



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LUIZ FERREIRA DA COSTA JÚNIOR

**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**

JOÃO PESSOA

2021

LUIZ FERREIRA DA COSTA JÚNIOR

**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**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal da
Paraíba, como um dos requisitos obrigatórios para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Civil.

Orientado pela Prof.^a Dr.^a Cibelle Guimarães Silva
Severo.

JOÃO PESSOA

2021

C838a 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 / Luiz Ferreira da Costa Júnior. - João Pessoa,
2021.

69 f. : il.

Orientação: Cibelle Guimarães Silva Severo.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Racionalização. 2. Produção. 3. Custos. 4.
Logística. 5. Inovações tecnológicas. I. Severo,
Cibelle Guimarães Silva. II. Título.

UFPB/BSCT

CDU 624 (043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUIZ FERREIRA DA COSTA JÚNIOR

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

Trabalho de Conclusão de Curso em 06/12/2021 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Prof.^a Dra. Cibelle Guimarães Silva Severo

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UEPB

APROVADO



Prof.^o Dr. Clóvis Dias

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UEPB

APROVADO



Prof.^a Dra. Alessandra Rocha Meira

Unidade Acadêmica de Infraestrutura, Design e Meio Ambiente –
IFPB

APROVADO



Prof.^a. Andrea Brasiliano Silva

Matrícula Siape: 1549557

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico este trabalho aos meus pais, Luiz Ferreira da Costa e Valdete Batista Ferreira da Costa, a minha noiva, Gessany da Silva Ferreira e, acima de tudo, ao Senhor Todo-Poderoso, a quem toda honra e glória é devida!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, expresso minha gratidão a Deus, que me abençoou com o dom da vida, com o privilégio de conhecê-lo e com as condições de chegar ao fim deste trabalho e desta graduação.

Em segundo lugar, agradeço aos meus pais, Luiz e Valdete, por me apoiarem nessa caminhada e nunca me desampararem, por terem se sacrificado por mim, me dando muito mais do que eu merecia, em todos os momentos da minha vida. Agradeço, acima de tudo, por terem me instruído no temor do Senhor.

Agradeço também, com todo amor, a minha noiva, Gessany Ferreira, com quem pretendo viver o resto dos meus dias e que me apoiou, incentivou e acolheu, nos momentos difíceis desse processo. A sua companhia, amor e compreensão tem sido o mais valioso presente que Deus me concedeu.

Agradeço ainda aos meus quatro irmãos, Alysson, Alessandro, Anderson e Arllington, com quem tenho compartilhado toda a minha vida e que muito tem me ensinado, sendo exemplos de compromisso e responsabilidade. Agradeço, de forma geral, a toda a minha família e amigos, que mesmo distantes, sobretudo nesta pandemia, me apoiaram e ajudaram com o que foi necessário. Nada disso seria possível sem a presença de todos vocês na minha vida.

Agradeço imensamente a empresa que me concedeu a oportunidade de realizar este trabalho e que tem me proporcionado uma experiência profissional única, nos últimos dois anos, ao lado de profissionais que são verdadeiras referências para mim: Bianchine Feitosa e mestre Alfredo. Agradeço também aos demais companheiros de trabalho, que foram fundamentais no meu crescimento e aprendizado profissional: Emanuel Rudá, Emanuel Pedro, Lenice de Freitas, Mariana Cunha, Suelia Maria, Sérgio Augusto e Thiago Bruno.

Por fim, agradeço a todos os professores da Universidade Federal da Paraíba por todo o conhecimento compartilhado ao longo do curso. Em especial, à minha professora e orientadora, Cibelle Guimarães, por ter aceitado me ajudar neste trabalho, pela paciência e atenção dada.

RESUMO

A indústria da construção civil exige, cada vez mais, competitividade e aprimoramento das suas técnicas executivas. Uma das formas para tal passa pela implantação de novas tecnologias no processo produtivo visando otimizar ou mesmo reformular os serviços tradicionais, através do aumento da produtividade e proporcionando redução de custos e elevando a competitividade da empresa. O presente trabalho tem como objetivo analisar a produtividade da mão de obra na execução de uma alvenaria de vedação racionalizada com o emprego de uma argamassa de assentamento industrializada, através de um estudo de caso realizado na construção de um edifício de múltiplos pavimentos, situado em João Pessoa na Paraíba. O trabalho busca analisar o processo executivo da alvenaria, mensurando a produtividade da mão de obra e analisando as vantagens e desvantagens da utilização da argamassa industrializada. Em termos da produtividade, o valor médio obtido foi de 5,67 m²/dia, que, em comparação a outro empreendimento da empresa onde a alvenaria racionalizada fez uso de argamassa convencional, foi considerado baixo, entretanto é justificado por se tratar de um serviço com menos de 10 semanas de execução, onde espera-se que nos próximos meses, com a repetição e continuidade, a produtividade tenda ao crescimento. Quanto a implantação da argamassa industrializada, conclui-se que o investimento se mostrou vantajoso quando analisados os ganhos logísticos dentro do canteiro: simplificação da estocagem do material, agilidade na produção da argamassa e menor mobilização para o seu transporte. A grande desvantagem da utilização da argamassa industrializada está no seu custo, que é elevado quando comparada a argamassa convencional, mas que pode ser compensado com uma maior produtividade da mão de obra, além dos benefícios logísticos mencionados.

Palavras-chave: Racionalização. Produção. Custos. Logística. Inovações tecnológicas.

ABSTRACT

The civil construction industry increasingly demands competitiveness and improvement of its executive techniques. One of the ways to do this is through the implementation of new technologies in the production process in order to optimize or even reformulate traditional services, by increasing productivity and providing cost reductions and increasing the company's competitiveness. The present work aims to analyze the labor productivity in the execution of a rationalized sealing masonry with the use of an industrialized settlement mortar, through a case study carried out in the construction of a multi-storey building, located in João Person in Paraíba. The work seeks to analyze the executive process of masonry, measuring the productivity of labor and analyzing the advantages and disadvantages of using industrialized mortar. In terms of productivity, the average value obtained was 5.67 m²/day, which, compared to another enterprise of the company where the rationalized masonry made use of conventional mortar, was considered low, however it is justified because it is a service with less than 10 weeks of execution, where it is expected that in the coming months, with repetition and continuity, productivity will tend to grow. As for the implantation of industrialized mortar, it is concluded that the investment proved to be advantageous when analyzing the logistical gains within the construction site: simplification of material storage, agility in the production of mortar and less mobilization for its transport. The major disadvantage of using industrialized mortar is its cost, which is high when compared to conventional mortar, but which can be compensated with greater labor productivity, in addition to the mentioned logistical benefits.

Keywords: Rationalization. Production. Costs. Logistics. Technological innovations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Parede em alvenaria convencional.....	21
Figura 2 - Parede em alvenaria racionalizada	23
Figura 3 - Estoque de argamassas industrializadas para assentamento de alvenaria em almoxarifado próprio	25
Figura 4 – Fluxograma com etapas do desenvolvimento do trabalho	27
Figura 5 - Modelo proposto para a fachada do empreendimento.....	31
Figura 6 - Planta Baixa do Pavimento Tipo	32
Figura 7 - Trecho de Planta de Modulação de 1ª Fiada.....	33
Figura 8 - Elevação e Paginação da Parede 58	34
Figura 9 - Família de tijolos e blocos de 9 cm	35
Figura 10 - Família de blocos racionalizados de 14 cm.....	36
Figura 11 - Blocos e tijolos armazenados no pavimento térreo.....	37
Figura 12 - Forma para confecção de vergas e contravergas sem concreto (à esquerda) e concretada (à direita)	37
Figura 13 - Vergas, contravergas e argamassa ensacada distribuídas nos pavimentos através dos elevadores cremalheira	38
Figura 14 - Alvenaria externa da fachada oeste	39
Figura 15 - Primeira fiada da alvenaria de vedação externa	41
Figura 16 - Palheta de madeira para aplicação da argamassa de assentamento.....	42
Figura 17 - Sacos de argamassa disponibilizados no pavimento.....	43
Figura 18 - Misturador elétrico para argamassa (à esquerda) e argamassa industrializada sendo misturada (à direita)	43
Figura 19 - Utilização da palheta de madeira para aplicação da argamassa de assentamento industrializada	44
Figura 20 - Produtividade média diária dos pedreiros de elevação de alvenaria.....	49
Figura 21 - Produtividade média diária da elevação da alvenaria ((m ² /dia)/semana)	49
Figura 22 - Consumo médio diário de argamassa industrializada (((kg/m ²)/dia)/semana)	52
Figura 23 - Produtividade média diária de elevação de alvenaria racionalizada ((m ² /dia)/mês).....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens da argamassa industrializada e da argamassa produzida em obra	26
Quadro 2 - Equipe de trabalho de execução da alvenaria racionalizada	45
Quadro 3 - Distribuição dos ajudantes de pedreiros.....	45
Quadro 4 - Mão de obra e materiais considerados nas comparações de custo.....	57
Quadro 5 - Itens de comparação entre argamassa convencional e industrializada	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dias em produção de alvenaria	46
Tabela 2 - Produção das equipes de elevação de alvenaria no período de estudo	47
Tabela 3 - Produção do pedreiro de marcação da primeira fiada no período de estudo.	47
Tabela 4 - Produtividade média diária dos pedreiros no período de estudo (m ² /dia).....	48
Tabela 5 - Produtividade de marcação de primeira fiada (m/dia).....	50
Tabela 6 - Consumo médio diário de argamassa industrializada na elevação de alvenaria (kg/m ²).....	51
Tabela 7 - Produtividade média diária de produção de alvenaria racionalizada (m ² /dia)	53
Tabela 8 - Dias trabalhados nos dois primeiros meses de serviço da equipe estudada por Costa (2018).....	54
Tabela 9 - Dias trabalhados nas 9 semanas do estudo analisado	54
Tabela 10 - Comparativo da produtividade média diária para os dois primeiros meses de serviço	54
Tabela 11 - Custos do m ² de alvenaria racionalizada com argamassa convencional e industrializada	57
Tabela 12 - Custos da alvenaria racionalizada com argamassa convencional e industrializada	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	JUSTIFICATIVA.....	15
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	OBJETIVO GERAL	17
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
4.1	PRODUTIVIDADE EM CANTEIRO DE OBRAS.....	18
4.2	VEDAÇÃO VERTICAL	19
4.2.1	<i>Alvenaria de vedação convencional.....</i>	<i>20</i>
4.2.2	<i>Alvenaria de vedação racionalizada.....</i>	<i>22</i>
4.3	ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO INDUSTRIALIZADA	24
5	METODOLOGIA	27
6	ESTUDO DE CASO.....	30
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	30
6.2	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	30
6.3	PROCESSO EXECUTIVO DA ALVENARIA RACIONALIZADA	32
6.3.1	<i>O projeto para produção.....</i>	<i>32</i>
6.3.2	<i>Materiais e ferramentas utilizadas.....</i>	<i>34</i>
6.3.3	<i>Armazenamento, confecção e distribuição dos produtos.....</i>	<i>36</i>
6.3.4	<i>Planejamento da execução.....</i>	<i>38</i>
6.3.4.1	<i>Planejamento da alvenaria executada</i>	<i>38</i>
6.3.4.2	<i>Particularidade construtiva em virtude do alto número de reformas</i>	<i>39</i>
6.3.5	<i>Etapas de execução</i>	<i>40</i>
6.3.5.1	<i>Marcação de 1ª Fiada</i>	<i>40</i>
6.3.5.2	<i>Elevação de alvenaria</i>	<i>41</i>
6.3.6	<i>Utilização da argamassa industrializada</i>	<i>42</i>
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
7.1	PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA E CONSUMO DE ARGAMASSA NA MARCAÇÃO E ELEVAÇÃO DE ALVENARIA.....	45

7.1.1	<i>Distribuição de funções e produção da mão de obra no período de estudo.....</i>	45
7.1.2	<i>Produtividade da mão de obra e consumo diário de argamassa na marcação e elevação de alvenaria.....</i>	48
7.1.2.1	Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria	48
7.1.2.2	Consumo diário de argamassa	50
7.2	COMPARATIVO COM ALVENARIA RACIONALIZADA ASSENTADA COM ARGAMASSA CONVENCIONAL.....	52
7.2.1	<i>Comparativo de produtividade.....</i>	52
7.2.2	<i>Comparativo de custo.....</i>	56
7.3	EXPERIÊNCIA COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA	59
7.3.1	<i>Relato da experiência da equipe</i>	59
7.3.2	<i>Resumo das vantagens e desvantagens observadas na experiência com a argamassa industrializada</i>	60
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
	APÊNDICES	66
	ANEXOS	68

1 INTRODUÇÃO

O mercado da indústria da construção civil no Brasil vem sendo fortemente marcado pela alta concorrência, tornando massiva a busca por soluções que tornem as empresas mais competitivas. No período atual da pandemia por COVID-19, a indústria da construção civil tem lidado com fortes impactos, tornando o cenário ainda mais crítico.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), informa que os principais problemas enfrentados neste período envolvem a falta e/ou o alto custo da matéria prima e dos insumos. A Fundação Getúlio Vargas (FGV), através do seu Índice Nacional de Custo da Construção (INCC), confirma este dado ao publicar que no período correspondido de junho de 2020 a julho de 2021 houve um expressivo aumento de 34,09% no custo de materiais e equipamentos, o maior, para um período de 12 meses, desde o início da divulgação da série histórica do indicador, em 1996.

Para os autores Linard, Heineck e Nunes (2006), “dentro de um ambiente composto por mercado limitado, ampla concorrência e recursos escassos, somente sobrevivem aquelas empresas que buscam racionalizar as suas ações”. O potencial de sucesso, eles argumentam, será maior à medida que houver uma maior racionalidade na realização das atividades produtivas, através de uma alta taxa de produtividade onde se dispenderá menos trabalho visando custos mais favoráveis. Para isso, é exigido que os meios de produção sejam utilizados da melhor maneira possível.

Nesta perspectiva, a racionalização da alvenaria de vedação surge visando aprimorar uma das etapas mais críticas da evolução de uma obra, podendo proporcionar redução de custos, aumento da produtividade e até diminuição de problemas patológicos futuros nos sistemas que se relacionam com a vedação (como o conjunto das esquadrias, instalações hidrossanitárias e revestimentos), os quais, juntos, certamente somam de 20% a 40% do custo total dos edifícios (LORDSLEEM e NEVES, 2009).

Entretanto, como explicam Linard, Heineck e Nunes (2006) a racionalização, com o objetivo de alcançar uma maior produtividade, não deve ser um processo estático, de mera implantação de um sistema dito racionalizado sem a busca por aprimoramentos. Pelo contrário, demanda dois importantes passos: a análise cuidadosa das possibilidades de melhoria e a introdução dessas melhorias, que devem ser testadas e aceitas por todos os envolvidos no processo construtivo.

Diante disto, a implantação de recursos industrializados, tal como a argamassa de assentamento industrializada, é mais um passo visando este aprimoramento da racionalização da construção. E, por mais que, neste caso, seja aplicado a alvenaria de vedação, os impactos devem ser considerados de maneira ampla, tendo ciência da influência em diversos processos no canteiro de obras.

Barros (1996) argumenta que a implantação de uma tecnologia de construção racionalizada no processo construtivo tradicional leva ao aumento da competitividade da empresa uma vez que estimula e até mesmo exige o desenvolvimento de todas as suas áreas: projetos, planejamento prévio das atividades envolvidas, controle do processo de produção, recursos humanos (treinamento e capacitação pessoal), recursos de tempo, materiais, equipamentos, e a realimentação do processo de implantação.

2 JUSTIFICATIVA

Como é enfatizado por Sala (2008), a execução de alvenaria é tradicionalmente considerada como uma das etapas de obra responsável pelos maiores índices de desperdício de materiais em uma construção. Isso se dá, entre outros fatores, pela alvenaria convencional se basear em um processo artesanal, caracterizado, como define Sabbatini *apud* Sala (2008), pela colocação do domínio do processo nas mãos dos executores, em termos práticos, grande parte das decisões significativas para a qualidade do produto era tomada na obra, pela equipe de execução, sem a existência de projetos para produção ou planejamento prévio.

Entretanto, de acordo com Barros *apud* Rodrigues (2013), a alvenaria de vedação racionalizada tem como objetivo atacar estes problemas típicos do processo de execução convencional:

- Eliminar a postura predominante de adoção de soluções construtivas criadas no canteiro de obras no momento da realização dos serviços de alvenaria;
- Criar um projeto de produção de alvenaria que exija um planejamento prévio de todas as atividades e permita soluções mais racionais da produção;
- Introduzir o uso de equipamentos e ferramentas novas que permitam aumento de produtividade e qualidade;
- Treinamento e motivação da mão-de-obra para adoção de novas posturas de trabalho;
- Implementar procedimentos de controle do processo de produção e aceitação do produto (BARROS *apud* RODRIGUES, 2013).

Como mencionado, a racionalização da alvenaria de vedação abre portas para a introdução de novos equipamentos, ferramentas e até de materiais que proporcionem ganhos de produtividade e qualidade à sua execução. É neste ponto que a implantação de uma argamassa industrializada no processo executivo da alvenaria racionalizada é um recurso legítimo e que visa contribuir aos objetivos da racionalização como um todo, uma vez que se propõe a gerar menos desperdício de material, a simplificar o processo de estocagem e produção dos insumos e proporcionar aumento de produtividade à mão de obra.

Contudo, as técnicas de racionalização e industrialização ainda lidam com certa resistência por parte das empresas e até das equipes de execução para a sua adoção. Isso se dá em partes devido a uma cultura tradicional onde há uma tendência a não se introduzir inovações para trabalhos que já possuem hábitos executivos enraizados e em partes por avaliações falhas das vantagens que seriam obtidas. No caso das discussões sobre a adoção de argamassas industrializadas, muitas empresas fazem análises simplificadas, avaliando apenas o custo direto do material, sem mensurar os possíveis ganhos de eficiência em diversos

processos, que compreendem desde o recebimento dos materiais até a aplicação da argamassa (REGATTIERI e SILVA, 2003). Essa carência nas análises pode ser justificada pela falta de informações quanto aos ganhos de eficiência que podem ser obtidos em cada um desses processos.

Diante do exposto, este trabalho busca estudar a produtividade da mão de obra no serviço de execução de uma alvenaria racionalizada em uma obra, na cidade de João Pessoa, onde está sendo implantada uma argamassa industrializada para assentamento, visando contribuir ao tema com dados relevantes sobre as vantagens e desvantagens do emprego destas técnicas racionalizadas não só em termos de produtividade, mas também de custos e logística no canteiro de obras em geral.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho propõe-se a estudar o processo de execução de uma alvenaria racionalizada com utilização de argamassa industrializada em um edifício residencial em João Pessoa–PB, visando mensurar a produtividade da mão de obra e avaliar os benefícios do uso deste tipo de argamassa no serviço de elevação de alvenaria.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relatar o processo executivo da alvenaria racionalizada desta empresa utilizando argamassa industrializada;
- Mensurar e avaliar a produtividade da mão de obra na elevação da alvenaria externa do edifício;
- Mensurar o consumo médio diário de argamassa industrializada na elevação de alvenaria;
- Realizar um comparativo de produtividade e custos com outra alvenaria racionalizada que não fez uso da argamassa industrializada;
- Analisar as vantagens e desvantagens da utilização da argamassa industrializada dentro do canteiro de obras.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 PRODUTIVIDADE EM CANTEIRO DE OBRAS

De acordo com Marder (2001) o estudo da produtividade da mão-de-obra na construção civil justifica-se por ser uma das questões primordiais dentro do processo de gestão das empresas, uma vez que a produtividade influencia diretamente em questões orçamentárias e na duração das atividades (e, conseqüentemente, do empreendimento como um todo).

Em qualquer país, o caminho mais sustentável para a melhoria do padrão de vida é o aumento da produtividade. Os ganhos de produtividade englobam tanto processos mais eficientes como inovações em processos e serviços. O uso adequado de recursos permite que a economia forneça bens e serviços a custos menores para o mercado interno e possa competir em mercados internacionais (MCKINSEY apud ARAÚJO; SOUZA; 2001, p. 2).

Apesar de um conceito largamente difundido, produtividade é, por muitas vezes, mal conceituado. Para Souza apud Dantas (2006), produtividade pode ser definido, em relação aos bens produzidos com a utilização dos fatores de produção, como a eficácia na transformação de recursos em produtos. O Manual Básico de Indicadores de Produtividade na Construção Civil (CBIC, 2017) salienta que na construção civil o estudo da produtividade aborda os principais recursos físicos utilizados, no caso, mão de obra e materiais, surgindo, portanto, a possibilidade de se estudarem as eficiências no uso destes recursos, as quais o mesmo Manual define como sendo a produtividade da mão de obra e o consumo unitário de materiais. Seguindo esta linha de raciocínio, a produtividade da mão de obra pode ser definida como a eficiência na transformação do esforço dos trabalhadores (recurso utilizado) em produtos de construção: a obra ou suas partes (SOUZA, 2006).

Para Souza (2006), é importante que a produtividade da mão de obra seja vista não apenas de maneira global para o edifício, mas também parcialmente para cada uma de suas partes. Assim é que será possível analisar a produtividade nos vários serviços que compõem a transformação global, ou seja, além de analisar a eficiência na produção do edifício como um todo, é possível discutir a produtividade nos serviços específicos de fôrmas, armação, concretagem, assentamento de alvenaria, revestimento, execução de sistemas prediais entre outros.

Diante disto, Marder (2001) destaca como o serviço de alvenaria é um importante alvo dos estudos sobre produtividade uma vez que é uma atividade antecessora de várias outras, com potencial de ser um gargalo no andamento da obra.

Uma preocupação constante nos estudos acerca da produtividade da mão de obra é posta sobre os fatores que influenciam nas variações (ganhos ou perdas) da produtividade. Para Araújo e Souza (2001), existem dois grandes grupos de fatores majoritários que afetam a produtividade da mão-de-obra. O primeiro grupo diz respeito ao trabalho que precisa ser feito e inclui os componentes físicos do trabalho, as especificações exigidas e os detalhes de projeto entre outros. Souza (2006) resume como fatores relacionados ao conteúdo do trabalho. O segundo grupo está relacionado ao ambiente de trabalho e como ele é organizado e gerenciado, incluindo também condições atmosféricas, a disponibilidade de materiais e equipamentos, a sequência planejada de trabalho, entre outros. Estes são os fatores de contexto do trabalho.

Souza (2006) ainda apresenta um terceiro tipo de fator influenciador chamados de anormalidades, que consiste em ocorrências, associadas ao conteúdo, mas geralmente ao contexto, que, em função da sua intensidade, provocam grandes distúrbios na produtividade, tais como a quebra de uma grua ou uma chuva torrencial inesperada.

Para o aumento da produtividade, sobretudo em obras ou serviços que possuem caráter repetitivo, se faz necessário entender um fenômeno denominado efeito aprendizagem, que diz respeito ao ganho de produtividade em virtude da repetição da execução daqueles serviços. A base, entretanto, dos benefícios da repetição na construção é a operação contínua, isto é, o trabalho realizado sem interrupções, sem alterações na equipe de trabalho (OLIVEIRA et al., 1998).

4.2 VEDAÇÃO VERTICAL

A vedação vertical é um subsistema construtivo, composto por elementos que definem, limitam e compartimentam o edifício e que controlam a passagem de agentes atuantes, agindo, inclusive, como um elemento de isolamento acústico e térmico (MARQUES, 2013).

Quanto aos elementos que constituem a vedação vertical, Franco (1998) os divide em vedo, que define a tecnologia de produção e é o principal responsável pelo desempenho global da vedação, revestimentos e esquadrias.

O principal vedo utilizado no Brasil é a alvenaria, que Tauil e Nese (2010, p. 19) definem como “o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso”. As peças mencionadas pelos autores são os tijolos ou blocos cerâmicos.

Lordsleem (2012) caracteriza a alvenaria de vedação como aquela empregada apenas para esta função, não sendo dimensionada para resistir a cargas além de seu peso próprio. Entretanto, como observa Pontes (2021), esta definição deve ser atualizada, uma vez, que a NBR 15575:2021 – Edificações habitacionais – Desempenho (ABNT, 2021) atribui às paredes a capacidade de suportar cargas provenientes de peças suspensas, como armários, prateleiras, lavatórios, quadros, entre outros. De toda forma, Lordsleem (2012) explica que esta alvenaria de vedação tem sido utilizada na maioria dos edifícios executados com o processo construtivo tradicional, comum em todo o país, caracterizado pelo emprego de estrutura em concreto armado moldada no local e vedações de blocos cerâmicos.

Neste trabalho, iremos abordar dois tipos de sistemas de vedação: a alvenaria convencional e alvenaria racionalizada.

4.2.1 Alvenaria de vedação convencional

Como apresenta Cassar (2018), a alvenaria convencional de blocos cerâmicos é o sistema construtivo mais utilizado no Brasil para vedação interna e externa. Entre as razões para isso, estão o fato de ser um sistema acessível (os materiais utilizados são de baixo valor econômico e facilmente encontrados no mercado nacional) e por apresentar uma boa resistência e bom desempenho térmico e acústico.

Sabbatini apud Rodrigues (2013) explica que a alvenaria de vedação tradicional tem como principal vantagem a boa relação custo-benefício dentre os outros materiais para vedação existentes e é um sistema econômico quando se avalia tanto os investimentos iniciais quanto os de manutenção.

Rodrigues (2013) ainda lista como vantagens da alvenaria convencional a facilidade de composição de elementos de qualquer forma e dimensão e a boa aceitação pelo usuário e pela sociedade, além de propriedades benéficas: excelente comportamento frente à ação do fogo, bom desempenho térmico, estabilidade, boa estanqueidade à água, entre outras. O fato de ser amplamente utilizada em todo o país, a mão de obra é ampla e a produtividade é alta (COSTA, 2018). A Figura 1 ilustra uma parede executada em alvenaria convencional.

Figura 1 - Parede em alvenaria convencional



Fonte: Cunha (2019).

Por outro lado, as principais desvantagens da alvenaria convencional são:

- O retrabalho: os tijolos ou blocos são assentados, as paredes são seccionadas para a passagem de instalações e embutimento de caixas e, em seguida, são feitos remendos com a utilização de argamassa para o preenchimento dos vazios;
- O desperdício de materiais: a quebra de tijolos no transporte e na execução, a utilização de marretas para abrir os rasgos nas paredes e a frequência de retirada de caçambas de entulho da obra evidenciam este desperdício;
- Falta de controle na execução: eventuais problemas na execução são detectados somente por ocasião da conferência de prumo do revestimento externo, gerando elevados consumos de argamassa e aumento das ações permanentes atuantes na estrutura (RODRIGUES, 2013).

Em conformidade com as desvantagens listadas, Lordsleem apud Pontes (2021), caracteriza a alvenaria de vedação convencional como um sistema formado basicamente por processos quase totalmente artesanais, que não dispõe de projeto de execução, que possui elevados índices de desperdício, com soluções construtivas improvisadas durante o serviço (costumeiramente propostas pelo próprio pedreiro executor ou o mestre de obras) não tendo padronização do processo de produção o que prejudica o planejamento prévio à execução e fiscalização dos serviços.

Lordsleem e Neves (2009) informam ainda que as paredes de alvenaria convencional são costumeiramente responsáveis por gerar de 15 a 20% do desperdício em obras de construção de edifícios.

Para Franco (1998), esses índices de desperdício de material (e de mão de obra empregada) fazem da vedação vertical um elemento fundamental para o planejamento e organização da produção da obra. Apesar do custo da produção dos vedos não ser o item de maior impacto no orçamento do edifício, quando se analisa a vedação vertical e todas as interfaces que faz com os demais subsistemas do edifício, este conjunto representa, normalmente, o maior item de custo de produção.

A produção da vedação vertical tem interfaces com a maioria dos serviços a serem realizados para a execução do edifício, assim um mal planejamento da execução deste subsistema leva a problemas como interferência entre serviços, retrabalho e desperdícios. Assim, a racionalização da construção do edifício tradicional passa necessariamente pela racionalização dos serviços de vedação vertical (FRANCO, 1998).

4.2.2 Alvenaria de vedação racionalizada

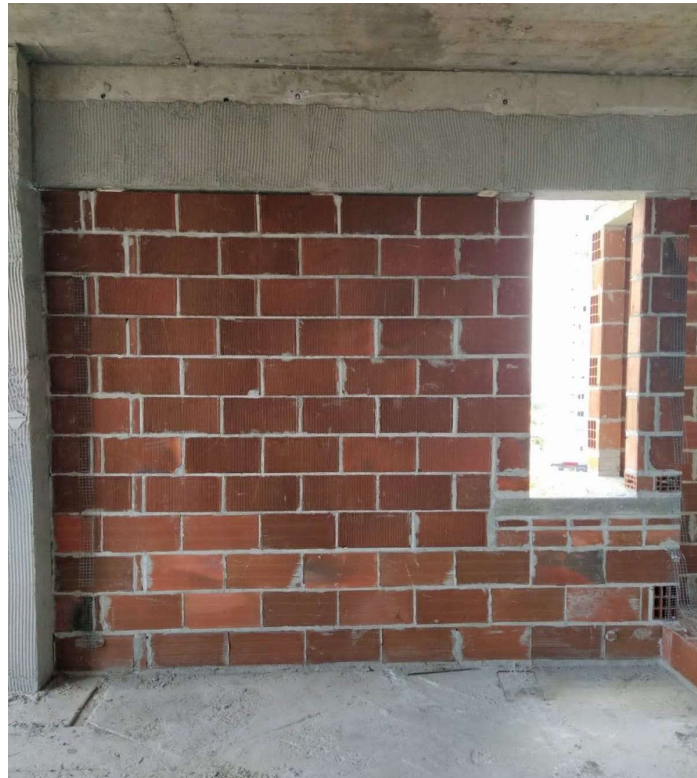
Sabbatini (1989) definiu a racionalização construtiva como “um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em toda as suas fases”.

Para Franco (1998), a racionalização é algo mais profundo do que apenas inserir ações para a consecução de seus objetivos. Para o autor, não se pode imaginar que a racionalização da vedação vertical consista apenas em substituir materiais e equipamentos tradicionais por outros de maior qualidade e desempenho, mas que para um pleno emprego e maximização dos resultados, as ações de racionalização devem ser planejadas desde o momento da concepção do empreendimento.

Diante do exposto, fica claro que, conforme dito por Dueñas Peña e Franco (2006), a vedação vertical é de grande importância na racionalização da obra como um todo, devido as suas interfaces com os demais subsistemas de uma edificação (estrutura, instalações, revestimentos, entre outros). Os autores salientam como a racionalização da alvenaria, através dos projetos de produção, contribuem significativamente para o sucesso do planejamento e organização da produção da obra, o aumento da produtividade, a diminuição dos custos, do

retrabalho, dos desperdícios e até dos futuros problemas patológicos. A Figura 2, a seguir, apresenta uma parede em alvenaria racionalizada.

Figura 2 - Parede em alvenaria racionalizada



Fonte: Autoria própria (2021).

Reforçando o papel central do projeto para produção na alvenaria racionalizada, Lordsleem (2012) explica que este não se limita a ser uma representação gráfica dos elementos a serem construídos, mas que é uma ferramenta essencial para a gestão da produção e da qualidade, uma vez que detalha tecnicamente o produto e o processo produtivo e define os indicadores de tolerância e de controle, fornecendo as informações de suporte técnico e organizacional para a equipe executora.

As principais vantagens da alvenaria racionalizada, de acordo com Rodrigues (2013) são:

- Utilização de blocos de melhor qualidade, com furos na vertical para a passagem de instalações;
- Planejamento prévio da paginação da alvenaria, de modo que cada bloco já está disposto no local correto para a amarração e execução da parede;

- Projeto para produção já compatibilizando estrutura, alvenarias e demais sistemas prediais;
- Utilização de família de blocos com blocos compensadores que, na dimensão correta, evitam a quebra de blocos na execução;
- Redução drástica do desperdício de materiais, sem quebras e sem remendos;
- Melhoria nas condições de organização e limpeza do canteiro de obras.

Por outro lado, sobre as desvantagens da alvenaria racionalizada, Costa (2018) argumenta que as principais são o custo elevado dos materiais quando comparados com a alvenaria convencional e a baixa produtividade inicial por parte da mão de obra. Apesar disso, o autor reforça que esta comparação direta com a alvenaria convencional é pouco coerente, visto que com os blocos racionalizados já estão inclusos na produção os preparos para as instalações prediais que na alvenaria convencional só seriam executados posteriormente.

4.3 ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO INDUSTRIALIZADA

Argamassas, segundo Carasek (2017), são materiais de construção gerados da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo (areia) e água, podendo conter ainda aditivos e adições minerais e são dotadas de propriedades de aderência e endurecimento. Especificamente a argamassa de assentamento de alvenaria é aquela utilizada no serviço de elevação de paredes e muros de tijolos ou blocos.

Dentre as classificações propostas por Carasek (2017), a que interessa ao escopo deste trabalho é a classificação quanto à forma de fornecimento e preparo, com ênfase em duas: argamassa preparada em obra e argamassa industrializada.

Piazza (2012) explica que argamassas industrializadas são aquelas que chegam à obra necessitando apenas do acréscimo de água para serem utilizadas. Estas são produzidas por processos industriais bem controlados e, normalmente, são fornecidas ensacadas, o que simplifica sua estocagem, que pode ser próxima ao local de aplicação e dispensando o armazenamento de areia e outros insumos (como demonstra a Figura 3), e seu transporte, uma vez que a mistura pode ser realizada no mesmo local.

Figura 3 - Estoque de argamassas industrializadas para assentamento de alvenaria em almoxarifado próprio



Fonte: Autoria própria (2021).

As argamassas preparadas em obra são as argamassas tradicionais e levam este nome por serem preparadas no próprio canteiro de obras, sendo compostas por materiais aglomerantes, agregados e água, podendo ou não ser aditivadas (PIAZZA, 2012). São produzidas a partir de proporções predefinidas de acordo com uma dosagem específica e que isto é essencial para garantir o bom desempenho do material, mas que “infelizmente em uma grande quantidade de obras a dosagem é feita de forma inadequada e sem o cuidado necessário por meio de pás, baldes ou, até mesmo, capacetes” (PIAZZA, 2012).

O principal objetivo na adoção de argamassas industrializadas, segundo os autores Barbosa, Borja e Soares (2010), é produzir edificações limpas, onde o desperdício e a geração de resíduos sejam minimizados, enquanto proporciona crescimento da produtividade, melhoria na qualidade da obra e redução de custos.

Regattieri e Silva (2006) listam os processos em que estão os principais potenciais ganhos de eficiência do uso de argamassa industrializada quando comparada a argamassa preparada em obra. O Quadro 1, a seguir, resume o que os autores apresentam.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens da argamassa industrializada e da argamassa produzida em obra

Processo	Argamassa preparada em obra	Argamassa industrializada
Recebimento e descarga dos materiais	Recebe a areia a granel, cimento e cal em sacos. Demanda mais mão-de-obra e maiores perdas.	Entregue ensacado e paletizado. Demanda menos mão-de-obra, menores perdas.
Controle e recebimento dos materiais	Contagem e pesagem dos sacos e verificação se existem embalagens danificadas. Apresenta dificuldades em controlar a qualidade da areia e está mais suscetível a contaminações.	Contagem e pesagem dos sacos e verificação se existem embalagens danificadas.
Armazenamento dos materiais	Necessita de mais cuidado e espaço para o seu armazenamento. Possui materiais entregues em sacos e a areia "solta".	Estoques mais flexíveis podem ser remanejados e ainda distribuídos no local da aplicação (andares).
Local de Preparo	Se preparada nos andares apresenta dificuldades. Apresenta maiores perdas nas medições e no transporte dos materiais	É possível preparar nos andares da aplicação, pois permite menores solicitações de transporte e mão de obra.
Medição dos materiais	Se faz necessária a medição de todos os materiais constituintes para dosagem da mesma.	Propriedades asseguradas pelo fabricante. Cuidados somente com a quantidade de água.
Mistura dos materiais	Deve ser mecanizada. Betoneiras demandam local específico e não garantem a perfeita homogeneidade da mistura.	Deve ser mecanizada, mas com equipamentos menos e mais versáteis (argamassadeiras e misturadores elétricos).
Transporte dos materiais	Utilização excedente de mão de obra, demanda transporte dos materiais constituintes para o local de preparo e depois da argamassa já misturada para o local de aplicação. No transporte vertical, limitação pelas dimensões das giricas.	Grande ganho logístico, com a facilidade de transporte dos sacos direto para o local de preparo e uso.

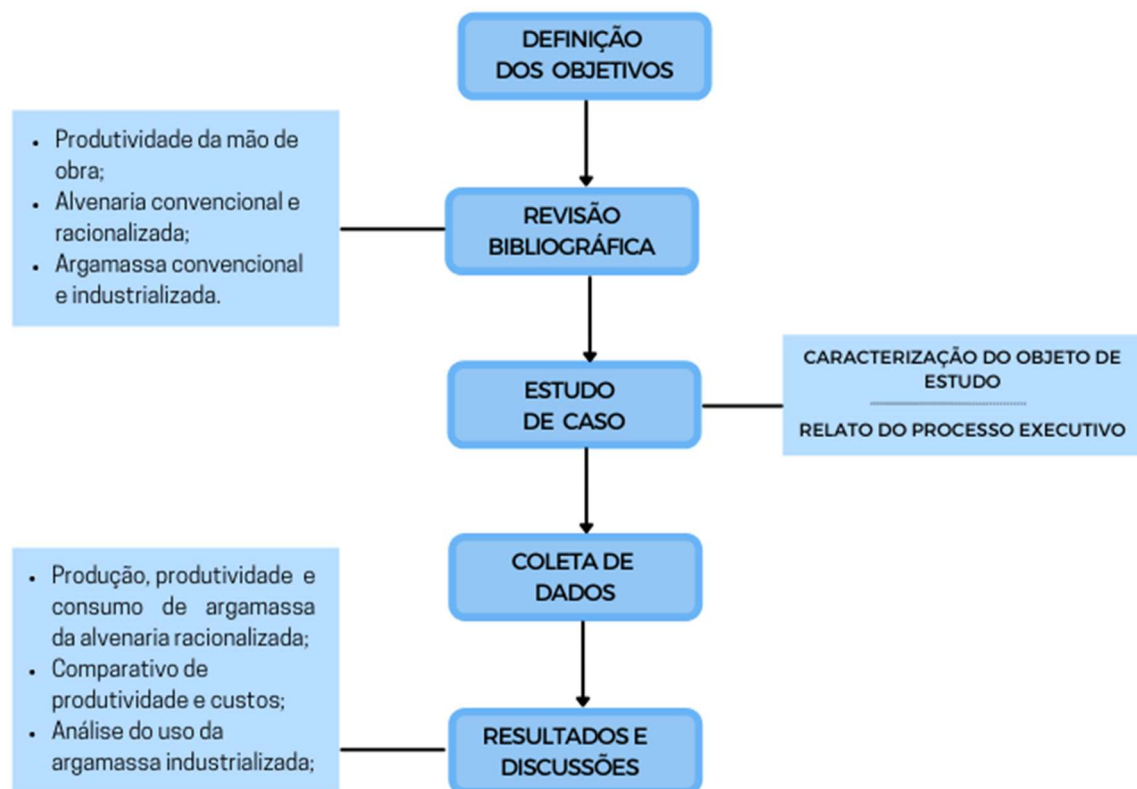
Fonte: Adaptado de Regattieri e Silva (2006).

Como pode-se observar no Quadro 1 o uso da argamassa industrializada possui diversas vantagens principalmente em relação à redução da mão de obra, ganhos em produtividade e logística e a minimização de perdas, de espaço para armazenamento e transporte. A grande desvantagem, entretanto, está no seu custo elevado em comparação com a argamassa produzida em obra. Muito embora, como argumentam Coutinho, Pretti e Tristão (2013), se o custo geral, incluindo material e mão de obra, for avaliado, será possível perceber a vantagem econômica do emprego da argamassa industrializada, pois os custos com o desperdício de materiais para o preparo da argamassa produzida em obra são muito maiores que os gerados pela argamassa industrializada e não costumam ser considerados no cálculo do serviço.

5 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em um estudo de caso a respeito da utilização de uma técnica de racionalização da construção, em específico alvenaria racionalizada. A ênfase da pesquisa está em estudar a implantação e utilização de argamassa industrializada na execução desta alvenaria, analisando a produtividade da mão de obra no edifício em questão e os benefícios logísticos, produtivos e econômicos da utilização desta argamassa. O fluxograma da Figura 4 apresenta as etapas do trabalho.

Figura 4 – Fluxograma com etapas do desenvolvimento do trabalho



Fonte: Autoria própria (2021).

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica com o objetivo de fundamentar, à luz da literatura técnica, os conceitos abordados no decorrer do trabalho. A pesquisa iniciou-se com os estudos sobre produtividade em canteiros de obras, sobretudo em relação a mão de obra e as crescentes pesquisas visando o desenvolvimento de técnicas que contribuam com o aumento da produtividade. Também foi apresentada uma conceituação da vedação vertical e das principais técnicas utilizadas, buscando definir a alvenaria racionalizada, expor suas

características e técnicas de produção, enfatizando o conceito de racionalização das construções e suas vantagens esperadas.

A revisão da literatura contemplou, por fim, os estudos acerca das argamassas utilizadas no assentamento de alvenaria, apresentando, dessa forma, a argamassa convencional produzida em obra e, principalmente, a argamassa industrializada utilizada neste trabalho, apresentando suas particularidades e as vantagens esperadas da sua implantação no processo executivo.

A seguir, como etapa inicial do estudo de caso, foi feita uma caracterização da empresa construtora atuante na cidade de João Pessoa-PB e da obra onde o estudo foi realizado.

Após a caracterização do objeto de estudo, foi elaborado um relato do processo executivo da alvenaria racionalizada, incluindo uma breve apresentação do projeto de alvenaria racionalizada, uma descrição dos materiais utilizados, das etapas de planejamento do serviço e do processo executivo em si, enfatizando as técnicas adotadas especificamente para o uso da argamassa industrializada.

A etapa seguinte consistiu no levantamento de dados obtidos em campo e com base nos projetos de alvenaria. A coleta desses dados foi realizada por meio das Fichas de Verificação de Serviço (ver Anexos A e B), documento utilizado durante a conferência e fiscalização dos serviços de execução de alvenaria, e das Fichas de Medição de Produção (ver Anexo C), utilizadas para o registro das medições diárias da produção de alvenaria e do consumo de argamassa industrializada por m² de alvenaria.

Com os dados em mãos, faz-se um compilado da produtividade e consumo de argamassa apurados, para, desta forma, ser possível analisar o processo de utilização desta argamassa bem como as dificuldades encontradas nesta implantação. Além disso, será feito um comparativo da produtividade alcançada com os resultados obtidos na pesquisa realizada por Costa (2018) em outro empreendimento da mesma empresa onde foi executada a alvenaria racionalizada com argamassa convencional, de modo que possam ser identificados os fatores que influenciam na produtividade da mão de obra e do que é possível melhorar ou adaptar para buscar resultados mais satisfatórios e competitivos.

Para a análise de custo, foram elaboradas três composições de custos unitários para o serviço de elevação de alvenaria:

- A primeira foi realizada considerando a utilização da argamassa industrializada com os valores de produtividade e consumo de argamassa obtidos em obra;

- A segunda considerou a utilização da argamassa convencional e utilizou a mesma produtividade média da primeira composição, simulando, desta maneira, um cenário onde a obra estivesse utilizando esta argamassa. Os dados de consumo de argamassa convencional foram fornecidos pela construtora;
- Finalmente, a terceira composição considerou a utilização de argamassa convencional, mas com a produtividade obtida nos estudos de Costa (2018).

O objetivo destas composições foi de comparar os valores da alvenaria racionalizada com argamassa industrializada e com argamassa convencional em cenários de diferentes produtividades. As três composições estão disponíveis nos apêndices A, B e C, respectivamente.

Por fim, buscou-se apresentar um resumo da experiência com a argamassa industrializada, incluindo nisto a experiência da equipe de execução e de administração da obra, a fim de se analisar as vantagens e desvantagens observadas na utilização desta argamassa e as dificuldades sentidas durante os serviços.

6 ESTUDO DE CASO

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa alvo desse estudo é uma construtora e incorporadora sediada em João Pessoa, na Paraíba. Há 20 anos atuando principalmente na construção de edifícios residenciais multifamiliares e comerciais, possui um quadro de empregados composto por cerca de 200 funcionários o que a enquadra como uma empresa de médio porte.

Seu portfólio inclui 11 empreendimentos concluídos, dentre residenciais e comerciais de médio e grande porte, e está com 3 edifícios em construção, sendo 2 residenciais e 1 comercial, e 1 em fase de lançamento. O presente estudo foi realizado em apenas um edifício residencial. No decorrer dos anos, ela tem se destacado por buscar ter uma variedade nos seus investimentos, com empreendimentos de alto padrão de qualidade e potencial de valorização, o que a tem feito buscar novas tecnologias, visando obras mais produtivas e sustentáveis.

Diante disto, a sua escolha como objeto desta pesquisa se justifica neste movimento recente de implantação de sistemas racionalizados em seus empreendimentos. Há alguns anos, a empresa adotou a alvenaria de vedação racionalizada, sendo a obra em estudo o seu quinto empreendimento com este sistema. Apesar da satisfação com os resultados obtidos pelas demais obras com a racionalização da alvenaria, a empresa continua investindo em novas técnicas, fato este que motivou a implantação da argamassa industrializada para o assentamento da alvenaria no empreendimento em questão.

Desta forma, os dados coletados de produtividade, produção e consumo da argamassa podem ser valiosos para a avaliação da adoção do novo insumo no processo produtivo e para o planejamento físico-financeiro das obras, servindo de referência para preços, salários e prazos de execução.

6.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento em questão é um edifício residencial multifamiliar localizado no bairro Miramar, em João Pessoa, Paraíba. O edifício é composto por uma única torre com pavimento subsolo, semissubsolo, térreo, mezanino, 30 pavimentos tipo e coberta, além da área de periferia da torre principal. Na Figura 5 há um modelo com a fachada proposta para o edifício.

Iniciada em janeiro de 2020 e com conclusão prevista para fevereiro de 2024, o edifício está sendo construído através de uma estrutura de concreto armado moldada in loco e utilizará alvenaria racionalizada para a vedação externa e interna. No período de realização deste trabalho, a construção estava em fase de estrutura e elevação da alvenaria externa, enquanto os serviços internos, como execução de contrapisos, instalações de gás e marcação da primeira fiada de alvenaria interna, estão em fase inicial, concomitantemente aos demais.

Figura 5 - Modelo proposto para a fachada do empreendimento



Fonte: Site da construtora (2021).

Os pavimentos subsolo e semissubsolo são constituídos por duas rampas de acesso para veículos, hall de elevadores para um elevador social e um elevador de serviço, circulação de veículos/pedestres, escada com antecâmara, reservatório inferior e 90 vagas de garagem.

O pavimento térreo é composto por um lobby principal, brinquedoteca, salão de festas equipado com cozinha e banheiros, além da área externa com jardins, quadra poliesportiva, área de lazer com piscina, deck molhado, *lounge teen* e *playground*. O mezanino contém salão de jogos, terraço aberto, sala de massagem e academia com área coberta e descoberta. Ambos os pavimentos contam com hall de escadas e elevadores. No pavimento coberta o edifício conta com laje impermeabilizada, reservatórios superiores de água e casa de máquinas.

A Figura 6 apresenta uma planta baixa do pavimento tipo, que será composto por apenas 1 apartamento com área privativa de 206 m², totalizando 30 unidades autônomas em todo o edifício. Cada apartamento possui 4 suítes, 1 lavabo, sala de estar e jantar, varanda gourmet, cozinha, área de serviço com despensa e dependência com banheiro. Além disso, os pavimentos possuem 2 elevadores (1 social e 1 de serviço), hall de serviço e social, escadas, antecâmara, shafts e área técnica para instalações prediais.

Figura 6 - Planta Baixa do Pavimento Tipo



Fonte: Site da construtora (2021).

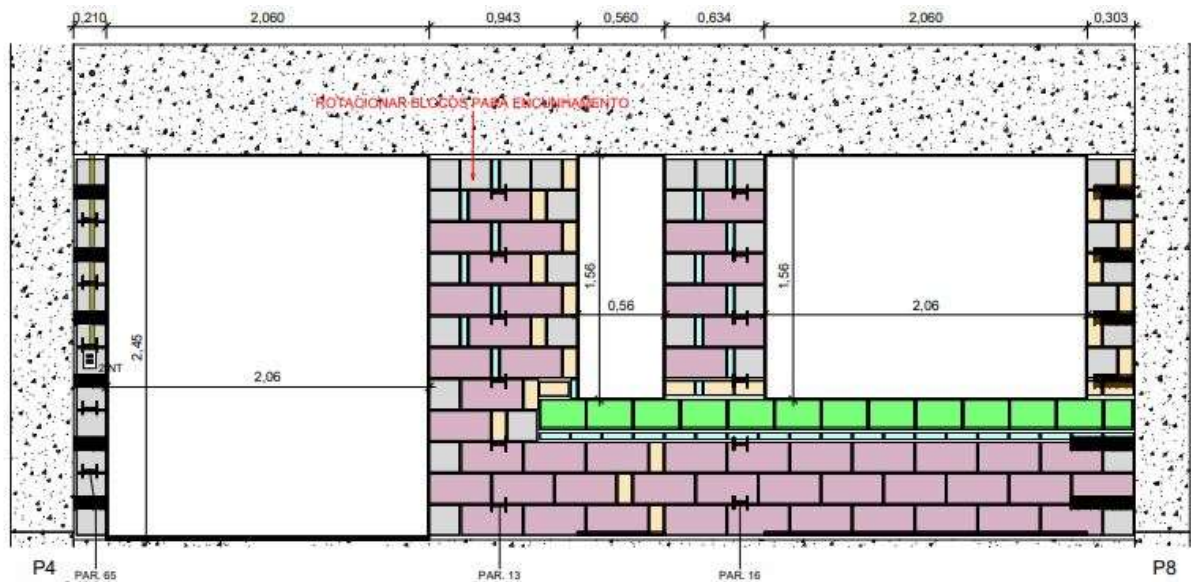
6.3 PROCESSO EXECUTIVO DA ALVENARIA RACIONALIZADA

6.3.1 O projeto para produção

Um dos objetivos essenciais da alvenaria racionalizada é antever as necessidades executivas e solucionar os problemas ainda na fase de projeto, detectando os conflitos,

alvenaria e estrutura, os detalhes (incluindo espessura) das juntas de assentamento, entre outros. A Figura 8 mostra a elevação da Parede 58 indicada na Figura 7.

Figura 8 - Elevação e Paginação da Parede 58



Fonte: Projeto de vedação vertical da obra.

6.3.2 Materiais e ferramentas utilizadas

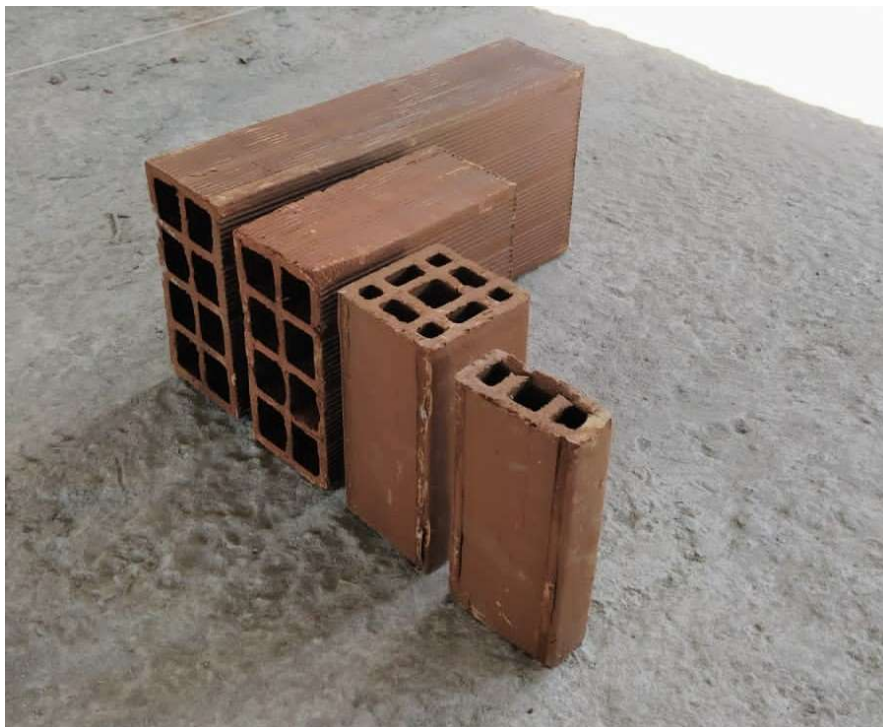
Para a execução do serviço, além da mão de obra, faz-se necessário a utilização dos seguintes materiais e ferramentas, considerando as especificações do projeto:

- Tijolos cerâmicos com dimensões de 09x19x39, 09x19x19, 09x19x09 e 09x19x04 para alvenaria interna (Figura 9);
- Blocos cerâmicos racionalizados com dimensões de 14x19x39, 14x19x19, 14x19x09 e 14x19x04 para alvenaria externa (Figura 10);
- Blocos canaletas 14x19x29 (Figura 10);
- Argamassa para assentamento industrializada fornecida em sacos de 30 kg;
- Palheta de madeira (Figura 16);
- Misturador elétrico para argamassa (Figura 18);
- Água;
- Tela metálica encontro entre alvenaria e estrutura 7,5 cm (blocos de 9 cm) e 12 cm (blocos de 14 cm);
- Pinos metálicos para fixação para telas de amarração;
- Ferramenta para fixação dos pinos à pólvora (pistola finca pinos);

- Vergas e contravergas de concreto armado;
- Barras de aço CA-50 com bitola de 8 mm;
- Adesivo estrutural à base de epóxi;
- Colher de pedreiro;
- Trena metálica;
- Ferramentas para nivelamento e prumo: escantilhão, nível de bolha, régua de alumínio e prumo de face.

A Figura 9 mostra os tijolos e blocos cerâmicos de 9 cm de espessura com as seguintes dimensões (da direita para a esquerda): 09x19x04 (bloco compensador), 09x19x09 (bloco compensador), 09x19x19 e 09x19x39. Como é possível observar, os tijolos com dimensões de 09x19x19 e 09x19x39 são de furos horizontais, uma vez que são menos onerosos e seriam utilizados para as áreas comuns do pavimento tipo, onde há menos pontos elétricos.

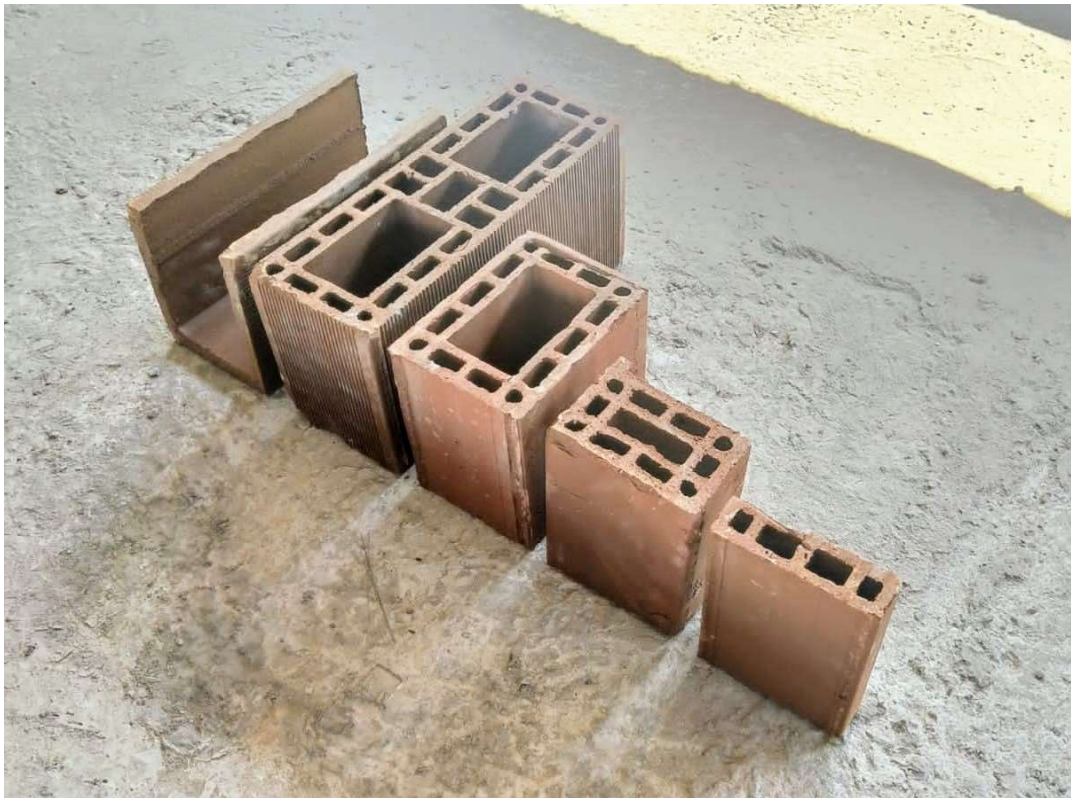
Figura 9 - Família de tijolos e blocos de 9 cm



Fonte: Autoria própria (2021).

A Figura 10 mostra os blocos cerâmicos racionalizados de 14 cm de espessura com as seguintes dimensões (da direita para a esquerda): 14x19x04 (bloco compensador), 14x19x09 (bloco compensador), 14x19x19, 14x19x39 e bloco canaleta de 14x19x29. Estes foram utilizados para a execução da alvenaria externa.

Figura 10 - Família de blocos racionalizados de 14 cm



Fonte: Autoria própria (2021).

6.3.3 Armazenamento, confecção e distribuição dos produtos

Um passo fundamental para o bom andamento do serviço é o controle do estoque dos insumos utilizados. Dessa forma, a checagem desse estoque é realizada constantemente pelo almoxarife da obra, sob a supervisão do engenheiro, para que os materiais necessários sejam solicitados ao setor de compras da empresa que realiza a cotação de preços e a compra dos mesmos em tempo hábil evitando atrasos na obra.

Uma vez que são entregues, todos os materiais são armazenados nos almoxarifados da obra, com exceção dos blocos e tijolos, que ficam no pavimento térreo seguros do sol e da chuva, como mostra a Figura 11. De acordo com a necessidade, os blocos são distribuídos nos pavimentos através dos elevadores cremalheira da obra.

Figura 11 - Blocos e tijolos armazenados no pavimento térreo



Fonte: Autoria própria (2021).

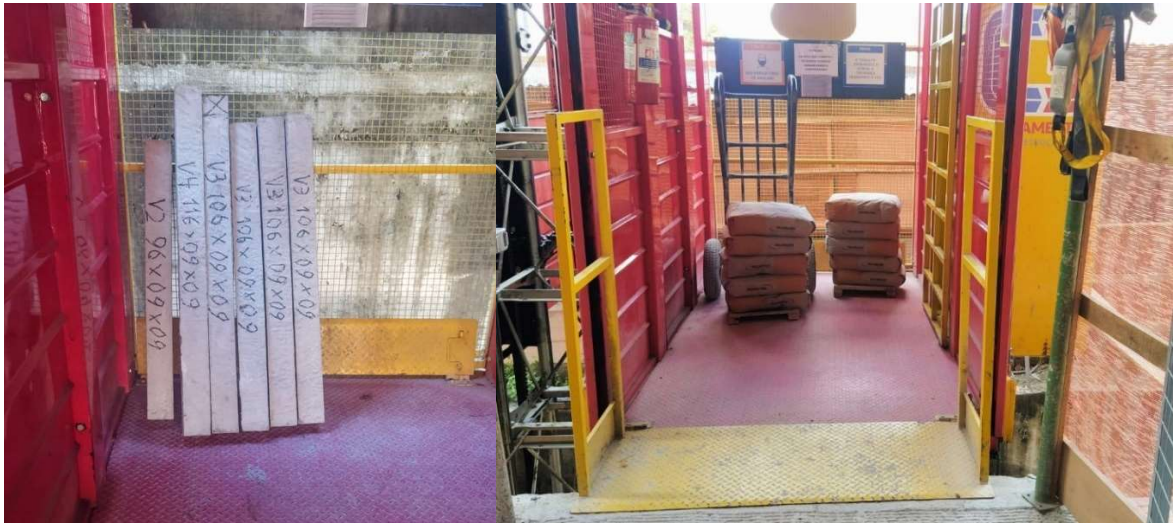
As vergas e contravergas pré-moldadas são confeccionadas por um servente no pavimento semissubsolo, de acordo com o detalhamento apresentado no projeto, em formas de madeirite (Figura 12). Quando prontas, são nomeadas e distribuídas nos pavimentos onde serão utilizadas, através dos elevadores cremalheira (Figura 13). O mesmo processo de transporte e distribuição ocorre com os sacos de argamassa industrializada que ficam armazenados em almoxarifado próprio (como já demonstrado na Figura 3) e são diariamente distribuídos nos pavimentos onde o serviço está sendo realizado, garantindo que não haverá falta do material em todo o expediente e gerando pouca mobilização de transporte ao longo do dia.

Figura 12 - Forma para confecção de vergas e contravergas sem concreto (à esquerda) e concretada (à direita)



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 13 - Vergas, contravergas e argamassa ensacada distribuídas nos pavimentos através dos elevadores cremalheira



Fonte: Autoria própria (2021).

6.3.4 Planejamento da execução

6.3.4.1 Planejamento da alvenaria executada

O projeto do pavimento tipo possui 62 paredes sendo 20 delas considerada de vedação externa (isolando o apartamento do meio externo) e 42 de vedação interna (dividem os ambientes privativos). Por fins de execução, a equipe da obra dividiu a alvenaria interna em dois setores: as alvenarias da escada e áreas comuns com 6 paredes e as alvenarias que dividem o apartamento tipo (36 paredes).

Seguindo a sequência construtiva prevista no cronograma físico da obra, foi-se definido que primeiramente seria executada a alvenaria externa e das áreas comuns e escadas e posteriormente a alvenaria interna dos apartamentos. Desta forma, este estudo contemplou apenas a alvenaria externa e das áreas comuns, incluindo os serviços de marcação da primeira fiada e elevação. No período analisado, foram executados os 11 primeiros pavimentos tipo. Apresentada mais adiante, a Figura 14 demonstra a fachada oeste com a alvenaria externa já elevada.

A área de elevação de alvenaria foi de 113,43 m², enquanto o perímetro da marcação da primeira fiada correspondeu a 55,84 m.

A equipe de execução incluiu seis pedreiros de elevação de alvenaria, um pedreiro de marcação de primeira fiada e quatro ajudantes de pedreiro e foi definida nesse porte em

função do prazo de finalização do serviço, que é um dos mais críticos da construção, com grande impacto, diante de algum atraso, no término/entrega do empreendimento.

Figura 14 - Alvenaria externa da fachada oeste



Fonte: Autoria própria (2021).

6.3.4.2 Particularidade construtiva em virtude do alto número de reformas

Uma questão observada pela equipe de engenharia da obra, pouco antes do início da execução da alvenaria, foi sobre as unidades reformadas. Na época, já havia confirmação por parte dos clientes, que 17 dos 30 apartamentos seriam reformados (cerca de 57%). Analisando

os projetos já entregues, notou-se o alto número de alterações em pontos hidrossanitários e, principalmente, elétricos.

Diante deste grande número de mudanças, na maioria dos apartamentos e com a perspectiva de confirmação de reformas para mais unidades, foi decidido que a alvenaria externa seria elevada sem a colocação de nenhuma tubulação ou caixa elétrica. Essa decisão, apesar de romper com um dos princípios da alvenaria racionalizada, visou a diminuição do retrabalho e desperdício de materiais considerando as experiências vivenciadas em empreendimentos anteriores da construtora: após a aprovação das reformas e do recebimento dos projetos, a alvenaria precisava ser cortada para relocação dos pontos elétricos que já haviam sido dispostos nas paredes.

6.3.5 Etapas de execução

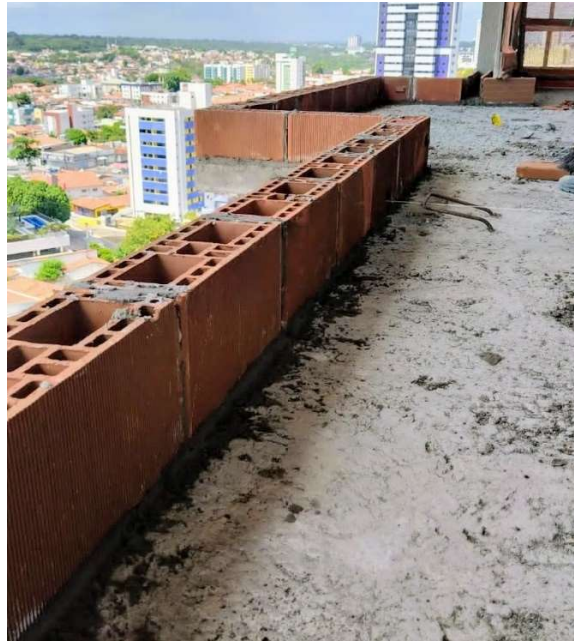
6.3.5.1 Marcação de 1ª Fiada

Como salienta Thomaz et al (2009), a marcação da primeira fiada de alvenaria tem impactos na qualidade de todas as demais características da alvenaria: modulação vertical e horizontal, nivelamento das fiadas, espessura das juntas de assentamento, locação dos vãos para as esquadrias com a folga correta para sua instalação, folga para execução da fixação (“encunhamento”) das paredes, entre outros.

Os serviços só podem ser iniciados após a cura do concreto que corresponde a um tempo mínimo de 28 dias. Após isso, ocorre o desbaste (ou lixamento) da estrutura que ficará em contato com a alvenaria (faces de vigas e pilares) e aplicação de chapisco nessas interfaces.

A marcação da alvenaria é iniciada após a transferência dos eixos e do nível de referência para o pavimento. Feito isto, a marcação da primeira fiada é realizada com posse da planta de modulação seguindo-se as cotas acumuladas a partir dos eixos. Por recomendação do projeto, a junta de assentamento inferior (que está em contato direto com a laje) deve ter 3 cm de espessura para sua correta regularização e garantia que as demais juntas de assentamento terão 1 cm de espessura. Essa junta inferior, entretanto, sofre variações na espessura a depender do nivelamento da laje. A Figura 15 exemplifica a primeira fiada de alvenaria já executada em um trecho do pavimento.

Figura 15 - Primeira fiada da alvenaria de vedação externa



Fonte: Autoria própria (2021).

6.3.5.2 Elevação de alvenaria

A elevação da alvenaria é iniciada após a marcação da primeira fiada em todo o pavimento e é executada também de acordo com o projeto, no caso o caderno de elevações. O profissional utiliza um escantilhão, que consiste em uma espécie de régua com subdivisão correspondente à altura de cada fiada. Este equipamento possibilita a obediência à modulação vertical da alvenaria e orienta o prumo das paredes (THOMAZ et al., 2009).

Para cada parede a ser elevada, o profissional deve consultar o projeto de elevação correspondente, respeitando a família de espessura (se de 9 ou 14 cm), a disposição dos blocos, a espessura das juntas de argamassa e os locais onde haverá amarrações através de tela metálica (seja no encontro com a estrutura ou na amarração com paredes ortogonais à que está sendo executada). No caso da divisão do pavimento adotada, já explicada no item 6.3.4.1, a alvenaria externa utiliza blocos de 14 cm enquanto as paredes das áreas comuns e escada são com tijolos de 9 cm.

Também é da responsabilidade dos pedreiros de elevação a colocação das vergas e contravergas onde o projeto pedir, uma vez que já estão moldadas e disponíveis no pavimento.

6.3.6 Utilização da argamassa industrializada

A decisão em adotar-se a argamassa industrializada passa pelos benefícios esperados, já citados na revisão bibliográfica deste trabalho, como a diminuição do desperdício de material, melhoria no processo logístico e ganho de produtividade. Entretanto, a implantação desta argamassa gera mudanças em certos processos executivos que exigem uma explanação apropriada.

A argamassa industrializada é fornecida em sacos de 30 kg e destinada ao assentamento de blocos para vedação. Diante dos resultados dos ensaios solicitados pela construtora, foi aprovado para uso pelo projetista. O fabricante recomenda a sua aplicação com bisnaga ou, preferencialmente, palheta (Figura 16), argumentando que com esta última o consumo da argamassa será reduzido. A engenharia da obra optou pela utilização da palheta pelos benefícios apresentados, além do seu baixo custo de aquisição: são confeccionadas na própria obra com resíduos de madeira.

Figura 16 - Palheta de madeira para aplicação da argamassa de assentamento



Fonte: Autoria própria (2021).

Além disso, a mistura da argamassa industrializada dispensa o uso de betoneira na obra e é realizada com um misturador elétrico. Essa mudança traz um grande impacto na logística do canteiro de obras e agilidade ao serviço, uma vez que a argamassa é disponibilizada no próprio pavimento onde a alvenaria está sendo executada e a mistura é realizada no mesmo local pelo próprio ajudante dos pedreiros. O fabricante informa que devem ser utilizados 5 litros de água para cada saco (30 kg) e que a argamassa pode ser utilizada até 150 minutos após a mistura. A Figura 17 mostra a argamassa disponibilizada no

pavimento enquanto a Figura 18 apresenta o misturador de argamassa e a mistura sendo realizada.

Figura 17 - Sacos de argamassa disponibilizados no pavimento



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 18 - Misturador elétrico para argamassa (à esquerda) e argamassa industrializada sendo misturada (à direita)



Fonte: Autoria própria (2021).

A aplicação da argamassa através da palheta deve ser realizada “mediante pequenos movimentos de translação e rotação (raspando a ferramenta na lateral do bloco e deixando a argamassa depositada no seu topo)” (THOMAZ et al., 2009) após ter sido recolhida da masseira. Dessa forma, o profissional deposita a argamassa no topo dos blocos formando um cordão por toda a fiada e vem, posteriormente, assentando os demais sobre a argamassa. Por ser um equipamento que nem todos os pedreiros estavam habituados a utilizar, foi necessário breve treinamento com todos eles e o processo de adaptação demandou um certo tempo. A Figura 19 busca demonstrar a utilização da palheta

Figura 19 - Utilização da palheta de madeira para aplicação da argamassa de assentamento industrializada



7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA E CONSUMO DE ARGAMASSA NA MARCAÇÃO E ELEVAÇÃO DE ALVENARIA

7.1.1 Distribuição de funções e produção da mão de obra no período de estudo

Durante o período de estudo, a equipe de execução foi formada por sete pedreiros, sendo dividida em três duplas responsáveis pelo serviço de elevação da alvenaria e um pedreiro responsável pela marcação da primeira fiada. A fim de facilitar a compreensão neste trabalho, os profissionais serão identificados por números, de 1 a 7, como demonstrado no Quadro 2, que também destaca a equipe (dupla).

Quadro 2 - Equipe de trabalho de execução da alvenaria racionalizada

Pedreiro	Função	Equipe
Pedreiro 1	Elevação de Alvenaria	Equipe A
Pedreiro 2	Elevação de Alvenaria	
Pedreiro 3	Elevação de Alvenaria	Equipe B
Pedreiro 4	Elevação de Alvenaria	
Pedreiro 5	Elevação de Alvenaria	Equipe C
Pedreiro 6	Elevação de Alvenaria	
Pedreiro 7	Marcação de Primeira Fiada	Equipe D

Fonte: Autoria própria (2021).

Além dos pedreiros, cada equipe inclui ajudantes, sendo definido um para cada frente de serviço. O Quadro 3, a seguir, apresenta a distribuição dos ajudantes em cada equipe.

Quadro 3 - Distribuição dos ajudantes de pedreiros

Ajudante	Função
Ajudante 1	Ajudante dos pedreiros da equipe A
Ajudante 2	Ajudante dos pedreiros da equipe B
Ajudante 3	Ajudante dos pedreiros da equipe C
Ajudante 4	Ajudante da Marcação

Fonte: Autoria própria (2021).

O serviço de marcação da primeira fiada iniciou-se no dia 24 de agosto de 2021, já o de elevação, no dia 27 do mesmo mês. O período de estudo contemplou a elevação da alvenaria externa dos 11 primeiros pavimentos tipo do edifício, findada no dia 04 de novembro de 2021, completando, dessa forma, um total de 10 semanas.

A Tabela 1, disposta adiante, mostra os dias em que os pedreiros de elevação de alvenaria estiveram, de fato, trabalhando neste serviço ao longo das semanas avaliadas, já que, apesar de ser uma equipe de alvenaria, eventualmente os funcionários são deslocados para outros serviços no próprio canteiro (como lançamento de concreto na laje) ou para outras obras da empresa.

Tabela 1 - Dias em produção de alvenaria

Semana/Pedreiro	Pedreiro 1 (A)	Pedreiro 2 (A)	Pedreiro 3 (B)	Pedreiro 4 (B)	Pedreiro 5 (C)	Pedreiro 6 (C)
Semana 1	5	5				
Semana 2	4	4				
Semana 3	4	5	5	5		
Semana 4	5	2	3	3		
Semana 5	4	5	4	4	4	5
Semana 6	4	4	5	5	4	4
Semana 7	3	4	3	3	4	4
Semana 8	4	5	4	5	5	5
Semana 9	5	5			5	5
Semana 10					3	3
TOTAL	38	39	24	25	25	26

Fonte: Autoria própria (2021).

As variações dos dias trabalhados entre os pedreiros das três equipes, se dão pelo fato das equipes não terem sido formadas simultaneamente. Como mostra a Tabela 1, a Equipe A foi a primeira a iniciar os serviços de alvenaria, tendo trabalhado por 9 semanas. A Equipe B foi a segunda a iniciar, apenas na semana 3, mas, pela ausência de frente de serviço nos pavimentos superiores, não executou alvenaria nas últimas duas semanas. A Equipe C, por sua vez, foi a última a iniciar e trabalhou até a data final estudada (04 de novembro) na décima semana.

As equipes de elevação de alvenaria foram alocadas cada uma por pavimento, executando a alvenaria de vedação externa bem como a área de escada, poços de elevadores e halls social e de serviço. A Tabela 2 mostra a produção por semana de cada um dos 6 pedreiros bem como o total executado no período estudado.

Tabela 2 - Produção das equipes de elevação de alvenaria no período de estudo

Semana/Pedreiro	Pedreiro 1 (A)	Pedreiro 2 (A)	Pedreiro 3 (B)	Pedreiro 4 (B)	Pedreiro 5 (C)	Pedreiro 6 (C)
Semana 1	19,67 m ²	35,63 m ²				
Semana 2	22,27 m ²	24,56 m ²				
Semana 3	35,93 m ²	29,59 m ²	18,17 m ²	23,43 m ²		
Semana 4	35,00 m ²	16,06 m ²	17,42 m ²	16,44 m ²		
Semana 5	19,85 m ²	35,97 m ²	25,04 m ²	15,79 m ²	24,14 m ²	31,44 m ²
Semana 6	25,18 m ²	23,31 m ²	22,44 m ²	23,90 m ²	19,27 m ²	21,51 m ²
Semana 7	17,30 m ²	30,53 m ²	15,06 m ²	15,38 m ²	21,82 m ²	23,89 m ²
Semana 8	24,63 m ²	37,22 m ²	17,80 m ²	28,48 m ²	23,33 m ²	25,82 m ²
Semana 9	24,63 m ²	29,03 m ²			25,90 m ²	24,91 m ²
Semana 10					15,80 m ²	15,83 m ²
TOTAL	224,47 m²	261,91 m²	115,92 m²	123,42 m²	130,26 m²	143,39 m²

Fonte: Autoria própria (2021).

Um caso particular, apresentado na Tabela 3, é o do pedreiro 7, responsável pela marcação da primeira fiada. Este é o que mais sofre com descontinuidade do serviço, devido ao próprio andamento da obra (pavimentos superiores muitas vezes ainda no período de 28 dias de cura do concreto ou com os serviços de lixamento e chapisco da estrutura não finalizados) e a velocidade de execução do seu serviço, o que o fazia ser deslocado para outros serviços no canteiro e retomando à marcação apenas quando mais pavimentos estivessem liberados. A Tabela 3 apresenta os dias trabalhados por este pedreiro ao longo de 9 semanas bem como a sua produção semanal.

Tabela 3 - Produção do pedreiro de marcação da primeira fiada no período de estudo

Semanas	Dias	Produção
Semana 1	3	55,84 m
Semana 2	2	55,84 m
Semana 3	3	55,84 m
Semana 4	5	139,60 m
Semana 5	1	27,92 m
Semana 6	2	55,84 m
Semana 7	1	27,92 m
Semana 8	4	139,60 m
Semana 9	2	55,84 m
Total	23	614,24 m

Fonte: Autoria própria (2021).

7.1.2 Produtividade da mão de obra e consumo diário de argamassa na marcação e elevação de alvenaria

7.1.2.1 Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria

Analisar a produtividade se mostra importante por se tratar de um critério muito utilizado por empresários e construtores para avaliar o desempenho de um serviço executado ou técnica construtiva adotada. No caso de soluções racionalizadas, há uma tendência a certa resistência a sua implantação sob a justificativa de ser mais onerosa e não alcançar a mesma produtividade das técnicas convencionais.

É esperado que os primeiros dias de atividade apresentem baixa produtividade, uma vez que a equipe está em fase de adaptação ao serviço. No caso da alvenaria racionalizada, como cada parede possui numeração e paginação específica, nesta fase inicial os pedreiros estão constantemente consultando o projeto buscando evitar erros na execução. Com o passar do tempo, o profissional passa a memorizar certos padrões do projeto e a consulta torna-se menos frequente, agilizando a execução. A Tabela 4 exibe a quantidade de metros quadrados de alvenaria executada pela quantidade de dias gastos neles, o que representa a produtividade dos pedreiros na elevação da alvenaria.

Tabela 4 - Produtividade média diária dos pedreiros no período de estudo (m²/dia)

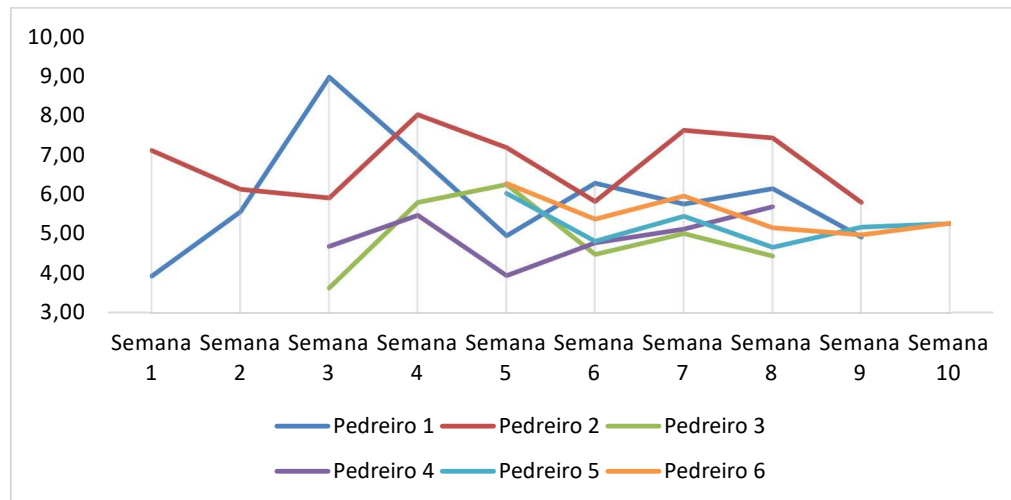
Semana/Pedreiro	Pedreiro 1 (A)	Pedreiro 2 (A)	Pedreiro 3 (B)	Pedreiro 4 (B)	Pedreiro 5 (C)	Pedreiro 6 (C)	Média Semanal
Semana 1	3,93	7,13					5,53
Semana 2	5,57	6,14					5,85
Semana 3	8,98	5,92	3,63	4,69			5,81
Semana 4	7,00	8,03	5,81	5,48			6,58
Semana 5	4,96	7,19	6,26	3,95	6,04	6,29	5,78
Semana 6	6,30	5,83	4,49	4,78	4,82	5,38	5,26
Semana 7	5,77	7,63	5,02	5,13	5,46	5,97	5,83
Semana 8	6,16	7,44	4,45	5,70	4,67	5,16	5,60
Semana 9	4,93	5,81			5,18	4,98	5,22
Semana 10					5,27	5,28	5,27
Média (pedreiro)	5,95	6,79	4,94	4,95	5,24	5,51	5,67

Fonte: Autoria própria (2021).

É possível observar que todos os seis pedreiros enfrentaram muita variação na produtividade diária ao longo das semanas avaliadas, não mostrando uma tendência ao

crecimento e nem uma uniformização da produção. Os pedreiros 1 e 2 foram os que alcançaram uma melhor média em sua produtividade ao final das semanas trabalhadas. A Figura 20 apresenta graficamente esta variação na produtividade diária.

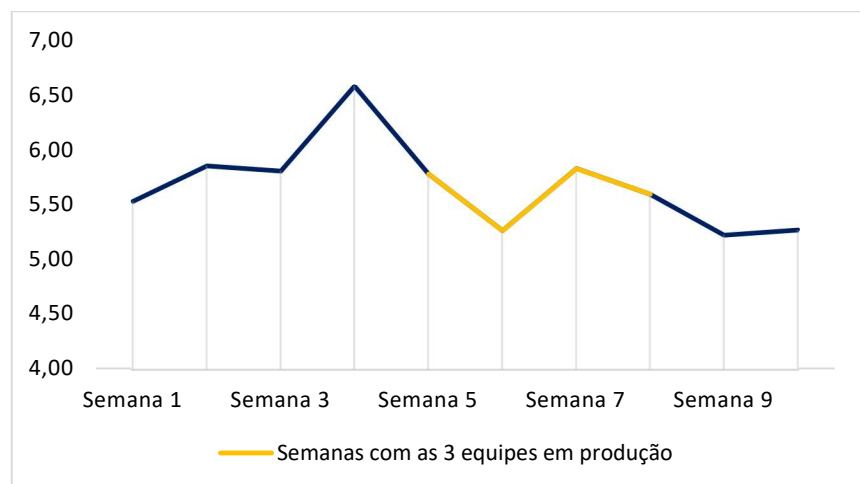
Figura 20 - Produtividade média diária dos pedreiros de elevação de alvenaria



Fonte: Autoria própria (2021).

A última coluna da Tabela 4, apresenta a produtividade média de cada semana considerando toda a equipe de alvenaria, representada graficamente na Figura 21 (ênfatizando o período entre as semanas 5 e 8, onde as três equipes estiveram trabalhando na elevação de alvenaria). A semana 4, com uma produtividade média de 6,58 m²/dia, foi o pico de produtividade alcançado. A média, considerando a produtividade de todos os pedreiros nas 10 semanas, foi de 5,67 m²/dia (conforme Tabela 4).

Figura 21 - Produtividade média diária da elevação da alvenaria ((m²/dia)/semana)



Fonte: Autoria própria (2021).

Essa baixa produtividade alcançada, e com pouca tendência ao crescimento, também é explicada pelo espaço amostral reduzido desta análise. Como já mencionado, as primeiras semanas tendem a apresentar uma baixa produtividade para os profissionais envolvidos. Como a análise limitou-se a apenas 10 semanas, onde todas as equipes trabalharam menos que isso, pode-se dizer que ainda estão na fase de adaptação ao projeto e ao serviço.

Também foi notada uma variação na produtividade dentro dos próprios pavimentos a depender da parede a ser executada. Quando executavam paredes com paginação mais simples, sem esquadrias ou recortes, a produtividade era mais elevada, enquanto nas paredes mais complexas (como as das escadas) a produtividade reduzia. Além disso, a utilização da argamassa industrializada acrescentou ao serviço uma nova técnica executiva com o uso da palheta de madeira, sendo mais um fator de adaptação para a equipe.

Quanto ao serviço de marcação de alvenaria, a Tabela 5 apresenta os dados de produtividade alcançados ao longo das 9 semanas em que o serviço foi executado, onde o foi obtida uma produtividade média de 26,63 m/dia.

Tabela 5 - Produtividade de marcação de primeira fiada (m/dia)

Semanas	Produtividade
Semana 1	18,61 m/dia
Semana 2	27,92 m/dia
Semana 3	18,61 m/dia
Semana 4	27,92 m/dia
Semana 5	27,92 m/dia
Semana 6	27,92 m/dia
Semana 7	27,92 m/dia
Semana 8	34,90 m/dia
Semana 9	27,92 m/dia
Média	26,63 m/dia

Fonte: Autoria própria (2021).

7.1.2.2 Consumo diário de argamassa

No contexto deste trabalho, a análise do consumo da argamassa industrializada é tão importante quanto a da produtividade da mão de obra, por se tratar de um material não convencional, de custo mais elevado, que está sendo implantado pela primeira vez ao processo de construção racionalizada da empresa.

A fabricante da argamassa industrializada utilizada informa que, para blocos de 14 cm de largura e com juntas de assentamento com 1 cm de espessura, o consumo da argamassa deve ter uma média de 17,80 kg/m².¹

A mensuração deste consumo foi realizada em relação a produção diária das equipes de elevação de alvenaria, uma vez que a mistura da argamassa é realizada pelo servente que trabalha em parceria com a dupla de pedreiros. A Tabela 6 apresenta estes dados.

Tabela 6 - Consumo médio diário de argamassa industrializada na elevação de alvenaria (kg/m²)

Semana/Pedreiro	Equipe A	Equipe B	Equipe C	Média Semanal
Semana 1	21,91 kg/m ²			21,91 kg/m ²
Semana 2	24,85 kg/m ²			24,85 kg/m ²
Semana 3	20,16 kg/m ²	28,43 kg/m ²		24,30 kg/m ²
Semana 4	20,63 kg/m ²	25,82 kg/m ²		23,22 kg/m ²
Semana 5	20,49 kg/m ²	26,96 kg/m ²	19,95 kg/m ²	22,46 kg/m ²
Semana 6	19,04 kg/m ²	28,18 kg/m ²	23,14 kg/m ²	23,46 kg/m ²
Semana 7	20,15 kg/m ²	28,64 kg/m ²	23,34 kg/m ²	24,04 kg/m ²
Semana 8	22,88 kg/m ²	29,24 kg/m ²	22,21 kg/m ²	24,78 kg/m ²
Semana 9	28,81 kg/m ²		21,41 kg/m ²	25,11 kg/m ²
Semana 10			25,04 kg/m ²	25,04 kg/m ²
Média	22,10 kg/m²	27,88 kg/m²	22,52 kg/m²	23,92 kg/m²

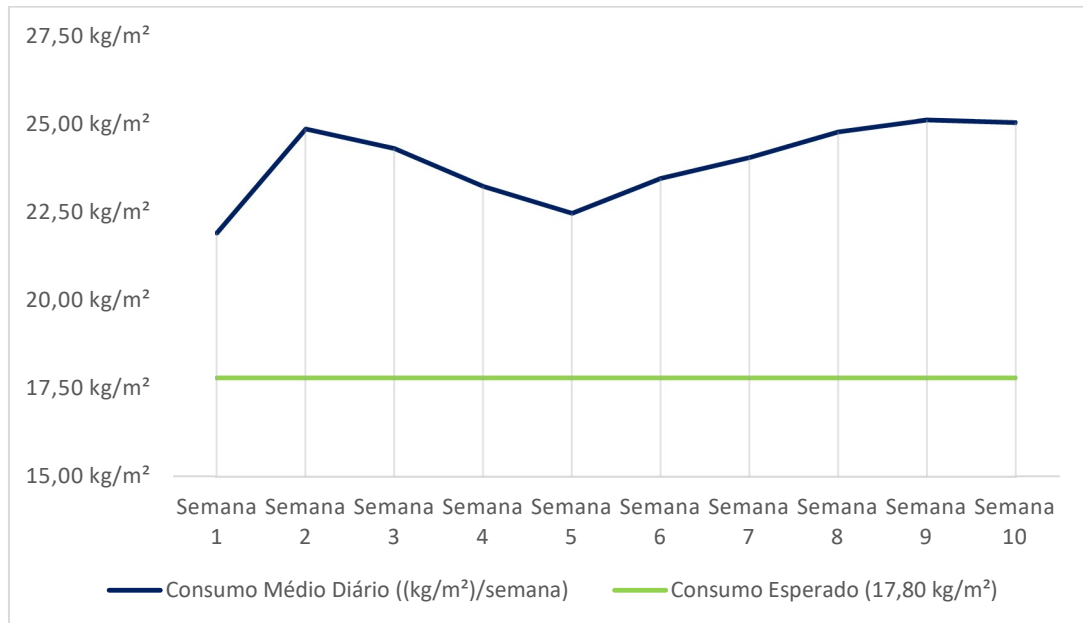
Fonte: Autoria própria (2021).

Como pode-se observar na Tabela 6, a média de consumo considerando todas as equipes, foi de 23,92 kg/m². O gráfico da Figura 22 utiliza os dados da última coluna da Tabela 6 (média semanal) para demonstrar como o consumo de argamassa esteve sempre acima do esperado de 17,80 kg/m².

Os principais fatores observados para o consumo acima do esperado da argamassa foram a adaptação dos pedreiros à aplicação da argamassa com a palheta e a variação da espessura das juntas de assentamento, que ocorre tanto em virtude de falhas na execução dos próprios pedreiros quanto por questões de nivelamento e altura dos pavimentos.

¹ Informação disponível em: <https://polimassa.com.br/argamassaderevestimento/>.

Figura 22 - Consumo médio diário de argamassa industrializada (((kg/m²)/dia)/semana)



Fonte: Autoria própria (2021).

7.2 COMPARATIVO COM ALVENARIA RACIONALIZADA ASSENTADA COM ARGAMASSA CONVENCIONAL

7.2.1 Comparativo de produtividade

Em termos de produtividade, como já mencionado no item referente a descrição da metodologia deste trabalho, foi feita uma comparação entre os dados obtidos neste trabalho com valores encontrados na literatura, especificamente nos estudos realizados por Costa (2018) em uma alvenaria racionalizada que fez uso de argamassa convencional.

A escolha pelos dados de Costa (2018) se deu por sua pesquisa ter sido realizada em outro empreendimento da mesma construtora em estudo, tornando a comparação mais próxima e fornecendo à própria empresa dados de comparação internos sobre os resultados obtidos neste trabalho.

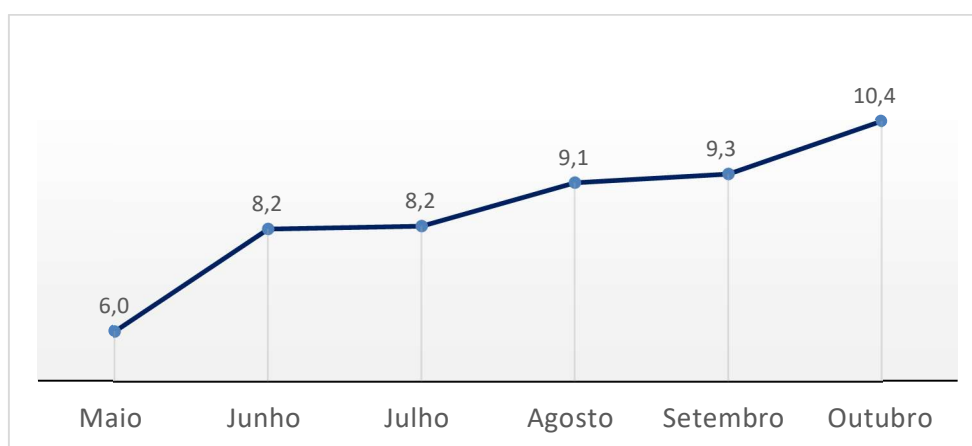
A Tabela 7 apresenta os dados encontrados por Costa (2018) para a produtividade média diária ao longo de seis meses no serviço de elevação da alvenaria externa.

Tabela 7 - Produtividade média diária de produção de alvenaria racionalizada (m²/dia)

Pedreiro/Mês	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
Pedreiro 1	3,2	6,9	7,9	8,9	7,5	9,8
Pedreiro 2	8,1	9,3	9,4	11	10,8	11,1
Pedreiro 3	6,5	8,1	7,1	8,6	8,8	10
Pedreiro 4	7,8	8,6	8,7	9,6	10,5	12,2
Pedreiro 5	4,6	7,9	8	7,5	8,9	8,9
Média Mensal	6,0	8,2	8,2	9,1	9,3	10,4

Fonte: Adaptado de Costa (2018).

É notável a evolução da produtividade com o passar dos meses, como é graficamente ilustrado na Figura 23, com o primeiro mês tendo uma produtividade bem mais baixa, enquanto do segundo ao sexto mês os valores são bem superiores.

Figura 23 - Produtividade média diária de elevação de alvenaria racionalizada ((m²/dia)/mês)

Fonte: Adaptado de Costa (2018).

Como também é possível observar, a produtividade do sexto e último mês mensurado por Costa (2018) foi de 10,4 m²/dia, um valor consideravelmente superior à média de 5,67 m²/dia obtida na obra deste estudo. Entretanto, a comparação se mostra desproporcional, por se tratar de um período de estudo muito maior (6 meses com 716 dias trabalhados).

Buscando avaliar um cenário mais semelhante ao deste estudo, a análise pode ser feita considerando as primeiras semanas do trabalho de Costa (2018). Para essa comparação, tomou-se como base os dados dos pedreiros 1 e 2 (equipe A), que trabalharam por um período maior (9 semanas, com 38 e 39 dias trabalhados, respectivamente) em relação aos dois primeiros meses de trabalho da equipe estudada por Costa (2018) com seus dias trabalhados apresentados na Tabela 8, adiante.

Tabela 8 - Dias trabalhados nos dois primeiros meses de serviço da equipe estudada por Costa (2018)

Pedreiro/Mês	Maio	Junho	Total
Pedreiro 1	19	23	42 dias
Pedreiro 2	19	22	41 dias
Pedreiro 3	18	23	41 dias
Pedreiro 4	18	22	40 dias
Pedreiro 5	19	22	41 dias

Fonte: Adaptado de Costa (2018).

Os períodos correspondidos entre as semanas 1 e 4 e 5 e 9 apresentam um número de dias semelhante aos dos dois primeiros meses do trabalho de Costa (2018), conforme apresenta a Tabela 9.

Tabela 9 - Dias trabalhados nas 9 semanas do estudo analisado

Semana/Pedreiro		Pedreiro 1 (A)	Pedreiro 2 (A)
Período 1	Semana 1	18 dias	16 dias
	Semana 2		
	Semana 3		
	Semana 4		
Período 2	Semana 5	20 dias	23 dias
	Semana 6		
	Semana 7		
	Semana 8		
	Semana 9		

Fonte: Autoria própria (2021).

A Tabela 10 apresenta a média de produtividade diária dos pedreiros 1 e 2 em comparação aos dois primeiros meses de serviço do trabalho de Costa (2018).

Tabela 10 - Comparativo da produtividade média diária para os dois primeiros meses de serviço

Pedreiro/Mês	Maio	Junho
Pedreiro 1	3,2	6,9
Pedreiro 2	8,1	9,3
Pedreiro 3	6,5	8,1
Pedreiro 4	7,8	8,6
Pedreiro 5	4,6	7,9
Média Mensal	6,0	8,2
Pedreiro/Período	Período 1	Período 2
Pedreiro 1	6,37	5,62
Pedreiro 2	6,80	6,78

Fonte: Autoria própria (2021).

Como observado, a produtividade no chamado período 1 se mostrou muito próxima a do primeiro mês do trabalho de Costa (2018), até um pouco acima da média do mês. Entretanto, para o segundo mês não houve um crescimento, em detrimento dos dados de Costa (2018) onde houve um ganho para esse segundo mês.

Costa (2018) argumenta como a baixa produtividade do primeiro mês representa bem a fase inicial de adaptação que a equipe naturalmente enfrenta, e como a partir do segundo mês já se inicia a fase de aprimoramento, algo que se confirmou em seus estudos com a produtividade sempre crescente. Analisando a produtividade das três equipes estudadas no presente trabalho, é possível argumentar que a produtividade obtida representa uma equipe de alvenaria ainda em fase de adaptação, uma vez que 2/3 dela trabalhou por apenas 6 semanas. Entretanto, diante da análise da Tabela 10, vê-se que não houve um crescimento na produtividade da Equipe A, que já estava em seu segundo mês de trabalho.

Alguns fatores devem ser levados em conta dentro dessa comparação. Apesar de se tratar do mesmo serviço de alvenaria, as condições de trabalho não serão idênticas uma vez que o ambiente é alterado e que novos elementos são inseridos na atividade. Resgatando alguns conceitos abordados na revisão bibliográfica deste trabalho, a respeito dos fatores que influenciam nessa variação na produtividade temos três grandes grupos: o conteúdo do trabalho, o contexto do trabalho e as anormalidades surgidas (ARAÚJO e SOUZA, 2001; SOUZA, 2006).

Sobre o conteúdo do trabalho, à implantação da argamassa industrializada é um fator que não deve ser desconsiderado. As primeiras semanas de adaptação à esta nova técnica pode gerar um período de aprendizado maior, que faz com que a fase de adaptação se perdure por mais tempo que o esperado.

Um outro aspecto importante que foi observado, ainda sobre o conteúdo do trabalho, foi o parecer dos próprios executores. A Equipe A deste presente trabalho também fazia parte da equipe de elevação de alvenaria estudada por Costa (2018) e, durante o período de estudo, argumentaram em certas ocasiões, que o projeto utilizado para esta obra apresentava mais dificuldades do que o projeto do empreendimento anterior, com um maior número de esquadrias, mais pontos de amarração e outros detalhes construtivos que, segundo a experiência deles, tornavam a elevação das alvenarias mais complexa e, conseqüentemente, demorada.

A respeito dos demais, Souza (2006) enfatizou que as anormalidades são ocorrências geralmente associadas ao contexto do trabalho. O presente estudo, realizado entre 24 de agosto de 2021 e 4 de novembro de 2021, ocorreu no período da pandemia por COVID-19, fator este que não pode ser desprezado. A pandemia tem gerado impactos sobre a produção e a produtividade de diversos setores e em diversos serviços dentro da construção civil (inclusive dentro da obra em questão). É fundamental fazer menção ao fato que os executores são seres humanos inseridos em um cenário repleto de anormalidades oriundas do período pandêmico onde qualquer comparação de desempenho com outro período deve levar em conta essa distinção de cenários.

Apesar das dificuldades encontradas, o fato de terem sido apenas 10 semanas de estudo, onde 2/3 da equipe trabalhou por apenas 6 semanas, gera uma expectativa, por parte da equipe de administração da obra, que a mão de obra entre em fase de aprimoramento e fique mais eficiente à medida que eleva os pavimentos superiores nos próximos meses.

7.2.2 Comparativo de custo

A análise de custo do uso da argamassa industrializada se mostra importante por esse fator ser considerado sua principal desvantagem em relação a argamassa convencional e, conseqüentemente, o aspecto de maior resistência em sua implantação.

Desta forma, a comparação proposta visa avaliar as diferenças de custo entre o emprego dessas diferentes argamassas na elevação da alvenaria e identificar se, de fato, é um fator impeditivo para a sua utilização e o que pode ser melhorado ou modificado no processo executivo para a redução desses custos.

A comparação realizada fez uso das composições de custos unitários, citadas na metodologia, e que se encontram nos apêndices A, B e C. Importante mencionar que os valores utilizados são os empregados pela empresa para o pagamento do serviço de elevação de alvenaria e compra dos materiais. Os índices para cálculo da mão de obra e materiais da argamassa convencional também foram fornecidos pela empresa.

No Quadro 4, a seguir, estão resumidos os itens utilizados nas composições.

Quadro 4 - Mão de obra e materiais considerados nas comparações de custo

Alvenaria com argamassa produzida em obra	
Mão de Obra	Material
Pedreiro (elevação de alvenaria)	Cimento - CP II 32 F OU E
Servente	Cal
Betoneiro	Areia Média
Alvenaria com argamassa industrializada	
Mão de Obra	Material
Pedreiro (elevação de alvenaria)	Argamassa industrializada
Servente	

Fonte: Autoria própria (2021).

Uma primeira diferença em termos de mão de obra, se dá pela necessidade de um betoneiro na obra para a produção da argamassa convencional. Este profissional, além de operar a betoneira, é responsável pelo peneiramento da areia e dosagem dos materiais para a mistura.

O primeiro cenário de comparação, apresentado na Tabela 11, utiliza a produtividade média diária obtida em obra de 5,67 m²/dia tanto para a alvenaria executada com argamassa convencional quanto com argamassa industrializada. Também foi utilizada o consumo médio diário de argamassa industrializada de 23,92 kg/m², apresentado anteriormente na Tabela 6. As composições detalhadas encontram-se nos apêndices A e B.

Tabela 11 - Custos do m² de alvenaria racionalizada com argamassa convencional e industrializada

Alvenaria com argamassa produzida em obra (m²)	R\$ 37,76
Mão de Obra	R\$ 32,84
Material	R\$ 4,92
Alvenaria com argamassa industrializada (m²)	R\$ 34,05
Mão de Obra	R\$ 28,08
Material	R\$ 5,97

Fonte: Autoria própria (2021).

A comparação da Tabela 11 confronta o cenário real deste trabalho (em que foi utilizada a argamassa industrializada) com um cenário simulado do quanto custaria a elevação da alvenaria, com a mesma produtividade obtida, se fizesse uso da argamassa convencional. Como esperado, a argamassa industrializada é 21% mais cara do que a convencional, entretanto, com o custo reduzido da mão de obra (no caso, a ausência de um betoneiro) tornaria a alvenaria com argamassa industrializada 9,8% mais econômica.

Entretanto, no segundo cenário de comparação, onde foi considerada a produtividade apresentada por Costa (2018) de 10,4 m²/dia em uma alvenaria que de fato utilizou a argamassa convencional para o seu assentamento, temos que esta alvenaria seria cerca de 14% mais econômica do que a alvenaria analisada no presente trabalho, conforme apresenta a Tabela 12. A composição detalhada do custo da alvenaria com argamassa convencional utilizando a produtividade de Costa (2018) encontra-se no apêndice C.

Tabela 12 - Custos da alvenaria racionalizada com argamassa convencional e industrializada

Alvenaria com argamassa produzida em obra (m²)	R\$ 29,35
Mão de Obra	R\$ 24,88
Material	R\$ 4,47
Alvenaria com argamassa industrializada (m²)	R\$ 34,05
Mão de Obra	R\$ 28,08
Material	R\$ 5,97

Fonte: Autoria própria (2021).

O cenário da Tabela 12 nos mostra como a economia em um serviço como o de elevação de alvenaria não passa apenas por utilizar materiais menos onerosos, mas também pelo aumento da produtividade na execução deste serviço. Desta forma, a alvenaria com a argamassa industrializada pode vir a ser menos onerosa (considerando os custos com mão de obra e material) se houver um aumento significativo na produtividade da mão de obra.

É importante ressaltar que a produtividade baixa na obra estudada, que torna o serviço mais oneroso, deve-se também pelo fato de ser a primeira vez que se utiliza essa argamassa para o assentamento da alvenaria. A falta de experiência e a fase de adaptação, naturalmente, produz um cenário de menor produtividade para a mão de obra. A tendência é que, no decorrer no tempo, com a repetição do serviço e à medida que a mão de obra se habitue à esta argamassa, haja um aumento da produtividade. Diante disso, seria benéfico para a empresa, o contínuo acompanhamento e mensuração da produtividade, tanto para esta obra quanto em empreendimentos futuros, de modo que se continue avaliando as melhorias potenciais no processo.

7.3 EXPERIÊNCIA COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA

7.3.1 Relato da experiência da equipe

Além das avaliações com mensurações quantitativas, como a produtividade obtida e os custos calculados, foi possível observar diferenças em aspectos mais qualitativos, não mensuráveis numericamente, mas de notável impacto na realidade do canteiro de obras, gerados pela implantação da argamassa industrializada. Estes aspectos foram observados na experiência da equipe de execução e da equipe administrativa da obra, da qual o autor do presente trabalho faz parte.

Por parte da equipe de execução, houve certa resistência inicial quando foram informados sobre os novos processos executivos. Dos 7 pedreiros da equipe, apenas dois já haviam utilizado a palheta de madeira para a aplicação da argamassa e nenhum havia tido experiência com argamassa industrializada para assentamento. Nas primeiras semanas, quando questionados sobre a nova experiência, a maioria demonstrava um certo desconforto, argumentando que tornava a produção mais lenta e ainda com algumas queixas quanto a argamassa.

Essa resistência inicial é esperada, uma vez que se trata de seres humanos se adaptando a novidades em um processo que estão habituados a fazer de outra maneira. É fruto também de uma característica da própria construção civil: uma indústria extremamente tradicional, onde os processos e técnicas construtivas são transferidas “de geração em geração”. De maneira geral, a mão de obra é carente de treinamentos, cursos e outros meios de capacitação que limita a qualificação e, conseqüentemente, a introdução de inovações.

Apesar disto, nas últimas semanas avaliadas, a equipe de execução já expressava uma avaliação mais positiva das novas técnicas. A maioria dos pedreiros reconhecia que a utilização da palheta proporcionava agilidade e um menor consumo de argamassa, além de reconhecer ser muito positivo o fato da argamassa ser misturada no próprio pavimento, próxima ao local de execução, mostrando o valor da capacitação prática, através da repetição e aprimoramento, mesmo que com apenas algumas semanas de experiência.

7.3.2 Resumo das vantagens e desvantagens observadas na experiência com a argamassa industrializada

Este item visa reunir os dados já fornecidos no estudo de caso, sobre o processo de utilização da argamassa industrializada e os processos logísticos de distribuição e transporte, e na análise comparativa de custos, listando as vantagens e desvantagens observadas no processo de execução e implantação do material em comparação com a argamassa convencional (produzida em obra). O Quadro 5 apresenta os resultados observados.

Quadro 5 - Itens de comparação entre argamassa convencional e industrializada

Itens avaliados		Vantagens e desvantagens da argamassa industrializada em relação a convencional
Custos	Material	Custo mais elevado em relação a argamassa convencional
	Mão de obra	Com a mesma produtividade ou superior, apresentará redução de custo
Controle de Estoque		O controle é simplificado por ter apenas um item a ser controlado
Área de Armazenamento		Necessidade de apenas uma área para estocagem dos sacos, dispensando áreas para armazenamento de areia, cal e cimento
Desperdício		Menor índice de desperdício de materiais, uma vez que são poucas etapas de manuseio e transporte
Transporte		Transporte dos sacos feitos diretamente para a área de utilização e em horários específicos, gerando pouca mobilização e mantendo os pavimentos abastecidos
Produção/Mistura		Mistura realizada com misturador de argamassa no próprio pavimento próximo a área de aplicação, dispensando a presença de betoneira e de uma área exclusiva para produção

Fonte: Autoria própria (2021).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho dissertou acerca de um tema que vem ganhando cada vez mais espaço dentro do mercado da construção civil: a racionalização da construção. Tendo a execução da alvenaria de vedação racionalizada dentro de uma empresa como objeto de estudo, a pesquisa pôde avaliar a produtividade da mão de obra em um serviço que empregou uma argamassa industrializada, analisando, assim, as vantagens e desvantagens da sua implantação neste processo executivo.

Os resultados de produtividade apresentados, em um período de estudo de apenas 10 semanas, demonstraram que a equipe ainda está em fase de adaptação ao serviço, apresentando uma grande variação produtiva ao longo das semanas e atingindo uma média de produtividade de 5,67 m²/dia, ainda inferior aos resultados obtidos em um empreendimento anterior onde a produtividade, após seis meses de serviço, chegou a 10,4 m²/dia. Deve-se ter consciência, também, que 2/3 da equipe, trabalhou por apenas 6 semanas e que na experiência relatada por Costa (2018) o primeiro mês também foi marcado por uma produtividade de 6,0 m², 42% inferior à média do último mês. Desta forma, há uma expectativa de que, se for mantida uma continuidade da equipe no serviço de elevação dos pavimentos superiores, pode haver um crescimento na produtividade diária nos próximos meses.

Em termos da experiência com a argamassa industrializada, diversas vantagens foram observadas nos processos dentro do canteiro de obras. De acordo com o Manual de Revestimentos de Argamassa da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2002), a redução das áreas de estocagem, redução de perdas na etapa de transporte, agilidade no preparo da argamassa e redução de custo para a atividade são considerados parâmetros de decisão, ou seja, são os principais aspectos a serem analisados na escolha do tipo de argamassa a ser adotada.

Conforme a experiência na obra, estes foram pontos de grande vantagem da implantação da argamassa industrializada, à exceção dos custos. Como já discutido anteriormente, esse custo mais elevado do material continua sendo sua principal desvantagem, mas que pode vir a ser compensada pelos ganhos com custos indiretos (nos parâmetros já mencionados) e com o aumento da produtividade da mão de obra.

A implantação com a argamassa industrializada é mais um recurso utilizado com o fim de tornar mais racionais as atividades desempenhadas no canteiro de obras, através do serviço de elevação de alvenaria. Os resultados deste trabalho podem servir de base para outros

empreendimentos da mesma empresa e de outras empresas da região que queiram avaliar a implantação desta argamassa.

Espera-se ainda que este trabalho possa motivar a realização de novos estudos sobre alvenaria racionalizada e sobre a utilização de argamassas industrializadas, abordando outras questões tais como:

- Aplicação desta metodologia para um maior período de levantamento de dados;
- Mensuração e comparação dos desperdícios diretos entre a argamassa industrializada e a argamassa convencional;
- Análise da implantação e uso de argamassa industrializada para outros serviços, tais como chapisco de estrutura e revestimentos em alvenaria.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. **Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores.** São Paulo: USP, 2001. Boletim técnico n. 269. Disponível em: < http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00269.pdf > Acesso em: 30 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Manual de Revestimentos de Argamassa.** São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4:** Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2021.

BARBOSA, J.; BORJA, E.; SOARES, M. **Identificação e Caracterização de Argamassas Industrializadas na Cidade de Natal – RN.** Diretoria Acadêmica de Construção Civil – IFRN, Natal – RN, 2010.

BARROS, M. M. S. B. **Metodologia para implantação de tecnologia construtiva racionalizada na produção de edifícios.** 1996. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARASEK, H. **Argamassas.** In: ISAIA, G. C. (Ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais: Volume 2 – 3º Ed.** São Paulo, IBRACON, 2017.b

CASSAR, B. C. **Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: alvenaria convencional x light steel frame.** 2018. Monografia (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil.** V.1, Brasília, 2017.

COSTA, C. D. S. **Análise de produtividade da mão de obra com a utilização de alvenaria de vedação racionalizada – um estudo de caso em João Pessoa.** 2018. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

COUTINHO, S. M; PRETTI S. M; TRISTÃO, F. A. **Argamassa preparada em obra x argamassa industrializada para assentamento de blocos de vedação:** Análise do uso em Vitória-ES. Rio Grande do Sul, n. 21, p. 41 - 48. Maio de 2013.

CUNHA, M. B. C. **Análise econômica do uso de alvenaria racionalizada de vedação – um estudo de caso em João Pessoa.** 2019. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

DANTAS, M. M. **Proposição de ações para melhoria da produtividade da concretagem em edifícios verticais.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FRANCO, Luiz Sérgio. **O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção.** In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais, 1998, São Paulo. **Anais [...].** São Paulo: EPUSP/PCC, 1998.

LINARD, R. S. S.; HEINECK, L. F. M.; NUNES, F. R. M. **Racionalização no processo de produção e distribuição de argamassas na construção civil.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26, 2006, Fortaleza. **Anais [...].** Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/7557>. Acesso em: 24 de nov. de 2021.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Alvenaria de vedação com blocos de concreto: melhores práticas.** Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2012.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C.; NEVES, M. L. R. **Método para a avaliação quantitativa da tecnologia construtiva da alvenaria de vedação em edifícios.** Revista Teoria e Prática na Engenharia Civil. Rio Grande do Sul, n. 14, p. 15 - 24. Outubro de 2009.

MARDER, T. S. **A produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria no município de Ijuí.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2001.

MARQUES, D. V. P. **Racionalização do processo construtivo de vedação vertical em alvenaria.** 2013. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA, R. R.; DALL’OGLIO, S.; HAMERSKI, A.; MARTINI, C. E. **Estudo de fatores que afetam a produtividade em obras repetitivas.** In: Congresso Latino-Americano de Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios, 1998. São Paulo. **Anais.** São Paulo: CLATGPE, 1998.

PEÑA, M. D.; FRANCO, L. S. **Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria.** Gestão & Tecnologia de Projetos, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 126-153, 2006. DOI: 10.4237/gtp.v1i1.17. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50896>. Acesso em: 30 out. 2021.

PIAZZA, F.A.R. **Conhecendo argamassa.** 2ª Edição. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2012. 189 p.

POLIMASSA ARGAMASSAS. **Argamassas de Revestimento: assentamento pronto.** Catálogo de produtos. Disponível em: <<https://polimassa.com.br/argamassaderevestimento/>>. Acesso em: 10 de nov. de 2021.

PONTES, T. B. F. **Análise da racionalização construtiva em sistemas de vedação vertical de blocos cerâmicos** – estudo de caso em João Pessoa/PB. 2021 Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário de João Pessoa, João Pessoa, 2021.

REGATTIERI, C. E.; SILVA, L. L. R. **Ganhos potenciais na utilização da argamassa industrializada.** In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia em argamassas, São Paulo, 2003.

RODRIGUES, M. L. **Ganhos na construção com a adoção da alvenaria com blocos cerâmicos modulares.** 2013. Monografia (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos** - formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SALA, H. B. **Controle de qualidade geométrica de execução de alvenaria de vedação racionalizada em bloco cerâmico:** estudo de caso com implementação de procedimentos de controle e avaliação de tolerâncias. 2008. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão de obra:** um manual de gestão de produtividade na construção civil. São Paulo, Editora Pini, 2006.

TAUIL, C. A.; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural.** São Paulo: Editora Pini, 2010.

THOMAZ, E. et al. **Código de práticas nº 01:** alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Composição Unitária da Alvenaria Racionalizada com Argamassa Industrializada

APÊNDICE B – Composição Unitária da Alvenaria Racionalizada com Argamassa Convencional (Produzida em Obra) utilizando a produtividade mensurada em obra de 5,67 m²/dia.

APÊNDICE C – Composição Unitária da Alvenaria Racionalizada com Argamassa Convencional (Produzida em Obra) utilizando a produtividade de Costa (2018) de 10,4 m²/dia.

Alvenaria com argamassa produzida em obra			Und: m²	
Mão de Obra				
Descrição	Und.	Qtd/Coef.	Preço Unit.	Preço Total
Pedreiro (elevação de alvenaria)	m²	1,0000	R\$ 7,30	R\$ 7,30
Servente	h	0,4231	R\$ 6,19	R\$ 2,62
Betoneiro	h	0,1250	R\$ 6,44	R\$ 0,81
Total Mão de Obra				R\$ 10,73
Encargos Sociais: 131,95%				R\$ 14,15
Mão de Obra com Encargos Sociais				R\$ 24,88
Material				
Descrição	Und.	Qtd/Coef.	Preço Unit.	Preço Total
Cimento - CP II 32 F OU E	kg	4,80769	R\$ 0,49	R\$ 2,34
Cal	kg	1,92308	R\$ 0,71	R\$ 1,37
Areia Média	m³	0,0208	R\$ 37,00	R\$ 0,77
Total Material				R\$ 4,47
Material + Mão de Obra				R\$ 29,35

ANEXOS

ANEXO A – FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO (MARCAÇÃO DE PRIMEIRA FIADA)

FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO							
Marcação da Primeira Fiada							
Pavimento:							
Alvenaria a ser executada:				Externa			
Equipe (Pedreiro, Servente):							
Dispositivos de medição:							
Data:				Início:		Término:	
Nº	Itens de Inspeção	Se Aplica?		Tolerância	Aprovado	Reprovado	Aprovado após Reinspeção
		Sim	Não				
01	Funcionários utilizando EPI's conforme definido ?						
02	Junta Horizontal de assentamento da 1 fiada?			3cm ± 2 mm			
02	Junta Vertical entre Blocos Cerâmicos?			1cm ± 3 mm			
03	Junta Vertical entre Bloco e Pilar?			2cm ± 2 mm			
04	Paginação da Alvenaria?						
05	Alinhamento Alvenaria ?						
06	Prumo da Alvenaria ?						
07	Distância em relação aos eixos (Esquadro)?						
08	Mestras?			1,0 cm			
09	Largura dos vãos de portas e janelas ?						
10	Transferências dos eixos para área interna?						
11	Marcação de paredes internas (encontro com externas)?						
12	Limpeza da Área?						
Avaliação final:				() A () R () LCJ			
Assinatura do executor:							
Responsável pela Inspeção:							
ATENÇÃO							
A - Processo Aprovado: processo aprovado após inspeção e reinspeção R - Processo Reprovado: processo não liberado após reinspeção LCJ - Processo Liberado sob Concessão e Justificativa: Necessita de justificativa Dispositivo de Medição: refere-se aos dispositivos de medição e monitoramento utilizados, com sua respectiva identificação (trena, prumo, esquadro, bolha e régua metálica)							
OBSERVAÇÕES / JUSTIFICATIVA							

Fonte: Documentos Administrativos da Obra (2021).

ANEXO B – FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO (ELEVAÇÃO DE ALVENARIA)

FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO							
Elevação de Alvenaria							
Pavimento:							
Alvenaria a ser executada:				Externa			
Equipe (Pedreiro, Servente):							
Dispositivos de medição:							
Data:				Início:		Término:	
Nº	Itens de Inspeção	Se Aplica?		Tolerância	Aprovado	Reprovado	Aprovado após Reinspeção
		Sim	Não				
01	Funcionários utilizando EPI's conforme definido ?						
02	Verificação da fixação da tela ?			2 pinos $\pm$ 0			
03	Junta Vertical entre Blocos Cerâmicos?			1cm $\pm$ 3 mm			
04	Junta Horizontal entre Blocos Cerâmicos?			1cm $\pm$ 0 mm			
05	Junta Vertical entre Bloco e Pilar?			2cm $\pm$ 2 mm			
06	Paginação da Alvenaria?						
07	Alinhamento Alvenaria ?						
08	Prumo da Alvenaria ?						
09	Posicionamento da Instalações Complementares ?						
10	Colocação do Eletroduto Corrugado e Chumbamento da Caixa 4 x 2?						
11	Conexões da Instalações Hidro-Sanitárias						
12	Largura e altura dos vãos de portas e janelas ?						
13	Colocação de Vergas e Contra-Vergas?						
14	Execução dos "Pilares em Alvenaria"?						
15	Execução dos "Canaletas em Alvenaria"?						
16	Ferragem dos Pilares e canaletas em Alvenaria e Janelas?						
17	Limpeza da Área?						
Avaliação final:				() A () R () LCJ			
Assinatura do executor:							
Responsável pela Inspeção:							
ATENÇÃO							
A - Processo Aprovado: processo aprovado após inspeção e reinspeção R - Processo Reprovado: processo não liberado após reinspeção LCJ - Processo Liberado sob Concessão e Justificativa: Necessita de justificativa Dispositivo de Medição: refere-se aos dispositivos de medição e monitoramento utilizados, com sua respectiva identificação (trena, prumo, esquadro, bolha e régua metálica)							
OBSERVAÇÕES / JUSTIFICATIVA							

Fonte: Documentos Administrativos da Obra (2021).

ANEXO C – FICHA DE MEDIÇÃO DE PRODUÇÃO

FICHA DE MEDIÇÃO DE PRODUÇÃO								
Elevação de Alvenaria Externa								
Dia/Data		Alvenaria Executada		Produção		Argamassa de assentamento (em sacos)	Produção Total (m²)	Consumo Argamassa (kg/m²)
		Pedreiro 1	Pedreiro 2	Pedreiro 1	Pedreiro 2			
Dia 01								
Dia 02								
Dia 03								
Dia 04								
Dia 05								
Dia 06								
Dia 07								
Dia 08								
OBSERVAÇÕES / JUSTIFICATIVA								

Fonte: Documentos Administrativos da Obra (2021).