

# AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE A PRODUTIVIDADE E CUSTO DA EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM ARGAMASSAMENTO TOTAL E PARCIAL

Gabriela Borgert (Centro Universitário Católica de Santa Catarina) E-mail:  
gabriela.borgert@catolicasc.edu.br

Robison Negri (Centro Universitário Católica de Santa Catarina) E-mail:  
robison.negri@catolicasc.org.br

**Resumo:** Diante da necessidade de otimização nos processos construtivos, este estudo avaliou e comparou os custos e a produtividade dos métodos de argamassamento parcial e total em alvenaria estrutural de blocos. A análise engloba planilhas eletrônicas para levantamento de custos unitários e totais, além de acompanhamento in loco da produtividade de trabalhadores. O sistema de argamassamento parcial mostrou-se mais vantajoso para blocos com resistência intermediária (6 MPa e 12 MPa), reduzindo custos em até 4% devido ao menor consumo de argamassa. Além disso, apresentou maior uniformidade na produtividade, com média de 17,62 m<sup>2</sup>/dia por trabalhador, contribuindo para o aumento da eficiência da obra sem comprometer a qualidade estrutural. Por sua vez, o sistema total pode ser indicado em projetos que demandam de blocos e armaduras com resistências mais elevadas. A escolha entre os métodos deve considerar as especificações do projeto, taxas esperadas de produtividade e a quantidade de recursos disponíveis para obras de alvenaria estrutural.

**Palavras-chave:** Alvenaria Estrutural; Argamassamento; Produtividade; Custo Unitário.

## COMPARATIVE ASSESSMENT BETWEEN THE PRODUCTIVITY AND COST OF EXECUTING STRUCTURAL MASONRY WITH FULL AND PARTIAL MORTARING

**Abstract:** Given the need to optimize construction processes, this study evaluated and compared the costs and productivity of partial and total mortar methods in structural block masonry. The analysis includes electronic spreadsheets to survey unit and total costs, as well as on-site monitoring of worker productivity. The partial mortar system proved to be more advantageous for blocks with intermediate resistance (6 MPa and 12 MPa), reducing costs by up to 4% due to the lower mortar consumption. It also demonstrated greater uniformity in productivity, with an average of 17.62 m<sup>2</sup>/day per worker, helping to increase the efficiency of the work without compromising structural quality. In turn, the total system can be recommended for projects that require blocks and reinforcement with higher strengths. The choice between methods must consider project specifications, expected productivity rates and the amount of resources available for structural masonry works.

**Keywords:** Structural Masonry; Mortar; Productivity; Unit Cost.

### 1. Introdução

Os sistemas construtivos são compostos por processos que variam em níveis de industrialização e organização, empregando elementos e componentes inter-relacionados e integrados. A seleção dos materiais ou métodos de execução deve sempre assegurar eficiência, durabilidade e segurança (Camacho, 2006).

Considerando a condição cada vez mais competitiva do mercado da construção civil, bem como o ambiente favorável à inovação tecnológica estabelecida pela ABNT NBR 15.575 (2020), as construtoras estão mais motivadas a investir no aperfeiçoamento dos processos construtivos (Yoo; Ham, 2020).

Neste contexto, o sistema construtivo de alvenaria estrutural (SCAE) vem sendo amplamente utilizado em empreendimentos com maior rigidez arquitetônica e

necessidade de alta produtividade, devido à sua agilidade construtiva, praticidade e ganhos econômicos (Cichelero; Muraro, 2017). Sob o mesmo ponto de vista, Bolina *et al.* (2020) destacam que o SCAE baseia-se na utilização de unidades de alvenaria (blocos), interligados através de argamassa, formando painéis estruturais capazes de resistir às cargas verticais e horizontais, dispensando a necessidade de estruturas reticuladas, como vigas e pilares.

É importante ressaltar que as unidades elementares (blocos) geralmente são de concreto ou cerâmica vermelha, assentados por um aglomerante de base cimentícia (Castro *et al.*, 2010). Esses elementos podem apresentar diferentes dimensões, resistências e propriedades, de acordo com a necessidade do projeto e as condições do local (Kalil, 2009). A argamassa é composta por uma mistura de cimento, areia e água, podendo receber aditivos para aprimorar suas propriedades de aderência, trabalhabilidade e resistência (Pastro, 2007). O aglomerante também desempenha um papel crucial nas características estruturais finais dos painéis e no custo final do sistema construtivo.

Portanto, a principal função da argamassa das juntas entre blocos é transmitir uniformemente os esforços gerados pela edificação aos demais elementos unitários do painel (Liao *et al.*, 2019). As diversas combinações de bloco e argamassa com diferentes características alteram significativamente o comportamento dos painéis do SCAE (Paulino; Toralles, 2023).

Segundo a ABNT NBR 16.868 (2020), as juntas podem ser classificadas quanto à sua orientação relativa como vertical e horizontal, e sua execução pode utilizar técnicas e equipamentos diversos. A execução das juntas horizontais, no SCAE ainda pode considerar o preenchimento total do bloco, no sentido longitudinal e transversal de suas paredes, ou o preenchimento parcial, considerando a aplicação do cordão de argamassa somente no sentido longitudinal (Santos, 1998).

Além disso, as juntas desempenham um papel importante na durabilidade da estrutura. Uma execução adequada das juntas, com o uso de materiais e técnicas apropriadas, pode ajudar a prevenir a infiltração de água e a deterioração dos elementos da alvenaria, aumentando assim a vida útil da construção (Santos, 1998).

Dessa forma, a análise da aplicação de diferentes métodos de argamassamento em alvenaria estrutural torna-se importante, visto que promove a otimização dos recursos financeiros e ambientais. Ao aumentar a eficiência dos processos construtivos, contribui para uma significativa redução de custos, resultando em práticas mais sustentáveis e eficientes, que beneficiam tanto o setor da construção quanto o consumidor final.

No Brasil, os projetos de alvenaria estrutural adotam soluções mais ousadas e inovadoras. Com o intuito de aumentar a produtividade e reduzir custos, esforços têm sido direcionados para validar essa mudança no processo de produção, por meio de análises detalhadas de materiais e mão de obra. Assim, estudos que explorem essas mudanças tornam-se essenciais para otimizar o desempenho das construções e garantir soluções mais eficientes e sustentáveis.

Diante desse contexto e da necessidade de otimização dos processos construtivos, o objetivo do presente estudo é analisar a viabilidade econômica do sistema construtivo de alvenaria estrutural de blocos, comparando a aplicação de cordão de argamassamento parcial e total. São avaliados parâmetros humanos e econômicos para determinar a eficácia dessa mudança no sistema sem comprometer a resistência estrutural do painel.

## 2. Fundamentação Teórica

Esta seção é dedicada ao levantamento bibliográfico necessário para o desenvolvimento da pesquisa.

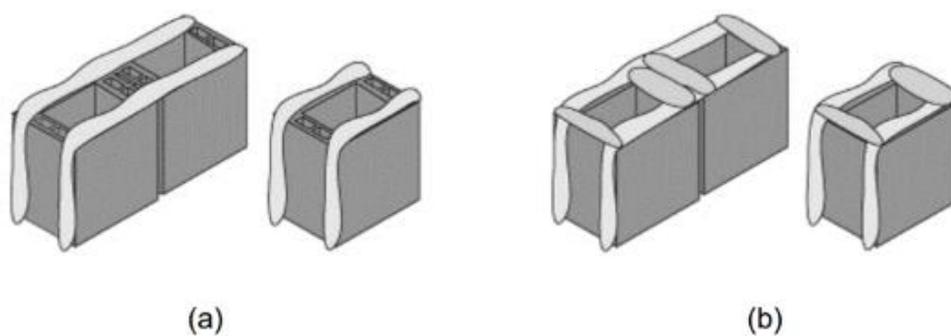
### 2.1 influência das juntas horizontais na resistência do painel de alvenaria estrutural

A resistência da alvenaria estrutural é diretamente influenciada pela execução e espessura das juntas, tanto horizontais quanto verticais, desempenhando um papel crucial no desempenho estrutural do sistema. Nesse sentido, Lima (2024) ressalta que a espessura das juntas de argamassa influencia significativamente na distribuição das cargas na parede de alvenaria estrutural. Juntas mais espessas permitem a dissipação mais uniforme das tensões aplicadas. Gomes (2008) acrescenta que a argamassa, ao endurecer, funciona também como agente de solidarização dos blocos, conferindo rigidez ao conjunto, o que ajuda a evitar fissuras nas unidades de alvenaria.

Santos (2001), por sua vez, destaca a necessidade de limitar a espessura máxima das juntas, seja pelo viés econômico (consumo de material), seja pela redução da resistência final da parede devido ao aumento excessivo da espessura. A NBR 13.752 (ABNT, 2020) sugere uma espessura máxima para a junta horizontal de 10 mm. Azevedo *et al.* (2019) também apontam que espessuras superiores a 10 mm reduzem a resistência final do painel de alvenaria. Após experimentos, Drysdale (2008) constatou que o aumento da espessura da junta de 9,5 mm para 19 mm implicou em uma redução de cerca de 16% na resistência à compressão da alvenaria.

É importante ressaltar que o método de assentamento das unidades de bloco pode ser feito com argamassamento parcial ou argamassamento total do septo horizontal, conforme ilustrado na Figura 01. No argamassamento parcial, a argamassa é aplicada apenas nos septos longitudinais dos blocos, enquanto no argamassamento total a argamassa cobre todos os septos, incluindo os transversais (Lima, 2019).

Figura 1- Argamassamento Parcial x Argamassamento Total



Fonte: Lima, 2019

Além das características da argamassa, as propriedades do bloco também afetam a resistência final e a adesão. Valentini (2018) assevera que a porosidade e a rugosidade da superfície dos blocos são fatores críticos para a ancoragem da argamassa. Superfícies mais rugosas proporcionam uma área de contato maior, resultando em mais aderência.

As técnicas de argamassamento também influenciam diretamente o desempenho das paredes. Lima (2019) validou que o argamassamento total resulta em maior resistência das paredes e um melhor comportamento frente ao processo de fissuração, pois o

argamassamento parcial acarreta principalmente a formação de fissuras verticais mais acentuadas. Dentro dessa perspectiva de perda de resistência, Gaynor (1987) observou uma relação de 0,75 entre a carga máxima suportada por paredes com argamassamento parcial em comparação com aquelas com argamassamento total.

Já as juntas verticais são mais representativas para o ganho de resistência à tração, especialmente importantes para as paredes de contravento. Em seus estudos, Santos (2001) observou que, em ensaios de flexão paralela às juntas horizontais, houve uma perda de 32% na resistência quando as juntas verticais não são preenchidas. A NBR 16.868-1 (ABNT, 2020) explicita que um bloco argamassado parcialmente em suas juntas horizontais tem sua resistência característica à compressão corrigida pelo fator de 0,80 quando é realizado o ensaio de compressão simples.

Com efeito, a presença de argamassa está diretamente relacionada à resistência e à eficiência do SCAE. A perda de resistência associada ao não preenchimento do septo horizontal transversal deve ser compensada com ajustes na composição da argamassa. Lima *et al.* (2019) afirmam que o uso de uma proporção adequada de cimento e areia na argamassa é essencial para garantir a resistência das juntas. A falta de cimento pode enfraquecer a argamassa, enquanto uma proporção excessiva torna-a quebradiça, além de ser economicamente inviável.

De acordo com Gomes (2008), a argamassa utilizada no assentamento dos blocos deve garantir boa aderência entre eles, dissipar adequadamente as tensões e evitar fissuras na interface bloco/argamassa, garantindo assim a durabilidade e o desempenho estrutural das paredes. A NBR 16.868-1 (ABNT, 2020) classifica as argamassas de assentamento em três classes: 1,50 a 3,40 MPa, 3,40. Outro fator relevante é a capacidade de absorção de água do bloco. No entendimento de Montefusco *et al.* (2008), blocos com alta absorção de água retiram uma parte considerável da água de amassamento da argamassa, dificultando o trabalho de assentamento e promovendo a rápida transferência dos compostos de hidratação do cimento. Já blocos com absorção de água muito baixa também podem prejudicar a aderência. Portanto, é importante ajustar essas propriedades para garantir uma resistência adequada ao cisalhamento e uma boa adesão entre o bloco e a argamassa.

## 2.2 Produtividade do sistema de alvenaria estrutural

A busca pela produtividade, na construção civil, está diretamente relacionada à eficiência na execução dos serviços. Gonçalves (2018) destaca que fatores como o planejamento adequado, a organização do canteiro de obras e a capacitação dos trabalhadores são cruciais para influenciar os indicadores de produtividade. Esses fatores podem ser divididos em três categorias principais: fatores relacionados ao trabalho, ao projeto e ao ambiente de trabalho, como a disposição dos materiais e a divisão das equipes.

Convém ressaltar que a produtividade é geralmente entendida como a relação entre o trabalho realizado e os recursos utilizados em um determinado período. Souza (2006) propõe o uso do Indicador de Produtividade (IP), também conhecido como Razão Unitária de Produção (RUP), que avalia o desempenho associando o esforço humano (homem x hora) à quantidade de serviço executado (m<sup>2</sup>), oferecendo uma métrica objetiva para medir a eficiência da mão de obra, conforme ilustra a Figura 2, que, além de apresentar possíveis causas que interferem em um aumento ou redução da produtividade, fornece-nos um índice modelo de uma produtividade eficiente.



Nos últimos anos, a adoção de ferramentas como a bisnaga de argamassa tem se mostrado uma inovação relevante no incremento da produtividade. Sapelli (2011) acrescenta que, nas obras, a utilização da bisnaga de argamassa estabilizada reduz a fadiga física dos operários, o que contribui para uma maior produtividade no trabalho.

Outro aspecto essencial para a produtividade é o layout do canteiro de obras. Alencar *et al.* (2017) ressaltam que um layout bem planejado minimiza o tempo de deslocamento dos operários e facilita o fluxo de materiais, resultando em uma execução mais rápida e eficiente. Gonçalves (2018) sugere que um layout otimizado pode aumentar a produtividade, ao reduzir movimentos desnecessários e o tempo de espera. Reis (2023) também destaca que a redução das distâncias percorridas pelos trabalhadores, devido a uma organização eficiente do canteiro, diminui o desgaste físico e melhora a produtividade.

Além disso, a utilização de argamassa industrializada tem se mostrado uma estratégia eficaz para melhorar a produtividade. Costa Júnior (2021) observa que a argamassa industrializada, devido à sua uniformidade e controle de qualidade, tende a reduzir o tempo de preparo e minimizar desperdícios. Oliveira (2018), por sua vez, assevera que a argamassa industrializada apresenta consistência e aderência superiores às argamassas preparadas no local, resultando em uma aplicação mais eficiente. No entanto, é importante considerar que o custo inicial da argamassa industrializada pode ser mais elevado. Fonseca (2016) argumenta que, embora a argamassa feita em obra possa ser mais econômica, a confiabilidade e a redução de variabilidade da argamassa industrializada podem compensar o investimento inicial mais alto.

Por fim, o planejamento adequado das atividades, no canteiro de obras, é outro fator crucial para a produtividade. Silva (2016) enfatiza que a disposição eficiente das frentes de trabalho e a logística organizada são essenciais para otimizar os fluxos de materiais e garantir que os insumos cheguem rapidamente aos seus destinos. Aguiar (2016) conclui que o posicionamento estratégico de equipamentos e materiais pode reduzir significativamente o tempo de execução e melhorar o desempenho da mão de obra.

Portanto, a produtividade, na execução de alvenaria estrutural, depende de uma combinação de fatores, incluindo a capacitação da mão de obra, a organização eficiente do canteiro de obras, a escolha adequada de ferramentas e a utilização de materiais de qualidade. Todos esses elementos, quando bem planejados e implementados, podem garantir uma execução eficiente, com menor tempo de trabalho e maior qualidade na construção.

### **2.3 Técnicas de execução da alvenaria e equipamentos**

O argamassamento parcial, na alvenaria estrutural com blocos de concreto, é uma técnica amplamente utilizada para otimizar recursos e tempo de execução, mantendo a segurança e a estabilidade da estrutura. De acordo com a NBR 15.961-2: 2011, que normatiza a execução da alvenaria estrutural, a aplicação da argamassa é um ponto crítico, sendo necessário seguir diretrizes rigorosas para garantir a qualidade e o desempenho da construção.

Antes da aplicação da argamassa, é essencial preparar corretamente a superfície dos blocos (Pastro, 2007). Isso inclui a remoção de resíduos e o umedecimento dos blocos para evitar a absorção excessiva de água, o que poderia comprometer a aderência e a resistência da argamassa. O processo de aplicação deve assegurar uma camada uniforme, com espessura adequada, a fim de que possa cobrir integralmente as juntas entre os blocos, garantindo a coesão estrutural.

Em função disso, a NBR 15.961 (ABNT, 2011) destaca a importância de manter o controle da espessura das juntas e o alinhamento dos blocos. Para alcançar esses objetivos com precisão, o uso de equipamentos específicos é essencial. A palheta, conforme descrita por Pastro (2007), é uma ferramenta fundamental para o preenchimento das juntas, permitindo a aplicação precisa da argamassa. Já a bisnaga de argamassa, segundo Oliveira (2016), é particularmente útil em locais de difícil acesso ou para aplicar pequenas quantidades de argamassa em áreas específicas, como nas extremidades dos blocos. Esse equipamento permite maior controle na aplicação, evitando desperdícios e garantindo que a argamassa seja utilizada de forma eficiente.

Com efeito, a norma preza pelo correto alinhamento das paredes e pela uniformidade das juntas, algo que pode ser assegurado com o uso de um gabarito metálico (Gonzalez, 2003). O gabarito é fixado à parede durante a execução, garantindo que as juntas tenham espessura regular e que os blocos sejam assentados com o alinhamento adequado. Outro equipamento essencial são as canaletas, utilizadas para criar espaços destinados à passagem de tubulações elétricas e hidráulicas, sendo preenchidas com argamassa para garantir a estabilidade estrutural (Mohamad, 2021).

Vale ressaltar que, independentemente da técnica e dos equipamentos utilizados, é imprescindível seguir as especificações do projeto e as recomendações do fabricante da argamassa para garantir a qualidade e resistência da construção. Logo, o controle rigoroso da qualidade, as verificações frequentes de alinhamento, o prumo e a espessura das juntas são essenciais para assegurar o desempenho estrutural adequado e garantir a eficiência no processo construtivo.

#### **2.4 Custo do sistema de alvenaria estrutural**

A análise de viabilidade econômica busca conhecer os benefícios esperados de um dado investimento comparando-os com alternativas de custo e finalidade semelhantes, para assim verificar a viabilidade de sua implementação (Zago; Weise; Hornburg, 2009). Para Losso (1995), o levantamento de custos é fundamental para determinar a viabilidade ou não de um empreendimento. Somente a partir do levantamento de custos é possível obter as estimativas da quantidade de capital necessária para o empreendimento.

Conforme Tisaka (2006), a composição dos custos unitários ocorre a partir da quantidade de materiais, das horas de equipamentos e do tempo de trabalho dos funcionários necessários para a execução de uma unidade de serviço. Esses valores são multiplicados pelos respectivos custos dos materiais, pelo salário-hora dos trabalhadores ou pelo valor do aluguel horário dos equipamentos. O resultado do custo unitário, ao ser multiplicado pelas quantidades correspondentes, determina o custo de cada item de serviço da obra. Mattos (2006) explica que a composição de custo é uma tabela contendo os insumos necessários para a execução de uma unidade de serviço, contando com seus respectivos custos unitários e totais. Para tal tabela, é necessário conhecer a produtividade dos equipamentos e a mão de obra, que podem ser obtidos com dados *in loco*.

Ainda sobre composição de custo, Alvez (2014) expõe que, no caso de obras públicas, as composições de custo devem, preferencialmente, ser baseadas em referenciais oficiais, como o SINAPI e o SICRO, garantindo maior precisão e conformidade técnica. Já Lima (2018) pontua que, para obras em geral, uma das tabelas mais utilizadas é a TCPO (Tabela de Composições e Preços para Orçamentos), desenvolvida pela PINI por meio de seu departamento de Engenharia de Custos. Essa tabela oferece aproximadamente 8.500 composições de serviços voltados para Edificações e Infraestrutura. No entanto, a TCPO é baseada principalmente em dados das regiões Sul e Sudeste, o que pode limitar sua aplicabilidade em outras áreas do país.

Muitas empresas optam por métodos mais simplificados de composição de custos, que, embora menos detalhados, são eficazes para atender suas necessidades. Nesse processo, com o auxílio de um engenheiro orçamentista e um engenheiro de obra, é feito um levantamento dos materiais e uma pesquisa de preços junto aos fornecedores. Esse método permite criar um orçamento personalizado, ajustado à realidade financeira e operacional da empresa. Além disso, essa abordagem facilita a tomada de decisões ágeis, especialmente em pequenos projetos ou em contextos em que os recursos são limitados, garantindo maior controle sobre os custos e viabilidade econômica do empreendimento.

### 3. Metodologia

Neste estudo, foram analisadas duas técnicas de aplicação de argamassa de rejuntamento em alvenaria estrutural de blocos de concreto: argamassamento parcial e argamassamento total. As atividades foram organizadas de acordo com as etapas da figura 03.



Fonte: A autora, 2024

#### 3.1 Objeto de Estudo

Os dados utilizados para este trabalho foram obtidos junto a uma empresa de construção civil que, por motivo de sigilo, será denominada somente como construtora. Para a realização do levantamento de produtividade de assentamento, foi escolhido um empreendimento composto por cinco torres, das quais uma possui quatro pavimentos e as demais cinco pavimentos, todas com oito apartamentos por andar, totalizando 176 unidades habitacionais, como demonstrado na figura 04. A área total construída é de 8.742,92 m<sup>2</sup>.

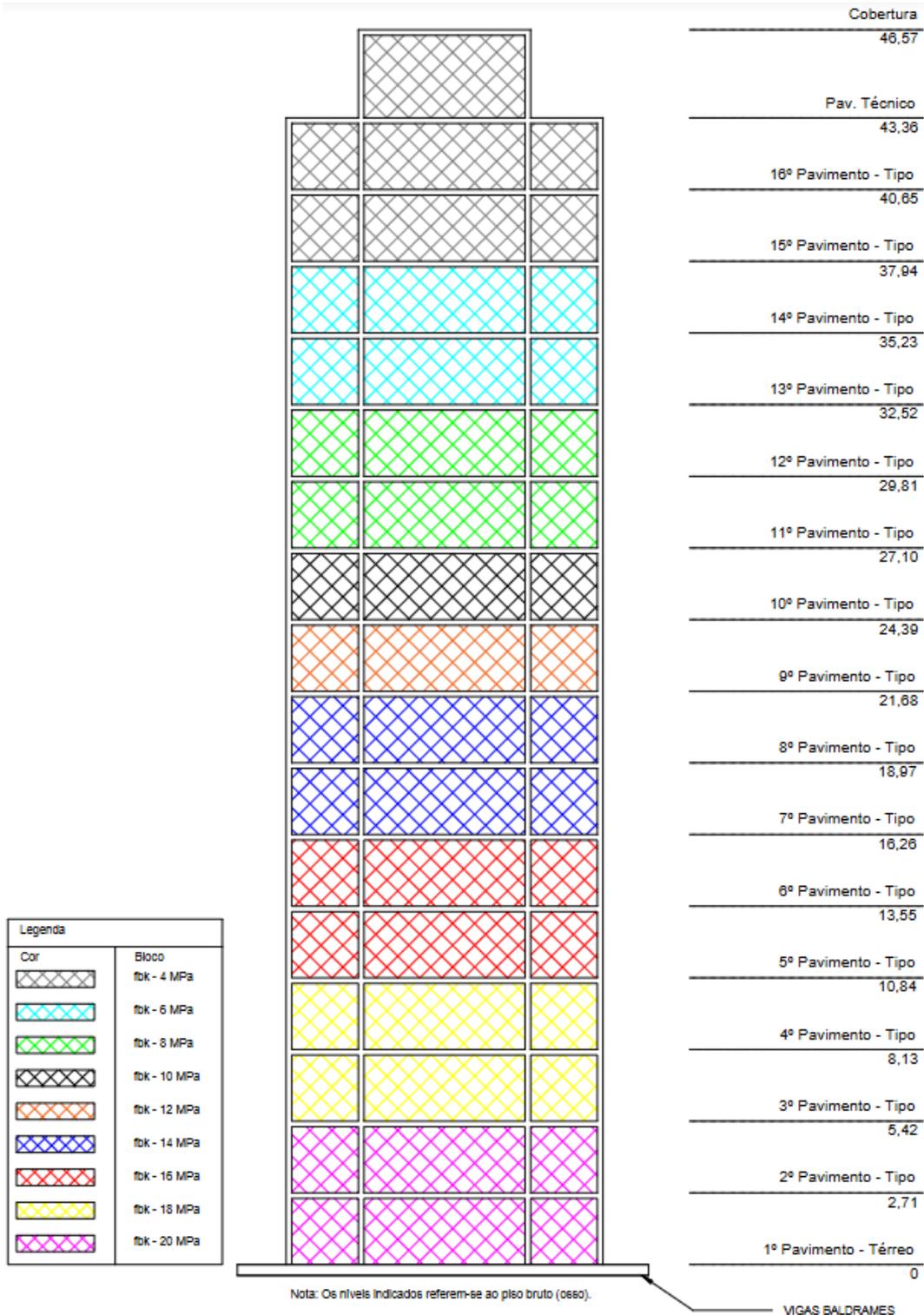
Figura 04 - Empreendimento em estudo: Levantamento de Produtividade



Fonte: A construtora, 2024

Considerando o objetivo de aferir o impacto financeiro dos métodos de assentamento, utilizando os dados de produtividade medidos, realizou-se a simulação de custo para um empreendimento com 16 pavimentos da mesma Construtora, como demonstrado na figura 05. Ambos os empreendimentos são construídos pelo SCAE, porém, no empreendimento com maior número de pavimentos, é possível perceber variações dimensionais do SCAE, que não são percebidas no empreendimento de menor gabarito.

Figura 05 - Empreendimento em estudo: Levantamento dos Custos Unitários e Custos Totais.



Fonte: A construtora, 2024

### 3.2 Levantamento de Quantitativos

O levantamento de quantitativos teve como base o projeto de alvenaria estrutural fornecido pela construtora, considerando-se as áreas das paredes descontadas as aberturas foram levantadas também a quantidade de pontos de grauteamento, a quantidade de vergas e contravergas. Todo o processo foi executado com o auxílio de software AUTO CAD e planilhas eletrônicas.

Os traços das argamassas foram fornecidos pela Construtora, variando de acordo com a resistência característica dos blocos, conforme a Tabela 01.

Tabela 01 - Consumo de materiais para argamassa (Kg/m<sup>3</sup>)

Resistência Característica (MPa)	Cimento (KG)	Argamassa (KG)	Água (KG)
4	232,79	1320,79	396,73
6	278,96	1276,89	396,71
8	321,9	1253,58	390,41
10	366,81	1229,25	383,83
12	414,82	1203,21	376,80
14	478,09	1168,90	367,53

Fonte: A construtora, 2024

Foi considerado pela o uso de argamassa industrializada, sendo o traço em volume:

$$V = \frac{Ma}{Mu} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

V = Volume de massa (m<sup>3</sup>)

Ma = Massa de Argamassa (Kg)

Mu = Massa Unitária (Kg/m<sup>3</sup>)

O volume consumido de argamassa por metro quadrado foi para os cenários de argamassamento total e parcial, considerando um cordão de argamassa aplicado com bisnaga, de espessuras de 4 cm, pois é o diâmetro da saída da bisnaga, mas a espessura final do cordão fica com 1 cm. O comprimento do cordão considerado foi de 1,58 m para argamassamento total (0,39 cm dos septos longitudinais horizontais, 0,19 cm dos septos longitudinais verticais, e 0,14 cm dos septos transversais.) e 1,16 m para argamassamento parcial (0,39 cm dos septos longitudinais horizontais, 0,19 cm dos septos longitudinais verticais), conforme apresentado na Figura 01. O número de blocos por metro quadrado foi fixado em 12,5 blocos/m<sup>2</sup> e o fator de desperdício considerado foi de 15%, conforme histórico da construtora.

Logo, a taxa de consumo de argamassa por metro quadrado de parede assentada foi estimada de acordo com a Equação 2.

$$Tc = Sc \times C \times B \times D \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Tc = Taxa de consumo (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)

Sc = Seção do Corão (m)

C = Comprimento (m)

B = Blocos por m<sup>2</sup> (und)

D = Desperdício (%)

Com a taxa de consumo unitário de argamassa, estimou-se o consumo de cimento e do composto de argamassa industrializada, considerando o consumo de materiais para cada resistência de bloco, conforme a tabela 01.

Considerando que o método de argamassamento (parcial ou total) interfere na resistência final da parede e na estabilidade da construção, o consumo de graute e aço são diferentes para as duas hipóteses estudadas, conforme ilustrado na Tabela 02. Pode-se observar uma diminuição de graute e na quantidade de armadura do sistema de argamassamento total em comparação com o parcial. Cabe destacar que o projeto estrutural foi fornecido pela Construtora.

Tabela 02- Quantitativo de Aço e Graute por Pavimento.

Pavimento	Argamassamento Parcial			Argamassamento Total		
	Peso Aço ( Kg )		Graute ( M <sup>3</sup> )	Peso Aço ( Kg )		Graute ( M <sup>3</sup> )
	Ø 10	Ø 20/Ø 16		Ø 10	Ø 20/Ø 16	
Térreo	604,20	1434,80	15,14	606,40	1190,40	12,61
2°	569,60	1084,10	12,59	569,60	914,00	10,72
3°	498,10	839,60	8,62	498,10	712,10	8,27
4°	498,10	839,60	8,62	498,10	712,10	8,27
5°	500,30	467,70	7,63	482,90	393,30	7,21
6°	500,30	467,70	7,63	482,90	393,30	7,21
7°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07
8°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07
9°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07
10°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07
11°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07
12°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07
13°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07
14°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07
15°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07
16°	476,40	277,00	7,29	476,40	226,70	7,07

Fonte: A construtora,2024

### 3.3 Levantamento de Produtividade

O levantamento da produtividade foi estruturado em um período de amostragem de quatro semanas consecutivas, com coletas realizadas nas terças, quartas e quintas-feiras, excluindo assim segundas e sextas. Isso se justifica devido a maior incidência de ausências dos trabalhadores no início e final da semana. Foram realizadas 19 amostras, com 6 trabalhadores diferentes, totalizando 114 amostras de produtividade diária. A jornada de trabalho diária foi de 8 horas para todos os assentadores. A execução dos serviços utilizou bisnaga para o assentamento dos blocos. Cada trabalhador foi servido continuamente com blocos e argamassa por dois serventes.

O serviço foi supervisionado pelo encarregado da obra. A rotina de trabalho iniciou-se com a definição, por parte do encarregado, do cômodo específico para cada assentador de blocos, garantindo, assim, que a produtividade pudesse ser medida individualmente, minimizando interferências entre os trabalhadores. Durante o transcorrer do dia, o encarregado monitorou os possíveis imprevistos que pudessem influenciar o ritmo de trabalho, registrando qualquer variação significativa nas condições de execução, tais

como a necessidade de montar e desmontar andaimes, além do suprimento contínuo de material por parte dos serventes.

Foram apontadas as intercorrências que impactaram a produtividade, tais como condições climáticas adversas, incluindo dias de chuva ou de calor extremo, ausências imprevistas de membros da equipe, a realização de treinamentos e, em alguns casos, a falta de materiais, o que impede a continuidade dos serviços pelos trabalhadores. A medição foi realizada no término de cada expediente, sendo contabilizada a metragem executada individual e em conjunto dos trabalhadores.

### 3.4 Composição de Custos Unitários

O custo unitário foi elaborado levando em consideração os consumos dos componentes da argamassa e bloco para cada resistência característica, bem como a produtividade de cada método de assentamento (total e parcial) de forma combinada, conforme ilustrado na Tabela 03.

Tabela 03 – Combinações de Fatores para Composição dos Custos Unitários.

Argamassa (MPa)	Bloco de Concreto (MPa)	Sistema de Argamassamento
4 MPa	4 MPa	Total
6 MPa	6 - 8 MPa	Total
8 MPa	10 MPa	Total
10 MPa	12 MPa	Total
12 MPa	14 - 16 MPa	Total
14 MPa	18 - 20 MPa	Total
4 MPa	4 MPa	Parcial
6 MPa	6 - 8 MPa	Parcial
8 MPa	10 MPa	Parcial
10 MPa	12 MPa	Parcial
12 MPa	14 - 16 MPa	Parcial
14 MPa	18 - 20 MPa	Parcial

Fonte: A autora, 2024

Para a composição de custo, foram realizadas no total de 18 combinações, e foi estipulada uma data base de preços dos insumos em julho de 2024.

### 3.5 Estimação Do Custo Total E Comparação

O custo total foi calculado considerando o custo unitário estimado somente para a execução da alvenaria, adicionado os custos dos insumos de graute e armaduras apresentados na Tabela 02, seguindo a data base de julho de 2024. A área de alvenaria considerada por pavimento foi de 1.010 m<sup>2</sup>.

## 4. Resultados e Discussões

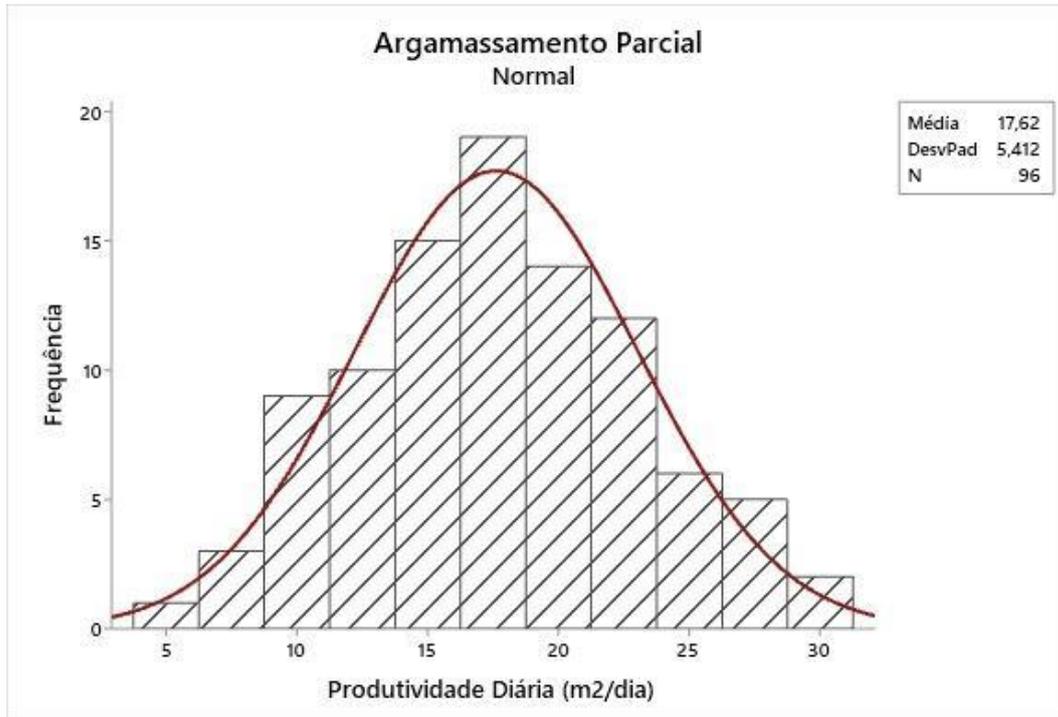
Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos através dos levantamentos da produtividade e do custo com os materiais.

### 4.1 Levantamento de Produtividade

Com as informações resultantes do acompanhamento da execução das paredes, foi possível elaborar dois histogramas, os quais são apresentados nas figuras 06 e 07. Os

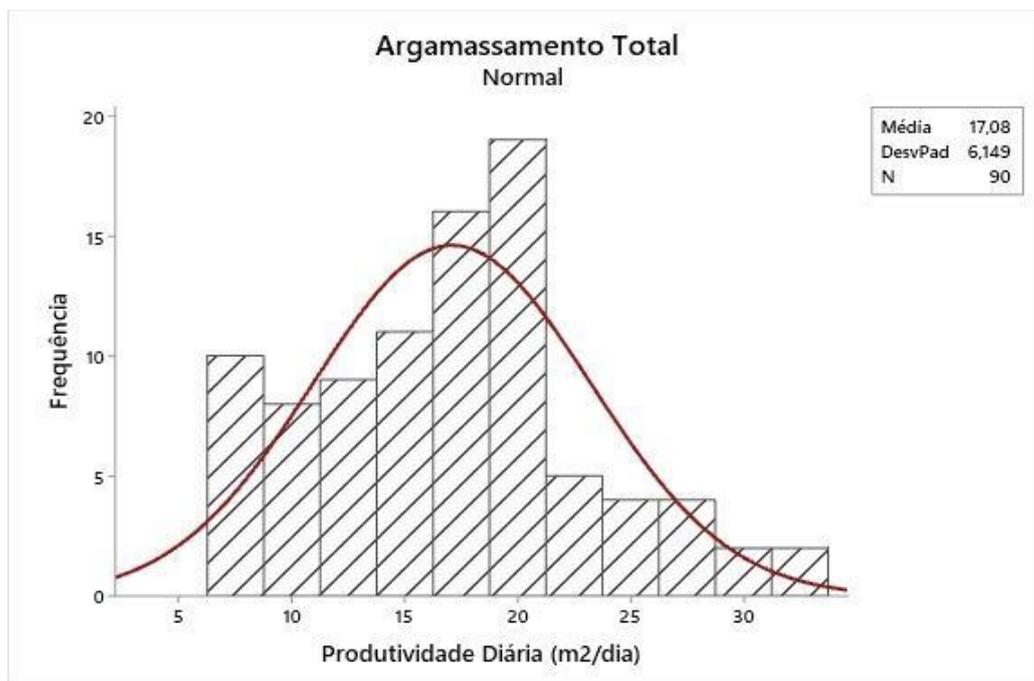
histogramas evidenciam uma aderência da produtividade diária com a curva de distribuição normal.

Figura 6 – Histograma de produtividade diária do argamassamento parcial



Fonte: A autora, 2024

Figura 7 – Histograma de produtividade diária do argamassamento total



Fonte: A autora, 2024

Pode-se verificar que a produtividade média global foi de 17,62 m<sup>2</sup>/dia para o argamassamento parcial e 17,08 m<sup>2</sup>/dia para o argamassamento total, com desvio padrão de, respectivamente, 5,41 m<sup>2</sup>/dia e de 6,15 m<sup>2</sup>/dia. A diferença nos desvios padrão indica

que o método de argamassamento total apresenta maior variabilidade, o que dificulta a previsão de desempenho e o estabelecimento de metas realistas.

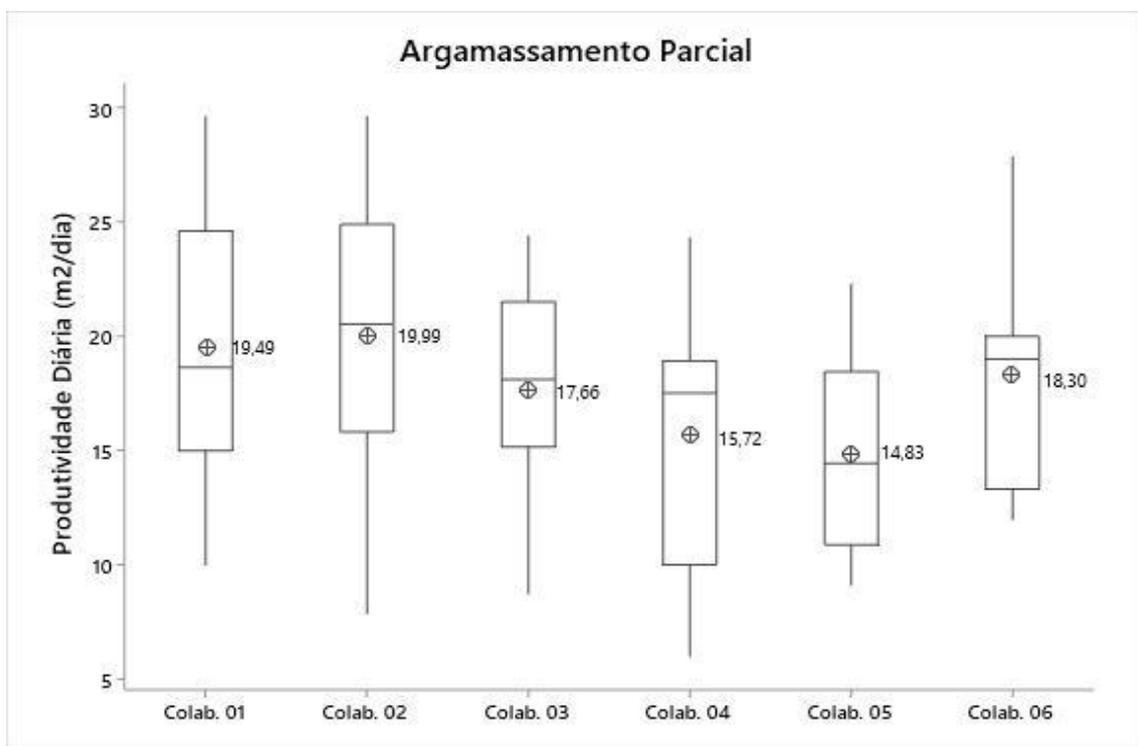
Convém ressaltar que a diferença nos desvios padrão leva-nos a crer que a produtividade da técnica de argamassamento parcial tende a apresentar uma produtividade mais previsível e uniforme. No acompanhamento de campo, pôde-se verificar que os trabalhadores apresentaram mais dificuldades operacionais na execução dos cordões de argamassamento total, principalmente por mudar o sentido do cordão para a aplicação da argamassa no centro do bloco, situações que podem ocasionalmente gerar retrabalhos. Segundo relatos colhidos, há uma tendência de perda de material e retrabalho na execução das juntas transversais de argamassa.

Para os dois sistemas de argamassamento, a produtividade diária dos trabalhadores é apresentada nas figuras 08 e 09. Verificou-se que os colaboradores, que apresentaram menor produtividade no assentamento com argamassamento parcial, também apresentaram menor produtividade no argamassamento total. A este comportamento pode-se atribuir alguns fatores, como, por exemplo, menor experiência, condições físicas e psicológicas.

Além disso, o comportamento distinto de produtividade pode ser atribuído a diversas causas, como: a complexidade de execução da técnica, as condições climáticas, o layout do canteiro de obras, questões pessoais dos colaboradores e a disponibilidade dos materiais.

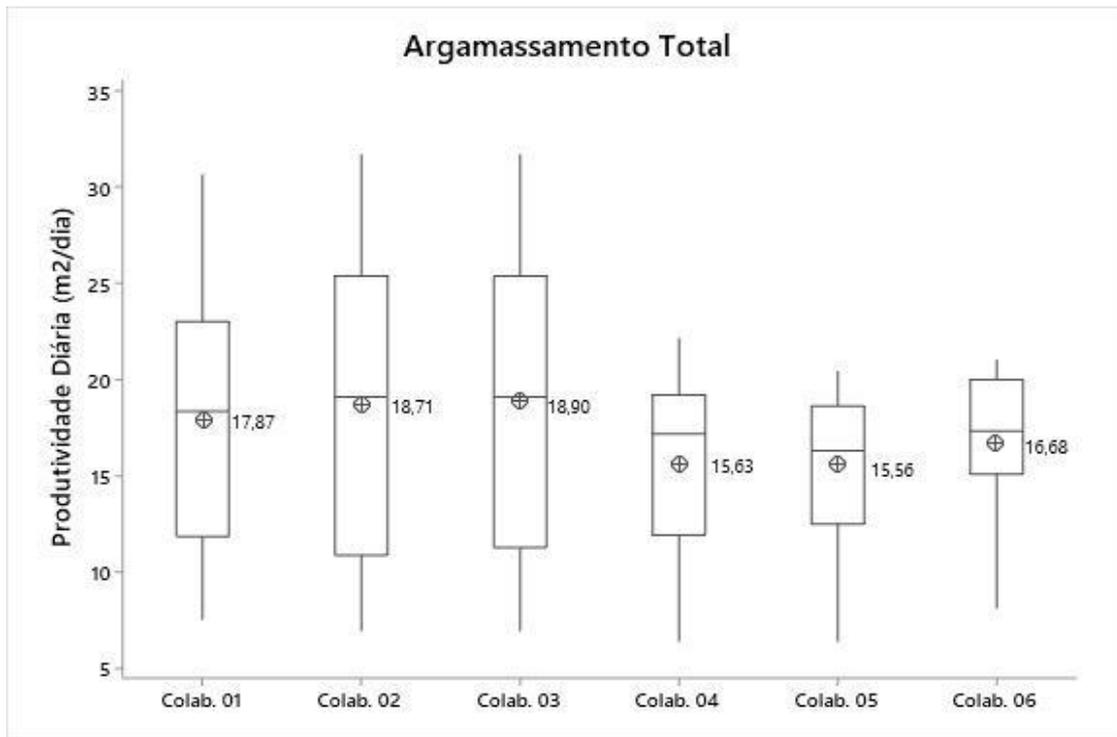
Esses elementos podem influenciar diretamente no ritmo de trabalho, impactando a consistência e o desempenho das atividades no canteiro.

Figura 08 - Produtividade Individual de cada Colaborador no Argamassamento Parcial.



Fonte: A autora, 2024

Figura 09 - Produtividade Individual de cada Colaborador no Argamassamento Total.



Fonte: A autora, 2024

Também se pode verificar, na Figura 08, que as caixas são mais compactas, sugerindo uma menor dispersão dos dados e uma produtividade mais consistente entre os trabalhadores. Isso significa que, ao usar a técnica de argamassamento parcial, os trabalhadores tendem a manter uma produtividade diária mais uniforme, o que pode facilitar o planejamento e a previsibilidade dos resultados. Já a figura 09 mostra que a produtividade entre os trabalhadores é mais variável, pois existe uma amplitude maior entre os valores máximos e mínimos.

A relação homem-hora por metro quadrado (Hh/m<sup>2</sup>), estimada com 95% de confiança, foi de 0,45 +/- 0,16 Hh/m<sup>2</sup> para o sistema de argamassamento parcial e de 0,47 +/- 0,20 Hh/m<sup>2</sup> para o sistema de argamassamento total. Comparando esses resultados com a Figura 02, observa-se que os valores registrados, no levantamento, estão abaixo do mínimo previsto, indicando que a produtividade da obra em estudo é excelente. Esse desempenho supera os índices de produtividade apresentados no estudo de Souza (2016).

Por fim, verificou-se que os coeficientes de correção da produtividade diária com os dias da semana foi de  $\rho = -0,23$  para o argamassamento parcial e  $\rho = -0,05$  para o argamassamento total, o que nos demonstra homogeneidade entre os dias utilizados como amostragem e nos revela uma leve tendência de redução de produtividade ao longo da semana.

Em termos de viabilidade econômica, a uniformidade da produtividade, no argamassamento parcial, pode representar uma vantagem indireta, como a redução de retrabalhos e uma maior previsibilidade no uso de insumos, o que facilita o planejamento financeiro. Embora o argamassamento total apresente uma produtividade média semelhante, sua maior variabilidade exige uma gestão mais cuidadosa para minimizar desperdícios e assegurar que a produtividade média seja mantida ao longo do tempo.

## 4.2 Composição Custos Unitários

Os valores dos custos unitários por metro quadrado de alvenaria estrutural são apresentados nas Tabelas 04 e 05, separando os custos unitários de material e mão de obra, tanto para o modelo de argamassamento parcial quanto para o total.

Tabela 04 - Consumo de material e mão de obra por m<sup>2</sup> para o argamassamento parcial.

Resistência	Insumos	Quantidade	Unidade de Medida	Preço Unitário (R\$)	Custo Unitário Parcial (R\$)	Custo Unitário Total (R\$)
4 MPA	Cimento CPII-Z-32	6,211	Kg	R\$ 0,59	R\$ 3,66	R\$ 84,12
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,029	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 6,09	
	Bloco de Concreto 4 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 3,25	R\$ 40,63	
	Pedreiro	0,454	H	R\$ 32,83	R\$ 14,90	
	Servente	0,908	H	R\$ 20,74	R\$ 18,83	
6 MPA	Cimento CPII-Z-32	7,443	Kg	R\$ 0,59	R\$ 4,39	R\$ 84,88
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,028	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 5,88	
	Bloco de Concreto 6 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 3,27	R\$ 40,88	
	Pedreiro	0,454	H	R\$ 32,83	R\$ 14,90	
	Servente	0,908	H	R\$ 20,74	R\$ 18,83	
6 MPA	Cimento CPII-Z-32	7,443	Kg	R\$ 0,59	R\$ 4,39	R\$ 98,13
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,028	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 5,88	
	Bloco de Concreto 8 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 4,33	R\$ 54,13	
	Pedreiro	0,454	H	R\$ 32,83	R\$ 14,90	
	Servente	0,908	H	R\$ 20,74	R\$ 18,83	
8 MPA	Cimento CPII-Z-32	8,589	Kg	R\$ 0,59	R\$ 5,07	R\$ 92,97
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,027	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 5,67	
	Bloco de Concreto 10 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 3,88	R\$ 48,50	
	Pedreiro	0,454	H	R\$ 32,83	R\$ 14,90	
	Servente	0,908	H	R\$ 20,74	R\$ 18,83	
10 MPA	Cimento CPII-Z-32	9,786	Kg	R\$ 0,59	R\$ 5,77	R\$ 95,93
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,027	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 5,67	
	Bloco de Concreto 12 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 4,06	R\$ 50,75	
	Pedreiro	0,454	H	R\$ 32,83	R\$ 14,90	
	Servente	0,908	H	R\$ 20,74	R\$ 18,83	
12 MPA	Cimento CPII-Z-32	11,067	Kg	R\$ 0,59	R\$ 6,53	R\$ 104,89
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,026	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 5,46	
	Bloco de Concreto 14 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 4,65	R\$ 58,13	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	
12 MPA	Cimento CPII-Z-32	11,067	Kg	R\$ 0,59	R\$ 6,53	R\$ 104,23
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,026	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 5,46	
	Bloco de Concreto 16 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 4,68	R\$ 58,50	
	Pedreiro	0,454	H	R\$ 32,83	R\$ 14,90	
	Servente	0,908	H	R\$ 20,74	R\$ 18,83	
14 MPA	Cimento CPII-Z-32	12,755	Kg	R\$ 0,59	R\$ 7,53	R\$ 118,10
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,026	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 5,46	
	Bloco de Concreto 18 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 5,71	R\$ 71,38	
	Pedreiro	0,454	H	R\$ 32,83	R\$ 14,90	
	Servente	0,908	H	R\$ 20,74	R\$ 18,83	
14 MPA	Cimento CPII-Z-32	19,023	Kg	R\$ 0,59	R\$ 11,22	R\$ 126,44
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,038	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 7,98	
	Bloco de Concreto 20 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 5,88	R\$ 73,50	
	Pedreiro	0,454	H	R\$ 32,83	R\$ 14,90	
	Servente	0,908	H	R\$ 20,74	R\$ 18,83	

Fonte: A autora, 2024.

Tabela 05 - Consumo de material e mão de obra por m<sup>2</sup> para o argamassamento total.

Resistência da Argamassa	Insumos	Quantidade	Unidade de Medida	Preço Unitário (R\$)	Custo Unitário Parcial (R\$)	Custo Unitário Total (R\$)
4 MPA	Cimento CP11-Z-32	8,46	Kg	R\$ 0,59	R\$ 4,99	R\$ 88,58
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,039	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 8,19	
	Bloco de Concreto 4 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 3,25	R\$ 40,63	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	
6 MPA	Cimento CP11-Z-32	10,14	Kg	R\$ 0,59	R\$ 5,98	R\$ 89,61
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,038	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 7,98	
	Bloco de Concreto 6 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 3,27	R\$ 40,88	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	
6 MPA	Cimento CP11-Z-32	10,14	Kg	R\$ 0,59	R\$ 5,98	R\$ 102,86
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,038	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 7,98	
	Bloco de Concreto 8 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 4,33	R\$ 54,13	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	
8 MPA	Cimento CP11-Z-32	11,7	Kg	R\$ 0,59	R\$ 6,90	R\$ 97,95
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,037	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 7,77	
	Bloco de Concreto 10 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 3,88	R\$ 48,50	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	
10 MPA	Cimento CP11-Z-32	13,33	Kg	R\$ 0,59	R\$ 7,86	R\$ 101,16
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,037	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 7,77	
	Bloco de Concreto 12 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 4,06	R\$ 50,75	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	
12 MPA	Cimento CP11-Z-32	15,07	Kg	R\$ 0,59	R\$ 8,89	R\$ 109,35
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,036	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 7,56	
	Bloco de Concreto 14 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 4,65	R\$ 58,13	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	
12 MPA	Cimento CP11-Z-32	15,07	Kg	R\$ 0,59	R\$ 8,89	R\$ 109,73
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,036	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 7,56	
	Bloco de Concreto 16 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 4,68	R\$ 58,50	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	
14 MPA	Cimento CP11-Z-32	17,37	Kg	R\$ 0,59	R\$ 10,25	R\$ 123,75
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,035	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 7,35	
	Bloco de Concreto 18 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 5,71	R\$ 71,38	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	
14 MPA	Cimento CP11-Z-32	17,37	Kg	R\$ 0,59	R\$ 10,25	R\$ 125,88
	Argamassa pronta (Areia fina e cal)	0,035	M <sup>3</sup>	R\$ 210,00	R\$ 7,35	
	Bloco de Concreto 20 Mpa	12,5	M <sup>2</sup>	R\$ 5,88	R\$ 73,50	
	Pedreiro	0,468	H	R\$ 32,83	R\$ 15,36	
	Servente	0,936	H	R\$ 20,74	R\$ 19,41	

Fonte: A autora, 2024.

Verificou-se uma variação no custo unitário da ordem de no máximo 5,30% entre a técnica de argamassamento parcial e total, tal diferença se dá principalmente, pelo aumento do comprimento do cordão de argamassa juntamente com a diminuição da produtividade no sistema de argamassamento total. O valor unitário dos blocos não foi alterado, pois é um fator que varia conforme a troca de sistema. Não foi possível aferir a redução de desperdícios de materiais. Observou-se que há uma relação média entre materiais e mão de obra no custo unitário, com 33% do custo total correspondendo à mão de obra e os 67% restantes destinados aos materiais. Esse equilíbrio ressalta a importância de realizar análises detalhadas para validar a necessidade de redução ou aumento nos materiais utilizados, garantindo eficiência e controle nos custos.

Como foi mencionado anteriormente, a execução do argamassamento parcial exige reforços estruturais para compensar a redução de área líquida da parede, o que apresenta um aumento de suas quantidades e em consequentemente em seus custos devido ao aumento de grauteamento e à armadura. As quantidades de aço e grauteamento estão descritas nas Tabelas 06 e 07 juntamente com seus respectivos valores para ambos os sistemas de argamassamento, e na Tabela 08 temos um comparativo final dos valores.

Tabela 06 - Tabela de Quantidades e Valores do Consumo de Aço e Graute do Argamassamento Parcial.

Pavimento	Aço 10 mm (KG)	Preço unitário (R\$)	Preço Total Parcial (R\$)	Aço 16 e 20 mm (KG)	Preço unitário (R\$)	Preço Total Parcial (R\$)	Graute (m²)	Preço unitário (R\$)	Valor do graute (R\$)	Mão de Obra Graute (R\$)	Valor Total do Sistema (R\$)
Térreo	604,20	R\$ 5,25	R\$ 3.172,05	1434,80	R\$ 5,00	R\$ 7.174,00	15,14	310,58	R\$ 5.537,28	R\$ 835,09	R\$ 16.718,42
2º	569,60	R\$ 5,25	R\$ 2.990,40	1084,10	R\$ 5,00	R\$ 5.420,50	12,59	310,58	R\$ 4.604,64	R\$ 694,44	R\$ 13.709,98
3º	498,10	R\$ 5,25	R\$ 2.615,03	839,60	R\$ 5,00	R\$ 4.198,00	8,62	310,58	R\$ 3.152,66	R\$ 475,46	R\$ 10.441,15
4º	498,10	R\$ 5,25	R\$ 2.615,03	839,60	R\$ 5,00	R\$ 4.198,00	8,62	310,58	R\$ 3.152,66	R\$ 475,46	R\$ 10.441,15
5º	500,30	R\$ 5,25	R\$ 2.626,58	467,70	R\$ 5,00	R\$ 2.338,50	7,63	310,58	R\$ 2.790,58	R\$ 420,86	R\$ 8.176,51
6º	500,30	R\$ 5,25	R\$ 2.626,58	467,70	R\$ 5,00	R\$ 2.338,50	7,63	310,58	R\$ 2.790,58	R\$ 420,86	R\$ 8.176,51
7º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43
8º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43
9º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43
10º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43
11º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43
12º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43
13º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43
14º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43
15º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43
16º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	277,00	R\$ 5,00	R\$ 1.385,00	7,29	310,58	R\$ 2.666,23	R\$ 402,10	R\$ 6.954,43

Fonte: A autora, 2024.

Tabela 07 - Tabela de Quantidades e Valores do Consumo de Aço e Graute do Argamassamento Total.

Pavimento	Aço 10 mm (KG)	Preço unitário (R\$)	Preço Total Parcial (R\$)	Aço 16 e 20 mm (KG)	Preço unitário (R\$)	Preço Total Parcial (R\$)	Graute (m²)	Preço unitário (R\$)	Valor do graute (R\$)	Mão de Obra Graute (R\$)	Valor Total do Sistema (R\$)
Térreo	606,40	R\$ 5,25	R\$ 3.183,60	1190,40	R\$ 5,00	R\$ 5.952,00	12,61	R\$ 310,58	R\$ 4.611,96	R\$ 695,54	R\$ 13.747,56
2º	569,60	R\$ 5,25	R\$ 2.990,40	914,00	R\$ 5,00	R\$ 4.570,00	10,72	R\$ 310,58	R\$ 3.920,71	R\$ 591,30	R\$ 11.481,11
3º	498,10	R\$ 5,25	R\$ 2.615,03	712,10	R\$ 5,00	R\$ 3.560,50	8,27	R\$ 310,58	R\$ 3.024,65	R\$ 456,16	R\$ 9.200,18
4º	498,10	R\$ 5,25	R\$ 2.615,03	712,10	R\$ 5,00	R\$ 3.560,50	8,27	R\$ 310,58	R\$ 3.024,65	R\$ 456,16	R\$ 9.200,18
5º	482,90	R\$ 5,25	R\$ 2.535,23	393,30	R\$ 5,00	R\$ 1.966,50	7,21	R\$ 310,58	R\$ 2.636,97	R\$ 397,69	R\$ 7.138,70
6º	482,90	R\$ 5,25	R\$ 2.535,23	393,30	R\$ 5,00	R\$ 1.966,50	7,21	R\$ 310,58	R\$ 2.636,97	R\$ 397,69	R\$ 7.138,70
7º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37
8º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37
9º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37
10º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37
11º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37
12º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37
13º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37
14º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37
15º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37
16º	476,40	R\$ 5,25	R\$ 2.501,10	226,70	R\$ 5,00	R\$ 1.133,50	7,07	R\$ 310,58	R\$ 2.585,77	R\$ 389,97	R\$ 6.220,37

Fonte: A autora, 2024.

Tabela 08 - Comparativo final de valores de aço e graute.

Argamassamento	Valor Aço 10 mm	Valor Aço 16 e 20 mm	Valor Graute	Valor Total (Aço + Graute)
Parcial	R\$ 41.656,65	R\$ 39.517,50	R\$ 41.347,52	R\$ 122.521,67
Total	R\$ 41.485,50	R\$ 32.911,00	R\$ 38.819,39	R\$ 113.215,89
Diferença (R\$)	R\$ 171,15	R\$ 6.606,50	R\$ 2.528,12	R\$ 9.305,77
Diferença (%)	0,41%	16,72%	6,11%	7,60%

Fonte: A autora, 2024.

Conforme se pode observar na Tabela 08, a redução das barras de 16 e 20 mm é a que expressa a diferença de um sistema para o outro. O impacto do graute e das barras de 10 mm não é tão expressivo, pois a redução desses elementos não foi significativa. A redução no uso de aço e graute no sistema total em comparação ao parcial ocorre devido ao preenchimento estratégico dos eixos transversais e horizontais dos blocos, o que torna a parede mais rígida. Essa rigidez reduz a necessidade de pontos adicionais de grauteamento e armação, uma vez que o próprio ligamento entre o bloco e a argamassa contribui para a estabilidade estrutural.

### 4.3 Comparação de Custos Totais

Para analisar o custo total dos dois tipos de argamassamento, foi elaborada uma tabela que apresenta exclusivamente os valores necessários para a comparação de materiais e mão de obra entre os sistemas. Nessa comparação, são considerados todos os materiais

utilizados na construção de uma parede de alvenaria estrutural, incluindo as quantidades e os custos de graute e armadura necessários para esses painéis. As quantidades utilizadas na análise foram levantadas em conjunto com a Construtora, com base em um modelo de construção já aplicado. Os resultados são apresentados na Tabela 09 a seguir.

Tabela 09 - Comparativo de valores finais.

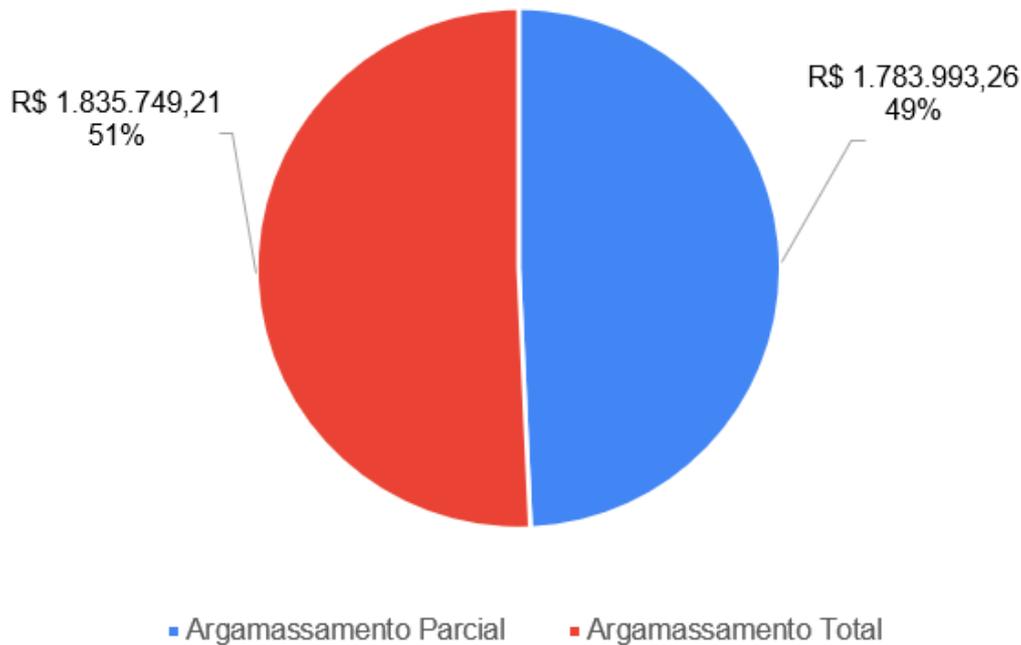
Resistência da Argamassa	Resistência do Bloco	Sistema	Custo da Parede	Custo Aço e Graute	Valor Total	Diferença de Valor
4 MPA	4 MPA	Parcial	R\$ 169.914,78	R\$ 13.908,87	R\$ 183.823,65	R\$ 7.555,71
		Total	R\$ 178.938,63	R\$ 12.440,74	R\$ 191.379,37	
6 MPA	6 MPA	Parcial	R\$ 171.463,88	R\$ 13.908,87	R\$ 185.372,75	R\$ 8.089,64
		Total	R\$ 181.021,65	R\$ 12.440,74	R\$ 193.462,39	
6 MPA	8 MPA	Parcial	R\$ 198.228,88	R\$ 13.908,87	R\$ 212.137,75	R\$ 8.089,64
		Total	R\$ 207.786,65	R\$ 12.440,74	R\$ 220.227,39	
8 MPA	10 MPA	Parcial	R\$ 93.903,99	R\$ 6.954,43	R\$ 100.858,43	R\$ 4.291,52
		Total	R\$ 98.929,58	R\$ 6.220,37	R\$ 105.149,95	
10 MPA	12 MPA	Parcial	R\$ 96.889,78	R\$ 6.954,43	R\$ 103.844,22	R\$ 4.549,55
		Total	R\$ 102.173,40	R\$ 6.220,37	R\$ 108.393,77	
12 MPA	14 MPA	Parcial	R\$ 211.881,05	R\$ 13.908,87	R\$ 225.789,92	R\$ 7.544,65
		Total	R\$ 220.893,83	R\$ 12.440,74	R\$ 233.334,56	
12 MPA	16 MPA	Parcial	R\$ 210.537,07	R\$ 16.353,03	R\$ 226.890,09	R\$ 9.038,63
		Total	R\$ 221.651,33	R\$ 14.277,39	R\$ 235.928,72	
14 MPA	18 MPA	Parcial	R\$ 238.556,32	R\$ 20.882,30	R\$ 259.438,63	R\$ 8.937,50
		Total	R\$ 249.975,77	R\$ 18.400,36	R\$ 268.376,13	
14 MPA	20 MPA	Parcial	R\$ 255.409,43	R\$ 30.428,40	R\$ 285.837,83	-R\$ 6.340,89
		Total	R\$ 254.268,27	R\$ 25.228,67	R\$ 279.496,94	

Fonte: A autora, 2024.

Com base nos resultados da Tabela 09, é possível visualizar, de forma clara e objetiva, os itens que compõem o custo total de cada método construtivo. Isso permite analisar separadamente os valores que seriam desembolsados apenas para a construção da parede de alvenaria estrutural (incluindo blocos, argamassa e mão de obra), bem como o custo adicional de aço e graute. A partir dos valores apresentados, é possível observar que a maior economia percentual ocorre em blocos de menor resistência, com diferenças de custo entre os sistemas parcial e total chegando até 4%. Isso demonstra que, para blocos com resistências intermediárias (entre 4 MPA e 18 MPA), o sistema de argamassamento parcial se mostra especialmente eficiente, reduzindo os custos sem comprometer a funcionalidade estrutural. Já em blocos de maior resistência, como os de 20 MPA, a diferença percentual é mínima, alcançando -2,27%, o que indica que, nesses casos, o sistema parcial não traz economias significativas, devido à maior necessidade de reforço estrutural.

Além disso, os dados mostram que o custo de aço e graute é elevado no sistema total, contribuindo diretamente para o aumento do valor total da construção nesse método. Não obstante, a análise dos custos absolutos e percentuais reforça que o sistema parcial é mais vantajoso em intervalos de resistência intermediária, onde a economia é mais significativa. Isso evidencia que a escolha entre os métodos depende não apenas do custo total, mas também da especificação do projeto, do nível de resistência exigido e do impacto nos custos de materiais complementares. Tais informações permitem determinar, de forma objetiva, o método mais viável do ponto de vista econômico, assim como calcular a economia ou o aumento de custos que cada sistema implica para diferentes níveis de resistência dos blocos. Na figura 10, conseguimos observar a diferença entre os sistemas de forma mais clara.

Figura 10: Gráfico da relação do argamassamento parcial e total.



Fonte: A autora, 2024.

O sistema parcial demonstrou uma economia de R\$51.755,95 em comparação ao total, representando uma diferença de cerca de 1,43 % no valor total. Embora esse percentual possa parecer pequeno, ele assume maior relevância em obras de grande escala, onde pequenos ajustes nos custos podem gerar economias expressivas no orçamento geral. Essa diferença, embora aparentemente pequena em termos percentuais, torna-se relevante quando consideramos obras de grande escala, e com resistência intermediária como as contempladas neste estudo.

Adicionalmente, a análise também demonstra que o impacto econômico do sistema parcial é mais significativo em projetos que exigem alta repetitividade, onde a economia em cada unidade se soma ao longo do projeto. Por outro lado, o sistema total, mesmo sendo mais custoso, pode ser justificado em casos em que a segurança estrutural ou condições específicas de carga exigem reforços adicionais.

Os resultados apresentados indicam que o sistema de argamassamento parcial apresenta-se como a alternativa mais econômica na maioria das situações analisadas. Sua implementação permite uma redução significativa nos custos, favorecendo a viabilidade financeira da obra sem comprometer a resistência ou a qualidade estrutural. Essa análise reforça a importância de um estudo técnico-econômico para que a escolha do método construtivo seja ajustada às necessidades específicas de cada projeto, maximizando a eficiência e os recursos disponíveis.

## 5. Considerações Finais

Com base na análise de viabilidade econômica entre os métodos de argamassamento parcial e total, foi possível identificar que o sistema de argamassamento parcial se destaca não apenas por sua vantagem econômica, mas também por sua estabilidade produtiva. Conforme demonstrado nos gráficos de produtividade e nos dados da Tabela 09, o sistema parcial apresenta uma redução de custo de até 4% em comparação ao sistema total, devido ao menor consumo de argamassa no bloco, aliado à menor

variabilidade observada nas taxas de produtividade, torna o sistema parcial mais previsível e eficiente, facilitando o planejamento e controle de custos. Com base nos relatos dos trabalhadores e resultados obtidos de produtividade, o argamassamento parcial é mais eficiente e controlável, pois é aplicado em apenas um sentido o cordão de argamassa, tornando um processo mais confortável e rápido para os trabalhadores executarem.

Ao longo da análise, também foram observadas limitações importantes. Por exemplo, os dados levantados consideraram apenas uma amostra específica de produtividade em um único canteiro de obras, o que pode não refletir a realidade de outros projetos, especialmente em regiões com diferenças significativas de logística ou clima. Além disso, o estudo focou na viabilidade econômica e na produtividade, deixando de lado outros fatores que também impactam a escolha do sistema, como questões de durabilidade em longo prazo, requisitos de manutenção e desempenho estrutural.

Recomenda-se que estudos futuros abordem questões complementares, como expandir o levantamento de produtividade, incluindo uma amostra maior, com mais trabalhadores e diferentes cenários de obra, para aumentar a consistência das análises estatísticas. Outro ponto relevante seria realizar a mesma análise de viabilidade em empreendimentos de diferentes escalas e tipologias, como prédios comerciais, residenciais de alto padrão e empreendimentos de infraestrutura, a fim de identificar padrões de comportamento e um denominador comum que indique até onde o sistema parcial ou total é mais vantajoso, tanto economicamente quanto estruturalmente.

Além disso, é fundamental avaliar, de forma detalhada, as patologias causadas por cada tipo de sistema de argamassamento, como fissuras, infiltrações e problemas de aderência. Essas análises podem fornecer uma percepção diferente sobre a durabilidade e os custos de manutenção ao longo do tempo.

Portanto, ao considerar os custos unitários dos materiais, a mão de obra e a menor variabilidade na produtividade, o sistema de argamassamento parcial se mostra uma opção economicamente viável e tecnicamente adequada para obras de alvenaria estrutural. Os dados obtidos, validados pela parceria com a construtora, reforçam que o método de argamassamento parcial pode oferecer benefícios significativos para construções que buscam otimizar recursos sem comprometer a qualidade, embora seja essencial aprofundar os estudos para validar sua aplicabilidade em diferentes contextos e condições.

## Referências

AGUIAR, Gustavo dos Santos Guimarães de. **Inovação em logística de canteiro de obras na construção de edifícios**. 2016. Dissertação (Mestre Profissional em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. p. 135. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-23082016-150658/en.php>. Acesso em: 28 ago. 2024.

ALENCAR, Angela Rosi Docena de *et al.* A importância do layout do canteiro de obras na produtividade da mão de obra em União da Vitória (PR). **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017** 8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil. Disponível em: [https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/civil/1\\_aidldcdonpd.pdf](https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/civil/1_aidldcdonpd.pdf). Acesso em: 22 ago. 2024.

ALVES, Natália Souza Diniz. **Análise de custos: alvenaria estrutural x estrutura pré-moldada**. 2014. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em:

[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A3YFD6/1/monografia\\_natalia.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A3YFD6/1/monografia_natalia.pdf). Acesso em: 5 ago. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16868-1**: Alvenaria estrutural – Parte 3: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13752**: Perícias de Engenharia na Construção Civil. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15961-1**: Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15961-1**: Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15961-2**: Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto – Parte 2: Execução e Controle de Obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16868**: Alvenaria Estrutural. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

AZEVEDO, Afonso Rangel Garcez de *et al.* Interferência da espessura da junta de argamassa na resistência mecânica de alvenaria estrutural. **Congresso Anual da ABM** - São Paulo, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/337675744\\_INTERFERENCIA\\_DA\\_ESPESSURA\\_DA\\_JUNTA\\_DE\\_ARGAMASSA\\_NA\\_RESISTENCIA\\_MECANICA\\_DE\\_ALVENARIA ESTRUTURAL](https://www.researchgate.net/publication/337675744_INTERFERENCIA_DA_ESPESSURA_DA_JUNTA_DE_ARGAMASSA_NA_RESISTENCIA_MECANICA_DE_ALVENARIA ESTRUTURAL). Acesso em: 31 ago. 2024.

BOGADO, Jorge Nelson González Maya. **Análise da polivalência na construção civil por meio de treinamento por competências**. 2012. 297 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93631>. Acesso em: 15 set. 2024.

BOLINA, F. *et al.* Numerical-experimental analysis of ceramic block masonry walls of different thickness at high temperatures. **Revista ALCONPAT**, v. 10, n. 1, p. 22-35, 2020.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Nepae - Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural, Ilha Solteira, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/nepae/projeto-de-edificios-de-alvenaria-estrutural.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

CANTISANI, Alípio Ferreira; CASTELO, Ana Maria. O perfil dos trabalhadores da construção civil. **Conjuntura da Construção**, v. 13, n. 1, p. 10-13, 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/Gabri/Downloads/admin,+5+-+O+perfil+dos+trabalhadores+da+constru%C3%A7%C3%A3o+civil%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Gabri/Downloads/admin,+5+-+O+perfil+dos+trabalhadores+da+constru%C3%A7%C3%A3o+civil%20(5).pdf). Acesso em: 8 set. 2024.

CARVALHO, A. B. L. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural com blocos de concreto**. 2013. 136 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza-CE, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/67161>. Acesso em: 16 set. 2024.

CASTRO, Vagner Arruda de *et al.* Caracterização de argamassas para uso em sistemas de vedação vertical externo (svve). **Holos**, v. 5, p. 28-36, 2010.

CICHELERO, G.Z.; MURARO, M.S. **Uso eficiência e a economia da alvenaria estrutural. Pesquisa comparativa de relação entre estruturas do sistema construtivo convencional**. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 2017.

COSTA JÚNIOR, Luiz Ferreira da. **Análise da produtividade da mão de obra na execução de alvenaria racionalizada com utilização de argamassa industrializada – estudo de caso em edifício em João Pessoa**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021. p. 71. Disponível em:

<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/25468/1/Trabalho%20de%20Conclus%C3%A3o%20de%20Curso%20-%20Luiz%20Ferreira%20da%20Costa%20J%20c3%banior.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

DRYSDALE, R.G.; HAMID, A.A. *Masonry structures - Behavior and design*. New Jersey, Prentice Hall, 2008.

FONSECA, Felipe Belli. **Estudo comparativo entre argamassas convencionais, cimentícias industrializadas e poliméricas industrializadas**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, Ubá, Minas Gerais, 2016. p. 32. Disponível em: <https://ri.unipac.br/repositorio/wp-content/uploads/tainacan-items/282/279118/FELIPE-BELLI-FONSECA-ESTUDO-COMPARATIVO-ENTRE-ARGAMASSAS-CONVENCIONAIS-ENGENHARIA-CIVIL-2016.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

GAYNOR, P.; WOODWARD, K.; SCRIBNER, C. (1987). Influence of mortar bedding on masonry prism behavior, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, [online], <https://doi.org/10.6028/NBS.IR.86-3467> (Accessed December 8, 2024).

GOMES, Hugo André da Silva. **Influência do não preenchimento das juntas verticais no comportamento mecânico das paredes de alvenaria**. 2008. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, [S. l.], 2008. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59329/1/000129446.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2024.

GONÇALVES, Giovanna. **Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria estrutural: estudo de caso**. 2018. 68 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2018. Disponível em:

[https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/40483/1/2018\\_tcc\\_ggon%20c3%a7alves.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/40483/1/2018_tcc_ggon%20c3%a7alves.pdf). Acesso em: 7 set. 2024.

GONZALEZ, Marcos Scatola. **Uso de alvenaria de vedação em estrutura metálica**. 2003. Monografia (Título de Especialista em Tecnologia e Gestão da Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. p. 87. Disponível em: [https://poli-integra.poli.usp.br/wp-content/uploads/2022/11/2003\\_Marcos-Scatola-Gonzales.pdf](https://poli-integra.poli.usp.br/wp-content/uploads/2022/11/2003_Marcos-Scatola-Gonzales.pdf). Acesso em: 17 set. 2024.

KALIL, Sílvia Maria Baptista. *Alvenaria Estrutural*. 2009. **Apostila de Estruturas Mistas** – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

LIAO, Weizhang *et al.* Large scale experimental study on bond behavior between polymer modified cement mortar layer and concrete. **Construction and Building Materials**, v. 228, p. 116751, 2019.

LIMA, Athila Vieira. **Avaliação numérica de alvenaria estrutural devido a cargas dinâmicas**. 2024. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Estruturas e Construção Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em:

<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/78751>. Acesso em: 13 ago. 2024.

LIMA, Letícia Roberta Mota. **Análise comparativa de custos entre alvenaria estrutural utilizando blocos cerâmicos ou de concreto aplicado a um empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida**. Centro Universitário do Norte–UNINORTE, Manaus, 2018. Disponível em:

[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/analise\\_comparativa\\_de\\_custos\\_entre\\_alvenaria\\_estrutural\\_utilizando\\_blocos\\_ceramicos\\_ou\\_de\\_concreto\\_aplicado\\_a\\_um\\_empreendimento\\_do\\_minha\\_casa\\_minha\\_vida\\_0.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/analise_comparativa_de_custos_entre_alvenaria_estrutural_utilizando_blocos_ceramicos_ou_de_concreto_aplicado_a_um_empreendimento_do_minha_casa_minha_vida_0.pdf). Acesso em: 16 ago. 2024.

LIMA, Thuany Espírito Santo de *et al.* **Estudo de Argamassas de Assentamento para Utilização em Alvenaria Estrutural**. São Paulo, 2019. Disponível em:

[file:///C:/Users/Gabri/Downloads/6220\\_1585770731.pdf](file:///C:/Users/Gabri/Downloads/6220_1585770731.pdf). Acesso em: 31 jul. 2024.

LIMA, Thuany Espírito Santo de. **Influência do tipo de argamassamento na resistência à compressão de alvenaria estrutural de blocos de concreto**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -

Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, [S. l.], 2019. p. 128. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-civil/wp-content/uploads/sites/3/2019/05/DISSERTA%C3%87%C3%83O-THUANY-LIMA-VERS%C3%83O-FINAL.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2024.

LOSSO, Iseu Reichmann. **Utilização das características geométricas da edificação na elaboração de estimativas preliminares de custos: estudo de caso em uma empresa de construção**. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. p. 177. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/76309>. Acesso em: 2 ago. 2024.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamento de obras**. São Paulo: Pini, 2006. ISBN 85-72266-176-X. Disponível em: <https://engcivil20142.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/como-preparar-orc3a7amentos-de-obras-aldo-dc3b3rea-mattos.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2024.

MOHAMAD, Gihad. **Construções em Alvenaria Estrutural: materiais, projeto e desempenho**. São Paulo: Edgard Blucher, 2020. 422 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=BAkVEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Outro+equipamento+essencial+s%C3%A3o+as+canaletas,+utilizadas+para+criar+espa%C3%A7os+destinados+%C3%A0+passagem+de+tubula%C3%A7%C3%B5es+e+l%C3%A9tricas+e+hidr%C3%A1ulicas,+sendo+preenchidas+com+argamassa+para+garantir+a+estabilidade+estrutural+&ots=4nXkbvVe6R&sig=PwiMvE0a0TpKV18Y0g9hrN84awc#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 9 jul. 2024.

MONTEFUSCO, Bernardo *et al.* Efeito da absorção de água e do tipo de substrato no desempenho de argamassa de revestimento nos estados fresco e endurecido. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 493-511, jul./set. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/jrpdB3kVZX5y5bnyt3HVHHf/?format=pdf>. Acesso em: 01. ago. 2024.

OLIVEIRA, Beatriz Tamires de. **Comparativo entre argamassa convencional e argamassa industrializada de assentamento**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Curso Universitário de Formiga – UNIFOR, Formiga, Minas Gerais, 2018. p. 57. Disponível em: [https://repositorioinstitucional.unifor.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/761/TCC\\_BeatrizTamiresOliveira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioinstitucional.unifor.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/761/TCC_BeatrizTamiresOliveira.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 24 set. 2024.

OLIVEIRA, Quésia Klem Horsts de. **Sistema construtivo em alvenaria estrutural**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu, Manhuaçu, 2016. p. 25. Disponível em: [file:///C:/Users/Gabri/Downloads/glaucio\\_araujo,+646-2492-1-CE%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Gabri/Downloads/glaucio_araujo,+646-2492-1-CE%20(2).pdf). Acesso em: 19 set. 2024.

PASTRO, Rodrigo Zambotto. **Alvenaria Estrutural Sistema Construtivo**. 2007. 47 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia civil) - Universidade São Francisco, [S. l.], 2007. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1060.pdf>. Acesso em: 9 set. 2024.

PAULINO, Rafaella Salvador; TORALLES, Berenice Martins. Influência da compatibilidade entre argamassas e blocos de concreto no comportamento de prismas de alvenaria. **Ambiente Construído**, v. 23, p. 99-115, 2023.

REIS, Ana Victória Soares Sales dos. **Proposição de melhorias no projeto de canteiro em uma obra com sistema construtivo parede de concreto**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade Ari de Sá, Fortaleza, 2023. p. 50. Disponível em: <http://repositorio.faculadearidesa.edu.br/jspui/handle/hs826/363>. Acesso em: 18 set. 2024.

SANTIAGO, Leonardo Rodrigues *et al.* Patologias na alvenaria estrutural de blocos de concreto. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 03, Ed. 09, Vol. 02, pp.70-93, setembro de 2018. ISSN:2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/patologias-na-alvenaria>. Acesso em: 14 ago. 2024.

SANTOS, Flávio Antônio dos. **Efeito do Não-Preenchimento de Juntas Verticais no Desempenho de Edifícios em Alvenaria Estrutural**. 2001. 173 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal

de Santa Catarina, [S. l.], 2001. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30361268.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

SANTOS, Marcus Daniel Friederich dos. Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: contribuição ao uso. In: SANTOS, Marcus Daniel Friederich dos. **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: contribuição ao uso**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, [S. l.], 1998. p. 157. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/620>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SAPELLI, Patrick Charlie. **Execução de alvenaria estrutural com junta fina de argamassa polimérica: estudo de caso**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Toledo, Paraná, 2021. p. 59. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27044/4/alvenariaestruturalargamassapolimerica.pdf>. Acesso em: 1 set. 2024.

SILVA, Antônio Carlos. **A importância da logística para a construção civil: o estudo de caso do Grupo Costrunovos Empreendimentos**. 2016. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração), Departamento de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Currais Novos, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/43480>. Acesso em: 28 set. 2024.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Com o Aumentar a Eficiência da Mão- de-obra: Manual de Gestão da Produtividade na Construção Civil**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2006. Disponível em: [https://www.ofitexto.com.br/como-aumentar-a-eficiencia-da-mao-de-obra/p?srsId=AfmBOoql86Yvjk2Tf1tSYvoAR65gXKAX\\_6msqh5rgXoNxfVeAuHqTCWr](https://www.ofitexto.com.br/como-aumentar-a-eficiencia-da-mao-de-obra/p?srsId=AfmBOoql86Yvjk2Tf1tSYvoAR65gXKAX_6msqh5rgXoNxfVeAuHqTCWr). Acesso em: 2 ago. 2024.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: Consultoria, projeto e execução**. São Paulo: PINI, 2006. 370 p. ISBN 85-7266-173-5. Disponível em: [https://www.academia.edu/40023569/Or%C3%A7amento\\_na\\_constru%C3%A7%C3%A3o\\_civil\\_consultoria\\_projeto\\_e\\_execu%C3%A7%C3%A3o](https://www.academia.edu/40023569/Or%C3%A7amento_na_constru%C3%A7%C3%A3o_civil_consultoria_projeto_e_execu%C3%A7%C3%A3o). Acesso em: 2 ago. 2024.

TRINDADE, Robert da Silva. Análise da produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural e alvenaria convencional. 2013. 103 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/Gabri/Downloads/An%C3%A1lise%20da%20produtividade%20da%20m%C3%A3o%20de%20obra%20na%20execu%C3%A7%C3%A3o%20de%20alvenaria%20estrutural%20e%20alvenaria%20convencional%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Gabri/Downloads/An%C3%A1lise%20da%20produtividade%20da%20m%C3%A3o%20de%20obra%20na%20execu%C3%A7%C3%A3o%20de%20alvenaria%20estrutural%20e%20alvenaria%20convencional%20(1).pdf). Acesso em: 16 set. 2024.

VALENTINI, Paôla. **Influência da absorção de água e rugosidade de substratos cerâmicos e da adição de fíler na aderência de argamassas de revestimento**. 2018. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2018. p. 147. Disponível em: [file:///C:/Users/Gabri/Downloads/Pa%C3%B4la%20Valentini\\_.pdf](file:///C:/Users/Gabri/Downloads/Pa%C3%B4la%20Valentini_.pdf). Acesso em: 18 jul. 2024.

YOO, Mooyoung; HAM, Namhyuk. Productivity analysis of documentation based on 3D model in plant facility construction project. **Applied Sciences**, v. 10, n. 3, p. 1126, 2020.

ZAGO, Camila Avozani; WEISE, Andreas Dittmar; HORNBURG, Ricardo André. A importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas. In: VI CONVIBRA – Congresso Virtual Brasileiro de Administração. **Anais**. 2009. p. 1-15. Disponível em: <https://convibra.org/publicacao/2250/>. Acesso em: 14 out. 2024.