retiradas pelo autor (2018)

A família de blocos utilizada é a 15x40 todos de classe B, sendo os blocos autoportantes do primeiro e segundo pavimento de 6,0 MPA e os do terceiro, quarto, e coberta de 4,5 MPA. A verba disposta pela Caixa Econômica Federal (CEF) para todo o processo da alvenaria em blocos de concreto foi de R\$ 1.818.337,44. A imagem a seguir (Figura 8) expõe os blocos empregados no empreendimento segundo o projeto estrutural:

**Figura 8** – Blocos estruturais usados na obra estudada



Fonte: Projetos estruturais do empreendimento (2017)

Destaca-se que, por bloco variável, o projetista refere-se a blocos compensadores de tamanho variado, que complementam lacunas na modulação das paredes.

O revestimento das paredes externas será em argamassa industrializada, e das paredes internas em gesso nos pavimentos tipo e argamassa de cimento e areia nos pavimentos térreo, acrescidas de cerâmica nas paredes das áreas molhadas. O revestimento do piso é cerâmico sobre camada de contrapiso.

As esquadrias externas são em alumínio e as internas em madeira. A pintura interna é lisa, com tinta PVA, o teto será revestido em gesso com pintura como acabamento final.

Serão expostos, do ANEXO A ao O, detalhes que solidificam a imagem do empreendimento estudado.

Para o levantamento dos blocos estruturais foram usados projetos de primeira e segunda fiada de alvenaria assim como o detalhamento vertical das elevações das paredes. Serão expostos, dos anexos 2 ao 15, a primeira e a segunda fiada de alvenaria, assim como os detalhes das elevações das paredes. Através dos levantamentos quantitativos nos projetos, foi possível obter a quantidade teórica de blocos apresentada nas Tabelas 6, 7 e 8 a seguir:

**Tabela 6 – Blocos de alvenaria estrutural por térreo tipo**

MEMORIAL DE CÁLCULO DOS BLOCOS DE ALVENARIA - TÉRREO PADRÃO												
DATA: 02/2018												
PAV	LOCAL	PAREDE	U	QT.	BLOCO B39	BLOCO B19	BLOCO B9	BLOCO B34	BLOCO VAR	BLOCO C19	BLOCO J19	BLOCO C19a
TÉRREO	LEVANTAMENTO DA ALVENARIA ESTRUTURAL - TÉRREO PADRÃO	PAR1	pç	8	592	160	128	96	288	320	208	0
		PAR2	pç	4	0	0	0	0	0	0	24	0
		PAR7	pç	4	172	48	48	16	92	144	0	72
		PAR9	pç	8	176	192	16	0	96	0	0	16
		PAR21	pç	4	568	168	216	292	308	232	124	1088
		PAR13	pç	8	328	96	176	48	56	56	0	104
		PAR17	pç	8	0	224	176	464	144	112	0	192
		PAR48	pç	8	864	48	96	96	8	0	160	0
		PAR50	pç	8	0	0	0	0	8	0	32	24
		PAR52	pç	8	528	48	96	192	8	0	0	128
		PAR56	pç	8	576	48	96	96	0	0	0	112
		PAR55	pç	8	288	0	0	0	8	0	0	56
		PAR58	pç	8	384	144	48	96	8	0	0	80
		PAR61	pç	4	432	24	0	168	0	0	0	100
		PAR61A	pç	4	0	24	0	24	4	0	0	4
	HALL COMUM	PAR23	pç	2	84	24	0	24	2	18	0	0
		PAR59	pç	2	22	44	0	24	16	20	0	28
		PAR66	pç	2	82	16	12	24	2	42	0	0
	TOTAL:					5096	1308	1108	1660	1048	944	548

Fonte: Projetos estruturais do empreendimento (2017)

**Tabela 7 – Blocos de alvenaria estrutural por pavimento tipo**

MEMORIAL DE CÁLCULO DOS BLOCOS DE ALVENARIA - PAVIMENTO TIPO												
DATA: 02/2018												
PAV	LOCAL	PAREDE	U	QT	BLOCO S B39	BLOCO S B19	BLOCO B9	BLOCO S B34	BLOCO S VAR	BLOCO S C19	BLOCO S J19	BLOCO S C19a
PAVIMENTO TIPO	LEVANTAMENTO DA ALVENARIA ESTRUTURAL - PAV. TIPO	PAR1	pç	8	592	160	128	96	288	320	208	0
		PAR2	pç	4	0	0	0	0	0	0	24	0
		PAR7	pç	4	172	48	48	16	92	144	0	72
		PAR9	pç	8	176	192	16	0	96	0	0	16
		PAR21	pç	4	568	168	216	292	308	232	124	1088
		PAR13	pç	8	328	96	176	48	56	56	0	104
		PAR17	pç	8	0	224	176	464	144	112	0	192
		PAR48	pç	8	864	48	96	96	8	0	160	0
		PAR50	pç	8	0	0	0	0	8	0	32	24
		PAR52	pç	8	528	48	96	192	8	0	0	128
		PAR56	pç	8	576	48	96	96	0	0	0	112
		PAR55	pç	8	288	0	0	0	8	0	0	56
		PAR58	pç	8	384	144	48	96	8	0	0	80
		PAR61	pç	4	432	24	0	168	0	0	0	100
		PAR61a	pç	4	0	24	0	24	4	0	0	4
	ESCADA E HALL	PAR23	pç	2	84	24	0	24	2	18	0	0
		PAR59	pç	2	48	20	20	44	16	40	28	0
PAR66		pç	2	82	10	24	52	12	56	0	0	
TOTAL:					5122	1278	1140	1708	1058	978	576	1976

Fonte: Projetos estruturais do empreendimento (2017)

**Tabela 8 – Blocos de alvenaria estrutural por pavimento barrilete tipo**

MEMORIAL DE CÁLCULO DOS BLOCOS DE ALVENARIA -BARRILETE											
DATA: 02/2018											
PAVIMENTO	POSIÇÃO	PAREDE	QT	BLOCO S B39	BLOCO S B19	BLOCO B9	BLOCO S B34	BLOCOS VAR	BLOCO S C19	BLOCOS J19	BLOCO S C19a
BARRILETE	BARRILETE	PAR21a	4	208	0	0	32	4	84	0	0
		PAR21	4	264	44	32	100	4	108	0	0
		PAR60	4	40	0	16	44	12	24	0	0
		PAR59	2	62	8	12	30	2	24	0	0
		PAR66	2	76	8	24	98	2	52	0	0
TOTAL:				650	60	84	304	24	292	0	0

Fonte: Projetos estruturais do empreendimento (2017)

### 4.3 Caracterização da Execução da Alvenaria

A alvenaria foi inteiramente executada por operários contratados pela empresa “A” estudada. Cada pavimento era designado a três a quatro equipes, cada qual composta por um pedreiro e um servente.

A data TI de início da coleta de dados foi 10 de março de 2018, e a data TF de fim da pesquisa foi 15 de maio de 2018, totalizando um intervalo de 66 dias. Todos

os pavimentos iniciados e finalizados no intervalo de tempo foram considerados no estudo. Os pavimentos foram:

**Tabela 9** - Pavimentos Estudados

BLOCO	PAVIMENTO	DATA DE INÍCIO	DATA DE FIM
II	2º	19/mar	27/mar
II	3º	11/abr	19/abr
II	BARRILETE	08/mai	15/mai
III	2º	10/mar	19/mar
III	3º	05/abr	13/abr
V	TÉRREO	13/mar	21/mar
V	1º	27/mar	04/abr
VI	TÉRREO	21/mar	29/mar
VI	1º	17/abr	25/abr

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A execução seguia o seguinte procedimento. Após a marcação da primeira fiada o mestre de obras avaliava o serviço e liberava o pavimento para as equipes de elevação. Os blocos de concreto eram trazidos em pallets ao pavimento através da manipuladora telescópica (Figura 9), criando uma espécie de estoque local de blocos destinados ao pavimento. Os blocos eram distribuídos manualmente pelos serventes aos seus respectivos pedreiros que iniciavam a execução das elevações conforme os padrões da empresa.

**Figura 9** - Manipuladora em serviço



Fonte: Autor (2018)

## 4.4 Identificação das Perdas

O foco da pesquisa é quantificar físico e financeiramente as perdas de blocos de concreto na execução da alvenaria estrutural. Entretanto, para iniciar a análise quantitativa, foram estudados analiticamente, em campo, os focos das perdas dos blocos considerando os pontos de classificação propostos no Capítulo 2. A razão desse estudo é identificar e classificar os pontos de desperdício que, aliados aos dados quantitativos, servirão de base para tomada de decisões.

### 4.4.1 Definição dos focos de perda

#### a) Concepção

Não é objetivo da pesquisa medir a eficiência da modulação proposta pelo projeto estrutural. Entretanto, cabe ressalva às inverossimilhanças entre projeto e execução, ou por falha do projeto ou por decisão do engenheiro de campo em dissonância às diretrizes do projeto estrutural.

O primeiro ponto de perda relevante teve origem devido aos rebaixos das áreas molhadas executados pelo engenheiro de campo e não previstos no projeto estrutural. São perdas da fase de concepção do empreendimento expressas na natureza de incorporação de insumos à execução. Para facilitar o caimento das áreas molhadas (varanda, banheiros e cozinha), o engenheiro de campo optou por rebaixar em 5 cm as lajes dessas áreas. Entretanto, a alteração causou perda no perímetro de contorno inferior às áreas molhadas.

A manifestação dessa perda apresentou-se na adoção de três novos tipos de blocos estruturais não previstos em projeto. Dois blocos tipo J (J 14x7x9 e J 14x11x7) e um tipo C (C 14x7x19) designados ao coroamento das paredes sob os rebaixos. Além disso, durante o momento de execução, cada equipe possuía autonomia para criar suas próprias combinações de J's e C's para as áreas molhadas, já que não havia projeto estrutural como diretriz.

O segundo ponto relevante foi originado, em campo, pelo aumentar da área da laje do barrilete. Consiste em perda na fase de concepção que incorpora blocos à execução devido sua natureza. O comprimento de duas caixas d'água em fibrocimento (projeto hidráulico) superava o espaço destinado à reserva de água no

projeto estrutural (laje do barrilete). Então, foi decidido acrescentar 40 cm na largura do barrilete. Consequentemente, o aumento manifestou-se na forma de aumento do consumo de blocos de alvenaria estrutural no momento de elevação do pavimento barrilete.

O terceiro ponto relevante teve origem na abertura do projeto estrutural à erros de modulação. Existe, nos projetos de marcação de primeira e segunda fiada e nas elevações das paredes, pontos de encaixe para um bloco chamado no projeto de “bloco estrutural variável”, ou seja, um bloco de espessura semelhante à parede, altura semelhante à fiada e comprimento variável de ponto a ponto de uso desse bloco. Acontece que, durante a fase de produção do empreendimento, não é possível requerer ao fornecedor lotes de blocos de comprimentos variáveis. Então, o bloco variável era feito de retalhos dos blocos vazados B39 (39x14x19) ou 19(19x14x19), ou pela união de blocos compensadores B9 (9x14x19). Essa abertura permite que a decisão saia do planejamento e passe para as mãos do pedreiro de execução, que geralmente utiliza o bloco que estiver mais próximo a ele, esse é o ponto onde as perdas se manifestam. Além disso erros aconteciam na quebra dos B39 e B19, inutilizando os blocos ao uso (Figura 10).

**Figura 10** - Pilhas de blocos inutilizados devido à quebra na execução



E por fim, destaca-se a falha de concepção nos projetos em apresentar solução ao arranjo das empenas da cobertura. Não havia menção em projeto sobre o arranjo ou estrutura de suporte do madeiramento para a execução da cobertura dos blocos.

Para superar tal falha, as empenas foram executadas a partir das experiências anteriores do engenheiro e do mestre de obras que, por sua vez, designaram significativas quantidades de blocos de concreto estrutural à etapa.

O engenheiro de campo, ao ser questionado a respeito das divergências, indagou não haver necessidade de reestruturar os projetos para compatibilização com a execução. A compatibilização tomaria tempo e seria necessário alocar recursos financeiros ao projetista pelos seus serviços. Segundo o engenheiro as mudanças eram justificáveis e não afetam a segurança estrutural do empreendimento. Além disso, todas as alterações serão expostas nos projetos “*As-built*” da empreitada.

## **b) Transporte**

Outro dos principais momentos de perda de blocos no empreendimento estudado foi o processo de transporte dos blocos. Nesse processo ocorre a quebra das peças que compõem a alvenaria estrutural, deixando-as inúteis ao uso e gerando perdas classificadas por natureza com entulho. Os principais pontos de manifestação das perdas aconteciam na descarga dos caminhões no estoque e no transporte do estoque ao pavimento de destino.

As perdas, tanto na descarga quanto no transporte, aconteciam pela mescla de dois motivos: a amarração dos blocos e a falta de tato do operador de maquinário.

O fornecedor do insumo para o empreendimento estudado faz a montagem dos blocos sobre os pallets de madeira e realiza a amarração com tiras horizontais que circulam o perímetro dos blocos empilhados (Figura 11). Entretanto, as amarrações não seguiam um padrão e não prendiam todas as fiadas na estrutura, causando pontos de fragilidade sujeitando-os ao desprendimento (Figura 12).

**Figura 11** - Amarração dos blocos sobre pallets



Fonte: Autor (2018)

**Figura 12** - Blocos danificados pela amarração



Fonte: Autor (2018)

Os prejuízos físicos e financeiros gerados pela má amarração dos pallets são elevados pela falta de cuidado dos operadores do muque na descarga dos caminhões no estoque e dos operadores da manipuladora telescópica na fase de transporte do estoque aos pavimentos. Essa falta de cuidado é originada, principalmente, pela grande demanda de blocos nas diversas frentes de trabalho. Como resultado, os operadores de maquinário são pressionados a acelerar suas atividades e acabam por cometer mais erros (Figura 13).

**Figura 13** - Pallet extraviado pela manipuladora



Fonte: Autor (2018)

### c) Execução

Durante a execução da alvenaria, alguns pontos ficam evidentes como focos de perda.

O primeiro deles é a quebra de blocos para passagem de instalações complementares (Figura 14). A quebra de blocos para passagem de instalações na alvenaria estrutura é proibida pela NBR 15961 – 2, entretanto, esse procedimento era comumente utilizado pelas equipes de execução da alvenaria durante o desenvolvimento da estrutura.

**Figura 14** - Quebra de bloco para passagem de instalações complementares



Fonte: Autor (2018)

O procedimento de quebra de blocos para passagem de instalações gerava consequência em relação às perdas. Não raro, o pedreiro de execução “errava” na medida desejada para o bloco, inutilizando o bloco para uso.

Outro foco de perda na execução, era a adaptação de blocos a funções não designadas aos mesmos. Durante o processo de preparação da laje para concretagem, muitas vezes acabavam os espaçadores usados para garantir o cobrimento das ferragens (“cocadas”), nesse momento, os blocos estruturais tipo C e tipo J, eram despedaçados e designados à função de cocada, gerando desperdício (Figura 15). Além disso, os blocos estruturais foram usados para o arco e a boneca das portas da suíte nos apartamentos, função que compete aos blocos de vedação (Figura 16).

**Figura 15** - Blocos usados como espaçadores



Fonte: Autor (2018)

**Figura 16** – Bloco para boneca das portas da suíte



Fonte: Autor (2018)

#### 4.5 Inspeção Quantitativa das Perdas de Blocos

Após inspeção dos principais pontos de perda, foi iniciada a coleta de dados para quantificar as perdas dos blocos de concreto estrutural na execução da alvenaria estrutural da obra de habitação multifamiliar estudada.

A partir do controle do estoque disponibilizado para cada pavimento estudado e o preço unitário de cada bloco (fornecido pela empresa “A”), foi possível obter os indicadores físicos e financeiros de perda dos blocos de concreto estrutural. Foram obtidos indicadores globais de perda para cada tipo de bloco e para o pavimento inteiro.

Cabe ressaltar que os blocos tipo J (J 14x7x9 e J 14x11x7) e os blocos tipo C (C 14x7x19) não possuíram indicadores físicos e indicadores financeiros individuais, já que a quantidade prevista em projeto é zero, pois foram designados à obra pelo engenheiro de campo responsável. Entretanto, como o uso desses insumos constitui perda, sua relevância é contabilizada nos indicadores totais dos pavimentos.

Os dados obtidos relativos aos pavimentos estudados serão expostos da tabela 10 a tabela 18 a seguir. As tabelas são individuais para cada pavimento estudado, apresentam os indicadores de perda para cada bloco e totalizam as perdas para o pavimento. Os dados apresentados nas tabelas e suas implicações serão analisados no próximo tópico deste trabalho.

Tabela 10 – Indicadores de perda: Bloco II, 2º Pavimento

BLOCO: II		PAVIMENTO: 2º		DATA INICIAL: 19/03/2018		DATA FINAL: 27/03/2018		
TIPO DE BLOCO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	TOTAL DE BLOCOS PERDIDOS (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)	5122	1089	21,26%	R\$ 2,00	R\$ 10.244,00	R\$ 2.178,00	R\$ 12.422,00	21,26%
B 19 (19x14x19)	1278	-284	-22,22%	R\$ 1,20	R\$ 1.533,60	-R\$ 340,80	R\$ 1.192,80	-22,22%
B 9 (9x14x19)	1140	627	55,00%	R\$ 1,00	R\$ 1.140,00	R\$ 627,00	R\$ 1.767,00	55,00%
B 34 (34x14x19)	1708	-127	-7,44%	R\$ 1,90	R\$ 3.245,20	-R\$ 241,30	R\$ 3.003,90	-7,44%
B VAR (Varx14x19)	1058	-1058	-100,00%	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
C 19 (19x14x19)	978	477	48,77%	R\$ 1,15	R\$ 1.124,70	R\$ 548,55	R\$ 1.673,25	48,77%
J 19 (19x14x19)	576	124	21,53%	R\$ 1,05	R\$ 604,80	R\$ 130,20	R\$ 735,00	21,53%
C 19 a (19x14x11)	1976	-1366	-69,13%	R\$ 1,05	R\$ 2.074,80	-R\$ 1.434,30	R\$ 640,50	-69,13%
J (14X7X09)	0	267	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 240,30	R\$ 240,30	N/A
J (14X11X07)	0	223	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 200,70	R\$ 200,70	N/A
C (14X07X19)	0	297	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 267,30	R\$ 267,30	N/A
Tota Material:	13836	269	1,944%	Total Financeiro:	R\$ 19.967,10	R\$ 2.175,65	R\$ 22.142,75	10,896%

Fonte: Autor (2018)

Tabela 11 – Indicadores de perda: Bloco II, 3º Pavimento

BLOCO: II		PAVIMENTO: 3º		DATA INICIAL: 11/04/2018		DATA FINAL: 19/04/2018		
TIPO DE BLOCO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	TOTAL DE BLOCOS PERDIDOS (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)	5122	1113	21,73%	R\$ 2,00	R\$ 10.244,00	R\$ 2.226,00	R\$ 12.470,00	21,73%
B 19 (19x14x19)	1278	-304	-23,79%	R\$ 1,20	R\$ 1.533,60	-R\$ 364,80	R\$ 1.168,80	-23,79%
B 9 (9x14x19)	1140	629	55,18%	R\$ 1,00	R\$ 1.140,00	R\$ 629,00	R\$ 1.769,00	55,18%
B 34 (34x14x19)	1708	-135	-7,90%	R\$ 1,90	R\$ 3.245,20	-R\$ 256,50	R\$ 2.988,70	-7,90%
B VAR (Varx14x19)	1058	-1058	-100,00%	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
C 19 (19x14x19)	978	484	49,49%	R\$ 1,15	R\$ 1.124,70	R\$ 556,60	R\$ 1.681,30	49,49%
J 19 (19x14x19)	576	108	18,75%	R\$ 1,05	R\$ 604,80	R\$ 113,40	R\$ 718,20	18,75%
C 19 a (19x14x11)	1976	-1443	-73,03%	R\$ 1,05	R\$ 2.074,80	-R\$ 1.515,15	R\$ 559,65	-73,03%
J (14X7X09)	0	242	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 217,80	R\$ 217,80	N/A
J (14X11X07)	0	236	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 212,40	R\$ 212,40	N/A
C (14X07X19)	0	352	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 316,80	R\$ 316,80	N/A
Tota Material:	13836	224	1,619%	Total Financeiro:	R\$ 19.967,10	R\$ 2.135,55	R\$ 22.102,65	10,695%

Fonte: Autor (2018)

**Tabela 12 – Indicadores de perda: Bloco II, Pavimento Barrilete**

BLOCO: II		PAVIMENTO: BARRILETE		DATA INICIAL: 08/05/2018		DATA FINAL: 15/05/2018		
TIPO DE BLOCO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	TOTAL DE BLOCOS PERDIDOS (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)	650	398	61,23%	R\$ 2,00	R\$ 1.300,00	R\$ 796,00	R\$ 2.096,00	61,23%
B 19 (19x14x19)	60	134	223,33%	R\$ 1,20	R\$ 72,00	R\$ 160,80	R\$ 232,80	223,33%
B 9 (9x14x19)	84	70	83,33%	R\$ 1,00	R\$ 84,00	R\$ 70,00	R\$ 154,00	83,33%
B 34 (34x14x19)	304	35	11,51%	R\$ 1,90	R\$ 577,60	R\$ 66,50	R\$ 644,10	11,51%
B VAR (Varx14x19)	24	-24	-100,00%	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
C 19 (19x14x19)	292	95	32,53%	R\$ 1,15	R\$ 335,80	R\$ 109,25	R\$ 445,05	32,53%
J 19 (19x14x19)	0	0	N/A	R\$ 1,05	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	N/A
C 19 a (19x14x11)	0	0	N/A	R\$ 1,05	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	N/A
J (14X7X09)	0	0	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	N/A
J (14X11X07)	0	0	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	N/A
C (14X07X19)	0	0	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	N/A
Total Material:	1414	708	50,071%	Total Financeiro:	R\$ 2.369,40	R\$ 1.202,55	R\$ 3.571,95	50,753%

Fonte: Autor (2018)

**Tabela 13 – Indicadores de perda: Bloco III, 2º Pavimento**

BLOCO: III		PAVIMENTO: 2º		DATA INICIAL: 10/03/2018		DATA FINAL: 19/03/2018		
TIPO DE BLOCO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	TOTAL DE BLOCOS PERDIDOS (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)	5122	1198	23,39%	R\$ 2,00	R\$ 10.244,00	R\$ 2.396,00	R\$ 12.640,00	23,39%
B 19 (19x14x19)	1278	-354	-27,70%	R\$ 1,20	R\$ 1.533,60	-R\$ 424,80	R\$ 1.108,80	-27,70%
B 9 (9x14x19)	1140	603	52,89%	R\$ 1,00	R\$ 1.140,00	R\$ 603,00	R\$ 1.743,00	52,89%
B 34 (34x14x19)	1708	-157	-9,19%	R\$ 1,90	R\$ 3.245,20	-R\$ 298,30	R\$ 2.946,90	-9,19%
B VAR (Varx14x19)	1058	-1058	-100,00%	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
C 19 (19x14x19)	978	213	21,78%	R\$ 1,15	R\$ 1.124,70	R\$ 244,95	R\$ 1.369,65	21,78%
J 19 (19x14x19)	576	74	12,85%	R\$ 1,05	R\$ 604,80	R\$ 77,70	R\$ 682,50	12,85%
C 19 a (19x14x11)	1976	-1134	-57,39%	R\$ 1,05	R\$ 2.074,80	-R\$ 1.190,70	R\$ 884,10	-57,39%
J (14X7X09)	0	248	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 223,20	R\$ 223,20	N/A
J (14X11X07)	0	246	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 221,40	R\$ 221,40	N/A
C (14X07X19)	0	360	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 324,00	R\$ 324,00	N/A
Tota Material:	13836	239	1,727%	Total Financeiro:	R\$ 19.967,10	R\$ 2.176,45	R\$ 22.143,55	10,900%

Fonte: Autor (2018)

**Tabela 14 – Indicadores de perda: Bloco III, 3º Pavimento**

BLOCO: III		PAVIMENTO: 3º		DATA INICIAL:05/04/2018		DATA FINAL:13/04/2018		
TIPO DE BLOCO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	TOTAL DE BLOCOS PERDIDOS (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)	5122	1148	22,41%	R\$ 2,00	R\$ 10.244,00	R\$ 2.296,00	R\$ 12.540,00	22,41%
B 19 (19x14x19)	1278	-348	-27,23%	R\$ 1,20	R\$ 1.533,60	-R\$ 417,60	R\$ 1.116,00	-27,23%
B 9 (9x14x19)	1140	642	56,32%	R\$ 1,00	R\$ 1.140,00	R\$ 642,00	R\$ 1.782,00	56,32%
B 34 (34x14x19)	1708	-147	-8,61%	R\$ 1,90	R\$ 3.245,20	-R\$ 279,30	R\$ 2.965,90	-8,61%
B VAR (Varx14x19)	1058	-1058	-100,00%	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
C 19 (19x14x19)	978	487	49,80%	R\$ 1,15	R\$ 1.124,70	R\$ 560,05	R\$ 1.684,75	49,80%
J 19 (19x14x19)	576	124	21,53%	R\$ 1,05	R\$ 604,80	R\$ 130,20	R\$ 735,00	21,53%
C 19 a (19x14x11)	1976	-1402	-70,95%	R\$ 1,05	R\$ 2.074,80	-R\$ 1.472,10	R\$ 602,70	-70,95%
J (14X7X09)	0	279	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 251,10	R\$ 251,10	N/A
J (14X11X07)	0	256	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 230,40	R\$ 230,40	N/A
C (14X07X19)	0	284	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 255,60	R\$ 255,60	N/A
Tota Material:	13836	265	1,915%	Total Financeiro:	R\$ 19.967,10	R\$ 2.196,35	R\$ 22.163,45	11,000%

Fonte: Autor (2018)

**Tabela 15 – Indicadores de perda: Bloco V, Pavimento Térreo**

BLOCO: V		PAVIMENTO: TÉRREO		DATA INICIAL:13/03/2018		DATA FINAL: 21/03/2018		
TIPO DE BLOCO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	TOTAL DE BLOCOS PERDIDOS (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)	5096	1017	19,96%	R\$ 2,00	R\$ 10.192,00	R\$ 2.034,00	R\$ 12.226,00	19,96%
B 19 (19x14x19)	1308	-358	-27,37%	R\$ 1,20	R\$ 1.569,60	-R\$ 429,60	R\$ 1.140,00	-27,37%
B 9 (9x14x19)	1108	589	53,16%	R\$ 1,00	R\$ 1.108,00	R\$ 589,00	R\$ 1.697,00	53,16%
B 34 (34x14x19)	1660	-128	-7,71%	R\$ 1,90	R\$ 3.154,00	-R\$ 243,20	R\$ 2.910,80	-7,71%
B VAR (Varx14x19)	1048	-1048	-100,00%	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
C 19 (19x14x19)	944	484	51,27%	R\$ 1,15	R\$ 1.085,60	R\$ 556,60	R\$ 1.642,20	51,27%
J 19 (19x14x19)	548	85	15,51%	R\$ 1,05	R\$ 575,40	R\$ 89,25	R\$ 664,65	15,51%
C 19 a (19x14x11)	2004	-1335	-66,62%	R\$ 1,05	R\$ 2.104,20	-R\$ 1.401,75	R\$ 702,45	-66,62%
J (14X7X09)	0	242	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 217,80	R\$ 217,80	N/A
J (14X11X07)	0	236	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 212,40	R\$ 212,40	N/A
C (14X07X19)	0	352	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 316,80	R\$ 316,80	N/A
Tota Material:	13716	136	0,992%	Total Financeiro:	R\$ 19.788,80	R\$ 1.941,30	R\$ 21.730,10	9,810%

Fonte: Autor (2018)

**Tabela 16 – Indicadores de perda: Bloco V, 1º Pavimento**

BLOCO: V		PAVIMENTO: 1º		DATA INICIAL:27/03/2018		DATA FINAL:04/04/2018		
TIPO DE BLOCO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	TOTAL DE BLOCOS PERDIDOS (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)	5122	1087	21,22%	R\$ 2,00	R\$ 10.244,00	R\$ 2.174,00	R\$ 12.418,00	21,22%
B 19 (19x14x19)	1278	-348	-27,23%	R\$ 1,20	R\$ 1.533,60	-R\$ 417,60	R\$ 1.116,00	-27,23%
B 9 (9x14x19)	1140	601	52,72%	R\$ 1,00	R\$ 1.140,00	R\$ 601,00	R\$ 1.741,00	52,72%
B 34 (34x14x19)	1708	-128	-7,49%	R\$ 1,90	R\$ 3.245,20	-R\$ 243,20	R\$ 3.002,00	-7,49%
B VAR (Varx14x19)	1058	-1058	-100,00%	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
C 19 (19x14x19)	978	513	52,45%	R\$ 1,15	R\$ 1.124,70	R\$ 589,95	R\$ 1.714,65	52,45%
J 19 (19x14x19)	576	124	21,53%	R\$ 1,05	R\$ 604,80	R\$ 130,20	R\$ 735,00	21,53%
C 19 a (19x14x11)	1976	-1389	-70,29%	R\$ 1,05	R\$ 2.074,80	-R\$ 1.458,45	R\$ 616,35	-70,29%
J (14X7X09)	0	245	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 220,50	R\$ 220,50	N/A
J (14X11X07)	0	292	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 262,80	R\$ 262,80	N/A
C (14X07X19)	0	278	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 250,20	R\$ 250,20	N/A
Tota Material:	13836	217	1,568%	Total Financeiro:	R\$ 19.967,10	R\$ 2.109,40	R\$ 22.076,50	10,564%

Fonte: Autor (2018)

**Tabela 17 – Indicadores de perda: Bloco VI, Pavimento Térreo**

BLOCO: VI		PAVIMENTO: TÉRREO		DATA INICIAL:21/03/2018		DATA FINAL:29/03/2018		
TIPO DE BLOCO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	TOTAL DE BLOCOS PERDIDOS (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)	5096	976	19,15%	R\$ 2,00	R\$ 10.192,00	R\$ 1.952,00	R\$ 12.144,00	19,15%
B 19 (19x14x19)	1308	-289	-22,09%	R\$ 1,20	R\$ 1.569,60	-R\$ 346,80	R\$ 1.222,80	-22,09%
B 9 (9x14x19)	1108	600	54,15%	R\$ 1,00	R\$ 1.108,00	R\$ 600,00	R\$ 1.708,00	54,15%
B 34 (34x14x19)	1660	-108	-6,51%	R\$ 1,90	R\$ 3.154,00	-R\$ 205,20	R\$ 2.948,80	-6,51%
B VAR (Varx14x19)	1048	-1048	-100,00%	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
C 19 (19x14x19)	944	484	51,27%	R\$ 1,15	R\$ 1.085,60	R\$ 556,60	R\$ 1.642,20	51,27%
J 19 (19x14x19)	548	164	29,93%	R\$ 1,05	R\$ 575,40	R\$ 172,20	R\$ 747,60	29,93%
C 19 a (19x14x11)	2004	-1504	-75,05%	R\$ 1,05	R\$ 2.104,20	-R\$ 1.579,20	R\$ 525,00	-75,05%
J (14X7X09)	0	268	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 241,20	R\$ 241,20	N/A
J (14X11X07)	0	270	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 243,00	R\$ 243,00	N/A
C (14X07X19)	0	324	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 291,60	R\$ 291,60	N/A
Tota Material:	13716	137	0,999%	Total Financeiro:	R\$ 19.788,80	R\$ 1.925,40	R\$ 21.714,20	9,730%

Fonte: Autor (2018)

**Tabela 18** – Indicadores de perda: Bloco VI, 1º Pavimento

Bloco: VI		Pavimento: 1º		DATA INICIAL:17/04/2018		DATA FINAL:25/04/2018		
TIPO DE BLOCO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	TOTAL DE BLOCOS PERDIDOS (UN)	IPM GLOB (%)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR DAS PERDAS (R\$)	VALOR TOTAL CONSUMIDO (R\$)	IPF GLOB (%)
B 39 (39x14x19)	5122	1142	22,30%	R\$ 2,00	R\$ 10.244,00	R\$ 2.284,00	R\$ 12.528,00	22,30%
B 19 (19x14x19)	1278	-328	-25,67%	R\$ 1,20	R\$ 1.533,60	-R\$ 393,60	R\$ 1.140,00	-25,67%
B 9 (9x14x19)	1140	674	59,12%	R\$ 1,00	R\$ 1.140,00	R\$ 674,00	R\$ 1.814,00	59,12%
B 34 (34x14x19)	1708	-158	-9,25%	R\$ 1,90	R\$ 3.245,20	-R\$ 300,20	R\$ 2.945,00	-9,25%
B VAR (Varx14x19)	1058	-1058	-100,00%	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,00%
C 19 (19x14x19)	978	487	49,80%	R\$ 1,15	R\$ 1.124,70	R\$ 560,05	R\$ 1.684,75	49,80%
J 19 (19x14x19)	576	97	16,84%	R\$ 1,05	R\$ 604,80	R\$ 101,85	R\$ 706,65	16,84%
C 19 a (19x14x11)	1976	-1298	-65,69%	R\$ 1,05	R\$ 2.074,80	-R\$ 1.362,90	R\$ 711,90	-65,69%
J (14X7X09)	0	189	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 170,10	R\$ 170,10	N/A
J (14X11X07)	0	245	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 220,50	R\$ 220,50	N/A
C (14X07X19)	0	274	N/A	R\$ 0,90	R\$ 0,00	R\$ 246,60	R\$ 246,60	N/A
Tota Material:	13836	266	1,923%	Total Financeiro:	R\$ 19.967,10	R\$ 2.200,40	R\$ 22.167,50	11,020%

Fonte: Autor (2018)

## 4.6 Avaliação das Perdas

No tópico anterior, foram expostos os quantitativos, obtidos em campo, do desperdício dos blocos estruturais de concreto no empreendimento sob estudo. Foram comparadas as diretrizes do projeto estrutural e o que foi executado em campo, a partir daí, foram obtidos os índices relevantes à pesquisa.

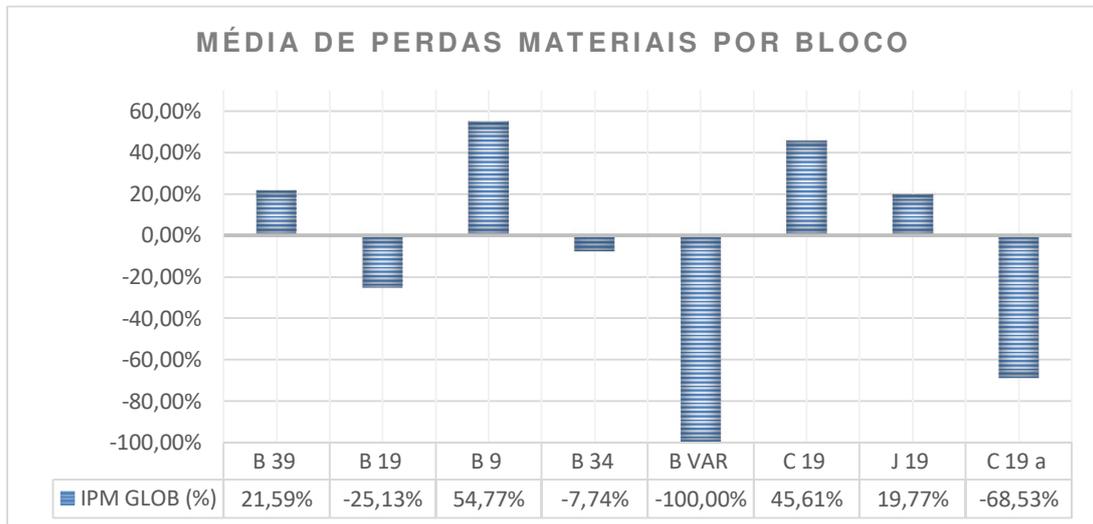
De posse dos índices pode-se fazer análises a respeito das perdas dos blocos de concreto. A avaliação iniciar-se-á por cada tipo de bloco, individualmente, evoluindo para perda do conjunto inteiro. Então, serão feitas projeções das perdas para a totalidade da obra e serão propostas medidas para evitar tais desperdícios.

### 4.6.1 Avaliação por bloco

Será exposto, primeiramente, o valor médio geral dos índices de perda por tipo de bloco analisado (Gráficos 1 e 2), essa média advém da ponderação das perdas de bloco para os diferentes tipos de pavimentos analisados. Em seguida, será feita a

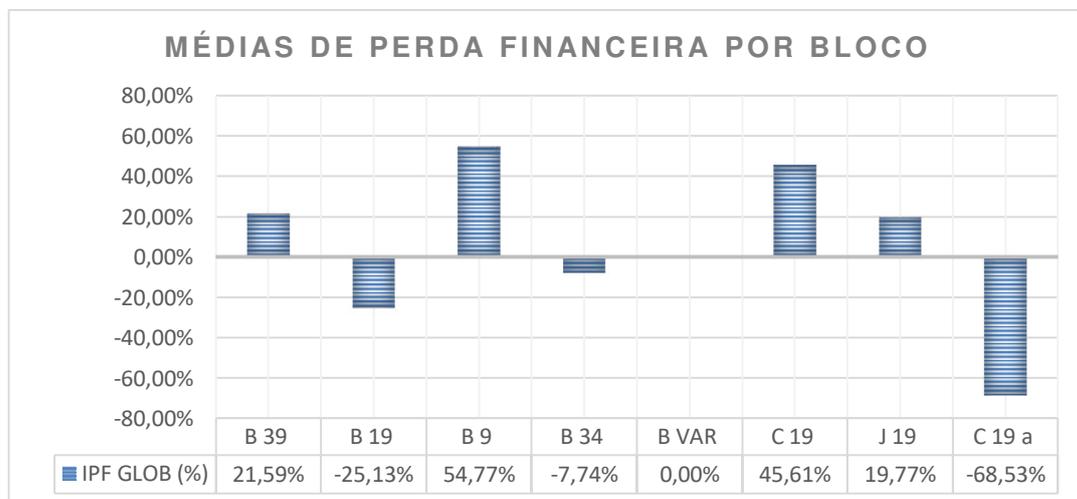
análise individual de cada tipo de bloco e, por fim, as considerações sobre a combinação dos dados individuais expostos.

**Gráfico 1 – Perdas materiais médias por bloco**



Fonte: Autor (2018)

**Gráfico 2 – Perdas financeiras médias por bloco**



Fonte: Autor (2018)

- a) Bloco Inteiro B39 (39x14x19): Este é o bloco de maior demanda em projeto. Apesar IPM e IPF médios de 21,59% não ter sido o maior valor percentual, foi o suficiente para apresenta o maior valor bruto de perdas (observar tabelas 10 a 18). Acontece que esse insumo tem o maior custo unitário entre os blocos, o que acaba por gerar, também, a maior perda econômica bruta dentre os blocos.

- b) Bloco Inteiro B19 (19x14x19): O valor médio dos índices desse bloco foram -25,13%. Ou seja, apesar do projeto demandar certa quantidade desse bloco, a execução utilizou quantidades inferiores. Logo, os índices de perda material e global serão negativos, pois houve “economia” do insumo. Todavia, esse fato de certo é uma das razões do uso em excesso dos outros blocos inteiros, B39 e B9.
- c) Bloco Inteiro Compensador B9 (9x14x19): Esse bloco apresentou os maiores valores dos índices de perda material (IPM) e financeiro (IPF), 54,77%. Parte do uso em excesso desse insumo advém das lacunas indicadas em projetos como “blocos variáveis” que, em campo, são executados com esse tipo de bloco.
- d) Bloco de Amarração “L” B34 (34x14x19): O bloco B34 apresentou índices IPM e IPF negativos nos pavimentos tipo tendo por índices médios gerais -7,74%. Este fato indica que utilizaram, na execução, menos do que o projetado. Entretanto, foi o bloco que mais se aproximou da quantidade indicada em projeto. Provavelmente, pela função singular na modulação (amarração) o bloco não possa ser substituído com facilidade, causando menor margem de erro.
- e) Bloco Variável Bvar (Variávelx14x19): A partir do projeto, é possível obter o número de blocos variáveis necessários para projeto. Entretanto, por não apresentar unidade que os individualizasse dos demais blocos empregados no empreendimento, os indicadores desse bloco foram de -100% pra IPM. Além disso, por não apresentar custo unitário, pois não representa lote ao fornecedor, acaba por não gerar IPM. Em outras palavras, nenhum bloco previsto foi usado, pois o Bvar não é um tipo de bloco e sim uma adaptação construtiva.
- f) Bloco Canaleta C19 (19x14x19): Blocos canaletas sofrem bastante por sua fragilidade. O bloco C19 apresentou IPM e IPF geral médio de 45,61%, o maior entre os canaletas. Os índices negativos da canaleta tipo C19a podem ter contribuído para os altos índices de perda do bloco C19.
- g) Bloco Canaleta J19 (19x14x19): Os blocos desse tipo eram destinados ao coroamento de alguns trechos da alvenaria estrutural dos pavimentos. Seu uso teve índices médios de 19,77%, que podem ter sido

gerados, parte pela fragilidade do bloco e parte pelas lacunas deixadas pelo uso em menor quantidade do C19a.

- h) Bloco Canaleta C19a (19x14x11): Em projeto, estes eram os blocos medulares para a fiada superior da alvenaria. Entretanto, os -68,53% de índice de perda do material mostram que grande parte dos blocos destinados à essa posição não foram usados nos pavimentos. Por consequência, a lacuna deixada pelo desuso dos blocos C19a, teve que ser preenchida, não só com o uso dos blocos C19 e J19, mas também com o uso de três tipos de blocos não indicados em projeto: O J (14x07x09), o J (14x11x07) e o C (14x07x19).
- i) Blocos Canaleta J (14x07x09); J (14x11x07); C (14x07x19): Esses blocos foram adotados devido aos rebaixos das áreas molhadas propostas pelo engenheiro de campo. Por não haver proposta em projeto, não há maneira, através das equações propostas por Souza (2015) de calcular os indicadores IPM e IPF individuais. Entretanto, o uso desse bloco indica, conceitualmente, perda e seu valor deve ser computado no cálculo dos índices globais do pavimento.

No quadro geral, os quantitativos levantados expõem execução fora das diretrizes propostas pelo projeto. Mesmo com a aprovação da primeira e segunda fiada, os números mostram que a modulação dos pavimentos segue um padrão divergente do projetado. Os motivos mais evidentes para isso são, as modificações do projeto feitas pelo engenheiro de campo, a falta de fiscalização dos processos intermediários da elevação e a necessidade de gerar produção dos operários de execução.

Os rebaixos das áreas molhadas e as empenas em alvenaria de blocos de concreto foram medidas tomadas pelo engenheiro de campo que não estavam presentes em projeto. Essas mudanças acarretaram alterações nos quantitativos de blocos usados.

A falta de fiscalização também afeta diretamente o quantitativo. Apesar da aprovação da primeira e da segunda fiada, o processo intermediário e de coroamento dos blocos não é avaliado. Por esse motivo, os operários acabam por adaptar a modulação. Assim as paredes continuam funcionais, porém com outra configuração de bloco, gerando aumento do uso de alguns (índices IPM e IPF altos) e reduzindo o

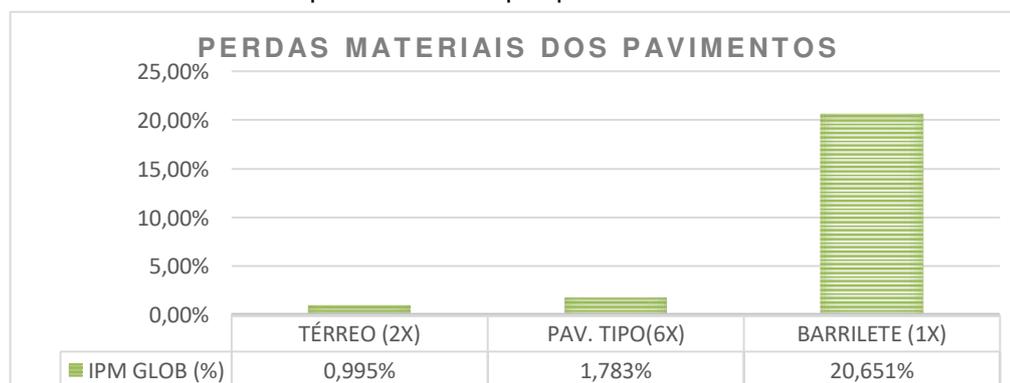
uso de outros (índices IPM e IPF negativos). Esse fato é agravado pela necessidade dos operários de gerar produção. Como os executores da alvenaria ganham a mais por produção, eles acabam usando os blocos mais disponíveis a eles no momento, acarretando divergências de modulação.

No que tange os processos executivos, observa-se que os blocos estruturais em concreto são resistentes. Os blocos mais frágeis são os tipos canaleta, principalmente os do tipo “J”. Quando a alvenaria é executada de acordo com os padrões da norma NBR 15961-2 (blocos de concreto parte 2: Execução e controle de obra), o principal ponto de perda está nos acidentes de transporte dos blocos, onde pallets são inutilizados por completo. Entretanto, as perdas são elevadas quando a execução procura “adaptações” não indicadas em projeto, quer seja por quebras de blocos para passagem de tubulação quer seja por execução de elevação em desacordo à proposta.

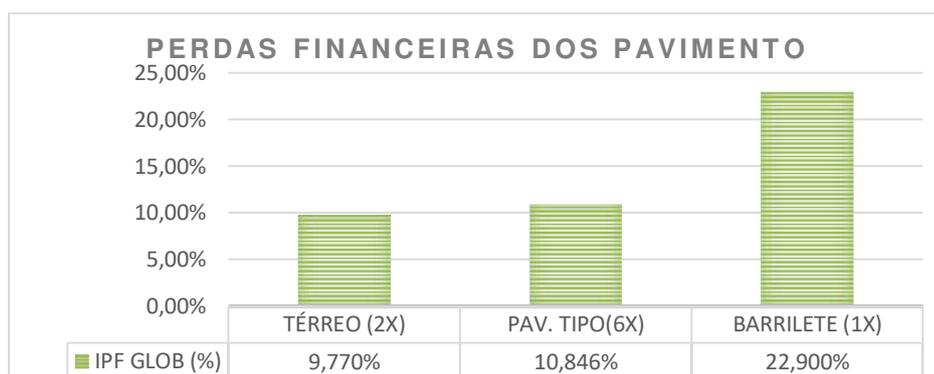
#### 4.6.2 Avaliação por pavimento

Para análise por pavimento, serão expostos os valores médios das perdas totais dos blocos por tipo de pavimento analisado (Gráficos 3 e 4) e a média ponderada geral das perdas por pavimento. Em sequência, serão analisados os valores demonstrados.

**Gráfico 3 – Índices de perda material por pavimento**



Fonte: Autor (2018)

**Gráfico 4 – Índices de perdas financeiras por pavimento**

Fonte: Autor (2018)

Para o térreo, os dados indicam 0,995% para perda material (IPM global) de blocos. Essa porcentagem reflete o número de unidades de bloco usadas além do previsto em projeto no pavimento térreo. Ao analisar apenas esse índice, leva-se a crer que as perdas são pequenas. Entretanto, essa síntese é equivocada devido ao resultado do índice de perda financeiro (IPF global) para o mesmo patamar, de 9,77%. Conclui-se que, o rearranjo na execução da alvenaria do térreo, apesar de utilizar poucas unidades a mais que o previsto em blocos de concreto estrutural, excedeu o orçamento planejado em 9,77%.

Para os seis pavimentos tipo estudados, obteve-se IPM médio de 1,783%. Apesar de demandar menos unidades de blocos de concreto, os pavimentos tipo apresentaram maiores perdas brutas do insumo, fato que gerou o IPM maior que o do térreo. O que pode explicar esse fato é o início da distribuição vertical dos blocos pelas manipuladoras telescópicas, o que incrementa as perdas por transporte. O aumento do IPM refletiu aumento do IPF que teve média de 10,846% nos pavimentos tipo.

Os maiores índices foram obtidos no pavimento barrilete. O motivo para isso foram os blocos destinados às empenas do patamar e o aumento da laje destinada às caixas d'água. A falta dessas previsões causou excesso de 20,651% no uso de unidades de material e 22,9% no preço final. Entretanto, por se tratar de nível com área reduzida, a alta perda relativa não compôs parcela elevada da perda média total por pavimento.

#### 4.6.3 Projeção das perdas

A partir dos índices de perda dos blocos de alvenaria estrutural de cada pavimento, é possível calcular a projeção do prejuízo para 1 bloco do empreendimento (Tabela 19).

**Tabela 19** – Previsão das perdas para 1 bloco padrão

PREVISÃO DAS PERDAS PARA 1 BLOCO PADRÃO						
PAVIMENTO	TOTAL DE PEÇAS – PROJETO (UN)	IPM DO PAV. (%)	BLOCOS PERDIDOS POR PAVIMENTO (UN)	VALOR DE PROJETO (R\$)	IPF DO PAV (%)	VALOR DAS PERDAS POR PAVIMENTO (R\$)
TÉRREO ( 1)	13716	0,995%	137	R\$ 19.788,80	9,770%	R\$ 1.933,35
PAV TIPO (3)	41508	1,783%	740	R\$ 59.901,30	10,846%	R\$ 6.496,90
BARRILETE (1)	1414	20,651%	292	R\$ 2.369,40	22,900%	R\$ 542,60

Fonte: Autor (2018)

Com as quantidades absolutas é possível obter os índices de perda físico e os índices de perda material para 1 bloco padrão (Tabela 20).

**Tabela 20** – Índices de perda por bloco do empreendimento

ÍNDICES DE PERDA PARA 1 BLOCO						
ESPECIFICAÇÃO	TOTAL DE PEÇAS - PROJETO (UN)	BLOCOS PERDIDOS POR BLOCO (UN)	IPM DO BLOCO. (%)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR TOTAL DAS PERDAS POR PAVIMENTO (R\$)	IPF DO PAV (%)
BLOCO PADRÃO	56638	1169	2,063%	R\$ 82.059,50	R\$ 8.972,85	10,935%

Fonte: Autor (2018)

Então, de posse dos índices por pavimento, estima-se a perda para os 8 blocos do empreendimento (Tabela 21).

**Tabela 21** – Projeção das perdas para o empreendimento estudado

ÍNDICES DE PERDA PARA EMPREENDIMENTO						
ESPECIFICAÇÃO	TOTAL DE PEÇAS PROJETO (UN)	IPM DO BLOCO. (%)	BLOCOS PERDIDOS (UN)	VALOR DE PROJETO (R\$)	VALOR TOTAL DAS PERDAS (R\$)	IPF DO PAV (%)
TODOS OS BLOCOS	453104	2,063%	9348	R\$ 656.476,00	10,935%	R\$ 71.782,80

Fonte: Autor (2018)

Caso a alvenaria mantenha o padrão de execução do período de estudos, as perdas materiais se estabelecerão em 2,063% e as financeiras em 10,935%. Os valores absolutos dessas porcentagens refletem em 9.348,00 unidades de blocos perdidos e R\$ 71.782,80 de verba excedente.

Com esse valor de perdas seria possível obter, pelo mesmo preço de mercado, blocos para construção de 87,48% de um novo bloco padrão idêntico aos 8 planejados. Com as perdas, seria possível pagar 84,68% dos R\$ 84.767,10 do custo de 1 apartamento pronto do empreendimento. A perda representa 3,94% dos R\$ 1.818.33,44 destinados a todo o processo de elevação da alvenaria estrutural, equivalendo a 0,33% da verba total de R\$ 21.700.903,84 para o empreendimento.

É importante destacar que a obra está associada ao Programa Minha Casa Minha vida e que as margens de lucro para esse tipo de empreendimento não são expressivas. Para os índices de perda financeira obtidos, é possível concluir que, no quesito alvenaria estrutural, a execução arrisca os ganhos da empresa através da elevação paralela às diretrizes de projeto.

#### 4.6.4 Propostas de solução

Já que as perdas de blocos de concreto são evitáveis e a de posse dos índices de materiais e financeiros, é possível propor soluções que minimizem as perdas no caso estudado.

**Tabela 22** – Recomendações para evitar as perdas na obra sob estudo

<b>PROPOSTA DE SOLUÇÕES ÀS PERDAS DO EMPREENDIMENTO</b>	
<b>SETOR</b>	<b>PROPOSTA DE REDUÇÃO DAS PERDAS</b>
PLANEJAMENTO	<p>a) Devem ser revisados, pelo setor de engenharia e pelo engenheiro designado à obra, os projetos executivos do empreendimento. A falta das empenas, o rebaixo das áreas molhadas, o aumento da área para caixas d'água e as demais adaptações de campo poderiam ser previstas na fase de planejamento e os respectivos projetos poderiam ser alterados.</p> <p>b) Os blocos "variáveis" designados em projeto estrutural, deveriam ter sido definidos e implementados ao projeto antes da fase de execução, minimizando os erros de modulação durante a execução.</p>

TRANSPORTE INTERNO	<p>c) O deslocamento dos blocos deve ser fiscalizado pela administração local da obra (engenheiro, mestre de obras, almoxarife, encarregado ou estagiário), para evitar a má procedência no transporte.</p> <p>d) Devem ser aprovados pela administração local as condições de amarração dos blocos nos pallets antes do transporte interno.</p> <p>e) Deve-se fixar e fiscalizar velocidade máxima para o transporte de material na manipuladora telescópica.</p> <p>f) Deve-se prever em croqui posições de descarga de material nos pavimentos durante execução, evitando procedimentos improvisados e proibindo descargas em locais não autorizados.</p>
FUNCIONÁRIOS	<p>g) Os pedreiros de alvenaria devem treinar para que executem o levantamento de acordo com o projeto estrutural destacando a importância da execução sem desperdícios e com racionalização de recursos.</p> <p>h) Deve-se incumbir à administração local a fiscalização, não só da primeira e segunda fiada, mas também das fiadas intermediárias e do topo da alvenaria, punindo equipes que não seguem as diretrizes do projeto estrutural.</p> <p>i) Deve-se incumbir ao almoxarife que controle os gastos diários de blocos por pavimento, treinando-o a identificar erros na proporção do uso de blocos nas elevações.</p>
EXECUÇÃO	<p>j) Deve-se disponibilizar insumos proporcionais as necessidades impostas pelo projeto estrutural, evitando excessos de determinado tipo de bloco no pavimento em execução.</p> <p>k) Deve-se implementar sistema de aprovação ou reprovação de cada elevação para evitar que erros sejam repetidos por inconsciência do pedreiro de execução da alvenaria.</p> <p>l) A administração local deve intervir ao observar usos de blocos em funções impróprias, seja como "cocadas" para lajes e vigas seja como banquinho ou base para andaimes.</p>

Fonte: Autor (2018)

## 5 CONCLUSÃO

Motivado pelas novas tendências de mercado em relação à diminuição de resíduos, melhora das políticas de gestão e melhoria da eficiência produtiva, a presente pesquisa focou-se em apresentar resultados práticos sobre os prejuízos físicos e financeiros gerados pelo desperdício do insumo bloco de concreto estrutural (BCE) na construção de habitação multifamiliar em alvenaria estrutural.

A pesquisa foi realizada em obra de habitação multifamiliar pertencente a empresa “A”. Esta que está no mercado desde 1995 e apresenta certificado SiAC/PBQP-H nível “A” versão 2017 do programa. Sua obra se trata de uma obra custeada pela Caixa Econômica Federal, através do “Programa Imóvel na Planta – Associativo – Recurso do FGTS”, associado ao “Programa Minha Casa Minha Vida”, apresenta sistema construtivo em alvenaria estrutural e orçamento estimado R\$ 21.700.903,84 para construção de 8 blocos de 32 apartamentos cada e áreas comuns.

Através da metodologia proposta por Souza (2015), foi possível obter os índices de perda físicos (IPM) e os índices de perda financeiros (IPF) do empreendimento e estimar o prejuízo causado por eles. Os resultados apresentaram IPM global de 2,063% e IPF global de 10,935% para os BCE gerados, principalmente pelo erro da modulação proposta pelo projeto estrutural. Essas porcentagens são equivalentes, por estimativa, a 9438 blocos perdidos e R\$ 71.782,80 de perda. Quantidade suficiente para construir 87,48% de um bloco idêntico aos 8 projetados desperdiçando, apenas nesse insumo 0,33% do orçamento total da obra. Para o caso estudado, os problemas residem, principalmente, no planejamento e no controle da execução, pontos chave para redução dos prejuízos.

O aporte dessas quantidades indica, por si, a completude dos objetivos propostos pela pesquisa. Identificou-se as origens da perda durante a produção, quantificou-se o número de blocos previstos em projeto e o número realmente usado e, por conseguinte, analisou-se as perdas geradas pelo desperdício. Se torna evidente que, somente através de quantificações é possível tomar atitudes de gestão.

## REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para a redução dos desperdícios de materiais nos canteiros de obras: relatório final**. São Paulo: EPUSP/FINEP/ITQC, 1998.
- ANDRADE, A. C. **Método para quantificação das perdas de materiais em obras da construção de edifícios: superestrutura e alvenaria**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961 - 2: Alvenaria estrutural: Blocos de concreto parte 2: Execução e controle de obra**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- \_\_\_\_\_. **NBR 6136: Blocos Vazados de concreto simples para alvenaria: Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 16 p.
- BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- CAMACHO J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Ilha solteira, 2006.
- FIGUEIRÓ, W. O. **Racionalização do processo produtivo de edifícios em alvenaria estrutural**. 2009. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FORMOSO, C. T. et al.: **Sistemas de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil: manual de utilização**. Porto Alegre,RS: SEBRAE, 1995.
- GUEDES, M. B. **Caderno de Encargos**. 5. ed. São Paulo: Editora Pini, 2009.
- HOFFMAN, L. G. et al. Alvenaria Estrutural: Um levantamento das vantagens, desvantagens e técnicas utilizadas, com base em uma pesquisa bibliográfica nacional. In: SIMPÓSIO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA, 3., 2012. **Anais...** Maringá: EME, 2012. p. 9.
- KALIL, S. B.; LEGGERINI, M. R.; **Estruturas Mistas: Concreto Armado X Alvenaria Estrutural**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. João Pessoa: EMLUR: PMJP: ECOSAN, 2001.
- MACHADO C. A. P. **Análise de Perdas de Blocos de Concreto na Execução de um Conjunto Habitacional em Alvenaria Estrutural**. 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MANZIONE, L. **Projeto e Execução de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Ed. O Nome da Rosa, 2004.

PRADO, S. P. C.; **Modelo de implantação de Sistema da Qualidade baseado no processo de certificação SIQ-construtora como alavancagem da gestão e melhoria contínua na empresa de Construção Civil**: um estudo de caso. 2003. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PERDIGÃO, J. G. de L.; PERDIGÃO, M. L. P. B. A certificação da qualidade ISO 9001 na construção civil: um estudo de caso na construtora Cipresa na cidade de Campina Grande – PB. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA REGIÃO NORDESTE, 7., 2012. **Anais...** Mossoró, CE: SEPRONE, 2012.

PEREZ, J. H.; OLIVEIRA, L. M.; COSTA, R. G. **Gestão estratégica de custos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ROMAN, H.; MUTTI, C.N.; ARAÚJO, H.N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: UFSC, 1999.

SANTOS, M. D. F.; **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: contribuição ao uso**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

SANTOS, D. G. perdas na construção civil: estudo de caso. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010. **Anais...** Canelas, RS, 2010.

SOUSA, R. N.; SILVA, L. S. **Gestão de Custos: Contabilidade, Controle e Análise**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

SOUZA, U. E. L. de. **Como reduzir perdas nos canteiros**: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005.

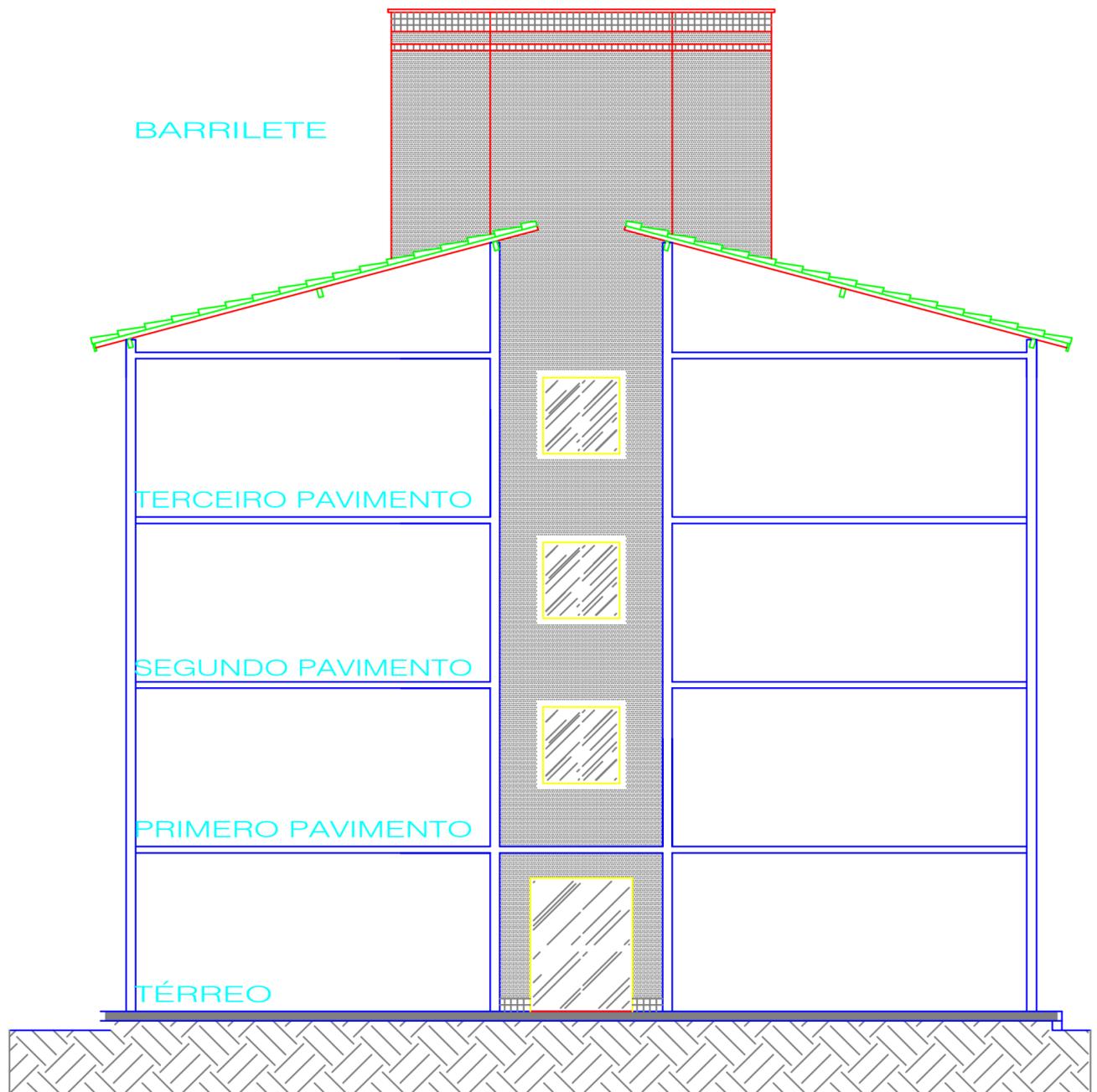
\_\_\_\_\_. et al. Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito. **Revista Qualidade na construção**, São Paulo, v. 13, dez. 1994.

\_\_\_\_\_. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos**. 2001. 280 f. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

\_\_\_\_\_. et. al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, v. 4, n. 4, p. 33-46, 2004.

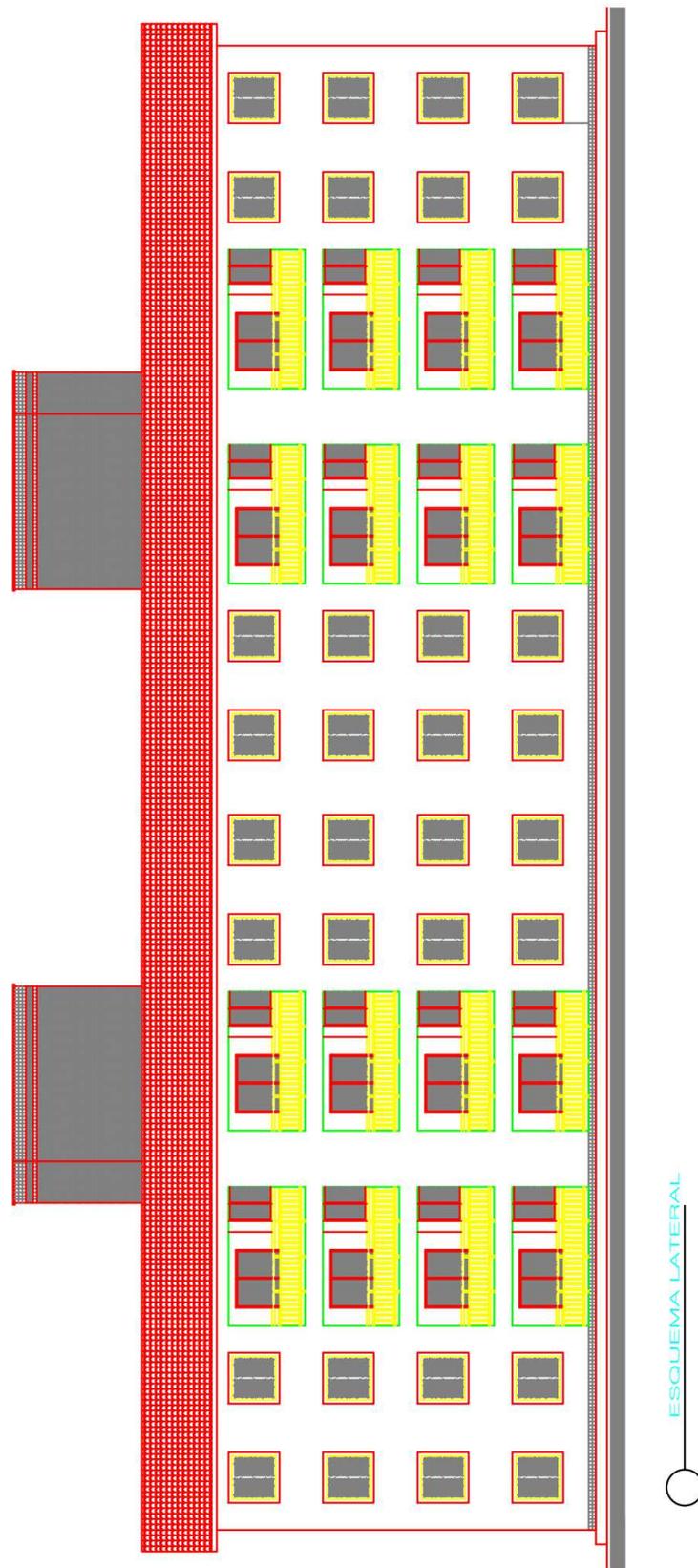
WENDLER, A. **Curso sobre projeto de alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto**. São Paulo: ABCP, 2001.

**ANEXOS**



ESQUEMA DA FACHADA

## ANEXO A - ESQUEMA FRONTAL DA FACHADA



ESQUEMA LATERAL

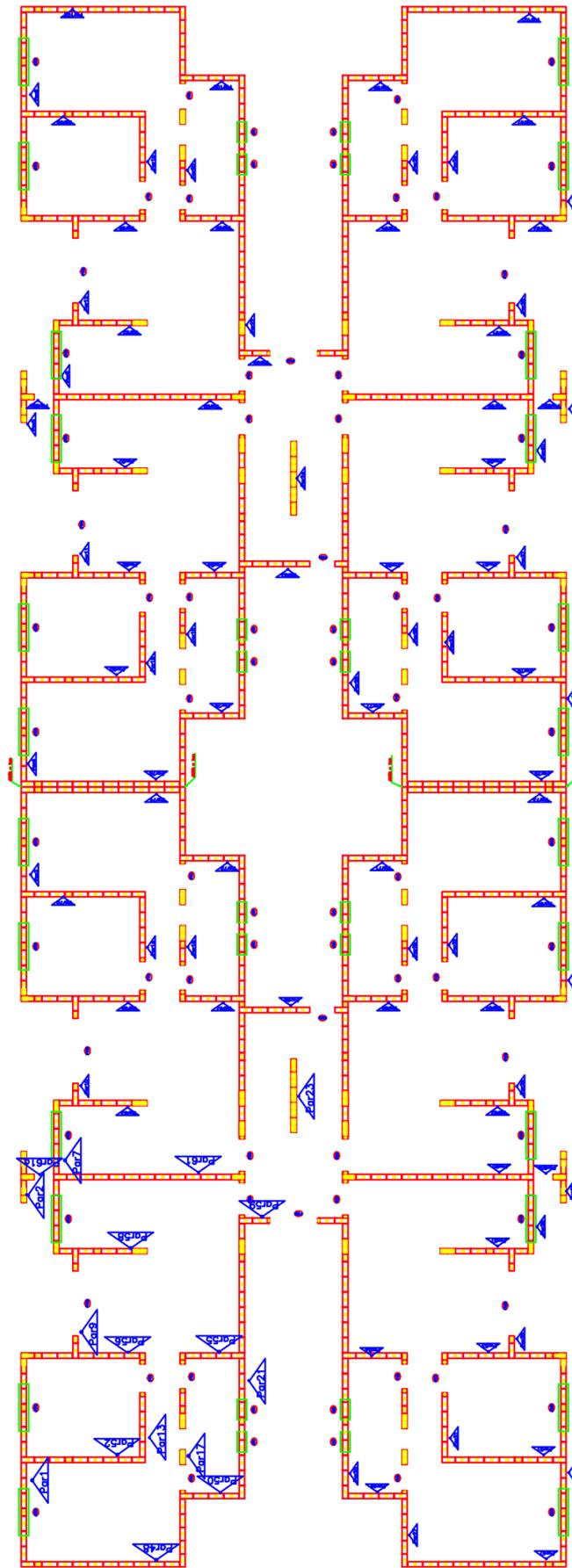
## ANEXO B - ESQUEMA LATERAL DA FACHADA

PROJETO ARQUITETÔNICO DO EMPREENDIMENTO

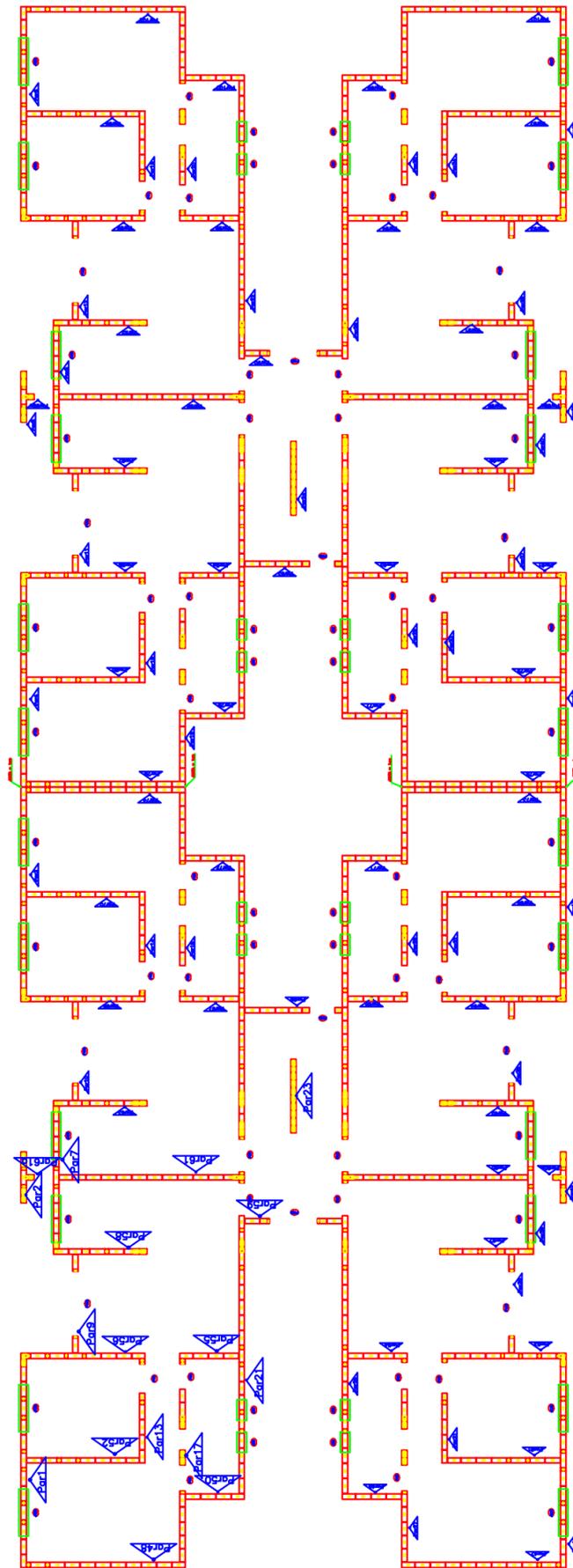
ANEXO: 2/15

PROJETO EXECUTIVO  
PÁGINA: 63

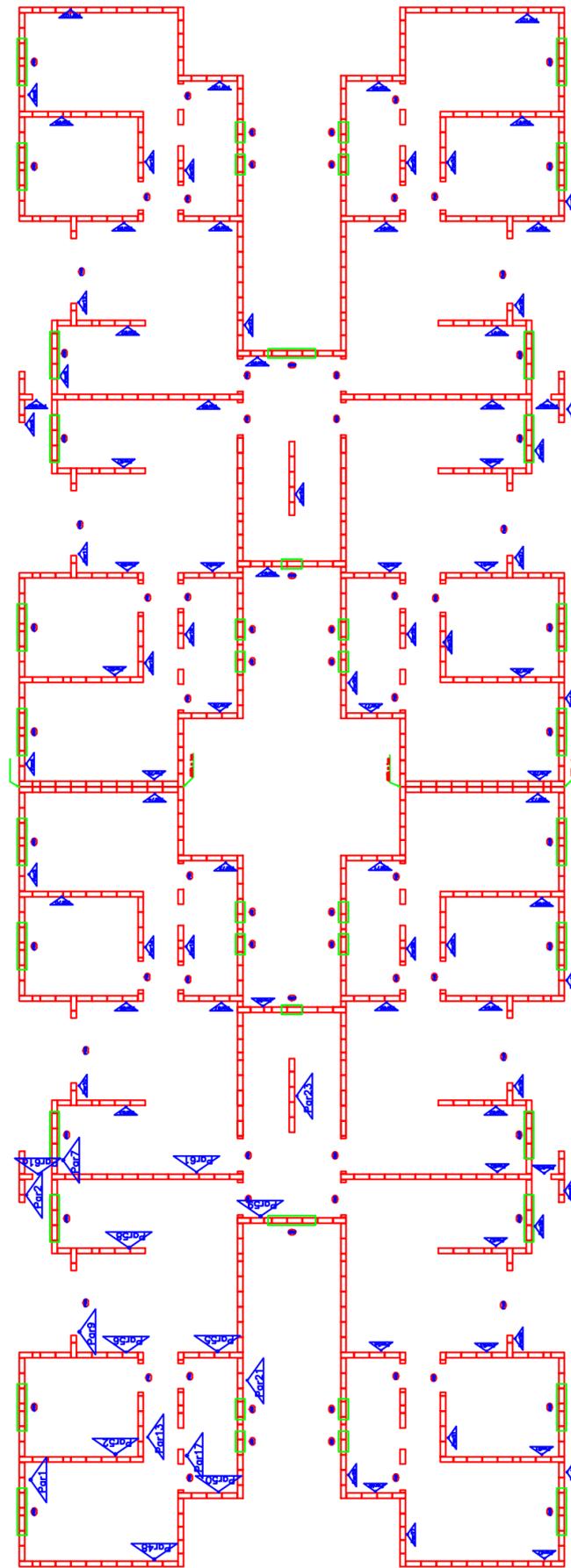
ESCALA: S/E



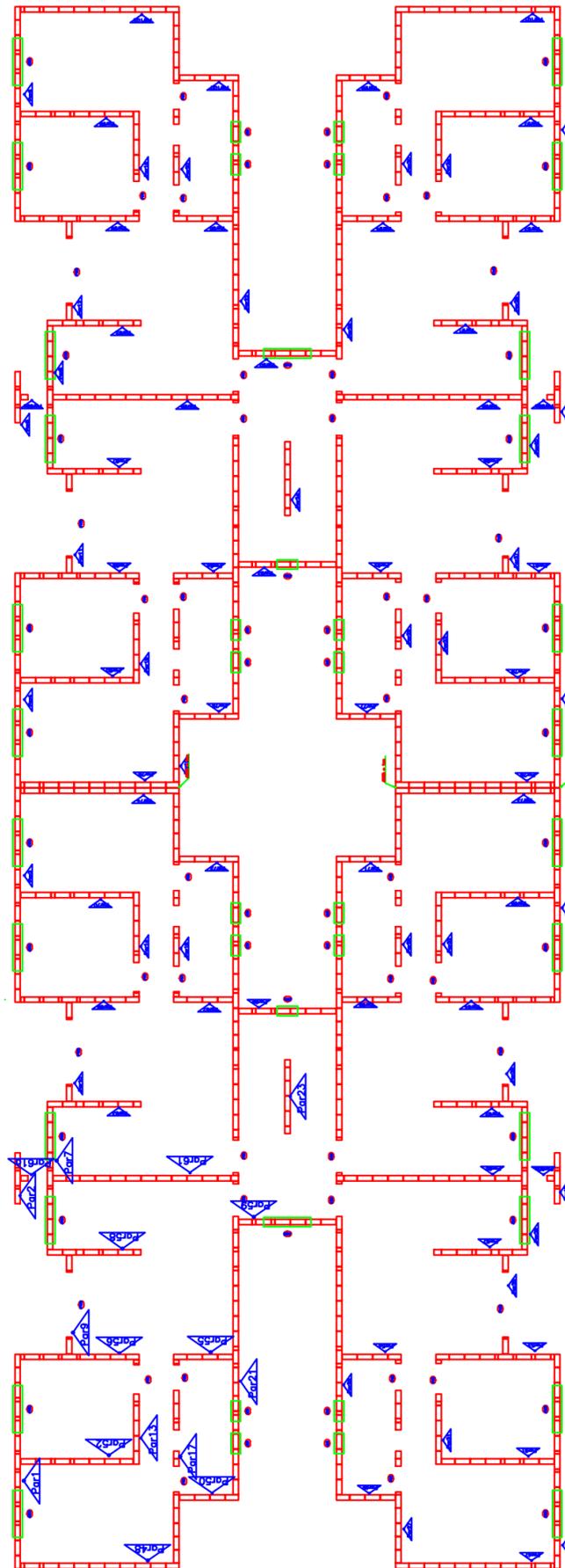
ANEXO C - PRIMEIRA FIADA DE ALVENARIA DO TÉRREO PADRÃO



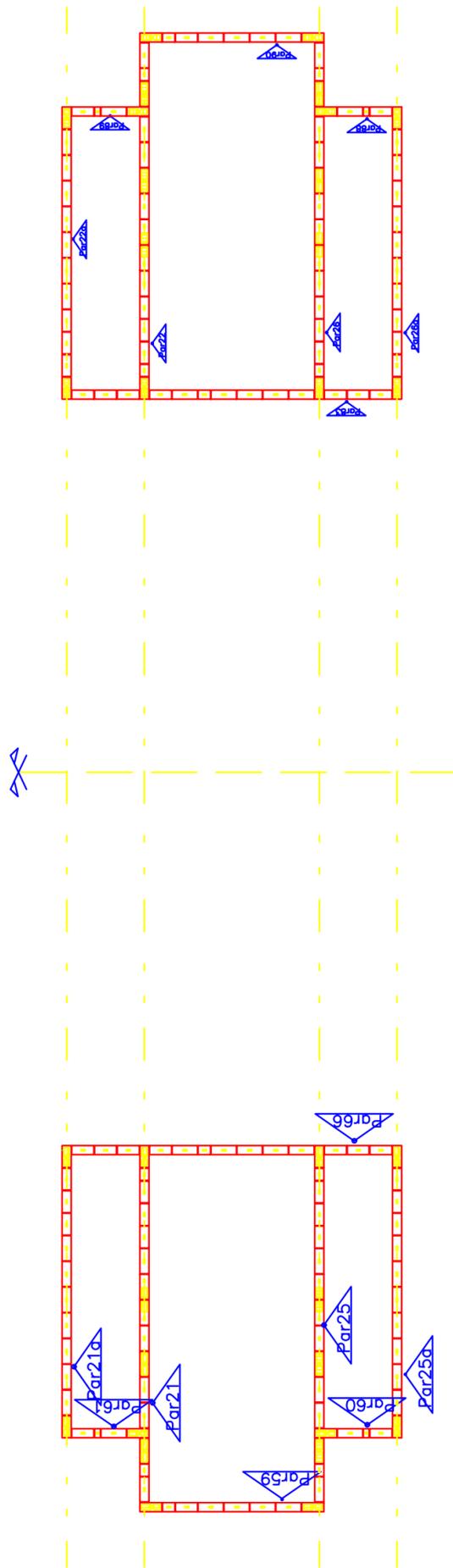
## ANEXO D - SEGUNDA FIADA TÉRREO PADRÃO



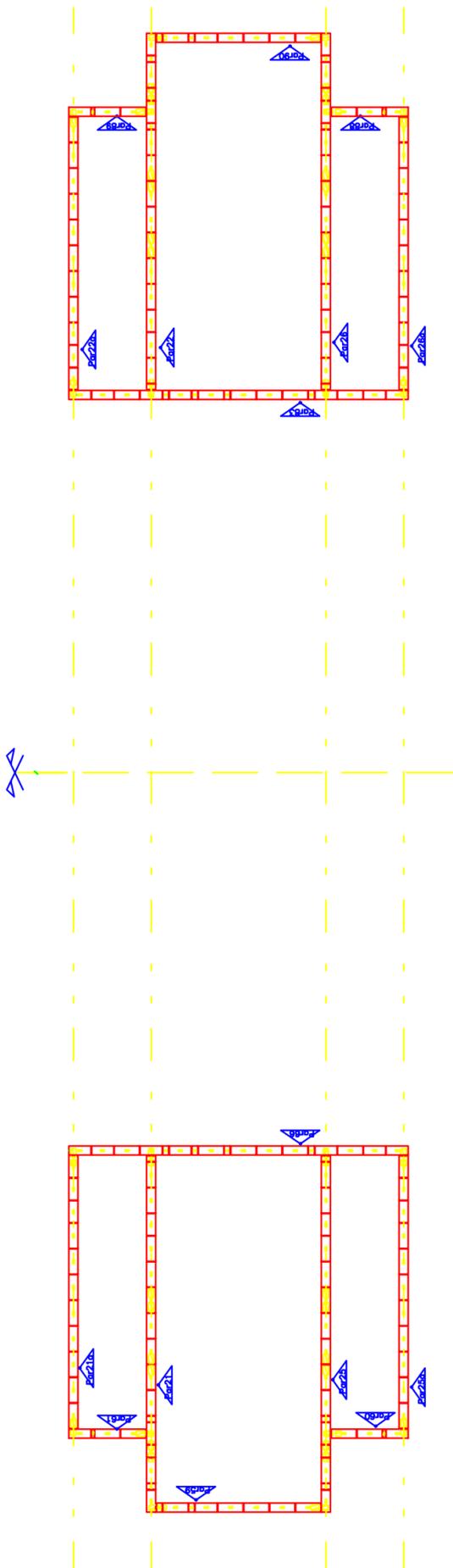
ANEXO E - PRIMEIRA FIADA DE ALVENARIA PRIMEIRO PAVIMENTO À COBERTA



ANEXO F - SEGUNDA FIADA SEGUNDO PAVIMENTO À COBERTA



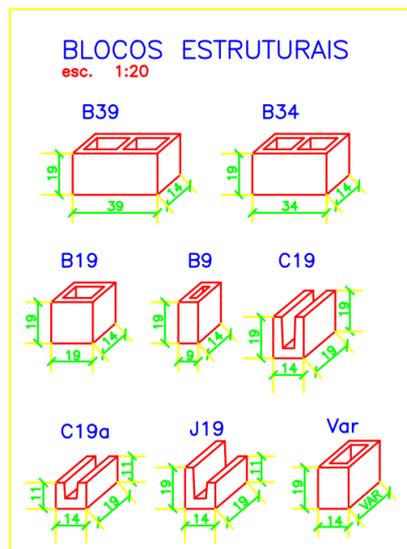
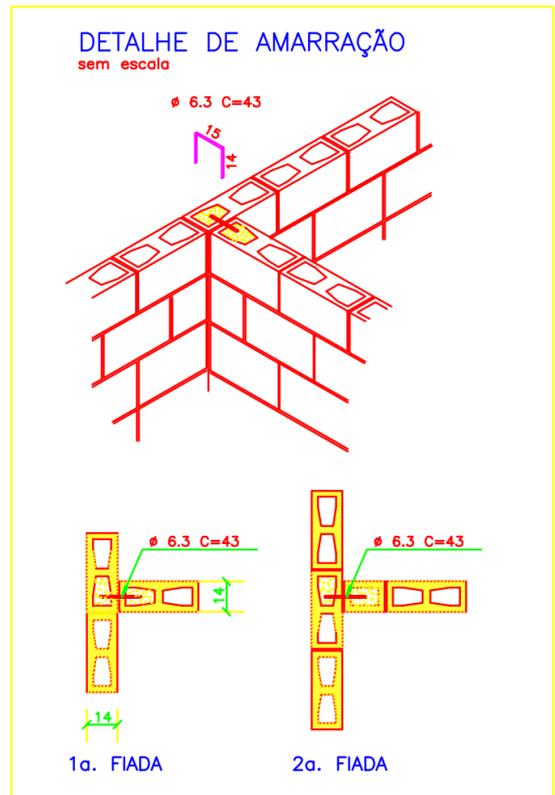
ANEXO G - PRIMERA FIADA PAVIMENTO BARRILETE



ANEXO H - SEGUNDA FIADA DE ALVENARIA PRIMEIRO PAVIMENTO À COBERTA

## NOTAS

- 1 - Atender a todas as exigências das normas NBR-6118 e NBR-8798
- 2 - Barras dobradas segundo raios mínimos de curvatura da NBR-6118.
- 3 - Cobrimento das armaduras indicados nos detalhes específicos, Quando não especificado, usar : 3 cm
- 4 -  $F_{ck} = 25 \text{ MPa}$  (RADIAR)  
 $F_{ck} = 25 \text{ MPa}$  (ESTRUTURA)
- 5 - Resistência a compressão dos blocos de concreto:
  - a - do térreo e 1o. pav. -  $F_{bk} = 6 \text{ MPa}$
  - b - do 2o. e 3o. pav. -  $F_{bk} = 4.5 \text{ MPa}$
- 6 - Resistência característica do prisma:
  - a - do térreo e 1o. pav. -  $F_{pk} = 5.5 \text{ MPa}$
  - b - do 2o. e 3o. pav. -  $F_{pk} = 4.0 \text{ MPa}$
- 7 - Resistência da argamassa de assentamento:
  - a - do térreo e 1o. pav. -  $F_{ak} = 6 \text{ MPa}$
  - b - do 2o. e 3o. pav. -  $F_{ak} = 4.5 \text{ MPa}$
- 8 - Não é permitido executar aberturas nas paredes ou remove-las.
- 9 - Os blocos só poderão ser usados com idade superior a 21 (vinte e um) dias.
- 10 - O grauteamento das paredes só poderá ser executado após, no mínimo, 24 (vinte e quatro) horas do assentamento dos blocos.
- 11 - Altura máxima por lançamento do graute, 140cm, ou 7 (sete) fiadas de blocos.
- 12 - DEVERÁ SER EXECUTADO CONTROLE RIGOROSO DO CONCRETO POR EMPRESA ESPECIALIZADA EM CONTROLE TECNOLÓGICO.
- 13 - CONFERIR MEDIDAS NO LOCAL DA OBRA.
- 14 - Medidas em centímetro (cm) e cotas em metro (m).



## LEGENDA

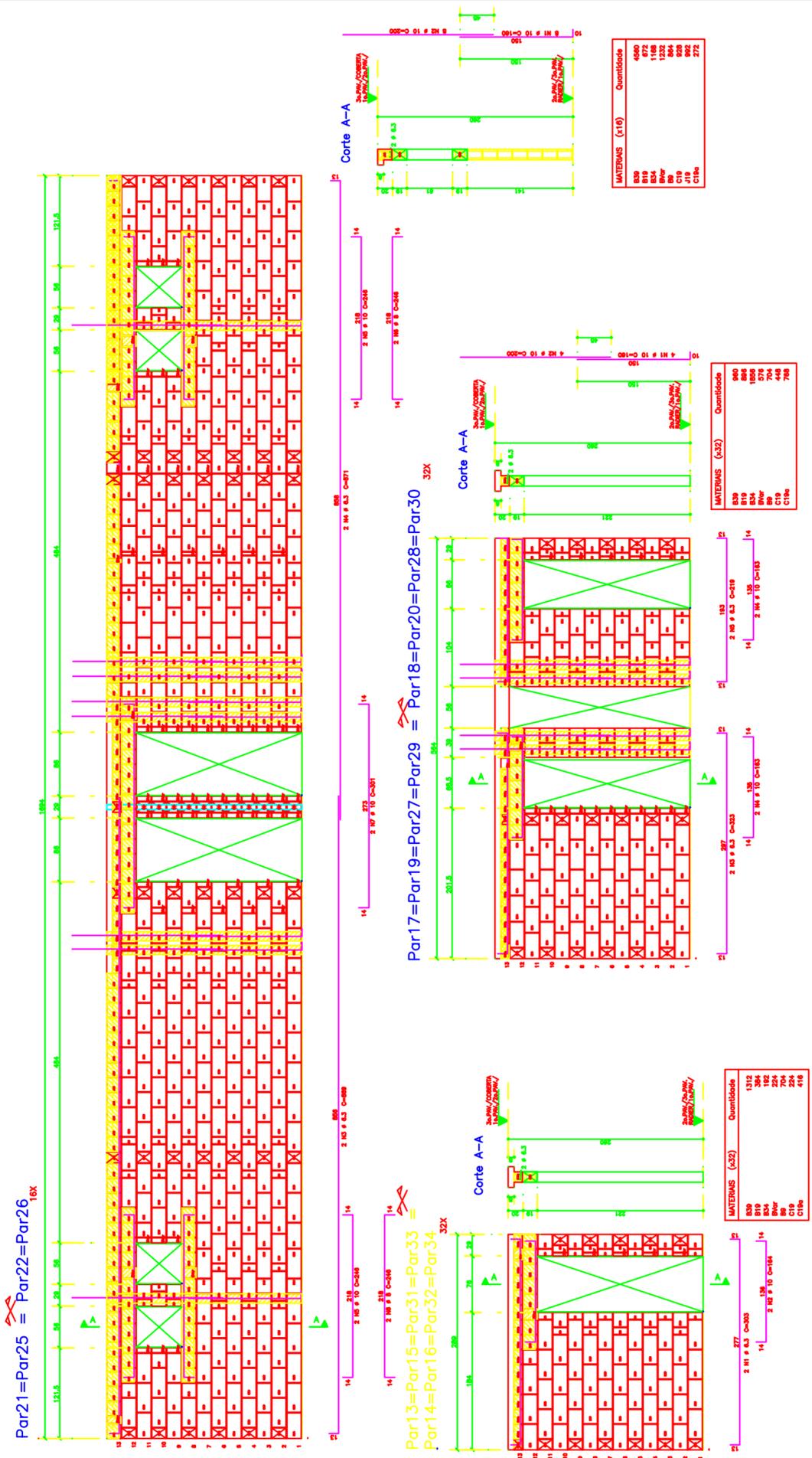
B39	- Bloco inteiro	39X14X19 cm
B19	- Bloco inteiro	19X14X19 cm
B34	- Bloco "L"	34X14X19 cm
B9	- Bloco	9X14X19 cm
C19	- Bloco Canaleta	19X14X19 cm
C19a	- Bloco Canaleta-Baixa	19x14x11 cm
J19	- Bloco "J"	19x14x19 cm
Var	- Bloco de compensação	VARIÁVELx14x19 cm

## CONVENÇÕES :

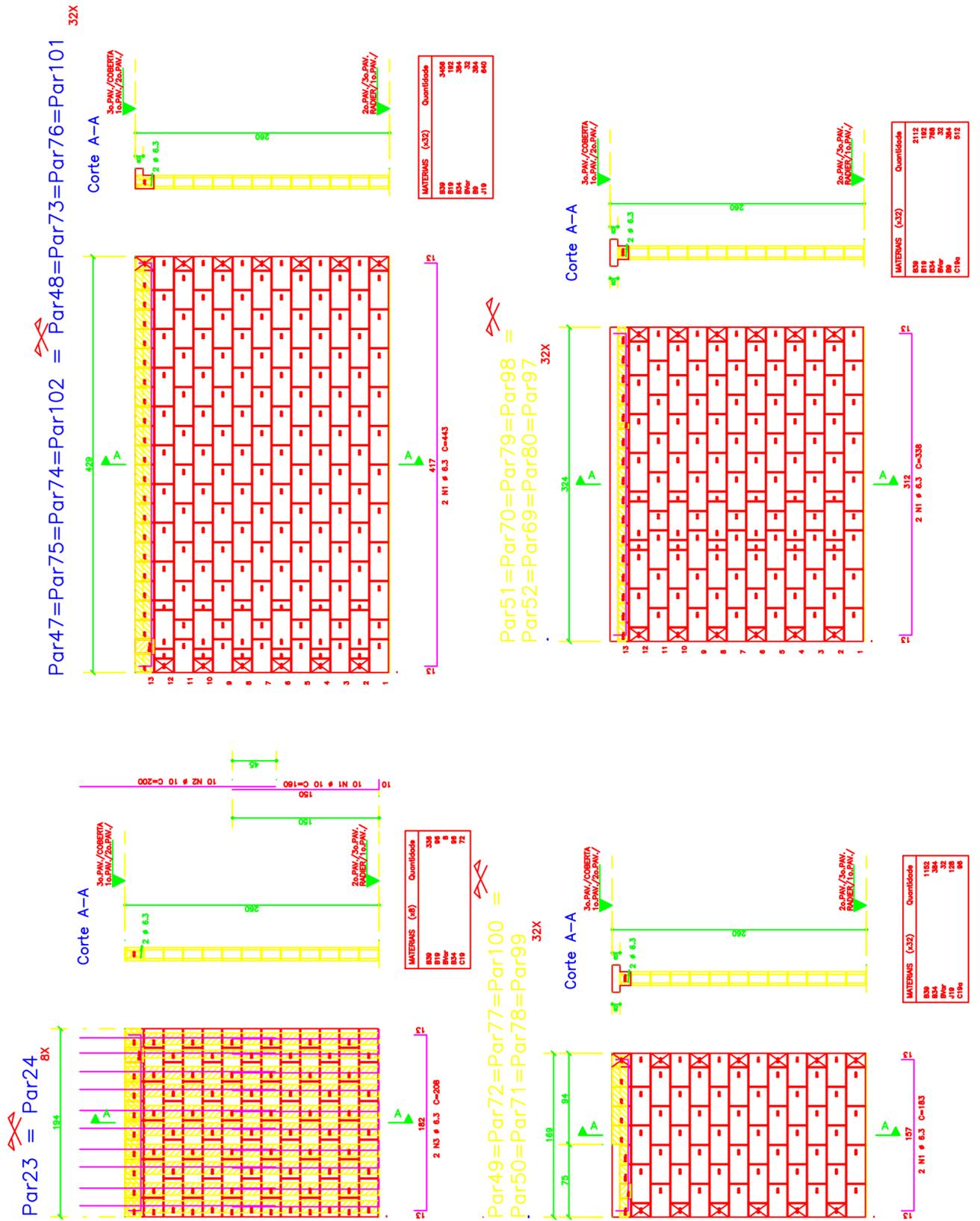
- 1 - INDICA SENTIDO DA VISTA DAS PAREDES EM ELEVAÇÃO
- 2 - INDICA BLOCOS GRAUTEADOS
- 3 - INDICA ABERTURAS DAS PORTAS E JANELAS
- 4 - INDICA VAZIOS
- 5 - INDICA ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL

## ANEXO I - DETALHES PROPÓSTOS PELO PROJETO ESTRUTURAL

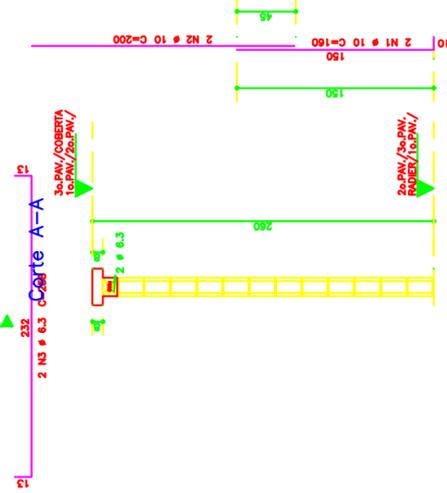
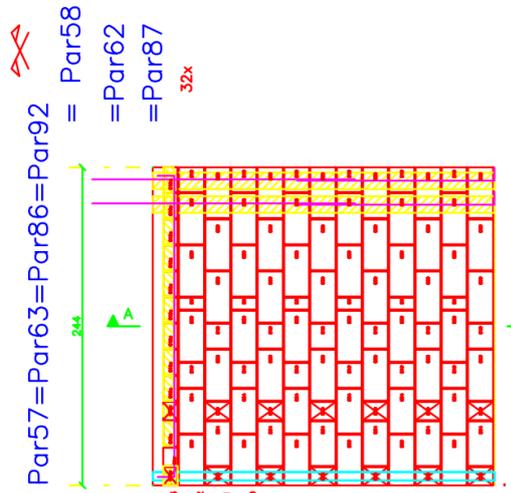




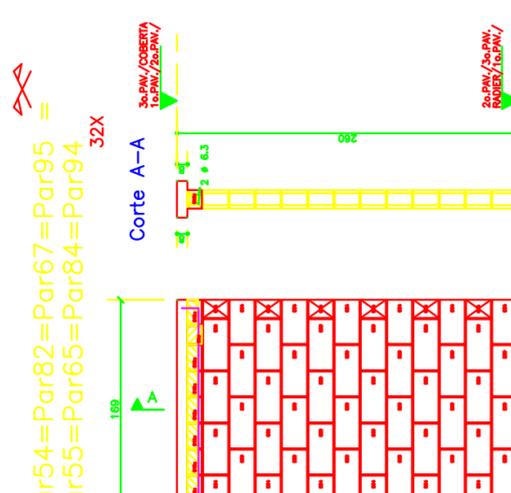
ANEXO K - DETALHES DAS PAREDES 21, 13, 17 E SIMILARES



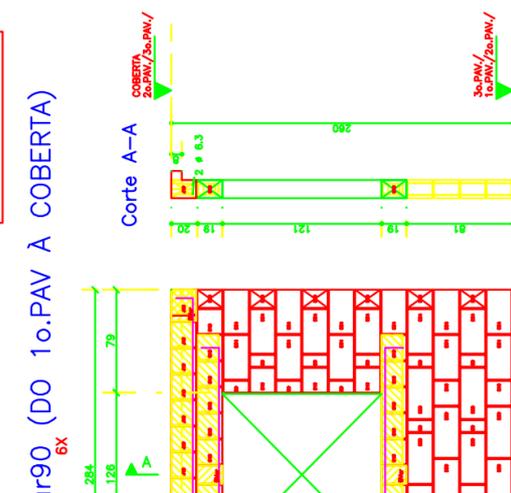
ANEXO L - DETALHES DAS PAREDES 23,47, 49, 51 E SIMILARES



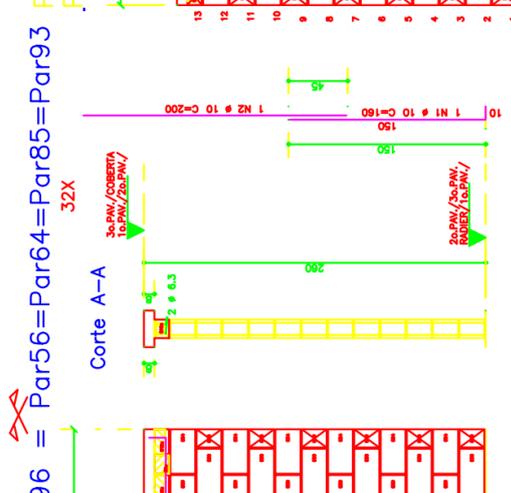
MATERIAS (x12)	Quantidade
B30	1836
B34	364
B3r	32
B3	60
C19c	330



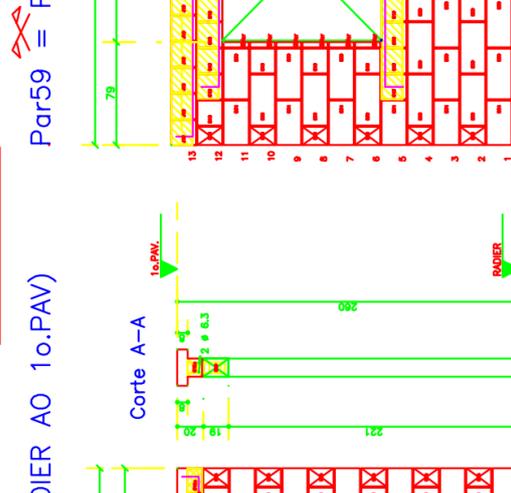
MATERIAS (x32)	Quantidade
B30	1182
B34	35
B3r	35
C19c	234



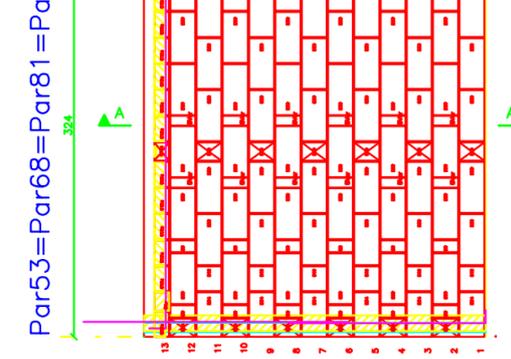
MATERIAS (x6)	Quantidade
B30	144
B34	60
B3r	54
B3	60
C19c	84



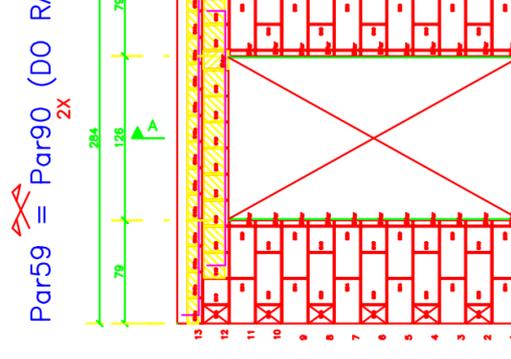
MATERIAS (x32)	Quantidade
B30	2304
B34	182
B3r	448
B3	384
C19c	448



MATERIAS (x2)	Quantidade
B30	44
B34	24
B3r	48
B3	28
C19c	28



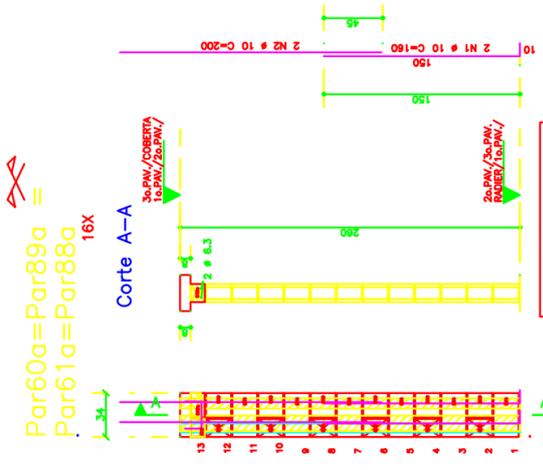
MATERIAS (x32)	Quantidade
B30	2304
B34	182
B3r	448
B3	384
C19c	448



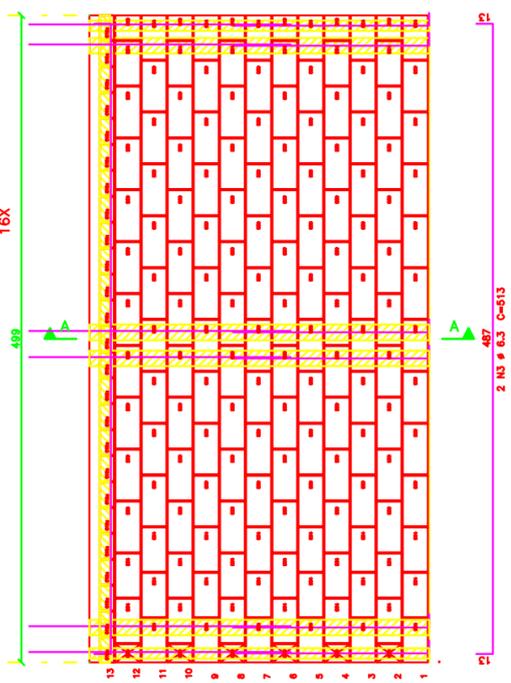
MATERIAS (x2)	Quantidade
B30	44
B34	24
B3r	48
B3	28
C19c	28

ANEXO M - DETALHES DAS PAREDES 53, 54, 57, 59 E SIMILARES

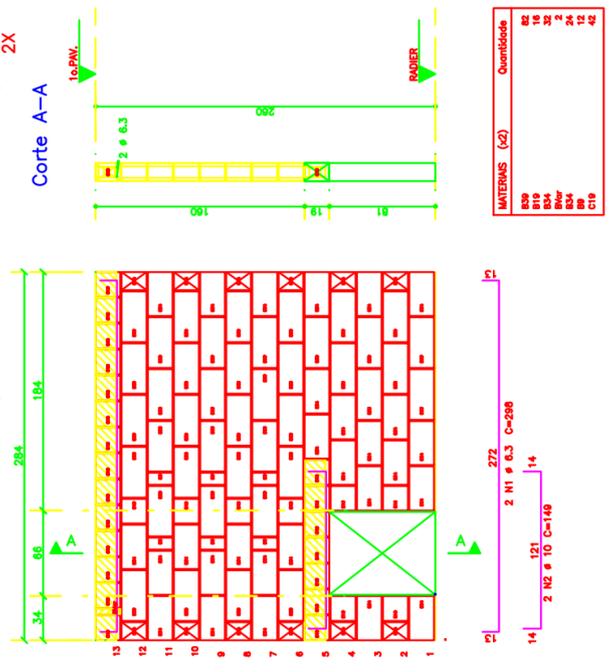
Par60a=Par89a  
 Par61a=Par88a



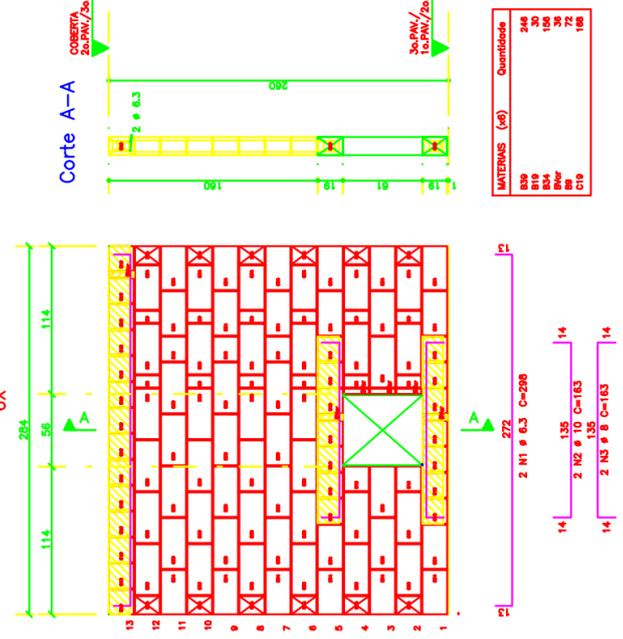
Par60=Par89 = Par61=Par88



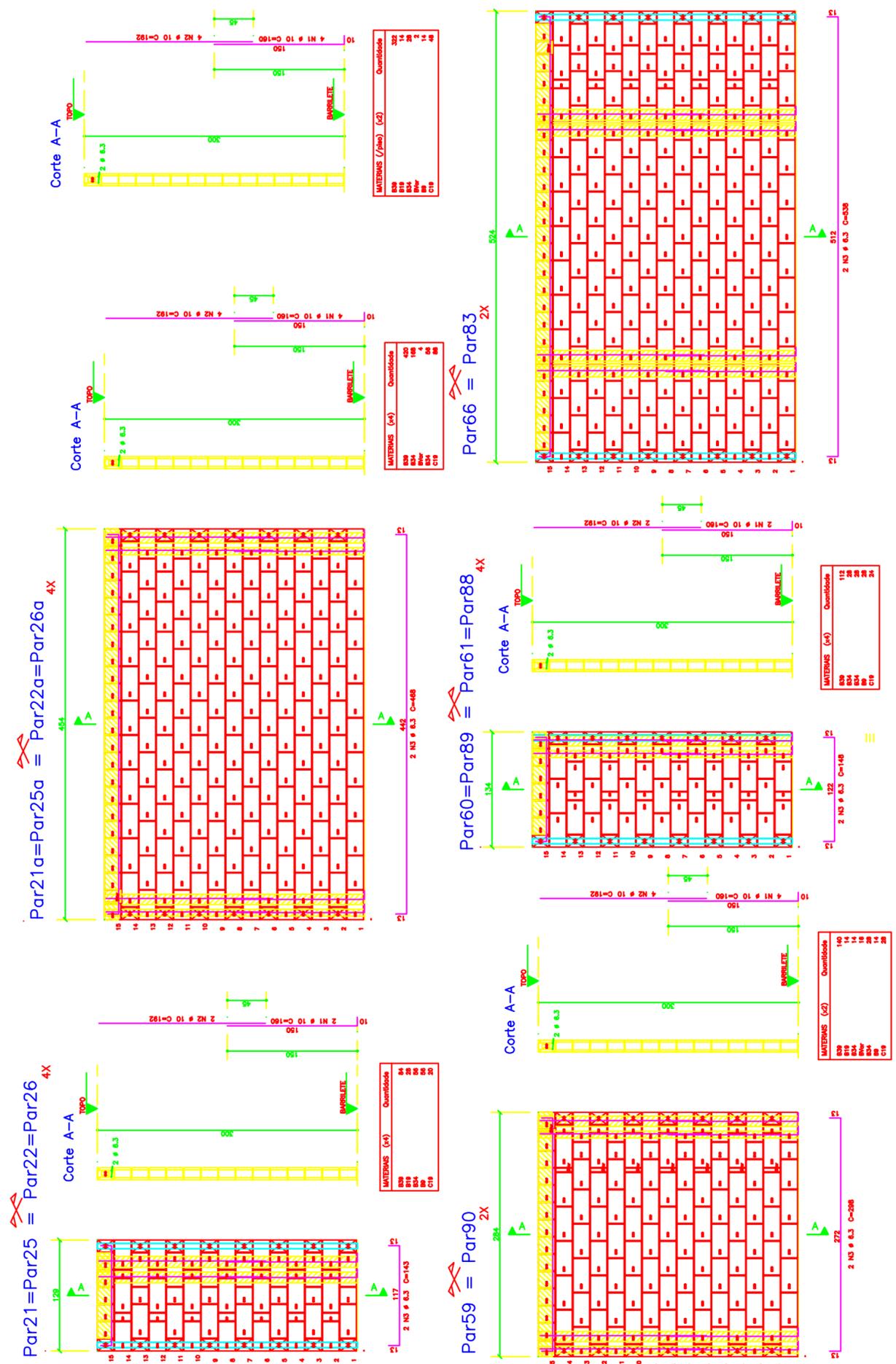
Par66 = Par83 (DO RADIER AO 1o.PAV) 2X



Par66 = Par83 (DO 1o.PAV A COBERTA) 6X



ANEXO N - DETALHES DAS PAREDES 60, 60A, 66 E SIMILARES



ANEXO O - DETALHES DAS PAREDES DO BARRILETE E SIMILARES