



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

MARIANA BATISTA CASSIANO DA CUNHA

**ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DE ALVENARIA RACIONALIZADA DE
VEDAÇÃO – UM ESTUDO DE CASO EM JOÃO PESSOA/PB**

JOÃO PESSOA – PB

2019

MARIANA BATISTA CASSIANO DA CUNHA

**ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DE ALVENARIA RACIONALIZADA DE
VEDAÇÃO – UM ESTUDO DE CASO EM JOÃO PESSOA/PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal da Paraíba como um dos
requisitos para a obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientador: Prof^o Dr Clóvis Dias

JOÃO PESSOA – PB

2019

C972a Cunha, Mariana Batista Cassiano da.

Análise econômica do uso de alvenaria racionalizada de vedação - Um estudo de caso em João Pessoa/PB / Mariana Batista Cassiano da Cunha. - João Pessoa, 2019.

61 f. : il.

Orientação: Clóvis Dias.

Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Construção Civil. 2. Economia. 3. Técnicas Construtivas. 4. Racionalização. I. Dias, Clóvis. II. Título.

UFPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARIANA BATISTA CASSIANO DA CUNHA

ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DE ALVENARIA RACIONALIZADA DE
VEDAÇÃO – UM ESTUDO DE CASO EM JOÃO PESSOA/PB

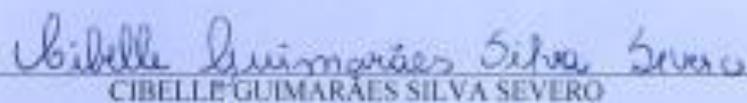
Trabalho de Conclusão de Curso em 24/09/2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:



CLOVIS DIAS

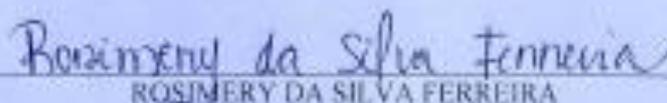
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA



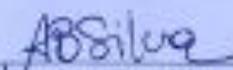
CIBELLE GUIMARÃES SILVA SEVERO
UEPB

Aprovada



ROSIMERY DA SILVA FERREIRA
IFPB

Aprovada



Prof. Andrea Brasiliano Silva

Matrícula Siape: 1549557

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico este trabalho a Deus, acima de tudo, e aos meus pais, José Heleno Cassiano da Cunha e Josefa Batista Cassiano.

AGRADECIMENTO

Enfim chegou a hora, o momento tão esperado e desesperado da minha graduação. Foram longos 7 anos, de alegria, de tristezas, de surpresas e de amizade. Foram anos de preparação e conhecimento para enfrentar tudo que está por vir de agora em diante. Começo agradecendo a Deus por ter me proporcionado a oportunidade de passar por tudo isso, por ter me permitido chegar até o fim com tranquilidade e certeza de que Engenharia Civil é o que me faz feliz.

Segundo, agradeço aos meus pais, Josefa e Heleno, por me apoiarem nessa caminhada e nunca me desampararam, por terem se sacrificado para me educar, me orientado no caminho do bem e não terem desistido de mim. Por todo amor e cuidado durante as noites acordadas que passei estudando, assim como por todas as vezes que me repreenderam me ensinado algo. Agradeço também ao meu namorado, que me apoiou durante toda caminhada, me incentivando e me segurando quando necessário, que compreendeu todas as minhas ausências e me mostrou o que significa parceria e companheirismo na realidade.

Agradeço ainda por todos os amigos que pude fazer durante a caminhada, por todos os conhecimentos partilhados, todo o apoio recebido e também as histórias que passamos. Agradeço também por todos os estágios que passei, em especial aos líderes que pude ter, onde tive a oportunidade de aprender colocando em prática os ensinamentos recebidos durante o curso, melhorando cada vez mais e conseguindo me superar a cada dia. Não menos importante, agradeço profundamente a oportunidade de passar pela melhor empresa júnior da paraíba, a PLANEJ, que foi fundamental no meu crescimento profissional e conseguiu me mostrar que a capacidade de uma pessoa independe de outras pessoas, mas sim da sua própria vontade, do seu anseio em fazer diferente, do seu desejo de fazer melhor. Lá passei por momentos puderam me transformar minha visão de mim e da minha profissão, possibilitando ver além da montanha e alcançar voos maiores e mais longos.

Por fim, agradeço a empresa que me proporcionou a oportunidade de realizar este trabalho, em especial ao engenheiro da obra que me auxiliou durante a pesquisa, me socorrendo durante os momentos de desespero e insegurança. A toda a equipe que faz parte da obra, o meu carinho por ter partilhado esse período e ter tido todo esse aprendizado.

RESUMO

A indústria da construção civil vem buscando inovar nos métodos construtivos e implantando novas tecnologias visando aumentar sua produção e conseqüentemente seu poder aquisitivo. Este trabalho tem o objetivo de analisar a viabilidade econômica da implantação do sistema de vedação racionalizada frente a alvenaria convencional por meio de um estudo de caso realizado em um edifício de múltiplos pavimentos localizado na cidade de João Pessoa/Paraíba, entendendo que fatores podem interferir na variação do custo quando comparado ao sistema de alvenaria convencional. É necessário avaliar a viabilidade dessas técnicas, pois para se manter atuante no mercado, as empresas visam sempre minimizar seus custos aliando ao ganho de produtividade, obtendo um produto com a melhor qualidade final. Foi concluído que o custo varia de acordo com a produtividade da mão de obra e o retrabalho, onde chegasse a uma economia de 15% quando comparado os dois sistemas. Portanto, o uso da alvenaria racionalizada mostrou-se viável economicamente, podendo alcançar melhores resultados com a continuação do uso e capacitação da mão de obra.

Palavras-chave: Construção civil. Economia. Técnicas construtivas. Racionalização.

ABSTRACT

The construction industry has been seeking to innovate in construction methods and implementing new technologies to increase its production and consequently its purchasing power. This paper aims to analyze the economic viability of the implementation of the streamlined fence system against conventional masonry through a case study carried out in a multi-storey building located in the city of João Pessoa / Paraíba, understanding that factors may interfere with cost variation when compared to the conventional masonry system. It is necessary to evaluate the viability of these techniques, because to remain active in the market, companies always aim to minimize their costs, combining productivity gains, obtaining a product with the best final quality. It was concluded that the cost varies according to labor productivity and rework, where savings of 15% compared to both systems. Therefore, the use of rationalized masonry proved to be economically viable and could achieve better results with the continued use and training of the workforce.

Palavras-chave: Construction. Economy. Constructive techniques. Rationalization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Índice de Confiança da Construção (dados de set/10 a jun/19)	13
Figura 2 - Elevação em Alvenaria Convencional.	17
Figura 3 - Elevação em Alvenaria Racionalizada.	19
Figura 4 - Organização da produtividade na construção civil.	22
Figura 5 - Fachada frontal idealizada em projeto.....	29
Figura 6 - Planta baixa da lâmina que demonstra a divisão dos apartamentos do pavimento tipo.	30
Figura 7 - Planta baixa do Semi-subsolo.	31
Figura 8 -Planta de modulação do apartamento 04 da Torre A. Destaque para parede 022A.	32
Figura 9 - Elevação da parede 022A.	33
Figura 10 - Fachada frontal em alvenaria sem acabamento.	34
Figura 11 - Blocos modulares de vedação com espessura de 14 cm.	35
Figura 12 - Blocos modulares de vedação com espessura de 09 cm.	35
Figura 13 - Distribuição dos pallets de tijolos no pavimento.	36
Figura 14 - Marcação da primeira fiada com corte de visualização do graute.	37
Figura 15 - Furos necessários para passagem de tubulação.	37
Figura 16 - Elevação da alvenaria com auxílio do escantilhão.....	38
Figura 17 - Execução dos eletrodutos na alvenaria.....	39
Figura 18 - Identificação das paredes 037 a esquerda e 037A a direita.	40
Figura 19 - Projeto de Elevação da parede 037.	41
Figura 20 - Gráfico comparativo das produtividades obtidas.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Contribuição da Construção Civil no PIB ao longo dos anos.....	14
Quadro 2 - Detalhamento da composição unitária da parede 037.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custos por m ² dos sistemas de vedação convencional e racionalizado.	20
Tabela 2 - Produtividade em m ² por dia de acordo com a literatura.	23
Tabela 3 - Quantidade de dias trabalhado por mês em alvenaria racionalizada.....	43
Tabela 4 - Quantidade de dias trabalhado por mês em alvenaria convencional.....	43
Tabela 5 - Quantidade em m ² de alvenaria racionalizada executada no período estudado..	44
Tabela 6 - Quantidade em m ² de alvenaria convencional executada no período estudado..	44
Tabela 7 - Produtividade média em m ² /dia para alvenaria convencional obtida no período estudado.....	45
Tabela 8 - Produtividade média em m ² /dia para alvenaria racionalizada obtida no período estudado.....	46
Tabela 9 - Cenário 1: Alvenaria Racionalizada.	47
Tabela 10 - Cenário 2: Alvenaria Convencional.	48
Tabela 11 – Cenário 3: Alvenaria Convencional adicionado o custo fixo da administração..	48
Tabela 12 - Cenário 4: Alvenaria Convencional utilizando a produtividade de literatura.....	49
Tabela 13 - Resumo dos custos obtidos nos cenários estudados.	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. JUSTIFICATIVA	14
3. OBJETIVOS	15
3.1. Objetivos Gerais	15
3.2. Objetivos Específicos.....	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1. Vedação vertical	16
4.2. Alvenaria Convencional.....	16
4.3. Alvenaria Racionalizada.....	18
4.4. Custo	20
4.5. Produtividade	21
4.6. Desperdício e perdas.....	24
5. METODOLOGIA	25
6. ESTUDO DE CASO	28
6.1. Caracterização da empresa.....	28
6.2. Caracterização do empreendimento	29
6.3. Alvenaria racionalizada.....	32
6.3.1. O projeto	32
6.3.2. Materiais necessários	33
6.3.3. Etapas de execução.....	36
6.4. Composição de custo unitário	39
7. ANÁLISE DE RESULTADOS	42
7.1. Produtividade	42
7.2. Custos	47
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICES	55
ANEXOS	58

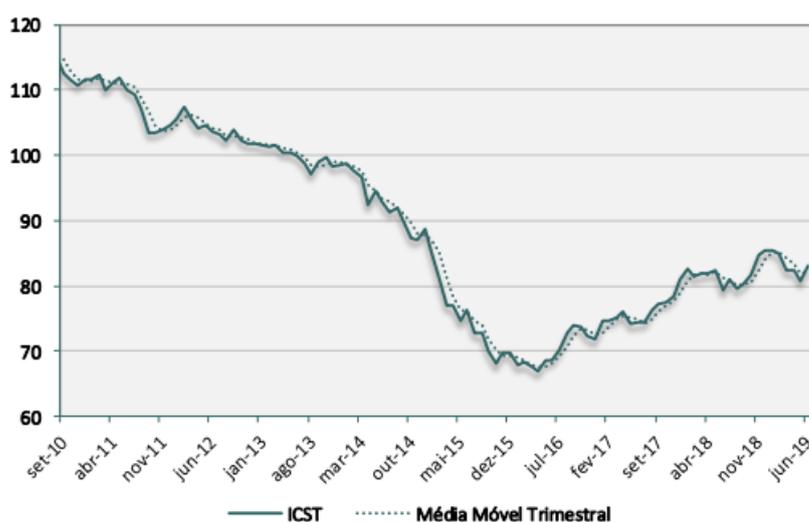
1. INTRODUÇÃO

Com a crescente urbanização e aumento populacional, é notório a necessidade de novas tecnologias que auxiliem no desenvolvimento das técnicas de execução na construção civil, aliada a grande facilidade de informações disponíveis no padrão atual de comunicação proporcionando mudanças drásticas no mercado de trabalho.

A competitividade na construção civil vem sendo cada vez mais impactada pelo movimento mais rápido da economia, tendo seu sistema produtivo constantemente alterado visando a redução de custos, aliado a qualidade do produto, a produtividade da mão de obra e a diminuição da geração de resíduos proporcionando assim sobrevivência ao mercado.

A crise que atinge o país desde 2014 tem impacto direto na construção civil que diminuiu cerca de 28% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional até 2018, quando começou a se recuperar vagarosamente (ABECIP,2019). Ela acarreta dúvidas quanto a recuperação do setor por parte da indústria da construção como pode ser visto figura 1, que representa o índice de confiança da construção, este crescente de forma tímida e moderada.

Figura 1 - Índice de Confiança da Construção (dados de set/10 a jun/19)



Fonte: Sondagem da Construção (referência jun/2019).

A política instável do país também contribui para o não fortalecimento do setor, devido aos grandes casos de corrupção e escândalos ocorridos envolvendo empreiteiras, sendo a construção civil a primeira área a sentir o impacto das recessões

advindas desses acontecimentos. O quadro 01 mostra a contribuição da construção civil ao PIB a partir do ano de 2010, nota-se que ele atingiu seu pico negativo em 2016, cerca de 10% de queda, desde então vem se recuperando, mas ainda não voltou a contribuir de forma positiva, gerando empregos e movimentando a economia.

Quadro 1 - Contribuição da Construção Civil no PIB ao longo dos anos.

Ano	Varição em volume (%)
2010	13,1
2011	8,2
2012	3,2
2013	4,5
2014	-2,1
2015	-9,0
2016	-10,0
2017*	-7,5
2018*	-2,5

Fonte: Autor (2019) adaptado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Portanto, a indústria da construção civil busca saídas por meio inserção de novos métodos de construção que possibilitem esse crescimento. Assim a integração da técnica construtiva da alvenaria racionalizada ao mercado da construção civil, formada pelo planejamento da execução da parede, contribui para que a execução seja mais eficiente, minimizando erros e retrabalho, assim como a geração de resíduos e aumentando a produtividade.

2. JUSTIFICATIVA

A alvenaria é uma etapa construtiva responsável por grande geração de desperdício de material, elevando o custo da obra, pois esta representa um valor considerável no total do orçamento de uma edificação. Dessa maneira, torna-se indispensável a implantação de procedimentos executivos que auxiliem no controle desse serviço, um desses é a racionalização.

Para Franco (1998) a racionalização proporciona a otimização do uso dos diversos recursos, como humano, material, energético, etc., por meio do conjunto de ações durante toda a fase construtiva da edificação.

[...] A racionalização da produção da vedação vertical, por sua vez, é fundamental para racionalização de todos os demais subsistemas que

compõem o edifício, propiciando diminuição de desperdícios e economia de materiais e de mão-de-obra, proporcionando o aumento da produtividade das atividades. (FRANCO, 1998, p. 15)

Portanto, a melhoria no sistema construtivo da alvenaria contribui de forma positiva para a melhor geometria da edificação e das etapas consequentes da execução (FRANCO, 1998). A alvenaria influencia diretamente na precisão dos revestimentos que serão aplicados sob ela, pois com o passar dos anos, o mercado passou a exigir um maior nível de qualidade nesse serviço proporcionando edifícios cada vez melhores.

Com o intuito de analisar o impacto causado pela substituição da alvenaria convencional pela alvenaria racionalizada em uma obra localizada na cidade de João Pessoa/PB, alguns parâmetros devem ser observados como a qualidade da mão de obra, existência de projeto para orientação do corpo técnico responsável, materiais de qualidade e ainda os equipamentos necessários para execução da elevação. Porém pode ainda não ser suficiente para um bom resultado.

É importante que seja analisado também a produtividade da mão de obra e ainda o custo de execução quando comparado com a alvenaria convencional, que é realizada por métodos tradicionais de execução, obtendo assim a variação de custo na implantação da alvenaria racionalizada.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos Gerais

Este trabalho propõe analisar os parâmetros necessários para comparação de custo na implantação da alvenaria racionalizada e da alvenaria convencional na obra objeto deste estudo de caso, contribuindo para a disseminação da técnica executiva, minimizando desperdício de material como também a rapidez da execução.

3.2. Objetivos Específicos

- Gerar parâmetros de produtividade da mão de obra da alvenaria tradicional e racionalizada;

- Identificar os fatores que interferem nos custos da vedação;
- Obter o custo da execução da alvenaria convencional e da alvenaria racionalizada;
- Comparar o uso das duas técnicas construtivas e analisa-las.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Vedação vertical

A vedação vertical é formada por características que determinam, restringem e dividem um edifício, constituindo um subsistema construtivo, que possui a função de controlar os agentes atuantes, operando ainda como isolante térmico e acústico (MARQUES, 2013).

A vedação vertical é um dos principais subsistemas que condicionam o desempenho do edifício, sendo a principal responsável por características ligadas ao conforto higro-térmico e acústico, pela segurança de utilização e frente a ações excepcionais (como por exemplo no caso de incêndios) e pelo desempenho estético que proporciona valorização do imóvel [...]. (FRANCO, 1998, p.3)

Franco (1998) também aponta que as características presentes na vedação vertical determinam a possibilidade de aparecimento eventos patológicos, tanto na alvenaria quanto no revestimento, ou em qualquer subsistema que nela esteja agregada.

Thomaz (2001) enfatiza que a alvenaria de vedação, quando esta é sua finalidade, é dimensionada para resistir ao seu peso próprio, protegendo o edifício de intempéries e agindo como divisor de ambientes tendo por finalidade segurança e conforto do sistema sendo essa a funcionalidade mais executada nas edificações.

Neste trabalho iremos nos limitar a falar de dois sistemas de vedação a alvenaria convencional e alvenaria racionalizada.

4.2. Alvenaria Convencional

Segundo Tauil e Nese (2010, p. 17), a alvenaria é definida como: “o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso”, onde essas peças são os blocos cerâmicos.

Para Cassar (2018), a alvenaria convencional com blocos cerâmicos, tanto interna quanto externa, é o sistema construtivo mais utilizado no Brasil, pois seus componentes são materiais de baixo custo, que atendem os desempenhos exigidos, são resistentes e além disso, são encontrados no mercado de forma rápida e fácil.

A alvenaria de blocos cerâmicos tem como principais vantagens como cita Souza, L. (2012): o bom isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água, boa resistência mecânica ao fogo, durabilidade, versatilidade e flexibilidade, aceitação pelo mercado e facilidade de produção. A figura 2 ilustra uma parede executada com alvenaria convencional.

Figura 2 - Elevação em Alvenaria Convencional.



Fonte: Autora (2019).

As vedações verticais, quando se fala em subsistema construtivo, são as que interagem com a maior quantidade de subsistemas, pois com ela atuam a estrutura, as instalações, impermeabilizações, entre outros. Franco (1998) afirma que o seu custo de produção quando analisado isoladamente, não é de grande impacto, porém, ao considerar todo o conjunto e interfaces que nela atuam, passa a representar normalmente o maior item no custo da produção do edifício.

A importância deste subsistema vai além do que seu custo representa no custo total da obra, uma vez que as vedações são caminho crítico da obra, determinam o potencial de racionalização da produção e determinam grande parte do desempenho do edifício, como um todo. (MARQUES, 2013, p. 4)

No tocante a execução, a obra de alvenaria convencional é constituída pelas fases de marcação da primeira fiada, elevação da alvenaria, instalação das tubulações elétricas e hidrossanitárias e por fim a aplicação do revestimento (VIANA E ALVES, 2013).

Contudo, é necessário salientar que este tipo de sistema construtivo gera retrabalho, pois o processo não é racionalizado, ocorrendo a quebra de blocos cerâmicos, além de cortes para passagem das instalações, ocasionando grandes quantidades de entulho.

Têm-se as principais desvantagens desse método construtivo:

- 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, p. 9)

Por possibilitar alterações e cortes na alvenaria, tornando seu uso mais usual, ela não detém de projeto para sua realização como também seus blocos são geometricamente menos precisos e menos resistentes fisicamente, gerando mais quebras e utilizando técnicas executivas antigas.

4.3. Alvenaria Racionalizada

A racionalização construtiva deve ter como parâmetro base ações e estudos planejados desde o início do empreendimento ainda na sua fase de concepção, podendo assim ser empregada maximizando seu resultado. (FRANCO 1998).

Racionalização construtiva é 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 todas as suas fases. (SABBATINI, 1989, p.67)

Para Franco (1998), a racionalização da vedação vertical não é constituída apenas pela substituição de equipamentos e materiais de construção tradicionais por novas técnicas e tecnologias, pois seria um fator limitante na obtenção do resultado. A figura 3 mostra uma parede de alvenaria racionalizada executada.

Figura 3 - Elevação em Alvenaria Racionalizada.



Fonte: Autora (2019).

A racionalização da alvenaria de vedação possibilita a redução de custos, aumentando a produtividade e minimiza a aparição de patologias nos sistemas esquadrias, das instalações hidrossanitárias e também nos revestimentos que juntos somam entre 20% a 40% no custo dos edifícios (LORDSLEEM JR E NEVES, 2009).

Sobre as vantagens da alvenaria racionalizada:

- Utilização de blocos de melhor qualidade, com furos na vertical para a passagem de instalações.
- Planejamento prévio da paginação da alvenaria, cada bloco está desenhado no seu devido lugar.
- Projeto da produção, projeto compatibilizando estrutura, alvenarias e demais subsistemas.
- Utilização de família de blocos com blocos compensadores para evitar a quebra de blocos na execução.
- Redução drástica do desperdício de materiais, sem quebras e sem remendos.
- Melhoria nas condições de limpeza e organização do canteiro de obras. (RODRIGUES, 2013, p.11)

A alvenaria de vedação é pensada e realizada por meio de projeto possibilitando a antecipação de interferências entre os subsistemas que ela integra, sendo resolvidos durante a etapa de projeto, segundo Costa (2018). É durante esta etapa que ocorre a compatibilização dos mesmos, corrigindo e alterando qualquer eventualidade que possa apresentar riscos durante a execução.

O autor discorre ainda sobre as desvantagens da alvenaria racionalizada, onde os dois principais pontos ressaltados por ele são o custo dos materiais quando comparados com a alvenaria convencional, como também a baixa produtividade quando a execução está em sua etapa inicial, aumentando o custo com mão de obra.

Assim, a racionalização da alvenaria provoca a necessidade do projeto de produção, planejamento e organização no processo executivo da obra, proporcionando aumento da produtividade e minimizando custos, pois já foram previstas possíveis interferências e patologias que pudessem ocorrer advindas da interação dos subsistemas, como também o retrabalho e o desperdício de materiais. (DUEÑAS PEÑA E FRANCO, 2006)

4.4. Custo

O equilíbrio entre o custo, o tempo e a qualidade proporciona as construtoras perceber e monitorar o gerenciamento da obra como também da produção, pois são fatores fundamentais para o bom andamento da execução.

A tabela 1 mostra a variação na literatura do custo do m² da alvenaria convencional e da alvenaria racionalizada. Ela permite observar que avaliando apenas o custo unitário da alvenaria, a racionalizada se mostra menos econômica que a convencional.

Tabela 1 - Custos por m² dos sistemas de vedação convencional e racionalizado.

Custo (R\$/m²)			
Alvenaria Convencional		Alvenaria Racionalizada	
45,02	Sala (2008)	80,00	Abdalla (2014)
54,01	SINAPI (cód. 89043)	88,52	Viana e Alves (2013)

Fonte: Autora (2019).

Porém, se adotada a racionalização nas vedações verticais, aliando a boa técnica de projeto e execução, pode gerar uma economia de até 30% quando comparada com a alvenaria convencional, porque demanda mão de obra especializada, mas em menor quantidade e ainda não gera retrabalho como também desperdício. (TRINDADE, 2013)

Franco (1998) por sua vez, descreve que por mais que os custos da vedação no que diz respeito ao orçamento do edifício não sejam de grande influência, quando somados dentro dos subsistemas que a alvenaria interage dentro do edifício, ele representa geralmente o item de maior valor de custo da produção.

De acordo com a Revista Construção (2001) citado por Marder (2001), as vedações verticais contribuem de forma expressiva para o custo da edificação, chegando a valores entre 6% a 10%. É constatado ainda que em relação a mão de obra, esses custos chegam próximos a 50% do total gasto.

Segundo Barros (1998) apud Dueñas Peñas e Franco (2006), quando é considerado apenas a vedação vertical, o custo varia de 3% a 6% de todo o edifício. Porém, quando os subsistemas de sua interface são considerados (estrutura, instalações, revestimentos, entre outros), o custo passa a ser em torno de 20%. Ele afirma ainda que os índices de materiais e mão de obra, assim como o de patologia, são maiores na alvenaria de vedação.

Figueró (2009) ressalta que para que a alvenaria seja segura, econômica e o mais essencial racionalizada, ela deve ser projetada, estudando sua modulação e cortes para que o custo na construção não seja elevado por retrabalho.

Outro fator relevante para o custo desordenado é a péssima produtividade advinda do mau gerenciamento das obras, no caso analisado por Souza, U. (2006), ele constatou um gasto de cerca de 200% a mais em mão de obra no que abrange a vedação vertical, estando o Brasil longe de alcançar bons resultados.

Portanto, ao analisar o custo apenas da vedação vertical, a racionalização possa não parecer fundamental, porém ao considerar as interações entre os subsistemas do edifício, ela mostra-se efetiva e indispensável. (RODRIGUES, 2013)

4.5. Produtividade

O conceito que se emprega em alta escala na construção civil sobre produtividade, é a capacidade de transformar os recursos disponíveis em produtos.

(CBIC, 2017). A figura 4 ilustra essa definição para uma edificação, onde a partir de recursos como mão de obra, material, entre outros, passados por um processo produtivo, gera o produto, no caso um edifício.

Figura 4 - Organização da produtividade na construção civil.



Fonte: CBIC (2017).

Souza, U. (2006) explica que o estudo da produtividade é importante para a economia no setor da construção civil, uma vez que seus fatores são variáveis e vão desde o caráter nômade dos canteiros de obras, a mão-de-obra de má qualidade, os salários baixos vigentes e a alta rotação dos funcionários das construtoras, sendo ele base para auxiliar a tomada de decisões por meio do sistema de informações que geraria.

Ele ainda ressalta que a produtividade seria, portanto, a eficiência (e sempre que possível, eficácia) na transformação de entradas em saídas que cumpram os objetivos do processo sendo avaliado, onde eficiência envolve a rapidez em resolver algumas coisas e a eficácia é o qual rápidas coisas ditas certas são resolvidas.

A produtividade é vista amplamente como a aquisição de um produto com uma execução maior usando a mesma quantidade de insumos disponíveis ou quando se utilizam menos recursos para alcançar a mesma produção determinada. (CBIC, 2017)

Logo, a produtividade na construção civil deve ser estudada de acordo com o recurso utilizado para produção do produto, podendo ser físico (material), financeiro (recurso monetário) ou social (esforço) (SOUZA, U. , 2006).

Marques (2003) diz que para aumentar a produtividade, a execução e a qualidade do processo construtivo, devem ser adicionados ao processo produtivo medidas de racionalização, desenvolvendo um esforço de treinamento e conscientização prévio e contínuo.

Barbosa (2011), no entanto, enfatiza que o número de ações envolvidas que não acrescentem valor ao produto faz com que a produtividade decresça proporcionalmente, conceito avesso a racionalização, onde essa propõe a realização de etapas racionalizadas, que foquem na elaboração do produto com qualidade e rapidez.

A racionalização da alvenaria visa o aumento da produtividade e a qualificação do produto. Sendo assim, busca-se um produto de melhor qualidade, executado de forma mais produtiva, visando a redução dos custos diretos e indiretos associados a este processo no sistema construtivo. (RODRIGUES, 2013, p. 19)

A produtividade na alvenaria de vedação racionalizada é bastante variável, depende de diversos fatores como método de execução, geometria da modulação e arquitetura, equipamentos disponíveis, entre outros. Por isso, a produtividade da mão de obra é quem determina o andamento do trabalho, auxiliando no planejamento de consumo de insumos, tempo, avaliação do método construtivo, gerando índices para a própria empresa. (CARRARO, 1998).

Rodrigues (2013) exemplifica que na execução da vedação vertical em sua fase inicial, os profissionais possuem menor produção devido a adaptação, onde eles começam a ser familiarizados com os projetos de alvenaria e precisam de auxílio e fiscalização constante. Ele ainda destaca que:

É interessante destacar a necessidade da definição de uma equipe fixa a uma determinada área de atuação deste serviço. Isto porque devido à repetição do projeto de alvenaria nos pavimentos tipo, o profissional pode gerar ganho na produtividade do serviço, já que absorve o conhecimento do projeto e da metodologia construtiva desta área em questão. Gerando assim, uma rotina que agrega no ganho de produtividade e qualidade do serviço, pois o profissional irá repetir a mesma alvenaria algumas vezes [...]. (RODRIGUES, 2013, p. 19)

A tabela 2 mostra a produtividade por metro quadrado encontrada na literatura, comparando a alvenaria racionalizada com a alvenaria convencional.

Tabela 2 - Produtividade em m² por dia de acordo com a literatura.

PRODUTIVIDADE (m²/dia)			
Alvenaria Convencional		Alvenaria Racionalizada	
15,00	Sala (2008)	10,40	Costa (2018)

24,72	Maggi, Santos e Barbosa (2008)	7,08	Trindade (2013)
-------	-----------------------------------	------	-----------------

Fonte: Autora (2019).

Costa (2018) explica essa diferença da produtividade no ganho de tempo de serviço, ou seja, ao passo que um profissional tem maior produtividade para executar a alvenaria convencional, essa não conta com as instalações e ainda passará por um processo de retrabalho, aumentando seus custos; no passo que alvenaria racionalizada não gera custo extra nem desperdício de materiais, permitindo as etapas seguintes da obra.

4.6. Desperdício e perdas

O conceito de perda é associado, quando se fala em construção civil, aos desperdícios de materiais, porém ela vai através desse termo e precisam ser entendidas como toda e qualquer falta de eficiência que gere faltas em equipamentos, materiais, mão de obra e capital, ou seja, qualquer quantidade excedente de recurso que não seja necessário para a geração da edificação. (FORMOSO, 1996 apud VAZ, 2014)

Souza, U. (2005) estipula uma perda física de aproximadamente 25% e afirma também que haverá perda de material sempre que este for utilizado em quantidade superior a necessária.

No tocante a vedação vertical, Franco (1998) assegura que é nesta etapa e nos revestimentos que ocorrem a maior quantidade de material desperdiçado, incluindo aqui mão de obra empregada. Segundo Lordsleem e Neves (2009), no processo construtivo brasileiro, tradicionalmente são utilizadas paredes de alvenaria como elementos de vedação, sendo responsáveis pela geração de 15 a 20% do desperdício em obras de construção de edifícios.

A etapa da construção que gera maior desperdício de recursos de uma obra é a alvenaria, mostrando que devem-se tomar decisões eficientes para minimizar e monitorá-los, medidas que podem gerar índices importantes em relação aos custos (FIGUERÓ, 2009)

Segundo Santos, *et al.* (2015), a alvenaria deve ter um projeto de produção e este deve definir quais elementos devem fazer parte do sistema de vedação, indicando tipos e características, se o bloco será cerâmico ou de concreto e ainda a

especificar a família dos blocos juntamente com seus compensadores, evitando quebra durante a execução devido a modulação.

Desse modo, Fraga (2006) enfatiza que o projeto é um componente de extrema importância e necessidade para a produção da alvenaria, sendo necessário ainda para a compatibilização e enfoca que o projeto para produção de alvenaria é um elemento efetivo para a compatibilização e adaptação com os demais projetos complementares, favorecendo o constante conhecimento dos dados necessários ao processo de elaboração e concepção.

Ainda segundo esse autor, o desperdício de recursos acontece desde os fornecedores, durante o projeto (quando este não é pensado de forma a obter as melhores soluções), na compra e no transporte, passando pela admissão e armazenamento na obra, durante a execução das etapas construtivas quando necessita de reparos ou correções, chegando a fase de manutenção da obra durante sua pós-ocupação. Ele verificou ainda que esse desperdício pode chegar a cerca de 13% apenas na vedação vertical.

Lobato (2012) diz que todas as atividades que ocorrem desde o início até o término de uma obra, são realizadas com alto índice de desperdício, causado por fatores como a falta de definição do sistema construtivo com antecedência, ausência de planejamento, mão de obra desqualificada, material e logística inadequados, dentre outros.

Os resíduos de construção civil descartados pelas obras podem ser fontes de matéria-prima que não são aproveitadas, podendo gerar problemas estéticos, ambientais e até de saúde pública, pois representam cerca de 61% dos resíduos sólidos gerados no Brasil (BRASIL, 2010).

Para Lobato (2012), o desperdício de recursos que ocorre nas obras deve ser visto como vetor social e ambiental, pois o material é usado na maioria dos casos, sem planejamento e controle de perdas e de armazenamento após seu uso, ocasionando carência dos recursos naturais, aumentando os custos.

5. METODOLOGIA

Neste tópico será explanado sobre os métodos utilizados para a realização da pesquisa aqui realizada. Primeiro será realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os

temas aqui abordados. Em seguida, esse trabalho utiliza a metodologia exploratória por meio de um estudo de caso que propõe avaliar o custo da aplicação da alvenaria racionalizada e da alvenaria convencional em um mesmo empreendimento, analisando quais fatores são decisivos no valor final gerado.

São utilizados os seguintes meios como instrumentos de pesquisas:

- Análise de documentação da empresa (projetos, diários de obra, procedimentos de execução e fiscalização, memorial descritivo, entre outros);
- Coleta de dados no canteiro de obras;
- Observações da autora.

Por meio do diário de obras, documento que relata o andamento dos serviços de alvenaria (ver Anexo B) é possível acompanhar e obter quais paredes foram executadas por cada profissional e então calcular a sua produtividade. Esse documento permitiu acompanhar os serviços de alvenaria racionalizada, convencional e ainda do seu retrabalho.

Para o cálculo do custo da vedação da obra foi considerado apenas o pavimento tipo, pois por própria escolha da construtora, os pavimentos térreo e cobertura serão de alvenaria convencional. Isso se deve ao fato de que ao longo dos 9 pavimentos tipo há a repetição das paredes, o que não ocorre no térreo ou cobertura, causando um valor extra no projeto que foi descartado.

Neste empreendimento, que possui 72 unidades, existe o projeto padrão para os 4 tipos de unidades. Contudo, para as unidades reformadas que possuem altas quantidades de mudanças, principalmente elétricas e hidrossanitárias, a empresa decidiu realizar a execução dessas unidades em alvenaria convencional, pois assim como o térreo e a cobertura acarretariam um custo extra ao projeto padrão. Além disso, seriam projetos únicos para cada unidade que dependeriam dos projetos de reformas entregues pelos clientes, podendo a vir atrasar a entrega da etapa de vedação.

As composições unitárias de cada serviço foram realizadas de acordo com as quantidades obtidos da observação da autora como também dos dados obtidos no canteiro. Os preços para necessários foram obtidos através do Sienge, software utilizado pela empresa para compra de suprimentos. Com ressalva apenas da quantidade da argamassa utilizada para vedação dos dois tipos aqui estudados, pois

não foi possível sua obtenção e foram retiradas do SINAPI - jul/2019, com código para identificação de 87292.

A produtividade da mão de obra relativa ao retrabalho foi calculada na própria obra, de acordo com a necessidade de execução. São duas equipes compostas por 1 pedreiro e 1 servente cada, sendo uma para instalações elétricas e outra para instalações hidrossanitárias. Foi definido então o sistema de pacote por apartamento, ou seja, a produtividade de cada equipe seria pela execução das instalações de cada unidade, sendo 1 unidade por dia para a equipe de instalações hidrossanitárias e 1 unidade a cada 1,5 dias para a equipe de elétrica, pois essa possui mais cortes devido a maior quantidade de pontos.

Além disso, durante o cálculo da produtividade, foi considerado a carga horária de 8,8 horas por dia, pois o regime da construção civil trabalha com 44 horas semanais, sendo de segunda a quinta 9 horas/dia e na sexta 8 horas/dia.

No caso da marcação da primeira fiada, como ela já estava em fase de finalização no início desse estudo de caso, foi considerado o valor obtido por Costa (2018) de 29,41 m²/dia.

Para a análise dos custos, foi definido que a produtividade levada em consideração nos cálculos é a real calculada em obra, com exceção do cenário 4, os custos dos insumos obtidos unitários e por meio de composição também são obtidos no canteiro, assim como os valores de mão de obra utilizados para fins de obtenção do custo final.

Foram então considerados 4 cenários sendo:

- Cenário 1: Toda a obra obedece ao projeto padrão, sem nenhuma interferência de clientes ou mudanças de reformas, ou seja, toda a área de alvenaria será considerada racionalizada calculada com a produtividade alcançada em obra;
- Cenário 2: Toda a obra é realizada com alvenaria convencional, sem o uso de alvenaria racionalizada, com a produtividade obtida em obra;
- Cenário 3: Toda a obra é feita em alvenaria convencional com a produtividade calculada em obra, porém neste cenário foi incluído o custo fixo da administração no período acrescido de tempo pela diminuição da produtividade e retrabalho.

- Cenário 4: Será considerada a mesma situação do cenário 3, porém a produtividade utilizada será a maior obtida em literatura, presente na tabela 2 por Maggi, Santos e Barbosa (2008) de 24,72 m²/dia.

Em cada cenário foi realizado a composição de cada item necessário para a realização da etapa estudada, sendo os dois últimos alterando apenas as variáveis externas aos insumos.

Com base na coleta de dados, serão feitas análises de custo e produtividade da mão de obra das duas técnicas empregadas, de modo a entender a mais viável e compensatória para o fim empregado, identificando as mudanças necessárias para um melhor aproveitamento da técnica de alvenaria racionalizada.

6. ESTUDO DE CASO

6.1. Caracterização da empresa

A empresa objeto de estudo desse trabalho é uma construtora com sede em João Pessoa/PB. Possui 19 anos de atuação no mercado da construção civil, realizando empreendimentos residenciais e comerciais de diferentes proporções, além da comercialização de bens e imóveis. Gera cerca de 200 empregos diretos, sendo caracterizada como porte médio.

Além de construtora e incorporadora, ou seja, é responsável por toda a parte de avaliação junto ao cartório, avaliação do empreendimento, desenvolvimento dos projetos necessários, comercialização das unidades e contratação da construtora.

Atualmente possui 12 empreendimentos concluídos, dentre comerciais e residenciais de médio e grande porte, e está com 3 edifícios em construção, 1 comercial e 2 residenciais, porém nesse estudo foi considerado apenas um edifício residencial.

Ao passar dos anos, ela passou a ter uma variedade nos seus investimentos, onde passou a investir em empreendimentos de alto poder de valorização, com alto padrão de qualidade, buscando sempre novas tecnologias que possibilitem um projeto sustentável causando menor impacto ao meio ambiente, sendo um dos seus carros chaves no marketing da empresa.

6.2. Caracterização do empreendimento

A obra escopo desse trabalho é caracterizada como residencial e localiza-se no bairro Jardim Oceania em João Pessoa/PB. Sua construção é realizada pelo uso prioritário de alvenaria racionalizada e atualmente encontra-se com esta etapa finalizada.

A execução da fachada e o início dos acabamentos são as fases atuais em andamento. Iniciou em agosto de 2016 e sua previsão de termino é em agosto de 2021, totalizando 5 anos de fase construtiva. A figura 5 ilustra o modelo proposto para a fachada principal.

Figura 5 - Fachada frontal idealizada em projeto.



Fonte: Site da empresa (2019).

A obra está localizada em um terreno que possui cerca de 3360,00 m². É constituída por duas torres, A e B, por 1 semi subsolo, pavimento térreo, 9 pavimentos tipo e cobertura.

O pavimento tipo possui 8 unidades de apartamento tipo, sendo 4 unidades em cada torre, totalizando 72 unidades. Eles variam em 4 tipos, que vão desde 98,31 m² até 131,53 m² e são nomeados com terminações que vão do 01 ao 04. As unidades

com final 01 e 04 são as maiores em área possuindo 3 suítes, sendo uma reversível, varanda gourmet, sala de estar, área de serviço e cozinha; já as unidades com final 02 e 03 são as menores e sua variação é no número de suítes, esta possui apenas 2, sendo uma reversível.

Além disso, o pavimento tipo conta 2 elevadores sociais e 1 escada para cada torre, além de shafts, hall de circulação e áreas técnicas para uso das instalações. A figura 6 mostra a lâmina do pavimento tipo onde a Torre A está na posição vertical e as unidades são nomeadas de cima para baixo: 01, 02, 03 e 04 e a Torre B está na posição horizontal, nomeada da esquerda para a direita: 01, 02, 03 e 04, com destaque em layout para as unidades com área menor, 02 e 03.

Figura 6 - Planta baixa da lâmina que demonstra a divisão dos apartamentos do pavimento tipo.



Fonte: Site da empresa (2019).

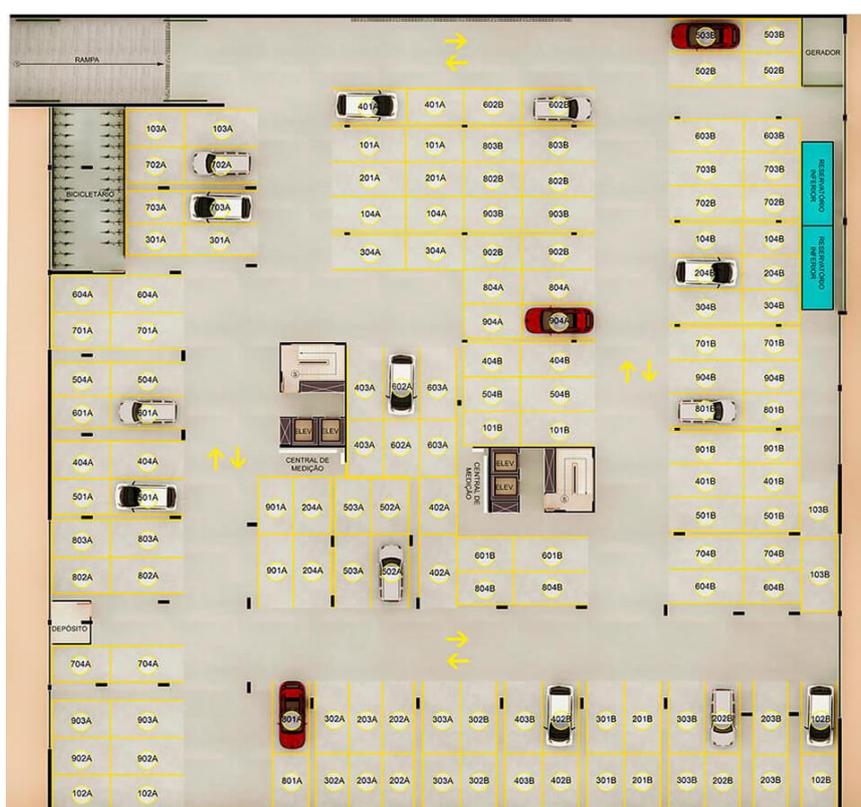
O pavimento térreo conta com toda a área de lazer, formada por piscina adulto e infantil, deck molhado, quadra de esportes, salão de festas, academia, brinquedoteca, espaço gourmet e sala de leitura. Possui também casa de lixo e gás,

banheiros acessíveis, rampas de acesso e guarita na entrada com célula de segurança.

A cobertura não tem uso privativo e possui a casa de máquinas, os reservatórios superiores de água e a laje impermeabilizada.

O semi subsolo conta com 2 vagas de garagem para cada unidade no sistema duplo confinado, totalizando 144 vagas. Possui ainda 30 vagas no bicicletário, rampa de acesso, 2 elevadores por torre mais 1 escada e ainda reservatório inferior de água. A figura 7 mostra o sistema das vagas do edifício.

Figura 7 - Planta baixa do Semi-subsolo.



Fonte: Site da empresa (2019).

No caso específico desse empreendimento, foi decidido o uso de alvenaria racionalizada em toda a alvenaria de periferia, assim como nas divisórias dos apartamentos e também naqueles apartamentos nomeados padrão, que seguem a planta original proposta pelo projeto da construtora. Os apartamentos que houveram alguma mudança brusca em layout ou instalações, foram feitos em alvenaria convencional, pois teria que ser feito um projeto de alvenaria racionalizada para cada unidade e sairia muito oneroso para a empresa. Também foram nessas unidades que

foi possível haver a medição da produtividade da alvenaria convencional para efeito de uso e custo.

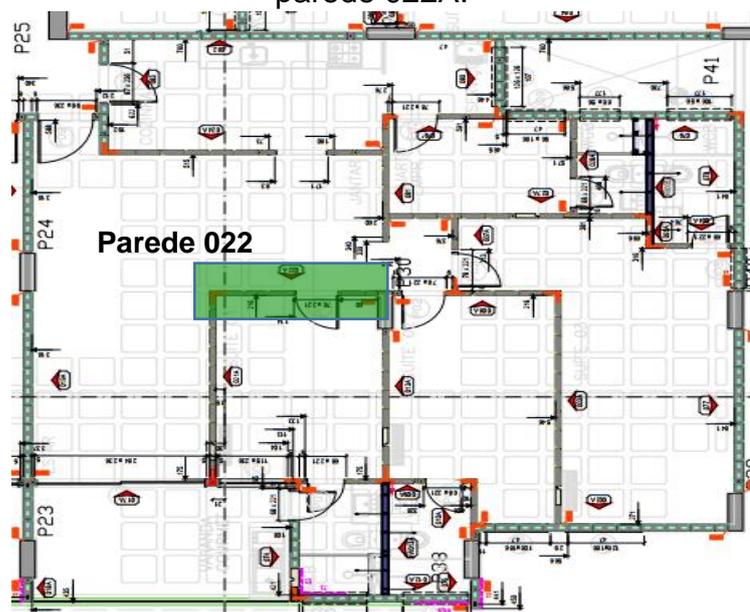
6.3. Alvenaria racionalizada

6.3.1. O projeto

A alvenaria racionalizada é utilizada para que haja maior produtividade no processo de produção, pois ela é projetada para que todas as interferências sejam previstas e solucionadas ainda na etapa de projeto, por meio da compatibilização, minimizando riscos de imprevisto, custos e desperdícios. Ela descreve e detalha cada parede e especificação necessária para a sua correta execução.

O projeto é composto pelas plantas baixas de modulação, que indicam a marcação de primeira fiada de toda a alvenaria do edifício, com os eixos de referência, identificação das paredes e ainda o tipo de amarração entre elas, faz parte também a planta de furação dos pontos que devem ser furados na laje para passagem de tubulação e irão interferir na vedação. Juntamente com os projetos, vem o caderno de paredes, que mostra a elevação de cada uma e seus detalhes construtivos. A figura 8 exemplifica a planta de primeira fiada do apartamento 04 da Torre A, ressaltando parede 022A.

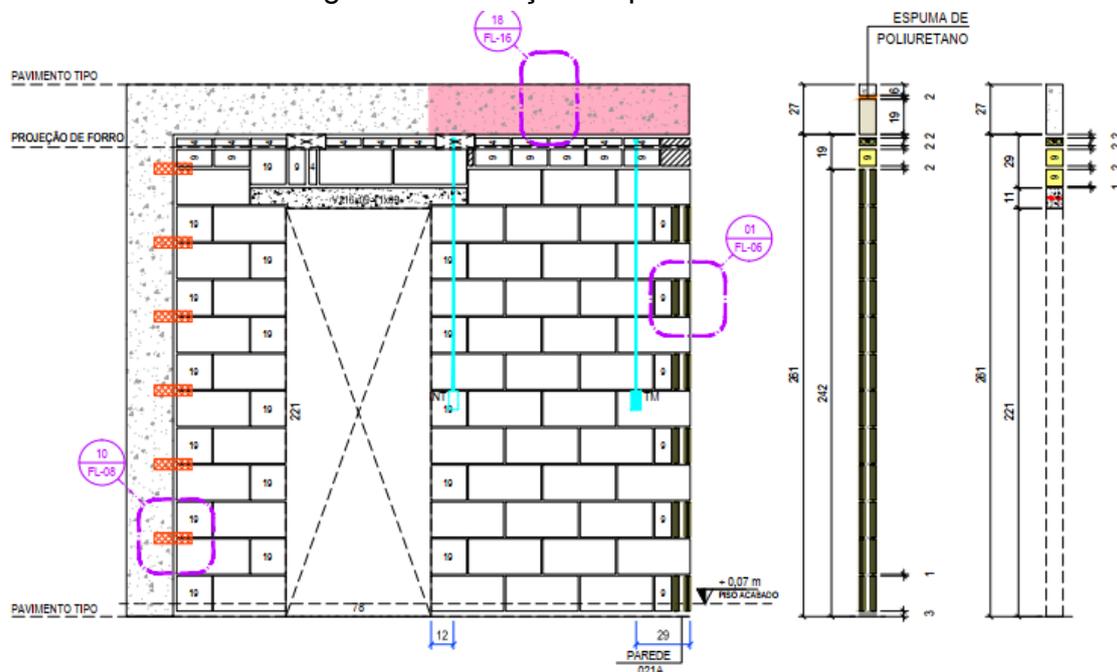
Figura 8 -Planta de modulação do apartamento 04 da Torre A. Destaque para parede 022A.



Fonte: Projeto de vedação da obra.

A figura 9 mostra a elevação da parede 022A em destaque na figura 8, nela podemos observar o detalhamento com identificação dos tijolos, portas, vergas, amarrações, instalações elétricas, entre outros. O Anexo A mostra a parede

Figura 9 - Elevação da parede 022A.



Fonte: Projeto de vedação da obra.

São 4933,72 m² de área de alvenaria de vedação de periferia, dita externa pois são as que compõem a fachada e divisão entre apartamentos, e 4467,11 m² de alvenaria interna, que divide os ambientes dos apartamentos, totalizando 9400,83 m² de vedação vertical no pavimento tipo. A figura 10 mostra a alvenaria externa na fachada frontal sem acabamento.

6.3.2. Materiais necessários

Além de mão de obra, são necessários os insumos abaixo relacionados:

- i. Blocos cerâmicos de vedação racionalizados de 14x19x39 cm, 14x19x19 cm, 14x19x9 cm e 14x19x4 cm para paredes externas, 9x19x39 cm, 9x19x19 cm, 9x19x9 cm e 9x19x4 cm para as paredes internas (ver figuras 11 e 12, respectivamente)
- ii. Blocos cerâmicos tipo canaleta 14x19x29 cm;
- iii. Argamassa composta de cimento e massa branca (cal e areia) no traço de 1:6;
- iv. Vergas e contra vergas

- v. Telas metálicas para amarração de 7 e 12 cm;
- vi. Barras de aço CA-50 de Ø10.0 mm;
- vii. Pinos metálicos para fixação das telas juntamente com a ferramenta de fixação a base de pólvora;
- viii. Brita 0;
- ix. Eletroduto corrugado flexível;
- x. Blocos de vermiculita para fechamento de cubetas;
- xi. Escantilhão;
- xii. Colher de pedreiro;
- xiii. Nível de bolha;
- xiv. Trena;
- xv. Régua de Alumínio
- xvi. Prumo de parede;
- xvii. Linha;

Figura 10 - Fachada frontal em alvenaria sem acabamento.



Fonte: Site da empresa (2019).

A figura 11 mostra os blocos de espessura 14 cm, da esquerda para direita: os blocos 14x19x4 cm (compensador), 14x19x9 cm, 14x19x19 cm e 14x19x39cm.

Observe que os blocos possuem vazios no sentido vertical da elevação que servem para passagem de instalações.

Figura 11 - Blocos modulares de vedação com espessura de 14 cm.



Fonte: Autora (2019).

A figura 12 mostra os blocos de espessura 9 cm, da esquerda para direita: os blocos 9x19x39 cm 9x19x19 cm, 9x19x9 cm e 9x19x4cm (compensador).

Figura 12 - Blocos modulares de vedação com espessura de 09 cm.



Fonte: Autora (2019).

O armazenamento dos materiais é feito no almoxarifado da obra, com exceção dos blocos, contra vergas e o material para argamassa, a estocagem é localizada no semi subsolo e eles são distribuídos nos pavimentos de acordo com a necessidade de uso. A figura 13 mostra a distribuição dos blocos nos pavimentos, sempre sob palets e resguardados de insolação e umidade.

O transporte é realizado por meio do carrinho de transporte, com auxílio do elevador cremalheira, que é indicado para o serviço por ser dimensionado nas dimensões dos palets padrões (ver figura 13).

Figura 13 - Distribuição dos pallets de tijolos no pavimento.



Fonte: Autora (2019).

6.3.3. Etapas de execução

i. Marcação da primeira fiada

É necessário que o local esteja limpo e que os eixos de referência estejam locados. A partir de então, de acordo com o projeto, é seguido as cotas de marcação para assentar a primeira fiada da elevação. É importante salientar que a junta de assentamento que está diretamente em contato com o solo, no caso a laje, deve ser de no mínimo 2 cm, para regularização da mesma respeitando o limite mínimo de juntas de 1cm. Outro ponto que merece destaque é que em paredes que necessitam de fixação por chumbamento de graute, durante a marcação já é deixada a espera para a elevação (ver figura 14), assim como os furos necessários para passagens de tubulações já são executados (ver figura 15).

Figura 14 - Marcação da primeira fiada com corte de visualização do graute.



Fonte: Autora (2019).

Figura 15 - Furos necessários para passagem de tubulação.



Fonte: Autora (2019).

ii. Elevação da alvenaria

Após a marcação da primeira fiada, dá-se início a elevação da alvenaria, que deve ser seguida também de acordo com a elevação fornecida no projeto. Com auxílio do escantilhão, o profissional vai seguindo o detalhe da elevação da parede, respeitando a locação dos blocos, a família de espessura (9 ou 14 cm) e a juntas de argamassa detalhadas em projeto. A figura 16 mostra a elevação da alvenaria das paredes 090 e 088.

Nesta etapa, é realizado a colocação dos eletrodutos nas paredes e corte das caixas elétricas, assim como toda a parte hidráulica prevista em projeto (ver figura 17).

No caso dessa obra em específico, pela dificuldade de confecção dos blocos de concreto para o acesso das tubulações nas paredes, em conversa com o projetista, foi acordado que esses blocos seriam cerâmicos convencionais que proporcionam o corte com a serra de mão, nas dimensões previstas em projeto. A figura 17 mostra os blocos usados para passagem da tubulação.

Figura 16 - Elevação da alvenaria com auxílio do escantilhão.



Fonte: Autora (2019).

Figura 17 - Execução dos eletrodutos na alvenaria.



Fonte: Autora (2019).

As vergas e contravergas são confeccionadas na própria obra, por um único pedreiro que possui o detalhamento de cada tipo, a quantidade e a parede que fazia parte. Esse mesmo profissional era responsável pelo corte dos blocos, e a fabricação dos blocos de vermiculita (agregado para concreto leve) necessários para o fechamento dos vazios das cubetas.

As tubulações hidrossanitárias não são executadas junto com a elevação da alvenaria, como ocorre na maioria das obras que utilizam alvenaria racionalizada, elas serão realizadas em etapa posterior a elevação, por um encanador, nos cortes previstos em projeto.

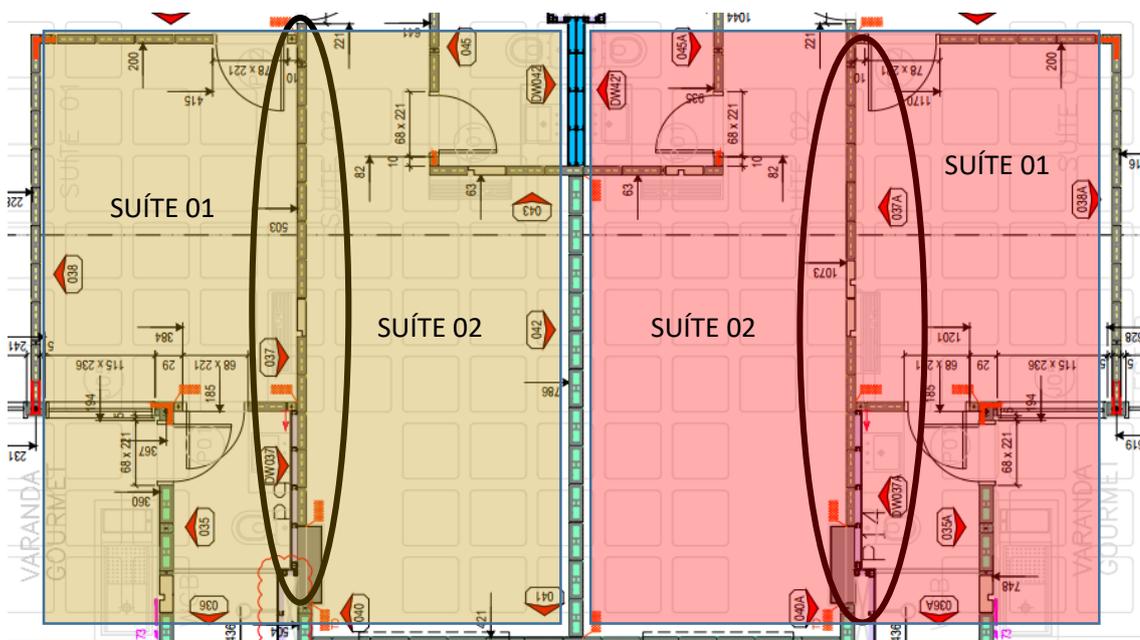
6.4. Composição de custo unitário

Como mencionado no item 6.2 caracterização do empreendimento, a obra possui 9400,83 m² de alvenaria racionalizada, sendo 4933,72 m² de alvenaria com espessura de 14 cm e 4467,11 m² de alvenaria de 9 cm. Elas possuem o mesmo modo

de execução, porém nesse caso alguns itens são específicos para a alvenaria de 14 cm, como é o caso do murfor (treliça plana em aço para estabilidade da parede) e dos blocos tipo canaleta.

Cada parede possui um detalhamento específico, de acordo com as necessidades encontradas em projeto. Na obra em estudo, no pavimento tipo, existem no total de 179 tipos de parede, sua nomenclatura varia com sua disposição na torre ou na semelhança com outra. Por exemplo, a parede 037 é divisória de duas suítes no apartamento 02 da torre A, destacado em amarelo, e a 037A também é divisória de duas suítes, porém no apartamento 03 da mesma torre destacado em vermelho, elas possuem o mesmo detalhamento, contudo estão em posições distintas.

Figura 18 - Identificação das paredes 037 a esquerda e 037A a direita.



Fonte: Autora (2019) adaptado do projeto de vedação da obra.

A figura 18 mostra as duas paredes em destaque, a esquerda a 037 e a direita a 037A. A parede 042 na cor verde, no centro da figura, entre as duas é a divisória dos dois apartamentos. A figura 19 mostra o projeto de elevação da parede 037.

Foi feito o levantamento dos itens necessários para a execução de cada parede, de acordo com o projeto, como mostra o quadro 02 para a parede 037. Para melhor identificação dos itens, ver Anexo A.

Bem como os insumos, a mão de obra envolvida nos serviços foi medida, calculada sua produtividade por meio dos diários de alvenaria onde descrevem a duração da execução de cada parede de vedação. Ainda foram considerados os encargos pagos pela construtora sobre a mão de obra no valor de 131,59% do valor do serviço, como também o Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) de 17%, chegando ao valor de 148,59%.

7. ANÁLISE DE RESULTADOS

7.1. Produtividade

Costa (2018) para esta mesma obra objeto desse estudo, calculou a produtividade de elevação de alvenaria de periferia e chegou ao resultado de 10,4 m²/dia no 6° e último mês de sua contagem. Assim como na alvenaria externa, na alvenaria interna as equipes são formadas por 2 pedreiros e 1 servente, variando de quantidade de equipes de acordo com a necessidade da obra. Elas são organizadas de forma que as elevações tentem ao máximo não entrar em conflito ou seja, elas são alocadas em apartamentos diferentes para que nenhuma equipe interfira na produtividade de outra.

O autor ainda calculou a produtividade da equipe de marcação da primeira fiada, composta por 1 pedreiro e 1 servente e obteve um resultado de 29,41 m²/dia.

Contudo, foi necessário a conferência do resultado obtido por Costa (2018), pois foi considerado apenas a alvenaria externa em seu cálculo. Foi então estudado a produtividade dos últimos 6 meses, de janeiro de 2019 a julho de 2019, sendo considerado apenas os dias efetivos trabalhados em alvenaria interna, pois em alguns períodos os pedreiros tiveram que se ausentar para outras necessidades dentro da própria obra.

A tabela 3 mostra os dias em que os pedreiros estiveram trabalhando efetivamente em serviço de alvenaria racionalizada comparando com a quantidade de dias trabalhados do mês.

Tabela 3 - Quantidade de dias trabalhado por mês em alvenaria racionalizada.

Dias trabalhados em alvenaria racionalizada														
Pedreiro	jan/19		fev/19		mar/19		abr/19		mai/19		jun/19		jul/19	
1		10		19		17,5		0		0		0	0	
2		11		4		0		0		0		0	0	
3		11		11		18,5		13,5		17,5		11,5	12,5	
4	11	6	19	16	20	8,5	21	10	21	3	23	12,5	19	10
5		11		8		17		12,5		18		13,5		13
6		0		0		19		15		19		4		11
7		0		0		16		7		18		15,5		8,5

Fonte: Autora (2019).

Foi calculada do mesmo modo a produtividade da alvenaria convencional, considerando a mesma formação de equipe e quantitativo de funcionários. Os apartamentos que houve modificação a pedido do cliente foram elevados com alvenaria convencional, devido a praticidade de execução, sendo possível calcular a produtividade dentro da mesma obra com os mesmos profissionais.

A tabela 4 demonstra os dias em que os profissionais estiveram em atividade de alvenaria convencional, em comparativo com os dias trabalhados durante o mês.

Tabela 4 - Quantidade de dias trabalhado por mês em alvenaria convencional.

Dias trabalhados em alvenaria convencional														
Pedreiro	jan/19		fev/19		mar/19		abr/19		mai/19		jun/19		jul/19	
1		0		0		0		0		0		0	0	
2		0		0		0		0		0		0	0	
3		0		0		0		0		0		5	7,5	
4	11	5	19	0	20	7,5	21	6	21	0	23	4	19	10
5		0		0		2,5		3,5		0		4		7
6		0		0		0		0		0		0		5,5
7		0		0		3		6,5		0		0		10

Fonte: Autora (2019).

Observe que a soma dos dias trabalhados por cada profissional no mês nas duas alvenarias, pois em alguns casos eles trabalharam nos dois tipos no mesmo mês, difere da quantidade de dias trabalhando no total. Isso é explicado pelo fato de que quase todos em pelo menos um dia do mês fez algum outro serviço distinto da alvenaria. Nos casos do pedreiro 1 e 2, a ausência deles nos meses de abril a julho é explicada porque eles saíram totalmente da elevação da alvenaria, mas sua produção

foi contada durante os meses que antecederam a saída. Já os pedreiros 5 e 6 começaram na empresa no mês de março de 2019.

Como pode ser visto nas tabelas 5 e 6, a produção varia consideravelmente por mês por fatores externos a alvenaria em sua maioria. A alvenaria racionalizada mantém maior constância em relação a vedação convencional pois, esta última está presente em exceções como nos casos de reformas.

Tabela 5 - Quantidade em m² de alvenaria racionalizada executada no período estudado.

Área executada em m ² de alvenaria racionalizada							
Pedreiro	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19
1	107,59	201,58	209,05	0	0	0	0
2	154,94	73,91	0	0	0	0	0
3	109,76	128,22	230,65	99,52	112,53	166,35	145,52
4	78,85	198,32	111,84	82,65	29,61	169,3	123,37
5	101,29	95,66	158,25	84,88	109,33	158,84	150,25
6	0	0	152,24	102,98	108,28	48,95	135,97
7	0	0	174,92	75,89	112,95	139,63	94,18

Fonte: Autora (2019).

Tabela 6 - Quantidade em m² de alvenaria convencional executada no período estudado.

Área executada em m ² de alvenaria convencional							
Pedreiro	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	23,5	0	0	0	0	0
3	0	81,25	0	0	0	33,93	61,82
4	52,01	22,05	101,77	48,39	0	37,91	92,06
5	0	58,48	38,42	25,09	0	30,27	62,68
6	0	0	0	0	0	0	51
7	0	0	35,96	47,43	0	0	60,59

Fonte: Autora (2019).

A empresa possui cronograma de serviços e acompanhamento das atividades executadas, sendo essa variação possível de ser realizada sem acarretar danos ao prazo da obra, apesar de ser um dos caminhos críticos, a alvenaria é controlada e acompanhada pela equipe administrativa para que a diferença de produção ao longo dos meses trabalhe dentro do intervalo aceitável de serviço.

É importante salientar que o mês de maio foi um mês atípico na produção de vedação na obra, pois grande parte da equipe foi deslocada para a execução do serviço de drenagem, ocasionando uma perda de produção de alvenaria racionalizada, mês de menor produção. Esse mês foi desconsiderado do cálculo da alvenaria tradicional porque não houve produção da mesma durante o período.

Analisar a produtividade obtida da produção realizada pelas equipes de elevação de alvenaria é de extrema importância para a empresa, já que ela muitas vezes é determinante na decisão de qual sistema de vedação será adotado. A alvenaria racionalizada é tida como onerosa e improdutiva quando comparada a convencional, além do custo com elaboração de projeto, treinamento da equipe para correta execução e fiscalização durante as etapas exigidas.

Tabela 7 - Produtividade média em m²/dia para alvenaria convencional obtida no período estudado.

PRODUTIVIDADE MÉDIA CONVENCIONAL (m ² /dia)					
jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	Jun/19	jul/19
10,40	9,75	13,55	7,56	7,85	8,20

Fonte: Autora (2019).

Na tabela 7 temos a produtividade de cada mês para a alvenaria convencional. Como mencionado anteriormente, a produtividade varia muito com a demanda de alvenaria convencional. O mês de março por exemplo, houve um pico de produção de 13,55 m²/dia, onde o pedreiro 04 executou 101,77 m² de alvenaria em 7,5 dias causado por paredes de fácil execução, sem muitos detalhes; já no mês de junho o pedreiro 03 realizou no mesmo período de tempo 61,82 m², porém a produtividade tende a manter uma constância de atividade.

Quando o resultado obtido nesse estudo de caso é comparado ao encontrado na literatura presente na Tabela 2, onde para Sala (2008) é de 15,00 m²/dia e Maggi, Santos e Barbosa (2008) passa a ser 24,72 m²/dia, encontra-se uma diferença substancial entre os valores. Isso se dá por conta da demanda de produção da alvenaria. Como na obra objeto desse estudo a alvenaria tornou-se mista por conta das reformas, a demanda é bastante variada, não sendo tão constante como em obras que se ativeram a aplicar apenas alvenaria convencional.

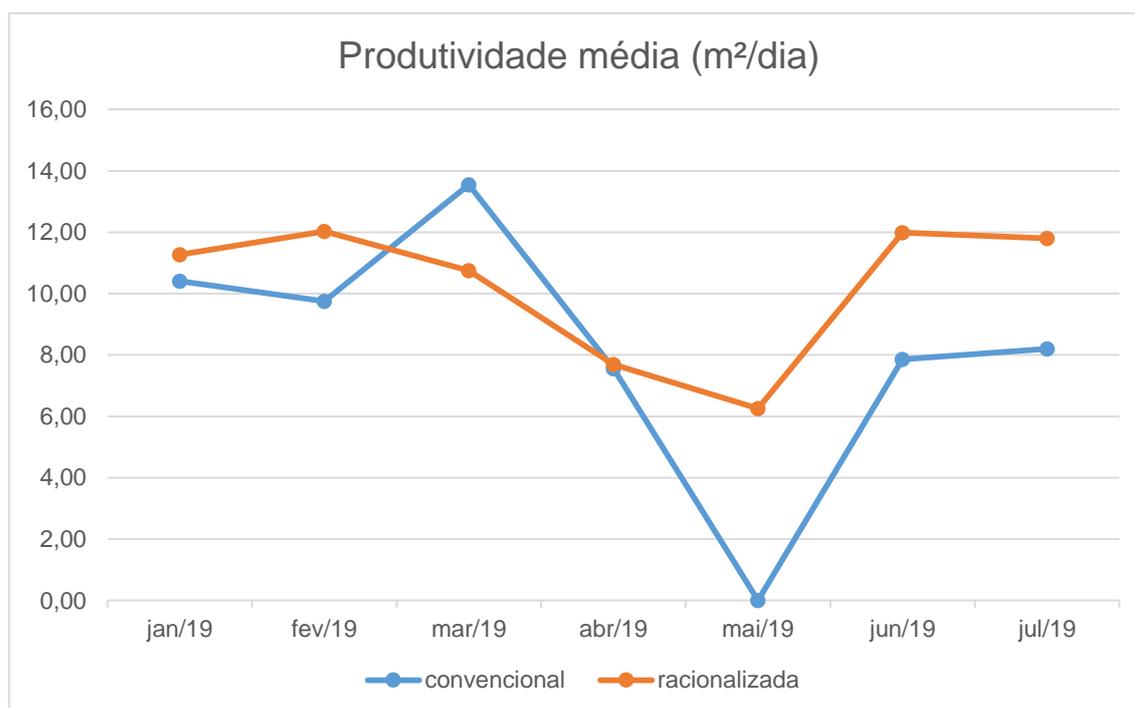
Tabela 8 - Produtividade média em m²/dia para alvenaria racionalizada obtida no período estudado.

PRODUTIVIDADE MÉDIA RACIONALIZADA (m ² /dia)						
jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19
11,27	12,03	10,75	7,69	6,26	11,98	11,81

Fonte: Autora (2019).

A tabela 8 apresenta a produtividade média obtida da alvenaria racionalizada. Note que os valores alcançados são bem próximos ao que Costa (2018) obteve em seu estudo ainda na fase da alvenaria de periferia de 10,40 m², o que indica que a produtividade quando se trata de alvenaria racionalizada independe de sua posição e sim da constância de execução, ou seja, quanto mais o profissional executar a elevação que se repete ao longo dos pavimentos, ele tende a manter uma produtividade constante.

Figura 20 - Gráfico comparativo das produtividades obtidas.



Fonte: Autora (2019).

A produtividade expressa o quanto o profissional consegue executar por dia trabalhado. Ela independe da demanda de produção, mas sim do quanto o pedreiro é capaz de desenvolver o serviço pedido. A figura 20 compara as duas produtividades estudadas e mostra que em 71% do período estudado, a alvenaria racionalizada se mostra mais produtiva do que a alvenaria com métodos tradicionais de execução.

Esse dado pode servir de base para futuros empreendimentos da empresa, auxiliando no planejamento e acompanhamento da atividade.

7.2. Custos

O cenário 1, como mencionado na metodologia, engloba o projeto em seu estado inicial, com o uso da alvenaria racionalizada com o uso da produtividade média encontrada em obra de 10,26m²/dia. A composição unitária da alvenaria racionalizada de 14 cm e a de 09 cm pode ser encontrada no apêndice A e B respectivamente.

Tabela 9 - Cenário 1: Alvenaria Racionalizada.

CENÁRIO 1				
	Unidade	Qtde	Preço Unitário	Preço Total
Avenaria 14 cm	m ²	4933,72	R\$ 60,37	R\$ 297.864,75
Alvenaria 09 cm	m ²	4467,11	R\$ 51,64	R\$ 230.698,45
Total				R\$ 528.563,20

Fonte: Autora (2019).

A tabela 9 mostra o custo total com a vedação vertical quando utilizada alvenaria racionalizada respeitando o projeto padrão. Podemos observar que o custo da alvenaria com espessura de 14cm se mostra cerca de 17% mais caro em seu custo unitário quando comparada a alvenaria de 09cm, que quando multiplicado pela área da mesma, representando cerca de 56% do total. Já a alvenaria de 09 cm representa em torno de 44% do total, implicando em um uso equilibrado dos dois tipos de alvenaria, pois a diferença de área entre as mesmas é de 466,61 m².

O cenário 2 considera que toda a obra seria realizada em alvenaria convencional, incluindo o retrabalho que esta necessita ao ser utilizada. Neste caso, foram considerados apenas estes tópicos para efeito de comparação de custo por área com a alvenaria racionalizada.

O retrabalho inclui todo o corte necessário para a execução das instalações, assim como a mão de obra necessária e o resíduo gerado. Ele foi calculado por apartamento por possuírem medidas próximas com a relação as instalações e ainda a execução por parte do profissional também é realizada por unidade. O apêndice C e E mostram a composição unitária da alvenaria tradicional e do retrabalho, respectivamente.

Tabela 10 - Cenário 2: Alvenaria Convencional.

CENÁRIO 2					
Item	Unidade	Qtde	Preço Unitário	Preço Total	
Alvenaria Convencional	m ²	9400,83	R\$ 56,12	R\$ 527.600,47	
Retrabalho	apto	72,00	R\$ 1.119,69	R\$ 80.617,85	
Total				R\$ 608.218,32	

Fonte: Autora (2019).

Observa-se na tabela 10 que o custo unitário da alvenaria convencional é próximo aos das alvenarias de 14 cm e de 09 cm, porém a porção relativa ao retrabalho aumenta em 15% o custo total da alvenaria convencional quando comparada ao cenário 1 com alvenaria racionalizada. Isso se dá por conta dos resíduos gerados em grande quantidade, advindo dos cortes e quebras dos tijolos, como também a mão de obra necessária para realização dos cortes para passagem de tubulação.

O cenário 3 igualmente é composto pelo uso da alvenaria convencional, porém foi incluído o custo fixo da administração, setor que não é produtivo, porém que gera custo (corpo técnico e de apoio), que passará cerca de 11,65 meses a mais trabalhando para finalizar a etapa de alvenaria incluindo o retrabalho. Esse valor é resultado da diferença de tempo da execução dois tipos de vedação, aliado ao período do retrabalho para os dois tipos de instalação, considerando que um mês é composto de 30 dias. A composição unitária do Custo Fixo da Administração está no Anexo C.

Tabela 11 – Cenário 3: Alvenaria Convencional adicionado o custo fixo da administração

CENÁRIO 3					
Item	Unidade	Qtde	Preço Unitário	Preço Total	
Alvenaria Convencional	m ²	9400,83	R\$ 56,12	R\$ 527.600,47	
Retrabalho	apto	72,00	R\$ 1.119,69	R\$ 80.617,85	
Custo Fixo Administração	mês	11,65	R\$ 71.210,17	R\$ 829.361,62	
Total				R\$ 1.437.579,94	

Fonte: Autora (2019).

Nesse caso, como pode ser visto na tabela 11, o custo fixo adicionado representa um salto de 136% em relação ao cenário 2, contribuindo substancialmente para o valor obtido. É importante salientar que o custo fixo é constante em todo o período de execução da obra, e não foi considerado nos cenários 1 e 2 pois estes avaliaram apenas o custo com material e mão de obra, já o considerado no cenário 3

é a adição de tempo de trabalho devido ao maior tempo de execução. O cenário 1 representa uma economia de 172% de custo e 11,65 meses de tempo de execução quando comparado a este.

O cenário 4 mostra a mesma avaliação feita no cenário 3, porém com a produtividade mais recente obtida pela autora na literatura por Maggi, Santos e Barbosa (2008) de 24,72 m²/dia, como foi descrito na tabela 2, no item 4.5 produtividade. O apêndice D mostra a composição unitária da alvenaria convencional para este caso.

Tabela 12 - Cenário 4: Alvenaria Convencional utilizando a produtividade de literatura.

CENÁRIO 4					
	Unidade	Qtde	Preço Unitário		Preço Total
Alvenaria Convencional	m ²	9400,83	R\$	40,84	R\$ 383.904,18
Retrabalho	apto	72,00	R\$	1.119,69	R\$ 80.617,85
Custo Fixo Administração	mês	8,48	R\$	71.210,17	R\$ 603.777,94
Total					R\$ 1.068.303,97

Fonte: Autora (2019).

Como pode ser visto na tabela 12, apesar da produtividade ser 158% mais rápida que a medida em obra e 37% mais econômica em seu custo unitário quando comparado com o cenário 3, apresentando uma economia de 8,48 meses, ainda não é competitiva perante a alvenaria racionalizada mostrada no cenário 1, gerando um custo extra de 102%.

Tabela 13 - Resumo dos custos obtidos nos cenários estudados.

COMPARATIVO		
Cenários	Preço Total	% de acréscimo em relação ao cenário 1
1	R\$ 528.563,20	-
2	R\$ 608.218,32	15%
3	R\$ 1.437.579,94	172%
4	R\$ 1.068.303,97	102%

Fonte: Autora (2019).

A tabela 13 expressa o resumo dos cenários estudados e compara-os com o cenário 1, onde toda a alvenaria é considerada racionalizada, que para todos os casos, ele mostrou ser o mais viável economicamente, e ainda quando o estudo

considera o custo fixo da administração, esse degrau pode pular de 15% para 172%, custo esse que muitas vezes não é considerado na tomada de decisão pela alvenaria convencional.

7.3. Retrabalho e desperdício

É visto que além da produtividade, outro fator que causa grande influência para custo na produção da alvenaria convencional é o retrabalho e o resíduo gerado, pois são necessários outros profissionais para fazer o corte das instalações, enquanto na racionalizada um único funcionário corta nas medidas do projeto e encaminha para o pedreiro de elevação da parede, diminuindo o tempo de execução e também os resíduos gerados.

Neste estudo foi calculado o valor do retrabalho somado ao desperdício de R\$ 1.119,69 por apartamento incluindo material e mão de obra implicando em um acréscimo de R\$ 80.617,85 ao final da execução da alvenaria convencional. Contudo, ainda há a necessidade de anexar o custo indireto da administração pelo prazo decorrido do serviço, que na maioria dos casos não são realizados em sintonia minimizando esse período, que neste caso é de R\$ 71.210,17 por mês.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu a análise dos custos ao empregar alvenaria racionalizada em um empreendimento residencial na cidade de João Pessoa/ PB. Ao seu término, pode-se concluir que os fatores principais que incidem sobre o custo são: a produtividade, o retrabalho e desperdício de material e ainda o custo fixo da administração.

A produtividade foi avaliada durante 6 meses no período de janeiro a junho de 2019 e foi possível determiná-la para a alvenaria racionalizada e para a alvenaria convencional. A primeira obteve uma média de 10,26 m²/dia de produção, com os meses de abril e maio apresentando menores taxas, pois a equipe foi deslocada do serviço de vedação para a execução da drenagem, fato que justifica essa diminuição.

Costa (2018) obteve 10,4 m²/dia de produtividade para alvenaria convencional para esta mesma obra, valor que se manteve aproximado em 71% do período estudado, mostrando que não houve uma variação significativa com a elevação da

alvenaria interna, contrariando o que previu ele em seu estudo, que seria de aumento com o passar da produção.

Em relação a alvenaria convencional, durante o mesmo período estudado, foi obtido o valor de 9,55 m²/dia em média, cerca de 158% menor que o maior valor obtido durante pesquisa bibliográfica realizada para esse estudo (ver tabela 3). Esse número é explicado pelo fato de que esse tipo de vedação não foi utilizada com alta demanda na obra, minimizando seu poder produtivo.

Os cenários aqui propostos demonstram a variação do custo dependendo da técnica executiva, como também dos custos indiretos envolvidos no serviço. Vê-se que a alvenaria racionalizada é a melhor opção dentre as estudadas, pois o cenário 1 aponta uma economia de no mínimo 15% quando comparada a alvenaria convencional.

Nem por isso, quando utilizada a produtividade obtida por Maggi, Santos e Barbosa (2008) de 24,72 m²/dia e os custos fixos são considerados durante o período excedente da execução da alvenaria racionalizada, cenário esse mais próximo do real, ainda prospera o custo de cerca de 102% a mais na realização da tarefa, concluindo que ainda assim é mais vantajoso o uso da alvenaria racionalizada.

É válido salientar que os valores obtidos nesse estudo, tanto para produtividade quanto para os custos, são de referência para este empreendimento estudado, podendo servir de base para outros empreendimentos da empresa. Para usos dos dados, faz-se necessário a adaptação dos valores e equipes aqui considerados.

Faz-se necessário o acompanhamento contínuo do uso dos dois tipos de vedação dentro da empresa para que se possam obter índices mais cada vez mais próximos da realidade, como também durante situações distintas, objetivando sempre maior flexibilidade na produção e conferência do serviço, da mesma forma minimizando tempo e conseqüentemente seus custos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, Sharon. **Construção em tempo real. Agência CBIC.** 09 de junho de 2014. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-em-tempo-real/>. Acesso em: 20 de agosto de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DE CRÉDITO IMOBILIÁRIO E POUPANÇA. **FGV projeta PIB da construção civil de 2019 quase 30% menor que o de 2014.** 10 de junho de 2014. Disponível em:

<https://www.abecip.org.br/imprensa/noticias/fgv-projeta-pib-da-construcao-civil-de-2019-quase-30-menor-que-o-de-2014>. Acesso em: 4 de agosto de 2019.

BARBOSA, Paulo Renato de Oliveira. **Desperdícios na construção civil: Um estudo de caso de suas causas e possíveis soluções**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/46794/Poster_11979.pdf?sequencia=2. Acesso em 14 de agosto de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Brasília, 2010. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/arquivos/4_manual_implantao_sistema_gestao_resduos_construo_civil_cp_125.pdf. Acesso em: 24 de agosto de 2019.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Referência Jul de 2019. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/insumos-composicoes/Paginas/default.aspx>. Acesso em 26 de agosto de 2019.

CARRARO, Fausto. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CASSAR, Bernardo Camargo. **Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: alvenaria convencional x light steel frame**. Projeto de Graduação (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, Cleiton Daniel Silva da. **Análise de produtividade da mão de obra com a utilização de alvenaria de vedação racionalizada – um estudo de caso em João Pessoa**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

DUEÑAS PEÑA, Monserrat; FRANCO, Luiz Sergio. **Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria**. *Revista Gestão & Tecnologia de Projetos*. São Paulo, v. 1, n. 1, novembro de 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50896>. Acesso em: 7 de agosto de 2019.

FIGUEIRÓ, Wendell Oliveira. **Racionalização do Processo Construtivo de Edifícios em Alvenaria Estrutural**. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

FRAGA, Marcel Faria. **PANORAMA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM BELO HORIZONTE: MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO**

COM BASE EMPROJETO E PLANEJAMENTO DE OBRAS. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 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.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Sondagem da Construção.** Junho de 2019. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=4028818B35E961E70135ED299D27280D> . Acesso em 02 de agosto de 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas.** Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/documentacao/cronologia/204-concla/classificacao/portema/1365-cnae-2-0.html>. Acesso em: 30 de julho de 2019.

HERCULANO, Mateus Teixeira. **Produtividade em alvenaria de vedação de blocos cerâmicos: análise comparativa.** Monografia (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

LOBATO, Vanessa Jardim Guerra. **Racionalização na construção civil por meio da redução de resíduos.** Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

LORDSLEEM JR, Alberto Casado; NEVES, Maria Luiza Rodrigues. **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.

MAGGI, Patricia Lizzi de Oliveira; SANTOS, Ângela Mariani R. dos; BARBOSA, Juliana de Araújo. **Medida de produtividade de mão de obra para alvenaria e aplicação em planejamento pelo método das linhas de balanço.** *Revista da Vinci.* Curitiba, v. 5, n. 1, p. 121 – 132. 2008.

MARQUES, Diego Vianna Pinto. **Racionalização do processo construtivo de vedação vertical em alvenaria.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

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

SABATINNI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.** Tese de Doutorado (Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1989.

SALA, Halysson Bobic. **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.** Monografia (Curso de Especialização - MBA em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2008.

SANTOS, Denise Ribeiro; *et al.* **Impacto do projeto de alvenaria na geração de resíduos de construção civil: estudo de caso.** In: IV Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 2015, Viçosa. **Anais [...]**. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/6051>. Acesso em: 15 de agosto de 2019.

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Cadernos Técnicos de composições para alvenaria de vedação. Caixa Econômica Federal.**

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção.** São Paulo, Editora Pini, 2005.

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

SOUZA, Laurilan Gonçalves. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame.** **Revista Especialize**, Florianópolis, edição 04, 26 de abril 2012. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online-busca?autor=Laurilan+Gon%E7alves+Souza&palavrasChave=>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

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

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** São Paulo: Editora Pini, 2001.

TRINDADE, Robert da Silva. **Análise da produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural e alvenaria convencional.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2013.

VAZ, Priscila Fernandes Lage. **Estudo sobre a racionalização na construção civil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

VIANA, Saulo Augusto de Oliveira; ALVES, Élcio Cassimiro. **Análise de Custo e Viabilidade Dentre os Sistemas de Vedação de Bloco Cerâmico e Drywall Associado ao Painel Monolite EPS.** **Revista Engenharia Estudo e Pesquisa.** Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 03 – 11. Jan/jun 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Composição Unitária da alvenaria racionalizada de 14 cm.

ALVENARIA RACIONALIZADA DE 14 CM				
ITEM	UND	QTDE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
INSUMOS	SUBTOTAL			25,19
TIJOLO 39	und	9,03	1,35	12,19
TIJOLO 19	und	1,86	0,65	1,21
TIJOLO 09	und	2,88	0,48	1,38
TIJOLO 04	und	2,92	0,38	1,11
TIJOLO CORTE	und	0,37	1,35	0,50
TIJOLO CANALETA	und	0,56	0,80	0,45
VERMICULITA	und	0,18	12,99	2,34
ARGAMASSA	m ³	0,01	59,19	0,70
PRÉ MOLDADO	m ³	0,001	260,51	0,31
TRELIÇA	m	0,07	4,52	0,32
AÇO	kg	0,06	3,05	0,18
TELA 7 CM	und	0,16	1,28	0,21
TELA 12 CM	und	1,12	1,87	2,09
PINO	und	1,77	0,25	0,44
MURFOR	m	0,14	10,00	1,40
GRAUTE	m ³	0,01	44,66	0,37
MAO DE OBRA	SUBTOTAL			35,18
PEDREIRO (1 FIADA)	h	0,30	19,62	5,89
SERVENTE (1FIADA)	h	0,30	14,85	4,46
PEDREIRO (CORTE BLOCOS)	h	0,08	19,62	1,63
PEDREIRO ELEVAÇÃO	h	0,86	19,62	16,83
SERVENTE	h	0,43	14,85	6,37
TOTAL				60,37

APÊNDICE B - Composição Unitária da alvenaria racionalizada de 09 cm.

ALVENARIA RACIONALIZADA DE 09 CM				
ITEM	UND	QTDE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
INSUMOS			SUBTOTAL	
				18,10
TIJOLO 39cm	und	9,29	1,10	10,22
TIJOLO 19cm	und	1,74	0,53	0,92
TIJOLO 09cm	und	3,51	0,29	1,02
TIJOLO 04cm	und	3,26	0,22	0,72
ARGAMASSA	m³	0,01	59,19	0,62
PRÉ MOLDADO	M³	0,001	260,50	0,30
VERMICULITA	und	0,39	7,57	2,95
AÇO	kg	0,02	3,05	0,07
TELA 7 CM	und	0,76	1,28	0,98
TELA 12 CM	und	0,06	1,87	0,12
PINO	und	0,63	0,25	0,16
GRAUTE	m³	0,001	45,66	0,02
MÃO DE OBRA			SUBTOTAL	
				33,55
PEDREIRO (1 FIADA)	h	0,30	19,62	5,89
SERVENTE (1 FIADA)	h	0,30	14,85	4,46
PEDREIRO ELEVÇÃO	h	0,86	19,62	16,83
SERVENTE	h	0,43	14,85	6,37
TOTAL				51,64

APÊNDICE C - Composição Unitária da alvenaria convencional utilizando a produtividade mensurada em obra de 9,55 m²/dia.

ALVENARIA CONVENCIONAL - OBRA				
ITEM	UND	QTDE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
INSUMOS			SUBTOTAL	
				20,87
TIJOLO DE 8 FUIROS	und	28,00	0,418	11,70
VERMICULITA	und	0,39	7,57	2,95
ARGAMASSA	m³	0,10	59,19	5,91
PRÉ MOLDADO	M³	0,0012	260,51	0,30
MAO DE OBRA			SUBTOTAL	
				35,25
PEDREIRO (1 FIADA)	h	0,30	19,62	5,89
SERVENTE (1 FIADA)	h	0,30	14,85	4,46
PEDREIRO ELEVÇÃO	h	0,92	19,62	18,07
SERVENTE	h	0,46	14,85	6,84
TOTAL				56,12

APÊNDICE D - Composição Unitária da alvenaria convencional utilizando a produtividade de Maggi, Santos e Barbosa (2008) de 24,72 m²/dia.

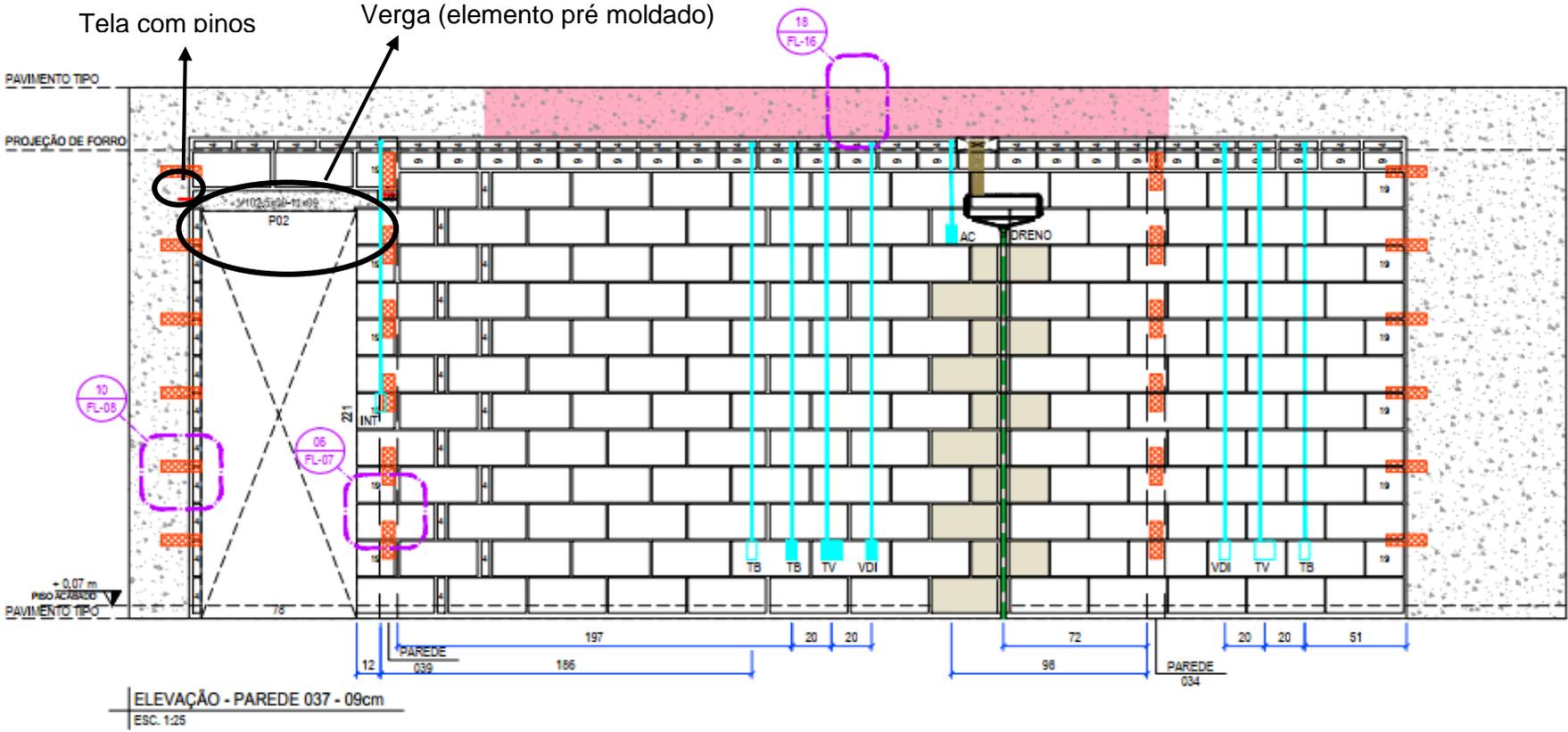
ALVENARIA CONVENCIONAL - PESQUISA				
ITEM	UND	QTDE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
INSUMOS			SUBTOTAL	
TIJOLO DE 8 FUROS	und	28,00	0,418	11,70
VERMICULITA	und	0,39	7,57	2,95
ARGAMASSA	m ³	0,10	59,19	5,91
PRÉ MOLDADO	M ³	0,0012	260,51	0,30
MAO DE OBRA			SUBTOTAL	
PEDREIRO (1 FIADA)	h	0,30	19,62	5,89
SERVENTE (1 FIADA)	h	0,30	14,85	4,46
PEDREIRO ELEVÇÃO	h	0,36	19,62	6,98
SERVENTE	H	0,18	14,85	2,64
TOTAL				40,84

APÊNDICE E - Composição Unitária do retrabalho da alvenaria convencional.

RETRABALHO POR APARTAMENTO				
ITEM	UND	QTDE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO			SUBTOTAL	
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	m ³	0,59	180,00	106,92
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	m ³	0,20	180,00	35,64
MÃO DE OBRA			SUBTOTAL	
PROFISSIONAL ENCANADOR	H	8,80	28,23	248,39
SERVENTE	H	8,80	14,84	130,59
PROFISSIONAL ELETRICISTA	H	13,20	28,23	372,59
SERVENTE	H	13,20	14,84	195,89
SERVENTE PARA TRANPORTE	H	2,00	14,84	29,68
TOTAL				1119,69

ANEXOS

ANEXO A – Parede 037.



Fonte: Projeto de vedação da obra.

ANEXO C - Composição de Custo Fixo da Administração.

CUSTO FIXO OBRA					
PRINCIPAL	Und.	Clas.	Qtd/Coef.	Preço Unit.	Preço Total
ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	VB	M.O	1,00	R\$ 16.339,20	R\$ 16.339,20
SERVENTE GERAL	VB	M.O	1,00	R\$ 1.088,23	R\$ 1.088,23
TOTAL_MÃO DE OBRA					R\$ 17.427,43
MÃO DE OBRA C/ ENCARGOS					R\$ 40.360,19
SECUNDÁRIO	Und.	Clas.	Qtd/Coef.	Preço Unit.	Preço Total
CONTA DE ÁGUA DA OBRA	VB	MAT	1,00	R\$ 1.330,00	R\$ 1.330,00
CONTA DE ENERGIA DA OBRA	VB	MAT	1,00	R\$ 1.800,00	R\$ 1.800,00
LOCAÇÃO DA CASA (ALOJAMENTO)	VB	MAT	1,00	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
CONTA DE ENERGIA DA CASA (ALOJAMENTO)	VB	MAT	1,00	R\$ 330,00	R\$ 330,00
CONTA DE ÁGUA DA CASA (ALOJAMENTO)	VB	MAT	1,00	R\$ 480,00	R\$ 480,00
CONTA DE INTERNET ALOJAMENTO	VB	MAT	1,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
ESTAGIÁRIO DE ENGENHARIA	VB	M.O	2,0	R\$ 450,00	R\$ 900,00
CESTA BÁSICA	UND	MAT	40,0	R\$ 60,00	R\$ 2.400,00
MATERIAL DE LIMPEZA DA OBRA	VB	MAT	1,0	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
CONSULTORIA EM SEGURANÇA DO TRABALHO	VB	MAT	1,0	R\$ 800,00	R\$ 800,00
TÉCNICA DE SEGURANÇA DO TRABALHO	VB	M.O	1,0	R\$ 1.157,95	R\$ 1.157,95
ALUGUEL DE IMPRESSORA	VB	MAT	1,0	R\$ 70,00	R\$ 70,00
MATERIAL DE EXPEDIENTE	VB	MAT	1,0	R\$ 120,00	R\$ 120,00
DEDETIZAÇÃO	VB	MAT	1,0	R\$ 80,00	R\$ 80,00
ENGENHEIRO MECÂNICO	VB	MAT	1,0	R\$ 800,00	R\$ 800,00
GÁS DE COZINHA (GLP) E ÁGUA	VB	MAT	1,0	R\$ 500,00	R\$ 500,00
CAFÉ DA MANHÃ	VB	MAT	1,0	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00
CANADÁ MONITORAMENTO	VB	MAT	1,0	R\$ 235,25	R\$ 235,25

CONTA DE TELEFONE E INTERNET	VB	MAT	1,0	R\$ 150,00	R\$ 150,00
LOCAÇÃO DE CAMINHÃO	VB	MAT	1,0	R\$ 1.650,00	R\$ 1.650,00
ACESSORIA CONTÁBIL	VB	MAT	1,0	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
CONSULTORIA EM PLANEJAMENTO	VB	MAT	1,0	R\$ 2.250,00	R\$ 2.250,00
TOTAL MATERIAL					R\$ 20.503,20
SUB-TOTAL					R\$ 60.863,39
BDI					17%
MATERIAL + MÃO DE OBRA					R\$ 71.210,17

Fonte: Documentos administrativos da Obra (2018).