

Rafael Wallace Cardoso

**DESPERDÍCIO DE BLOCOS DE CONCRETO NA ALVENARIA DE
VEDAÇÃO RACIONALIZADA: ANÁLISE E DIRETRIZES PARA SUA
REDUÇÃO**

São Paulo

2025

Rafael Wallace Cardoso

**DESPERDÍCIO DE BLOCOS DE CONCRETO NA ALVENARIA DE
VEDAÇÃO RACIONALIZADA: ANÁLISE E DIRETRIZES PARA SUA
REDUÇÃO**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Especialista em Tecnologia e
Gestão na Produção de Edifícios.

Orientadora:

Prof. Dr. Kelly Paiva Inouye

São Paulo

2025

Ficha catalográfica

Cardoso, Rafael

DESPERDÍCIO DE BLOCOS DE CONCRETO NA ALVENARIA DE
VEDAÇÃO RACIONALIZADA: ANÁLISE E DIRETRIZES PARA SUA REDUÇÃO /
R. Cardoso -- São Paulo, 2025.

44 p.

Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) -
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de
Engenharia de Construção Civil.

1.Alvenaria de vedação racionalizada; Blocos de concreto; Perda de
materiais I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de
Engenharia de Construção Civil II.t.

RESUMO

A construção civil é um setor caracterizado por elevado consumo de materiais e pela expressiva geração de resíduos e desperdícios. Nesse cenário, a alvenaria de vedação racionalizada apresenta-se como uma alternativa tecnológica voltada à otimização dos processos executivos e à minimização das perdas. Todavia, os resultados desta pesquisa evidenciaram que o índice médio de desperdício observado nas obras analisadas tem superado as referências usualmente adotadas, a exemplo do parâmetro de 8,8% estabelecido pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) — o que, em termos práticos, significa que, para uma alvenaria com consumo teórico de 12,5 blocos inteiros de 39 cm por metro quadrado, a perda estimada eleva esse valor para aproximadamente 13,6 blocos/m².

O método de pesquisa adotado combinou análises quantitativas e qualitativas a partir de dois estudos de caso, abrangendo as etapas que se estendem desde o recebimento dos blocos até a execução das alvenarias.

Os estudos de caso foram conduzidos em obras residenciais localizadas na cidade de São Paulo: uma situada no bairro de Moema, e outra no bairro da Lapa, ambas executadas com bloco de concreto de vedação.

A partir das análises realizadas, verificou-se que as perdas mais significativas ocorreram nas etapas de logística e manuseio, contrariando a tendência de atribuir à etapa de execução a maior responsabilidade pelas perdas. Entre os fatores críticos identificados destacam-se: inadequação dos pallets, movimentações inadequadas, desníveis nas áreas de descarga e fornecimento de blocos antes da comprovação da resistência mínima.

Reconhece-se que o estudo abrangeu uma quantidade limitada de dados coletados em obra e que diagnósticos válidos para todo o mercado poderiam demandar um banco de dados maior. No entanto, com base nas evidências obtidas e na revisão bibliográfica, foi possível propor diretrizes que contemplam melhorias nos processos de recebimento, armazenamento, transporte interno e qualificação de fornecedores, reforçando a importância da gestão integrada para a eficiência produtiva.

Palavras-chave: Alvenaria de vedação racionalizada; blocos de concreto; desperdício de blocos de concreto.

ABSTRACT

The construction industry is characterized by high material consumption and significant generation of waste and losses. In this context, rationalized partition masonry emerges as a technological alternative aimed at optimizing execution processes and minimizing material waste. However, the results of this study show that the average waste rate observed in the analyzed projects exceeded commonly adopted benchmarks, such as the 8.8% parameter established by the National System of Civil Construction Costs and Indexes (SINAPI). In practical terms, this means that for masonry with a theoretical consumption of 12.5 whole 39-cm blocks per square meter, the estimated waste increases this value to approximately 13.6 blocks/m².

The research methodology combined quantitative and qualitative analyses based on two case studies, covering the stages from the delivery of the concrete blocks to the execution of the masonry walls. The case studies were carried out in residential projects located in the city of São Paulo—one in the Moema neighborhood and the other in the Lapa neighborhood—both executed using concrete partition blocks.

The analyses revealed that the most significant losses occurred during logistics and handling stages, contradicting the common tendency to attribute the greatest share of waste to the execution phase. The critical factors identified include inadequate pallets, improper handling practices, uneven unloading areas, and the supply of blocks before verification of minimum compressive strength.

Although the study is based on a limited amount of on-site data and broader market-wide diagnoses would require a larger database, the evidence gathered—supported by the literature review—made it possible to propose guidelines focused on improving the processes of receiving, storage, internal transport, and supplier qualification, reinforcing the importance of integrated management for productive efficiency.

Keywords: Rationalized partition masonry; concrete blocks; concrete block waste.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Quantidade de blocos por pavimento tipo (projeto e utilizado)	17
Quadro 2	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	18
Quadro 3	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	18
Quadro 4	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	19
Quadro 5	Resumo de desperdício de blocos	19
Quadro 6	Porcentagem de desperdício de blocos por andar	20
Quadro 7	Quantidade de blocos por pavimento tipo (projeto e utilizado)	20
Quadro 8	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	21
Quadro 9	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	21
Quadro 10	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução).....	22
Quadro 11	Resumo de desperdício de blocos	22
Quadro 12	Porcentagem de desperdício de blocos por andar	23
Quadro 13	Média aritmética do desperdício de blocos dos andares 23º e 24º	23
Quadro 14	Quantidade de blocos por pavimento tipo (projeto e utilizado)	23
Quadro 15	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	24
Quadro 16	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	24
Quadro 17	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	25
Quadro 18	Resumo de desperdício de blocos	25
Quadro 19	Porcentagem de desperdício de blocos por andar	26
Quadro 20	Quantidade de blocos por pavimento tipo (projeto e utilizado)	26
Quadro 21	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	26
Quadro 22	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	27
Quadro 23	Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (fornecimento e descarga / logística / execução)	27

Quadro 24	Resumo de desperdício de blocos	28
Quadro 25	Porcentagem de desperdício de blocos por andar	28
Quadro 26	Média aritmética do desperdício de blocos dos andares 23º e 24º	28
Quadro 27	Entrevistas com três pedreiros	33
Quadro 28	Entrevistas com dois encarregados	34
Quadro 29	Entrevista com um fiscal de obras	34
Quadro 30	Entrevistas com dois engenheiros responsáveis pelas obras estudadas	35
Quadro 31	Entrevistas com diretor de fábrica de blocos	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura metodológica adotada.....	7
Figura 2	Planta de alvenaria do pavimento tipo	11
Figura 3	Pedidos de blocos por caminhão	12
Figura 4	Pedidos de blocos por caminhão	12
Figura 5	Pedido de bloco por caminhão	13
Figura 6	Pedidos de blocos por caminhão	13
Figura 7	Pedidos de blocos por caminhão	13
Figura 8	Pedido de bloco por caminhão	14
Figura 9	Planta de alvenaria do pavimento tipo	14
Figura 10	Pedidos de blocos por caminhão	14
Figura 11	Pedidos de blocos por caminhão	15
Figura 12	Pedido de bloco por caminhão	15
Figura 13	Pedidos de blocos por caminhão	16
Figura 14	Pedidos de blocos por caminhão	16
Figura 15	Pedido de bloco por caminhão	16
Figura 16	Descarga do pallet de blocos	29
Figura 17	Bloco em balanço quebrado	30
Figura 18	Destaque para o desnível	30
Figura 19	Pedreiro executando a alvenaria de vedação em cima da mesa andaime	31
Figura 20	Ajudante colocando os blocos em cima da mesa andaime	31
Figura 21	Ajudante limpando o local de trabalho	32
Figura 22	Pedreiro executando a alvenaria de vedação em cima da mesa andaime	32
Figura 23	Fluxograma das entrevistas realizadas	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IC	Índice de Conformidade
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PSQs	Programas Setoriais da Qualidade
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

Sumário

RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE QUADROS	v
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTO	4
1.2 JUSTIFICATIVA	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL	6
1.3.1 OBJETIVO SECUNDÁRIO	6
1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	6
1.5 MÉTODO DE PESQUISA	7
2 ALVENARIA DE VEDAÇÃO RACIONALIZADA.....	8
2.1 ESTUDO SOBRE O DESPERDÍCIO DA ALVENARIA RACIONALIZADA.....	8
3 ESTUDOS DE CASO	10
3.1 DESCRIÇÃO DAS OBRAS SELECIONADAS.....	10
3.1.1 Estudo de caso A	10
3.1.2 Estudo de caso B	10
3.2 ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DE MATERIAIS.....	10
3.2.1 ANÁLISE DOCUMENTAL.....	11
3.2.1.1 Estudo de caso A	11
3.2.1.2 Estudo de caso B	14
3.2.2 ANÁLISE QUANTITATIVA.....	17
3.2.2.1 Estudo de caso A	17
3.2.2.2 Estudo de caso B	23
3.2.3 ANÁLISE QUALITATIVA.....	29
4 DIRETRIZES PARA DIMINUIÇÃO DO DESPERDÍCIO DE BLOCOS DE CONCRETO	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor estratégico e fundamental para o desenvolvimento socioeconômico, pois proporciona infraestrutura habitacional, comercial e industrial. No entanto, enfrenta desafios significativos relacionados à eficiência operacional, sustentabilidade e redução de desperdícios.

Segundo Souza e Mekbekian (1998), as empresas de construção civil convivem há tempos com a crítica de pertencerem a um setor caracterizado pelo desperdício de recursos. Em particular, no que se refere ao uso dos materiais, a geração de entulho tem sido objeto constante de debate nos meios de comunicação. Inúmeras discussões já foram travadas, tanto no meio técnico quanto no acadêmico, sobre a real relevância do desperdício de materiais. Infelizmente, muitas dessas discussões carecem de informações confiáveis que fundamentem suas conclusões.

Rosa (2001) destaca que, a indústria da construção civil, principalmente o setor edificações, vem sofrendo nos últimos anos mudanças substanciais. Isto ocorre em função de uma série de fatores, tais como: o aumento da competição, flutuações no mercado, crescente grau da exigência por parte do cliente externo (amparado pelo Código de Defesa do Consumidor); e demanda por melhorias das condições de trabalho, evidenciada pela norma NR-18, intitulada Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, vigente a partir de 1995.

Nesse contexto, a alvenaria de vedação racionalizada emergiu como uma abordagem inovadora e promissora, visando otimizar os métodos e processos construtivos e minimizar o desperdício de materiais, alinhando-se às demandas contemporâneas por construções mais eficientes e sustentáveis.

Franco (1998) define da seguinte forma a importância da racionalização da alvenaria de vedação: “A racionalização da produção da vedação vertical é fundamental para racionalização de todos os demais subsistemas que compõem o edifício, propiciando diminuição de desperdícios e economia de materiais e de mão-de-obra, proporcionando o aumento da produtividade das atividades”.

O método construtivo conhecido como “Alvenaria Racionalizada” foi introduzido no Brasil nos anos (1980 - 1990) por uma equipe de pesquisadores do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, adaptando conceitos característicos do processo construtivo de alvenaria estrutural para a execução de alvenaria de vedação em edifícios de múltiplos pavimentos construídos com estrutura

em concreto.

De acordo com Sabbatini (1989), racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases.

Segundo Sabbatini (1998), a alvenaria racionalizada deverá envolver “todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de todos os recursos envolvidos com a produção das alvenarias de vedação, desde o início da concepção do empreendimento, até a fase de sua utilização”.

Barros (1998) complementa que, por meio da racionalização da produção das alvenarias de vedação, é possível reduzir de custos, aumentar a produtividade e minimizar problemas patológicos nas esquadrias, nas instalações hidrosanitárias e nos revestimentos, os quais, conjuntamente, representam mais de 20% do custo total dos edifícios.

No início, o foco esteve direcionado para a introdução do projeto de alvenaria de vedação e seus princípios de modulação e compatibilização de projetos, para o aperfeiçoamento dos materiais (blocos, argamassa, vergas, telas de amarração, entre outros), bem como para a aplicação de técnicas construtivas e equipamentos mais eficientes. A execução da alvenaria de vedação antes negligenciada, com alto desperdício e baixa produtividade, passou a ser uma etapa planejada, seguindo procedimentos pré-definidos e tornando-se, assim, um método dimensionado pela engenharia.

Pinho e Lordsleem Jr. (2009) colocam que as vedações em alvenaria são ainda consideradas responsáveis por parcela expressiva do desperdício verificado nas obras de construção de edifícios, atingindo desperdícios médios de tijolos/blocos de até 17% e de argamassa de até 115%. Nesse sentido, a racionalização das alvenarias de vedação é destacada como fundamental para o atendimento dos requisitos de custo, prazo e qualidade.

Com base em princípios de industrialização, padronização e racionalização, a alvenaria de vedação racionalizada busca maximizar a produtividade e a qualidade da construção, reduzindo o tempo e os custos envolvidos no processo.

Posteriormente, o método construtivo foi sofrendo evoluções e atingiu um estágio mais avançado com o surgimento de um novo modelo de negócio, proposto

pelo Eng. Valério Dornelles, a Parede Pronta (Projeto + Produto + Execução). Junto desta solução integrada surgiu uma nova família de blocos modulares com múltiplos de 10 cm que, somada a outros avanços na metodologia de execução e à utilização de mão de obra especializada, elevou os níveis de eficiência deste método construtivo para um novo patamar, tornando-o ainda mais rápido e econômico.

Este modelo de negócio foi aplicado em mais de 700 edifícios e, apesar do vasto portfólio de obras, verifica-se que os indicadores de produtividade e desperdício de materiais apresentam alta variação de obra para obra. Embora se trate de um método construtivo padronizado, seu desempenho é fortemente influenciado por diversos fatores, tais como: a qualidade dos demais subsistemas, que possuem interface com a alvenaria, como a estrutura e as instalações; as variações de qualidade dos materiais; as deficiências no planejamento das construtoras; as condições de logística no canteiro de obras; a eficácia no abastecimento por parte dos fornecedores; entre outros.

Embora tenha surgido há algumas décadas, a alvenaria de vedação racionalizada continua a ser relevante nos dias de hoje, especialmente diante da crescente preocupação com a eficiência energética, a redução de resíduos e os impactos ambientais da construção civil. Seus benefícios incluem não apenas a redução do desperdício de materiais, mas também a melhoria da qualidade e da durabilidade das edificações.

Neste contexto, o objetivo desta monografia é investigar o desperdício de blocos de concreto na alvenaria de vedação racionalizada, principal componente da alvenaria racionalizada e insumo com maior impacto econômico no processo, procurando identificar os principais pontos de atenção para a melhoria da eficiência.

Para a análise do desperdício, foram conduzidos estudos de caso em duas obras de edifícios residenciais localizadas na cidade de São Paulo.

Neste trabalho de monografia serão também explorados os fundamentos e a evolução histórica da alvenaria de vedação racionalizada, contextualizando sua importância e suas vantagens em relação aos métodos tradicionais de construção.

Com base nos resultados obtidos, serão propostas recomendações e estratégias para minimizar o desperdício de blocos na alvenaria de vedação racionalizada, contribuindo para uma construção mais sustentável, eficiente e econômica.

1.1 CONTEXTO

No contexto da indústria da construção civil, a eficiência na utilização de recursos e a redução do desperdício são metas essenciais para as empresas que buscam melhorar seu desempenho e promover a sustentabilidade ambiental.

Apesar de o consumo de blocos por metro quadrado de alvenaria planejado pela empresa especializada em alvenaria de vedações racionalizadas, considerada como referência neste estudo, ser inferior ao especificado pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), a empresa tem observado que os índices de desperdício de blocos em suas obras têm excedido suas referências internas.

Dessa forma, esta pesquisa buscou identificar os fatores que vêm influenciando esse aumento do desperdício, mesmo quando os índices ainda se encontram abaixo das médias do setor.

1.2 JUSTIFICATIVA

A necessidade de investigar o desperdício de blocos de concreto na alvenaria de vedação racionalizada é particularmente relevante para a empresa Mega Metro Engenharia, na qual o autor dessa monografia é gerente de produção, uma vez que o bloco de concreto representa o maior custo entre os materiais por metro quadrado da alvenaria de vedação racionalizada. Conforme dados das composições unitárias da Prefeitura de São Paulo (2024), esse material corresponde a, aproximadamente, 52% a 59% do custo total da alvenaria, tornando seu desperdício um aspecto crítico a ser estudado.

A identificação do aumento no índice de blocos comprados em relação ao planejado nas últimas obras executadas pela Mega Metro Engenharia evidencia um desafio significativo, impactando diretamente sua eficiência operacional e, consequentemente, sua competitividade no mercado.

Diante desse cenário, a realização de estudos de caso não apenas atende às necessidades específicas da empresa em termos de gestão de materiais e redução de custos, mas também representa uma oportunidade relevante para aprimorar sua abordagem construtiva e fortalecer sua posição no setor da construção civil. Ao investigar e propor soluções para o desperdício de blocos de concreto, a empresa reafirma seu compromisso com a inovação, a sustentabilidade e a excelência operacional, valores essenciais para seu crescimento e sucesso contínuo.

Além disso, ao compartilhar os resultados, a empresa não apenas se beneficia internamente, mas também contribui para o avanço e aprimoramento das práticas construtivas sustentáveis em toda a indústria. Dessa forma, esta pesquisa configura-se não apenas como uma resposta a uma necessidade exclusiva, mas também uma contribuição significativa para o desenvolvimento do setor como um todo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Propor diretrizes para a redução do desperdício de blocos de concreto na alvenaria de vedação racionalizada, na fase de construção, identificando suas causas e sugerindo estratégias para minimizá-lo.

1.3.1 OBJETIVO SECUNDÁRIO

Avaliar as práticas de gestão de materiais adotadas nas duas obras, incluindo o recebimento, armazenamento e transporte interno dos blocos de concreto.

Analisar o processo de execução das alvenarias de vedação, identificando possíveis pontos de desperdício de blocos de concreto.

Quantificar as perdas de blocos de concreto ao longo das diferentes etapas do processo construtivo.

Propor medidas e práticas para minimizar o desperdício de blocos de concreto e promover a eficiência na utilização de materiais na alvenaria de vedação racionalizada.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia terá como foco principal o estudo do desperdício de blocos na fase da construção, abrangendo o recebimento, armazenamento, transporte dentro do canteiro e execução.

1.5 MÉTODO DE PESQUISA

Este estudo adota o método de estudo de caso, com uma abordagem quantitativa e qualitativa, para analisar o desperdício de blocos de concreto na alvenaria de vedação racionalizada.

A pesquisa foi realizada por meio do acompanhamento em duas obras com características distintas na cidade de São Paulo. Os dados coletados foram comparados tanto com os índices internos de referência da empresa, na qual o autor atua como gerente de produção, quanto com os índices estabelecidos pelo SINAPI. Essa comparação permitiu uma avaliação mais precisa do desperdício e das oportunidades de melhoria no processo construtivo.

A estrutura metodológica adotada neste estudo está ilustrada na Figura 1

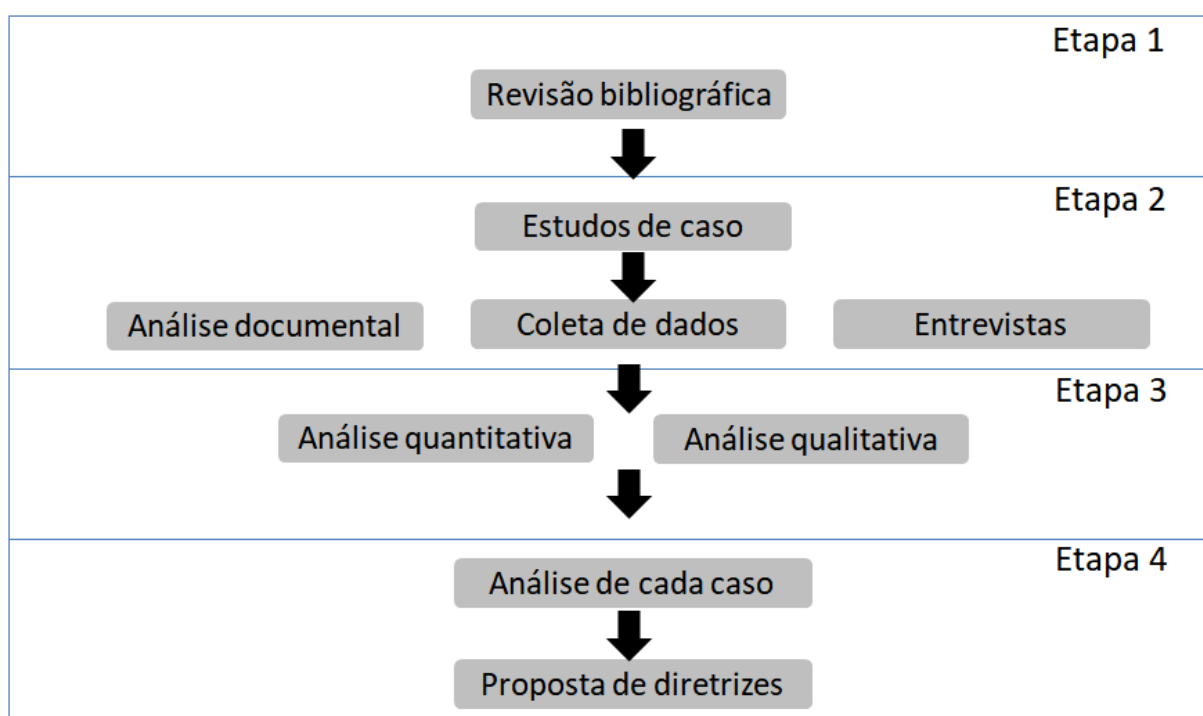


Figura 1. Estrutura metodológica adotada.

2 ALVENARIA DE VEDAÇÃO RACIONALIZADA

Segundo Sabbatini (1998), o conceito de racionalização não é recente; há muito tempo se fala em “racionalizar” uma determinada coisa ou atividade. Trata-se de um termo com significado bem definido, tanto coloquialmente quanto no meio técnico, sendo entendido como o ato ou efeito de racionalizar algo, ou seja, tornar racional e mais eficientes os processos de trabalho ou a organização de empreendimentos.

O primeiro documento referente às alvenarias de vedação foi criado por Sabbatini et al. (1988) e intitulado “Recomendações para Construção de Paredes de Vedação em Alvenaria”. Seu conteúdo contempla as propriedades das alvenarias de vedação e técnicas de execução, abrangendo desde o preparo inicial até a fixação da alvenaria à estrutura, além de diretrizes para a elaboração do projeto, planejamento da execução das paredes de vedação e controle de produção.

Barros (1998) caracteriza a alvenaria de vedação racionalizada da seguinte forma: “Elemento usualmente empregado como vedo de edifícios construídos com estrutura de concreto armado moldado no local, com elevado grau de organização e otimização das atividades envolvidas na sua produção.”

A alvenaria de vedação racionalizada pode ser entendida também como um método construtivo, uma vez que envolve um conjunto organizado de procedimentos, técnicas, materiais e sequências de execução, com o objetivo de otimizar os processos de construção, enfatizando a eficiência e a redução de desperdícios. Esse método adota conceitos da alvenaria estrutural e se destaca por favorecer o planejamento e sistematização da construção.

Com o fortalecimento da alvenaria em blocos de concreto no Brasil, tornou-se necessária a revisão das normas pertinentes. Assim, em outubro de 2006, a ABNT publicou a norma NBR 6136, que estabelece os requisitos para o recebimento de blocos vazados de concreto simples, destinados à alvenaria estrutural ou de vedação. Essa norma foi atualizada em 2014 e 2016. Essas atualizações, no entanto, carecem ainda de critérios, requisitos e procedimentos necessários na fase da construção.

2.1 ESTUDO SOBRE O DESPERDÍCIO DA ALVENARIA RACIONALIZADA

Segundo Souza (2005), a Construção Civil consome mais material do que o necessário. As perdas, inevitáveis em qualquer processo de produção, são significativas nesse setor. Portanto, cabe aos construtores, assim como aos responsáveis pela produção

em outras indústrias, buscar a sua minimização.

A alvenaria de vedação racionalizada representa um avanço significativo em termos de eficiência e sustentabilidade na construção civil. Esse método construtivo, introduzido no Brasil na década de 1990, visa otimizar o uso de materiais e reduzir o desperdício, utilizando blocos de concreto padronizados e técnicas de montagem planejadas. No entanto, mesmo com essas inovações, o desperdício de blocos de concreto continua sendo um desafio relevante.

O professor Ubiraci E. Souza, um dos principais pesquisadores brasileiros na área de construção civil, em seu trabalho de 2005, classifica as perdas na alvenaria de vedação, abordando as diferentes causas e tipos de desperdício que podem ocorrer ao longo do processo construtivo. Ele conclui que as perdas geralmente se concentram em manuseio, transporte, armazenamento, execução e planejamento.

A alvenaria de vedação racionalizada é amplamente discutida na literatura técnica e científica, com inúmeros documentos abordando suas técnicas, benefícios e aplicações. No entanto, apesar da vasta documentação sobre as vantagens e procedimentos da alvenaria de vedação racionalizada, há uma escassez notável de estudos focados especificamente no desperdício de materiais associados a esse método. O presente trabalho busca preencher essa lacuna, analisando as causas e quantificando as perdas de blocos de concreto na alvenaria de vedação racionalizada, desde o recebimento dos materiais até a conclusão da execução, com o objetivo de propor melhorias para a redução do desperdício e a otimização dos processos construtivos.

Segundo Tauil (2017), com a entrega de blocos de concreto em *pallets* e o transporte no canteiro de obras realizado com o uso de guias, os índices de quebra nos blocos de vedação variam entre 0,5% e 1%.

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) define um índice de perda de blocos de concreto na alvenaria de vedação racionalizada de 8,8%. A Mega Metro, empresa referência neste estudo, trabalha com um índice de perda planejado de 5%. No entanto, as perdas reais observadas em suas obras superam tanto o orçamento da empresa quanto a referência do SINAPI, evidenciando a necessidade de uma análise detalhada para identificar as causas e implementar ações corretivas que possam reduzir essas perdas.

3 ESTUDOS DE CASO

Para os estudos de caso, foram selecionadas duas obras representativas para a análise das perdas de blocos de concreto nas alvenarias de vedações racionalizadas. As obras escolhidas possuem características distintas, mas seguem as mesmas exigências de qualidade em relação ao método construtivo.

A primeira obra é um empreendimento de alto padrão, situado no bairro de Moema, em São Paulo.

A segunda obra integra o programa habitacional Minha Casa Minha Vida e está localizada no bairro da Lapa.

3.1 DESCRIÇÃO DAS OBRAS SELECIONADAS

3.1.1 Estudo de caso A

- Padrão: Alto;
- Número de Unidades: 25 apartamentos;
- 500m² por apartamento;
- 306,58m² de alvenaria de vedação racionalizada / andar.

3.1.2 Estudo de caso B

- Padrão: Habitação Popular;
- Torres: 02;
- Número de Unidades: 304;
- Opções de plantas: 36m² e 41m²;
- 449m² de alvenaria de vedação racionalizada / andar.

3.2 ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DE MATERIAIS

O planejamento inicial dessas obras envolveu a elaboração de um quantitativo de blocos por peça, com base no projeto de elevação das alvenarias do pavimento tipo, sendo realizado antes do início das atividades de alvenaria. Esse planejamento é considerado uma boa prática, pois serve como referência para a execução, garantindo que a quantidade de materiais esteja alinhada com as necessidades de

cada obra.

Os pedidos de blocos de concreto são realizados de acordo com o cronograma mensal de cada projeto. O fornecedor estabelece um prazo mínimo de cinco dias entre o pedido e a entrega. Para assegurar a disponibilidade dos materiais sem gerar acúmulos excessivos no canteiro, as solicitações são efetuadas semanalmente, sempre visando entregas programadas para a semana seguinte.

O processo tem início com o encarregado de obra, que solicita os blocos ao estagiário responsável. Este, por sua vez, valida o pedido conforme o quantitativo previsto no planejamento e efetua a solicitação ao fornecedor na data indicada pelo encarregado. A conferência e o recebimento dos blocos na obra também ficam sob responsabilidade do encarregado.

No recebimento dos blocos, não se realizaram testes de resistência para verificar a qualidade por meio de prova e contraprova. Os engenheiros responsáveis pelas obras apenas solicitam os relatórios dos ensaios da fábrica. Esses relatórios, fornecidos por lote, devem atender às exigências da NBR 6136:2016. No entanto, a condição real dos blocos recebidos pode divergir dos relatórios do fabricante.

Quando o caminhão de blocos chega à obra, são adotadas práticas distintas de descarregamento e movimentação entre as obras analisadas.

Na Obra A, é previamente reservado um espaço destinado à descarga, onde os fardos são retirados de cima do caminhão e posicionados no solo. Em seguida, os fardos são abertos e desmontados, e os ajudantes da empresa realizam a movimentação manual dos blocos, remontando-os em mini-pallets. Esses mini-pallets são então transportados até a área de estoque, onde permanecem até o momento da utilização.

Na Obra B, o fardo é descarregado diretamente pelo munk sobre uma plataforma de madeira ancorada na laje do primeiro pavimento. Com o auxílio de um carrinho hidráulico, o fardo é deslocado para o interior do pavimento, onde é aberto e os blocos são reorganizados em mini-pallets. A partir desse momento, o processo é o mesmo da obra A, os mini-pallets são transportados até a área de estoque.

3.2.1 ANÁLISE DOCUMENTAL

3.2.1.1 Estudo de caso A

Na figura 2, ilustra-se a planta de alvenaria do pavimento tipo do estudo de caso A,

as alvenarias de vedação racionalizadas estão destacadas na cor laranja.

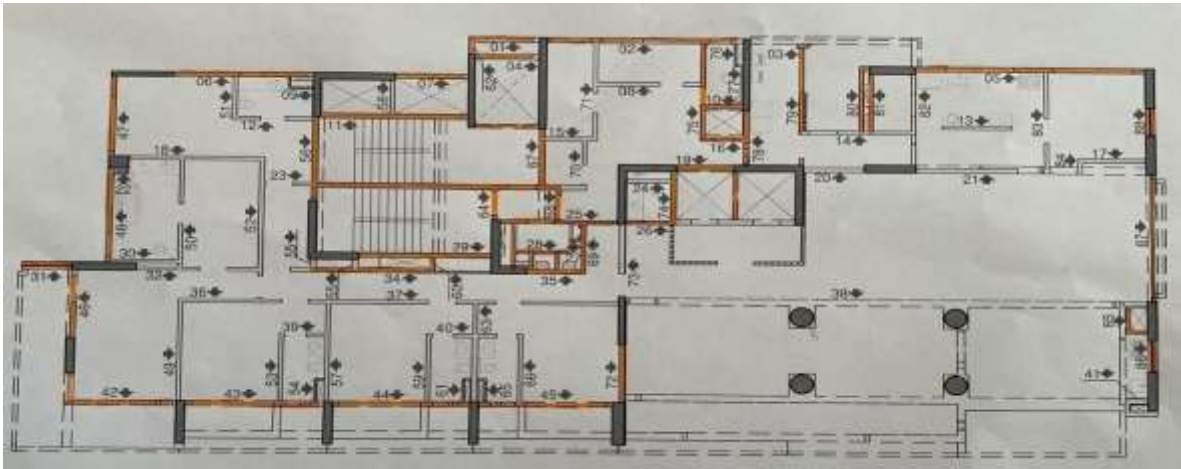


Figura 2. Planta de alvenaria do pavimento tipo do estudo de caso A.

Nas figuras 3,4 e 5, os pedidos de blocos para fazer alvenaria de vedação do andar 23º são apresentados. Cada fardo representa 1 pallet de blocos.

PEDIDO 01			PEDIDO 02		
REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0158	REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0157
		13/08/2024			13/08/2024
Fardos	Id	Descrição	Fardos	Id	Descrição
1,00	Id	Bloco INT de 9,0cm (08x19x39)	1,00	Id	Bloco 1/2 de 9,0cm (08x19x19)
1,00	Id	Bloco 1/2 de 9,0cm (08x19x19)	9,00	Id	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
1,00	Id	Bloco 1/4 de 9,0cm (08x19x09)	2,00	Id	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)
1,00	Id	Bloco 1/4 de 14,0cm (14x19x09)			
5,00	Id	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)			
2,00	Id	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)			
1,00	Id	Bloco 1/8 de 19,0cm (19x19x04)			

Figura 3. Pedidos de blocos para o 23º andar, por caminhão.

PEDIDO 03			PEDIDO 04		
REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0158	REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0160
		14/08/2024			15/08/2024
Fardos	Id	Descrição	Fardos	Id	Descrição
1,00	Id	Bloco INT de 14,0cm (14x19x39)	3,00	Id	Bloco 1/2 de 9,0cm (09x19x19)
2,00	Id	Bloco 1/2 de 14,0cm (14x19x19)	9,00	Id	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
8,00	Id	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)			
1,00	Id	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)			

Figura 4. Pedidos de blocos para o 23º andar, por caminhão.

PEDIDO 05

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0161
		15/08/2024
Fardos	fd	Descrição
3,00	fd	Bloco 1/2 de 9,0cm (09x19x19)
9,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)

Figura 5. Pedido de bloco para o 23º andar, por caminhão.

Nas figuras 6,7 e 8, os pedidos de blocos para fazer alvenaria de vedação do andar 24º são apresentados. Cada fardo representa 1 pallet de blocos. As peças remanescentes do estudo feito no 23º andar, foram desconsideradas.

PEDIDO 01

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0215
		11/11/2024
Fardos	fd	Descrição
9,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
3,00	fd	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)

PEDIDO 02

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0216
		12/11/2024
Fardos	fd	Descrição
1,00	fd	Bloco INT de 9,0cm (09x19x39)
2,00	fd	Bloco 1/2 de 9,0cm (09x19x19)
1,00	fd	Bloco 1/4 de 9,0cm (09x19x09)
5,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
1,00	fd	Bloco 1/4 de 14,0cm (14x19x09)
1,00	fd	Bloco INT de 14,0cm (14x19x39)
1,00	fd	Bloco 1/8 de 19,0cm (19x19x04)

Figura 6. Pedidos de blocos para o 24º andar, por caminhão.

PEDIDO 03

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0217
		13/11/2024
Fardos	fd	Descrição
8,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
4,00	fd	Bloco 1/2 de 9,0cm (09x19x19)

PEDIDO 04

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0218
		14/11/2024
Fardos	fd	Descrição
2,00	fd	Bloco 1/2 de 14,0cm (14x19x19)
7,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
3,00	fd	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)

Figura 7. Pedidos de blocos para o 24º andar, por caminhão.

PEDIDO 05

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 333-0219
		18/11/2024
Fardos	Id	Descrição
10,00	Id	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
2,00	Id	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)

Figura 8. Pedido de bloco para o 24º andar, por caminhão.

3.2.1.2 Estudo de caso B

Na figura 9, ilustra-se a planta de alvenaria do pavimento tipo do estudo de caso B, as alvenarias de vedação racionalizada estão destacadas na cor rosa.



Figura 9. Planta de alvenaria do pavimento tipo do estudo de caso B.

Nas figuras 10,11 e 12, os pedidos de blocos para fazer alvenaria de vedação do andar 2º são apresentados. Cada fardo representa 1 pallet de blocos.

PEDIDO 01

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0068
		16/12/2024
Fardos	Id	Descrição
1,00	Id	Bloco INT de 9,0cm (9x19x39)
1,00	Id	Bloco 1/2 de 9,0cm (9x19x19)
1,00	Id	Bloco 1/4 de 9,0cm (9x19x9)
5,00	Id	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
2,00	Id	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)
1,00	Id	Bloco 1/4 de 14,0cm (14x19x9)
1,00	Id	Bloco 1/8 de 19,0cm (19x19x4)

PEDIDO 02

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0069
		17/12/2024
Fardos	Id	Descrição
1,00	Id	Bloco INT de 9,0cm (9x19x39)
9,00	Id	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
2,00	Id	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)

Figura 10. Pedidos de blocos para o 2º andar, por caminhão.

PEDIDO 03			PEDIDO 04		
REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0070	REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0071
		18/12/2024			19/12/2024
Fardos	fd	Descrição	Fardos	fd	Descrição
1	fd	Bloco INT de 14,0cm (14x19x39)	4,00	fd	Bloco 1/2 de 9,0cm (09x19x19)
2	fd	Bloco 1/2 de 14,0cm (14x19x19)	8,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
3	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)			
1	fd	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)			

Figura 11. Pedidos de blocos para o 2º andar, por caminhão.

PEDIDO 05

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0072
		20/12/2024
Fardos	fd	Descrição
9,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
3,00	fd	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)

Figura 12. Pedido de bloco para o 2º andar, por caminhão.

Nas figuras 13,14 e 15, os pedidos de blocos para fazer alvenaria de vedação do andar 3º são apresentados. Cada fardo representa 1 pallet de blocos. As peças remanescentes do estudo feito no 2º andar, foram desconsideradas.

PEDIDO 01

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0078
		06/01/2025
Fardos	fd	Descrição
10,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
2,00	fd	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)

PEDIDO 02

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0079
		07/01/2025
Fardos	fd	Descrição
2,00	fd	Bloco INT de 9,0cm (9x19x39)
9,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
1,00	fd	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)

Figura 13. Pedidos de blocos para o 3º andar, por caminhão.

PEDIDO 03

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0080
		08/01/2025
Fardos	fd	Descrição
2	fd	Bloco INT de 14,0cm (14x19x39)
1	fd	Bloco 1/2 de 14,0cm (14x19x19)
8	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
1	fd	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)

PEDIDO 04

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0081
		09/01/2025
Fardos	fd	Descrição
12,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)

Figura 14. Pedidos de blocos para o 3º andar, por caminhão.

PEDIDO 05

REQUISIÇÃO DE COMPRA		MEGA - 334-0082
		10/01/2025
Fardos	fd	Descrição
10,00	fd	Bloco INT de 19,0cm (19x19x39)
2,00	fd	Bloco 1/2 de 19,0cm (19x19x19)

Figura 15. Pedido de bloco para o 3º andar, por caminhão.

3.2.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Para garantir a precisão dos dados coletados, foi designado um funcionário responsável por acompanhar integralmente o processo de recebimento, movimentação e utilização dos blocos de concreto nas duas obras analisadas. Esse profissional esteve presente durante todas as entregas de caminhões destinadas aos estudos de caso, observando e registrando o número de blocos danificados em cada uma das etapas avaliadas: fornecimento e descarga, logística de canteiro e execução.

O modelo adotado para a aferição do percentual de desperdício baseou-se na quantidade de blocos previstos no projeto de paginação da alvenaria de vedação do pavimento tipo estudado, somada ao número de blocos quebrados identificados ao longo do processo de recebimento, transporte interno e execução das alvenarias. Em casos em que a quantidade de blocos por fardo excedia a demanda do pavimento, as peças remanescentes foram desconsideradas, de modo que o total de blocos considerados correspondeu à soma entre os blocos do projeto e os blocos danificados registrados nas diferentes fases acompanhadas pelo responsável.

3.2.2.1 Estudo de caso A

a) 23º andar

No quadro 1, apresenta-se a quantidade de blocos por pavimento tipo (PROJETO / UTILIZADO). Nos quadros 2,3 e 4, apresenta-se a quantidade de blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA DO CANTEIRO / EXECUÇÃO).

Quadro 1. Quantidade de blocos por pavimento tipo (PROJETO E UTILIZADO).

QUANTITATIVO - 23º ANDAR												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
QUANTIDADE DE PROJETO	112	22	36	1	1128	403	357	209	1858	632	341	196
QUANTIDADE UTILIZADA	112	22	36	1	1173	403	359	209	2039	646	341	196
DESPERDÍCIO EM %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,0%	0,0%	0,6%	0,0%	9,7%	2,2%	0,0%	0,0%

Quadro 2. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO			
RESPONSÁVEL: FRANCISCO - DIA 01 PEDIDO 333-0156		RESPONSÁVEL: FRANCISCO - DIA 02 PEDIDO 333-0157	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS	FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	28	19x19x39 INT	31
12 19x19x19		12 19x19x19	
9x19x39 INT		12 9x19x19	
12 9x19x19		12 9x19x19	
14 14			
14 9			
18 19			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	BLOCOS QUEBRADOS	LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	3	19x19x39 INT	2
12 19x19x19		12 19x19x19	
9x19x39 INT		12 9x19x19	
12 9x19x19		12 9x19x19	
14 14			
14 9			
18 19			
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS	EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	4	19x19x39 INT	4
12 19x19x19		12 19x19x19	
9x19x39 INT		12 9x19x19	
12 9x19x19		12 9x19x19	
14 14	2		
14 9			
18 19			

Quadro 3. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO			
RESPONSÁVEL: FRANCISCO - DIA 02 PEDIDO 333-0158		RESPONSÁVEL: FRANCISCO - DIA 03 PEDIDO 333-0160	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS	FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
14x19x39 INT	44	19x19x39 INT	33
19x19x39 INT	33	12 09x19x19	
12 14x19x19			
12 19x19x19			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS	LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
14x19x39 INT	1	19x19x39 INT	4
19x19x39 INT	3	12 09x19x19	
12 14x19x19			
12 19x19x19			
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS	EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
14x19x39 INT		19x19x39 INT	
19x19x39 INT	3	12 09x19x19	
12 14x19x19			
12 19x19x19			

Quadro 4. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO	
RESPONSÁVEL: - DIA 05 PEDIDO 333-0161	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	27
12 09x19x19	12
LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	3
12 09x19x19	1
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	3
12 09x19x19	1

No quadro 5, apresenta-se um resumo por etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA DO CANTEIRO / EXECUÇÃO) de blocos quebrados por caminhão. No quadro 6, apresenta-se um resumo do desperdício de blocos por etapa.

Quadro 5. Resumo de desperdício de blocos.

HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 01	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									28			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									3			
EXECUÇÃO							2		4			
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 02	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									31			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									2			
EXECUÇÃO									4			
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 03	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA					44				33			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO					1				3			
EXECUÇÃO									3			
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 04	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									33			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									4			
EXECUÇÃO												
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 05	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									27	12		
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									3	1		
EXECUÇÃO									3	1		
RESUMO	SOMA DOS BLOCOS QUEBRADOS NOS 5 CAMINHÕES											
	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA	0	0	0	0	44	0	0	0	152	12	0	0
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0	0	0	0	1	0	0	0	15	1	0	0
EXECUÇÃO	0	0	0	0	0	0	2	0	14	1	0	0

Quadro 6. Porcentagem de desperdício de blocos por andar.

% DE DESPERDÍCIO DE BLOCOS POR ETAPA												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,9%	0,0%	0,0%	0,0%	8,2%	1,9%	0,0%	0,0%
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,2%	0,0%	0,0%
EXECUÇÃO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,8%	0,2%	0,0%	0,0%

b) 24º andar

No quadro 7, apresenta-se a quantidade de blocos por pavimento tipo (PROJETO / UTILIZADO). Nos quadros 8,9 e 10, apresenta-se a quantidade de blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA DO CANTEIRO / EXECUÇÃO).

Quadro 7. Quantidade de blocos por pavimento tipo (PROJETO E UTILIZADO).

QUANTITATIVO - 24º ANDAR												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
QUANTIDADE DE PROJETO	112	22	36	1	1128	403	357	209	1858	632	341	196
QUANTIDADE UTILIZADA	112	22	36	1	1139	409	357	209	2051	656	341	196
DESPERDÍCIO EM %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	1,5%	0,0%	0,0%	10,4%	3,8%	0,0%	0,0%

Quadro 8. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO			
RESPONSÁVEL: FRANCISCO - DIA 01 PEDIDO 333-0215		RESPONSÁVEL: FRANCISCO - DIA 02 PEDIDO 333-0216	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS	FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	36	09x19x39 INT	
12 19x19x19	4	12 09x19x19	
		14 9x19x09	
		19x19x39 INT	42
		14 14x19x09	
		14x19x39 INT	4
		18 19x19x04	
LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS	LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT		09x19x39 INT	
12 19x19x19		12 09x19x19	
		14 9x19x09	
		19x19x39 INT	2
		14 14x19x09	
		14x19x39 INT	2
		18 19x19x04	
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS	EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	1	09x19x39 INT	
12 19x19x19		12 09x19x19	1
		14 9x19x09	
		19x19x39 INT	
		14 14x19x09	
		14x19x39 INT	5
		18 19x19x04	

Quadro 9. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO			
RESPONSÁVEL: FRANCISCO - DIA 03 PEDIDO 333-0217		RESPONSÁVEL: FRANCISCO - DIA 04 PEDIDO 333-0218	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS	FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	43	12 14x19x19	
12 09x19x19		19x19x39 INT	32
		12 19x19x19	4
LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS	LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	4	12 14x19x19	4
12 09x19x19		19x19x39 INT	
		12 19x19x19	
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS	EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT		12 14x19x19	2
12 09x19x19	2	19x19x39 INT	5
		12 19x19x19	2

Quadro 10. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO	
RESPONSÁVEL: FRANCISCO - DIA 05 PEDIDO 333-0219	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	26
12 09x19x19	5
LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	1
12 09x19x19	2
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 INT	1
12 09x19x19	4

No quadro 11, apresenta-se um resumo por etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA DO CANTEIRO / EXECUÇÃO) de blocos quebrados por caminhão, enquanto no quadro 12 é apresentado um resumo do desperdício de blocos por etapa.

Quadro 11. Resumo de desperdício de blocos.

HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 01	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									36	4		
LOGÍSTICA DO CANTEIRO												
EXECUÇÃO									1			
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 02	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA					4				42			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO					2				2			
EXECUÇÃO					5					1		
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 03	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									43			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									4			
EXECUÇÃO										2		
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 04	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									32	4		
LOGÍSTICA DO CANTEIRO						4						
EXECUÇÃO						2			5	2		
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 05	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									26	5		
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									1	2		
EXECUÇÃO									1	4		
RESUMO	SOMA DOS BLOCOS QUEBRADOS NOS 5 CAMINHÕES											
	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA	0	0	0	0	4	0	0	0	179	13	0	0
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0	0	0	0	2	4	0	0	7	2	0	0
EXECUÇÃO	0	0	0	0	5	2	0	0	7	9	0	0

Quadro 12. Porcentagem de desperdício de blocos por andar.

% DE DESPERDÍCIO DE BLOCOS POR ETAPA												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	8,6%	2,1%	0,0%	0,0%
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,3%	0,0%	0,0%
EXECUÇÃO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,5%	0,0%	0,0%	0,4%	1,4%	0,0%	0,0%

No quadro 13, apresenta-se a média aritmética do desperdício de blocos dos andares 23º e 24º.

Quadro 13. Média aritmética do desperdício de blocos dos andares 23º e 24º.

MÉDIA ARITMÉTICA DO DESPERDÍCIO DE BLOCOS DOS ANDARES 23o e 24o												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	8,5%	2,0%	0,0%	0,0%
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,6%	0,2%	0,0%	0,0%
EXECUÇÃO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,3%	0,0%	0,6%	0,8%	0,0%	0,0%

3.2.2.2 Estudo de caso B

a) 2º andar

No quadro 14, apresenta-se a quantidade de blocos por pavimento tipo (PROJETO / UTILIZADO). Nos quadros 15,16 e 17, apresenta-se a quantidade de blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA DO CANTEIRO / EXECUÇÃO).

Quadro 14. Quantidade de blocos por pavimento tipo (PROJETO E UTILIZADO).

QUANTITATIVO - 2o ANDAR												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
QUANTIDADE DE PROJETO	17	62	33	27	2876	1118	749	476	1508	698	207	111
QUANTIDADE UTILIZADA	17	62	33	27	2879	1120	751	476	1638	701	207	111
DESPERDÍCIO EM %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,3%	0,0%	8,6%	0,4%	0,0%	0,0%

Quadro 15. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO			
RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 01 PEDIDO 334-0068		RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 02 PEDIDO 334-0069	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS	FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
09x19x39 (INT)		09x19x39 (INT)	18
09x19x19 (12)		19x19x39 (INT)	
09x19x09 (14)		19x19x19 (12)	
19x19x39 (INT)	29		
19x19x19 (12)			
14x19x09 (14)			
19x19x04 (18)			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	BLOCOS QUEBRADOS	LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
09x19x39 (INT)		09x19x39 (INT)	
09x19x19 (12)		19x19x39 (INT)	
09x19x09 (14)		19x19x19 (12)	
19x19x39 (INT)	2		
19x19x19 (12)	1		
14x19x09 (14)			
19x19x04 (18)			
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS	EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
09x19x39 (INT)		09x19x39 (INT)	1
09x19x19 (12)		19x19x39 (INT)	2
09x19x09 (14)		19x19x19 (12)	
19x19x39 (INT)			
19x19x19 (12)			
14x19x09 (14)			
19x19x04 (18)			

Quadro 16. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO			
RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 03 PEDIDO 334-0070		RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 04 PEDIDO 334-0071	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS	FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
14x19x39 (INT)	2	09x19x19 (12)	
14x19x19 (12)	2	19x19x39 (INT)	35
19x19x39 (INT)	13		
19x19x19 (12)			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS	LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
14x19x39 (INT)		09x19x19 (12)	
14x19x19 (12)		19x19x39 (INT)	12
19x19x39 (INT)			
19x19x19 (12)			
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS	EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
14x19x39 (INT)	1	09x19x19 (12)	
14x19x19 (12)		19x19x39 (INT)	
19x19x39 (INT)	2		
19x19x19 (12)			

Quadro 17. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO	
RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 05 PEDIDO 334-0072	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 (INT)	18
09x19x19 (Y2)	
LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 (INT)	
09x19x19 (Y2)	
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 (INT)	
09x19x19 (Y2)	

No quadro 18, apresenta-se um resumo, por etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA DO CANTEIRO / EXECUÇÃO), dos blocos quebrados por caminhão, enquanto no quadro 19 é apresentado um resumo do desperdício de blocos por etapa.

Quadro 18. Resumo de desperdício de blocos.

HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 01	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									29			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									2	1		
EXECUÇÃO												
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 02	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									18			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO												
EXECUÇÃO									1	2		
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 03	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA					2	2			13			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO												
EXECUÇÃO					1				2			
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 04	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									35			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									12			
EXECUÇÃO												
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 05	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									18			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO												
EXECUÇÃO												
RESUMO	SOMA DOS BLOCOS QUEBRADOS NOS 5 CAMINHÕES											
	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA	0	0	0	0	2	2	0	0	113	0	0	0
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0
EXECUÇÃO	0	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0	0

Quadro 19. Porcentagem de desperdício de blocos por andar.

% DE DESPERDÍCIO DE BLOCOS POR ETAPA												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	7,5%	0,0%	0,0%	0,0%
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,1%	0,0%	0,0%
EXECUÇÃO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,3%	0,0%	0,0%

b) 3º andar

No quadro 20, apresenta-se a quantidade de blocos por pavimento tipo (PROJETO / UTILIZADO) e nos quadros 21,22 e 23 apresenta-se a quantidade de blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA DO CANTEIRO / EXECUÇÃO).

Quadro 20. Quantidade de blocos por pavimento tipo (PROJETO E UTILIZADO).

QUANTITATIVO - 3o ANDAR												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
QUANTIDADE DE PROJETO	17	62	33	27	2876	1118	749	476	1508	698	207	111
QUANTIDADE UTILIZADA	17	62	33	27	2881	1120	749	476	1604	702	207	111
DESPERDÍCIO EM %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%	6,4%	0,6%	0,0%	0,0%

Quadro 21. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO			
RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 01 PEDIDO 334-0078		RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 02 PEDIDO 334-0079	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS	FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 (INT)	19	09x19x39 (INT)	
19x19x19 (V2)		19x19x39 (INT)	22
		19x19x19 (V2)	
M TÉRREDO: ARMAZENAGEM INTEI	BLOCOS QUEBRADOS	LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 (INT)		09x19x39 (INT)	
19x19x19 (V2)	1	19x19x39 (INT)	1
		19x19x19 (V2)	
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS	EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 (INT)	1	09x19x39 (INT)	
19x19x19 (V2)	1	19x19x39 (INT)	3
		19x19x19 (V2)	2

Quadro 22. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO			
RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 01 PEDIDO 334-0080		RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 02 PEDIDO 334-0081	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS	FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
14x19x39 (INT)		19x19x39 (INT)	11
14x19x19 (V2)			
19x19x39 (INT)	17		
19x19x19 (V2)			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS	LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
14x19x39 (INT)	1	19x19x39 (INT)	
14x19x19 (V2)	1		
19x19x39 (INT)			
19x19x19 (V2)			
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS	EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
14x19x39 (INT)	4	19x19x39 (INT)	
14x19x19 (V2)	1		
19x19x39 (INT)	2		
19x19x19 (V2)			

Quadro 23. Blocos quebrados por caminhão em cada etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA / EXECUÇÃO).

BLOCOS QUEBRADOS POR CAMINHÃO	
RESPONSÁVEL: CLEMILTON - DIA 05 PEDIDO 334-0082	
FORNECIMENTO E DESCARGA	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 (INT)	18
19x19x19 (V2)	
LOGÍSTICA DO CANTEIRO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 (INT)	1
19x19x19 (V2)	
EXECUÇÃO:	BLOCOS QUEBRADOS
19x19x39 (INT)	1
19x19x19 (V2)	

No quadro 24, apresenta-se um resumo por etapa (FORNECIMENTO E DESCARGA / LOGÍSTICA DO CANTEIRO / EXECUÇÃO) de blocos quebrados por caminhão. No quadro 25, apresenta-se um resumo do desperdício de blocos por etapa.

Quadro 24. Resumo de desperdício de blocos.

HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 01	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									19			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO										1		
EXECUÇÃO									1	1		
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 02	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									22			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									1			
EXECUÇÃO									3	2		
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 03	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									17			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO					1	1						
EXECUÇÃO					4	1			2			
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 04	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									11			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO												
EXECUÇÃO												
HISTÓRICO DE DESPERDÍCIO - ENTREGA 05	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA									18			
LOGÍSTICA DO CANTEIRO									1			
EXECUÇÃO									1			
RESUMO	SOMA DOS BLOCOS QUEBRADOS NOS 5 CAMINHÕES											
	09x19x39	09x19x19	09x19x09	09x19x04	14x19x39	14x19x19	14x19x09	14x19x04	19x19x39	19x19x19	19x19x09	19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	0	0
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0
EXECUÇÃO	0	0	0	0	4	1	0	0	7	3	0	0

Quadro 25. Porcentagem de desperdício de blocos por andar.

% DE DESPERDÍCIO DE BLOCOS POR ETAPA												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
DESCARGA / ARMAZENAMENTO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,8%	0,0%	0,0%	0,0%
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
EXECUÇÃO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,5%	0,4%	0,0%	0,0%

No quadro 26, apresenta-se a média aritmética do desperdício de blocos dos andares 2º e 3º.

Quadro 26. Média aritmética do desperdício de blocos dos andares 2º e 3º.

MÉDIA ARITMÉTICA DO DESPERDÍCIO DOS BLOCOS												
BLOCO DE CONCRETO	INT 09 09x19x39	1/2 - 09 09x19x19	1/4 - 09 09x19x09	1/8 - 09 09x19x04	INT 14 14x19x39	1/2 - 14 14x19x19	1/4 - 14 14x19x09	1/8 - 14 14x19x04	INT 19 19x19x39	1/2 - 19 19x19x19	1/4 - 19 19x19x09	1/8 - 19 19x19x04
FORNECIMENTO E DESCARGA	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%
LOGÍSTICA DO CANTEIRO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,1%	0,0%	0,0%
EXECUÇÃO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,4%	0,0%	0,0%

3.2.3 ANÁLISE QUALITATIVA

Para a análise qualitativa, as etapas "FORNECIMENTO E DESCARGA" foram unificadas. Essa unificação ocorreu por uma razão prática: na fábrica, uma fita é passada ao redor do fardo para facilitar o transporte dos blocos, conforme ilustrado na figura 16, o que impede a diferenciação entre os blocos que já chegam quebrados e os que quebram durante a descarga do caminhão na obra.

Após a descarga, algumas vezes, os blocos permanecem paletizados próximos ao local de descarga até serem despaletizados, reorganizados em mini-paletes e enviados para o andar de execução.



Figura 16. Descarga do pallet de blocos.

Antes da despaletização, notou-se que o arranjo dos blocos de 19 cm extrapolava os limites da base do palete, conforme destacado na figura 17, deixando os blocos em balanço. Ao questionar o fornecedor, descobriu-se que a quantidade de blocos por palete foi aumentada sem os devidos ajustes na área da base para essa mudança, resultando em quebras frequentes.



Figura 17. Parte do bloco extrapolando a área do palete resultando em quebra.

Outra situação observada na obra que contribui para o desperdício foi a existência de desnível entre a saída da plataforma de madeira para descarga e a entrada da laje do andar, conforme destacado na figura 18. Esse desnível dificulta a movimentação do carrinho hidráulico, gerando impactos e resultando em quebras de blocos na etapa de transporte.



Figura 18. Desnível entre a saída da plataforma de madeira e a entrada da laje do andar.

Conforme as observações realizadas nas obras, a etapa de execução foi a que apresentou o menor índice de desperdício de blocos. As figuras 19,20,21 e 22, ilustram a organização e a qualidade na execução da alvenaria nos casos estudados.



Figura 19. Pedreiro executando a alvenaria de vedação, utilizando mesa andaime.

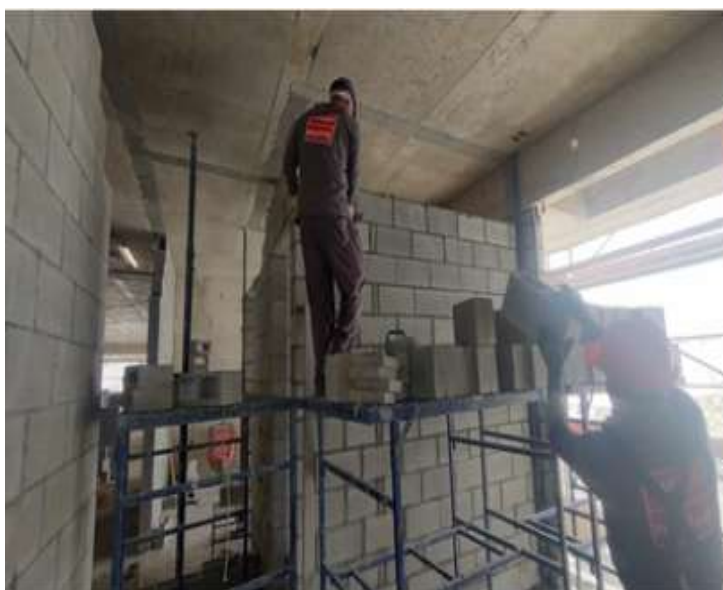


Figura 20. Ajudante colocando os blocos em cima da mesa andaime.



Figura 21. Ajudante limpando o local de trabalho.



Figura 22. Pedreiro executando a alvenaria de vedação, utilizando mesa andaime.

Fluxograma de entrevistas adotadas neste estudo está ilustrado na figura 23.



Figura 23. Fluxograma das entrevistas realizadas.

Nos quadros 27,28,29,30 e 31, apresentam-se entrevistas feitas com: três pedreiros, dois encarregados, um fiscal de obras pertencentes à empresa estudada, além de dois engenheiros das construtoras responsáveis pelas obras estudadas, bem como um diretor de fábrica de blocos.

Nas entrevistas realizadas com os pedreiros, o autor observou uma deficiência no conhecimento da logística dos blocos. Antes de os pedreiros receberem os blocos, eles são selecionados. Dessa forma, a maior parte do desperdício precede a chegada do material ao pavimento.

Quadro 27. Entrevistas com três pedreiros.

ENTREVISTAS COM 3 PEDREIROS	
1	Em sua opinião, qual etapa da construção se desperdiça mais blocos? (Fornecimento / Descarga / Despaletização e Paletização/ Estoque / Execução).
2	2 pedreiros responderam: No fornecimento dos blocos (na fabricação ou durante o transporte da entrega).
1	1 pedreiro respondeu: Execução.
2	Descarregar os blocos pelo equipamento Munk, pode danificar os blocos?
Os 3	Os 3 pedreiros não souberam responder.
3	É comum os blocos estarem trincados ou quebrados no momento da despaletização?
Os 3	Os 3 pedreiros não souberam responder, um deles disse que os blocos que estão no andar, estão em boas condições de uso.
4	A despaletização do pallet grande e a paletização do pallet pequeno pode quebrar os blocos?
1	1 pedreiro respondeu: Sim, o ajudante responsável por esse serviço pode quebrar os blocos de propósito.
2	2 pedreiros não souberam responder.
5	Os pedreiros desperdiçam blocos de concreto na execução das alvenarias?
1	1 pedreiro respondeu: Não, o bloco é retirado do mini pallet vai direto para a parede.
1	1 pedreiro respondeu: Não.
1	1 pedreiro respondeu: Sim, pode ter pedreiros quebrando blocos de propósito.

Nas entrevistas com os encarregados, o autor notou que eles conseguem identificar as origens dos desperdícios de blocos, e suas respostas corroboram os resultados obtidos nos estudos de caso.

Quadro 28. Entrevistas com dois encarregados.

ENTREVISTAS COM 2 ENCARREGADOS	
1	Em sua opinião, qual etapa da construção se desperdiça mais blocos? (Fornecimento / Descarga / Despaletização e Paletização/ Estoque / Execução).
1	encarregado respondeu: Sim, existe uma rampa para descer com o pallet, o impacto no final da descida faz os blocos quebrarem.
1	encarregado respondeu: Sim, fornecimento e descarga
2	Descarregar os blocos pelo equipamento Munk, pode danificar os blocos?
1	encarregado respondeu: Sim, pode quebrar com o movimento do braço do munk
1	encarregado respondeu: Sim.
3	É comum os blocos estarem trincados ou quebrados no momento da despaletização?
1	encarregado respondeu: Sim, o bloco de 19cm é o bloco que sempre desperdiça mais na etapa de despaletização
1	encarregado respondeu: Sim.
4	A despaletização do pallet grande e a paletização do pallet pequeno pode quebrar os blocos?
1	encarregado respondeu: Não, é um trabalho mais manual
1	encarregado respondeu: Não.
5	Os pedreiros desperdiçam blocos de concreto na execução das alvenarias?
1	encarregado respondeu: Não, o bloco de concreto é mais difícil de quebrar do que o bloco cerâmico
1	encarregado respondeu: Não.

Na entrevista realizada com o fiscal de obra, o autor constatou que ele detém um conhecimento técnico superior acerca do desperdício de blocos nas diferentes etapas.

Quadro 29. Entrevista com um fiscal de obras.

ENTREVISTA COM FISCAL DE OBRA	
1	Em sua opinião, qual etapa da construção se desperdiça mais blocos? (Fornecimento / Descarga / Despaletização e Paletização/ Estoque / Execução).
	No transporte do caminhão, depende muito de como foi conduzido o caminhão, lombadas e buracos.
2	Descarregar os blocos pelo equipamento Munk, pode danificar os blocos?
	Sim, vai depender da experiência da pessoa que tiver conduzindo o equipamento, eventualmente o operário pode fazer uma manobra brusca e o palet cair gerando muita quebra de blocos, por exemplo cada palet de bloco inteiro de 19 tem 108 blocos.
3	É comum os blocos estarem trincados ou quebrados no momento da despaletização?
	É comum o bloco de 19cm
4	A despaletização do pallet grande e a paletização do pallet pequeno pode quebrar os blocos?
	Não, é um trabalho mais braçal do ajudante, não gera perda de blocos.
5	Os pedreiros desperdiçam blocos de concreto na execução das alvenarias?
	Praticamente não tem desperdício com o bloco de concreto, os blocos são resistentes e as peças da família do bloco de concreto já são entregues separadas, diferente do bloco cerâmico que precisa cortar.

Nas entrevistas com os engenheiros responsáveis pelas obras estudadas, verificou-se a indiferença deles em relação ao desperdício devido à aquisição do metro quadrado da parede pronta (compreendendo mão de obra e material). Observou-se também um equívoco quanto à procedência do desperdício, pois suas respostas

responsabilizam as execuções inadequadas e o desperdício por parte dos pedreiros, o que não se alinha com os resultados dos estudos de caso.

Quadro 30. Entrevistas com dois engenheiros responsáveis pelas obras estudadas.

ENTREVISTA COM 2 ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS PELAS OBRAS ESTUDADAS
1 Em sua opinião, qual etapa da construção se desperdiça mais blocos? (Fornecimento / Descarga / Despaletização e Paletização/ Estoque / Execução).
1 engenheiro respondeu: Na despaletização e paletização.
1 engenheiro respondeu: Na execução.
2 Descarregar os blocos pelo equipamento Munk, pode danificar os blocos?
1 engenheiro respondeu: Não, o garfo do munk é colocado em baixo do pallet e depois é colocado na laje.
1 engenheiro respondeu: Não.
3 É comum os blocos estarem trincados ou quebrados no momento da despaletização?
Os 2 engenheiros não souberam responder
4 A despaletização do pallet grande e a paletização do pallet pequeno pode quebrar os blocos?
1 engenheiro respondeu: Sim, o ajudante pode paletizar com má vontade e quebrar o blocos.
1 engenheiro respondeu: Não.
5 Os pedreiros desperdiçam blocos de concreto na execução das alvenarias?
1 engenheiro respondeu: Sim, o pedreiro só pensa na produção.
1 engenheiro respondeu: Sim, o pedreiro pega o bloco de qualquer jeito e consequentemente desperdiça mais.

O Diretor de uma fábrica de blocos de concreto, em sua entrevista, sinalizou que os desperdícios ocorrem devido ao transporte dentro da obra e não no fornecimento, o que contraria as observações realizadas nos estudos de caso. Ele apontou que boas práticas na obra podem reduzir as ocorrências de desperdício.

ENTREVISTA COM DIRETOR DE FÁBRICA DE BLOCOS DE CONCRETO
1 Em sua opinião, qual etapa da construção se desperdiça mais blocos? (Fornecimento / Descarga / Despaletização e Paletização/ Estoque / Execução).
Na descarga, despaletização/movimentação interna.
2 Descarregar os blocos pelo equipamento Munk, pode danificar os blocos?
Pode até quebrar poucas peças, realizada com cuidado não tem ocorrência.
3 É comum os blocos estarem trincados ou quebrados no momento da despaletização?
Pode ocorrer poucas peças
4 A despaletização do pallet grande e a paletização do pallet pequeno pode quebrar os blocos?
Sim, quanto mais movimentos, mais a chance de aumentar as quebras, principalmente quando utilizam os mesmos deitados para movimentação com carrinho coca-cola
5 Os pedreiros desperdiçam blocos de concreto na execução das alvenarias?
Acredito que não
6 Em sua opinião, quais as principais práticas a serem implantadas em obra para diminuir os desperdícios de blocos de concreto em obra?
Uma boa movimentação interna, equipamentos apropriados para descarga.
7 Por que o relatório de ensaio à compressão é enviado há alguns dias após a entrega do bloco na obra?
Os ensaios ficam prontos depois de 14 dias após a fabricação e são disponibilizados apenas quando solicitados pelo cliente, o bloco atinge a resistência mínima exigida pela norma após 2 dias de fabricação, essa antecipação da entrega dos blocos só é possível devido à utilização de cimento CP V-ARI (alta resistência inicial) e à aplicação de cura com vapor após 8 horas de fabricação, o que acelera o desenvolvimento da resistência.

Quadro 31. Entrevista com diretor de fábrica de blocos.

4 DIRETRIZES PARA DIMINUIÇÃO DO DESPERDÍCIO DE BLOCOS DE CONCRETO

No contexto da busca pela qualidade e pelo desempenho dos materiais de construção, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) destaca-se como uma iniciativa governamental fundamental. Por meio dos Programas Setoriais da Qualidade (PSQs), o PBQP-H monitora a conformidade de produtos destinados à construção civil. Atualmente, dois tipos de blocos estão inseridos em PSQs:

- os blocos cerâmicos de vedação, com um Índice de Conformidade (IC) de 66%, e
- os blocos de concreto com função estrutural, que apresentaram IC de 78,3%.

Esses números permanecem abaixo do IC Médio geral de 82,58% registrado entre todos os programas setoriais, conforme relatório mais recente do PBQP-H (2025). Ressalta-se que os blocos de concreto de vedação, foco deste estudo, ainda não são contemplados por nenhum PSQ. A ausência desse monitoramento pode dificultar a padronização do produto, comprometer o desempenho esperado e influenciar negativamente os índices de desperdício nas obras, reforçando a relevância de estudos como este para fomentar práticas mais eficientes e sustentáveis na construção civil.

No âmbito dessa pesquisa, o acompanhamento do processo, desde a entrega dos blocos até a execução das alvenarias de vedação racionalizada, foi essencial para identificar as principais fontes de desperdício de blocos.

Tradicionalmente, essas perdas são atribuídas à mão de obra durante a etapa de execução. No entanto, os estudos de caso desenvolvidos indicaram que os maiores índices de desperdício estão associados à etapa logística, que envolve o transporte dos blocos da fábrica até o ponto de armazenamento na obra.

Constatou-se que diversos fatores contribuem para esse cenário: movimentações inadequadas com equipamentos como o *munk*, empilhamentos incorretos, uso de *pallets* fora dos padrões ideais e desníveis entre áreas de descarga e lajes, que dificultam o transporte interno e comprometem a integridade dos blocos.

Além disso, foi identificado um aspecto crítico no processo de fornecimento dos blocos de concreto para alvenaria de vedação racionalizada. Observou-se que os

blocos são entregues na obra apenas 2 a 3 dias após a sua fabricação, ou seja, antes da finalização dos ensaios laboratoriais de resistência à compressão. O fornecedor realiza o ensaio de resistência à compressão dos blocos após 5 dias da data de fabricação, e o laudo técnico é disponibilizado ao cliente somente após 14 dias. Segundo a ABNT NBR 6136, a apresentação do laudo no momento do recebimento dos blocos é facultativa, ficando a critério do cliente. A norma estabelece ainda que, caso o cliente aceite o fornecimento sem a apresentação imediata do laudo, o fornecedor possui um prazo máximo de 28 dias, contados a partir da data de produção do lote, para disponibilizar o documento. Esse procedimento implica que, na prática, a execução da alvenaria pode ocorrer sem a devida comprovação laboratorial da conformidade dos blocos quanto à resistência mínima especificada, baseando-se exclusivamente na relação de confiança previamente estabelecida entre cliente e fornecedor.

Diante das constatações obtidas por meio dos estudos de caso, entrevistas com os profissionais de obra e da análise das práticas adotadas por fornecedores, foram elaboradas diretrizes para a redução do desperdício de blocos de concreto. Essas recomendações abrangem todas as etapas críticas observadas e têm como objetivo a melhoria da eficiência produtiva e a racionalização do uso de materiais no canteiro de obras.

A. Qualificação de Fornecedores

- No âmbito do PBQP-H: criação de PSQ (Programa Setorial da Qualidade) para blocos de concreto para vedação;
- No âmbito da construtora: análise do controle de qualidade dos blocos por parte do fornecedor.

B. Recebimento do Caminhão

A partir dos pontos críticos observados durante esse estudo, recomenda-se que:

- Seja exigido, no ato do recebimento, o laudo técnico de resistência dos blocos de concreto, conforme os parâmetros definidos pela NBR 6136. Esse laudo, emitido por lote e fornecido pelo fabricante, deve atestar o atendimento à resistência mínima exigida. Considera-se essa recomendação como essencial para a garantia da

qualidade desse material;

- O operador do braço mecânico do equipamento *munk* movimentar os *pallets* do caminhão até o local de descarga com cuidado, evitando movimentações bruscas;
- Não seja permitida a entrega com partes dos blocos ultrapassando a base do *pallet*.

C. **Área de descarga:** como o desnível entre a saída da plataforma de madeira de descarga e a entrada da laje do andar é um ponto crítico, recomenda-se que a verificação dessa área seja um item essencial para sua liberação. Essa verificação deve assegurar que o local esteja plano e desobstruído, permitindo a movimentação eficiente do carro hidráulico e garantindo a integridade dos blocos.

D. **Armazenamento:** os blocos devem ser armazenados em um local próximo à área de descarga, evitando longos deslocamentos que possam comprometer a segurança e a integridade dos materiais. O espaço deve ser limpo, organizado e, sempre que possível, coberto para proteger os blocos da chuva e de condições climáticas adversas.

E. **Despaletização e paletização:** a despaletização e a paletização dos blocos devem ser feitas com equipamentos adequados, como mini paletes e porta *pallet*. Recomenda-se que a altura das pilhas de blocos não ultrapasse a altura do braço do equipamento *porta-pallet* que é de 1,60m.

Especificamente:

- Blocos de 19 cm: pilha de até 8 blocos.
- Blocos de 14 cm: pilha de até 11 blocos.
- Blocos de 9 cm: pilha de até 16 blocos.

Isso garante a segurança no que diz respeito ao armazenamento adequado dos blocos para a execução da obra, sempre evitando que os blocos ultrapassem as dimensões da base do palete.

- F. **Caminho seguro até o local de execução das alvenarias:** é fundamental que o caminho até o local de execução das alvenarias seja seguro, livre de obstáculos e adequado para o transporte dos blocos. O trajeto deve ser planejado para garantir a segurança dos trabalhadores e evitar danos aos materiais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente monografia teve como objetivo principal propor diretrizes para a redução do desperdício de blocos de concreto na alvenaria de vedação racionalizada.

A revisão bibliográfica realizada permitiu verificar que existem diversas teses e artigos sobre alvenaria de vedação racionalizada. No entanto, identificou-se uma carência de informações sobre o desperdício de blocos de concreto e recomendações para seu adequado fornecimento, descarga, armazenagem e execução.

Por meio de uma análise detalhada, constatou-se que os desperdícios de blocos de concreto de 19 cm nas obras investigadas ultrapassaram os limites planejados pela empresa referência Mega Metro Engenharia, bem como os índices indicados no SINAPI. Ao contrário do que se presume na prática cotidiana dos canteiros, a maior parcela do desperdício não se mostrou ligada à execução da alvenaria, mas sim à logística de transporte e manuseio dos blocos, desde sua origem na fábrica até o armazenamento final no local da obra.

As análises indicaram que o uso de *pallets* inadequados fornecidos pela fábrica, movimentações bruscas com equipamentos como o *munk*, o desnível entre áreas de descarga e lajes, além de empilhamentos incorretos, contribuíram significativamente para a quebra dos blocos.

As entrevistas com encarregados e fiscais revelaram que esses profissionais têm conhecimento da maior parte dos pontos críticos do processo de fornecimento, tanto até o canteiro quanto dentro dele. No entanto, evidenciaram o desconhecimento do corpo técnico da obra em relação a esses mesmos pontos.

Durante esta pesquisa, foi identificado um grande ponto crítico no processo de fornecimento: os blocos têm sido entregues antes da comprovação de sua resistência mínima de 3MPa. Essa entrega antecipada pode gerar desperdícios, pois, durante as movimentações e manuseios até o momento da execução das alvenarias, os blocos sofrem grandes solicitações em sua resistência. Dessa forma, recomendou-se, como principal prática a ser seguida, a exigência do laudo técnico de resistência no ato do recebimento dos blocos, garantindo a conformidade com as normas e minimizando riscos relacionados ao desempenho dos materiais.

A análise realizada ao longo da pesquisa evidencia que, mesmo em obras que adotam a alvenaria racionalizada como solução construtiva, existem oportunidades para otimizar a gestão de materiais.

Indo além dos objetivos inicialmente estabelecidos, o estudo evidenciou a importância de uma avaliação crítica de processos consolidados, revelando que mesmo em métodos construtivos padronizados existe potencial para redução do desperdício.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2016.
- BARROS, M. M. S. B. O processo de produção das alvenarias racionalizadas. São Paulo: USP, 1998.
- FRANCO, L. S. O processo de produção da alvenaria de vedação em edifícios. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- PINHO, S. A. C.; LORDSLEEM JR., A. C. O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil. In: Congresso Brasileiro de Custos (16. : 2009 : Fortaleza). Anais... Fortaleza: CBC, 2009. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1157>>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Composição de custos unitários de edifícios sem desoneração. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/Quadros_de_custos>. Acesso em: 21 ago. 2025.
- PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT (PBQP-H). Disponível em: <<https://pbqp-h.mdr.gov.br/sistemas/simac/programas-setoriais-da-qualidade-psq>>. Acesso em: 21 ago. 2025.
- ROSA, F. P. Perdas na construção civil: Diretrizes e ferramentas para controle. Porto Alegre: UFRGS, 2001.
- SABBATINI, Fernando Henrique et al. Recomendações para construção de paredes de vedação em alvenaria. São Paulo: EPUSP, 1988. Relatório CPqDCC n. 20013 – EP/ENCOL-1.
- SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: Formulação e aplicação de uma metodologia. São Paulo: USP, 1989.
- SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B. A industrialização e o processo de produção de vedações: Utopia ou elemento de competitividade empresarial? São Paulo: USP, 1998.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SINAPI). Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

SOUZA, U. E. L. de; MEKBEKIAN, G. Avaliação de perdas de materiais nos canteiros de obras: a questão dos resíduos e do desperdício de materiais na construção de edifícios. São Paulo: EPUSP, 1998.

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

TAUIL, Carlos Alberto. Como diminuir as perdas de blocos cerâmicos e de concreto? AECweb, 2017. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-diminuir-as-perdas-de-blocos-ceramicos-e-de-concreto/16451>>. Acesso em: 18 set. 2025.