



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JÔNATHAS FERREIRA RABÊLO SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE MÉTODOS INOVADORES E
CONVENCIONAIS NA CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIAS EM CARPINA-PE**

Recife

2022

JÔNATHAS FERREIRA RABÊLO SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE MÉTODOS INOVADORES E
CONVENCIONAIS NA CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIAS EM CARPINA-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal
de Pernambuco, como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade.

Recife

2022

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

S586e Silva, Jônathas Ferreira Rabêlo.
Estudo comparativo orçamentário entre métodos inovadores e convencionais na construção de residências em Carpina-PE / Jônathas Ferreira Rabêlo Silva. – 2022.
52 f.: il., fig., gráf., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Recife, 2022.
Inclui referências e anexos.

1. Engenharia civil. 2. Painéis lightwall. 3. Alvenaria convencional. 4. Orçamento. 5. Preferência cultural. I. Andrade, Tibério Wanderley Correia de Oliveira (Orientador). II. Título.

UFPE
624 CDD (22. ed.) BCTG/2022-428

JÔNATHAS FERREIRA RABÊLO SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE MÉTODOS INOVADORES E
CONVENCIONAIS NA CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIAS EM CARPINA-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 07/11/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Rubens Alves Dantas (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. João Ribeiro de Carvalho (Examinador Externo)
Centro Universitário UniFBV - Wyden

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu bom Deus que sempre esteve ao meu lado, me dando forças e fé para que eu pudesse vencer todos os obstáculos e dificuldades que tive até chegar aqui.

A minha noiva Thayse Karla Cavalcante, por sempre ter sido apoio, incentivo e amparo durante essa longa jornada.

Aos meus pais, que sempre lutaram e abdicaram de tanto para que eu pudesse ter acesso as melhores oportunidades de estudo.

Ao Prof. Dr Tibério Wanderley e aos demais professores deste curso, que me transmitiram da melhor forma o conhecimento necessário para a minha formação e para realização deste trabalho.

Aos meus amigos e companheiros de curso, peças fundamentais que tornaram essa jornada mais leve.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de forma direta e indireta, para a concretização e realização deste trabalho.

RESUMO

A construção civil representa nos dias atuais um dos grandes pilares da economia local e mundial. Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas), até 2020 haviam um total de 131.809 empresas ativas no ramo da construção civil, gerando uma movimentação de R\$ 315.046.636,00 em obras e/ou serviços da construção executados, demonstrando um mercado aquecido e com oportunidades de desenvolvimento. A busca por sistemas construtivos mais otimizados, eficientes e baratos tem sido um dos maiores objetivos dos grandes construtores. Entretanto, para alguns, por se tratar de algo novo e não possuir uma cultura de execução/rentabilidade firmada, desconsideram os materiais ou processos construtivos inovadores, especialmente em regiões mais interiores dos estados. O presente trabalho consiste no estudo comparativo entre dois métodos construtivos ofertados no mercado da construção civil, sendo um considerado tradicional e outro inovador, sendo estes: alvenaria convencional com blocos cerâmicos e alvenaria com painéis de lightwall, respectivamente. Para isso, neste trabalho foram realizados dois orçamentos de uma mesma residência, situada na cidade de Carpina-PE, por meio do software EXCEL e utilizando como sua base de dados os relatórios mensais do SINAPI – CAIXA, de forma a obter um custo construtivo final para cada método, e por fim, analisar a cultura regional na escolha dos processos construtivos.

Palavras-chave: painéis lightwall; alvenaria convencional; orçamento; preferência cultural.

ABSTRACT

The civil construction represents nowadays one of the great pillars of the local and world economy. According to IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) database, until 2020 there were 131,809 active companies in the civil construction sector generating a cash flow of R\$ 315,046,636.00 in works and/or construction services performed, which demonstrates a heated market with opportunities of development. The search for more optimized, efficient and cheaper construction systems has been one of the biggest goals of large builders. However, for some of them, because of being something new and that does not have an established culture of execution/profitability, they ignore innovative materials or constructive processes, especially inner regions of states. The present work consists of a comparative study between two construction methods offered in the civil construction market, one considered traditional and the other innovative, which are: conventional masonry with ceramic blocks and masonry with lightwall panels, respectively. For that, in this work, two budgets were carried out for the same residence, located in the city of Carpina-PE, using the software EXCEL and the monthly reports of SINAPI – CAIXA as its database in order to obtain a final construction cost for each method, and finally, analyze the influence of regional culture in the choice of the construction processes.

Keywords: lightwall panels; conventional masonry; budget; cultural preference.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	11
1.2	OBJETIVO GERAL	11
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	12
2.1	HISTÓRIA DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO	12
2.2	PLACAS DE CONCRETO LEVE – LIGHTWALL	13
2.2.1	História	13
2.2.2	Processo Construtivo com Painéis Lightwall	16
2.3	ALVENARIA CONVENCIONAL DE BLOCOS CERÂMICOS	18
2.3.1	História	18
2.3.2	Processo Construtivo	19
2.4	FUNDAÇÕES	20
2.4.1	Radier	20
2.4.2	Sapata Isolada	21
3	METODOLOGIA	23
3.1	DESCRIÇÃO DO IMÓVEL DE REFERÊNCIA PARA ESTUDO DE CASO	23
3.2	CÁLCULO DE CUSTO DOS COMPONENTES CONSTRUTIVOS	24
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS	28
4.1	COMPONENTES CONSTRUTIVOS – ALVENARIA CONVENCIONAL	28
4.2	COMPONENTES CONSTRUTIVOS ALVENARIA COM PAINÉIS DE LIGHTWALL	33
4.3	COMPONENTES CONSTRUTIVOS SEMELHANTES	41
4.4	COMPARATIVO – ORÇAMENTOS FINAIS – ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA COM PAINÉIS DE LIGHTWALL	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
	REFERÊNCIAS	49
	ANEXO A – FICHA TÉCNICA PAINEL DE CONCRETO LEVE – LIGHTWALL	51
	ANEXO B – QUADRO DE MATERIAIS, PARA MONTAGEM DOS	

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Diário Econômico ETENE (DEE) do banco Nordeste, as vendas de materiais da construção no Brasil cresceram +2,6% em setembro de 2020 Cecomparado ao mês de agosto do mesmo ano, possuindo também um incremento de +31,3% em relação ao mês de setembro de 2019. Analisando o Nordeste, foi possível constatar de igual modo esse crescimento no volume de vendas destes materiais em Pernambuco, comparando o mês de setembro e agosto de 2020, obtendo um crescimento de +32,9%.

Segundo o Informativo Econômico realizado em 04/03/2022 pelo SENAI/CBIC, apesar de apresentar queda de 6,4% em 2020, no ano seguinte, em 2021, a construção civil apresentou crescimento de 9,7% de acordo com os dados de PIB (Produto Interno Bruto), fornecidos pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), como mostrado na figura 01.

Gráfico 1 – Evolução (%) da taxa de crescimento do PIB Total e do PIB da Construção Civil no Brasil de 2010 a 2021

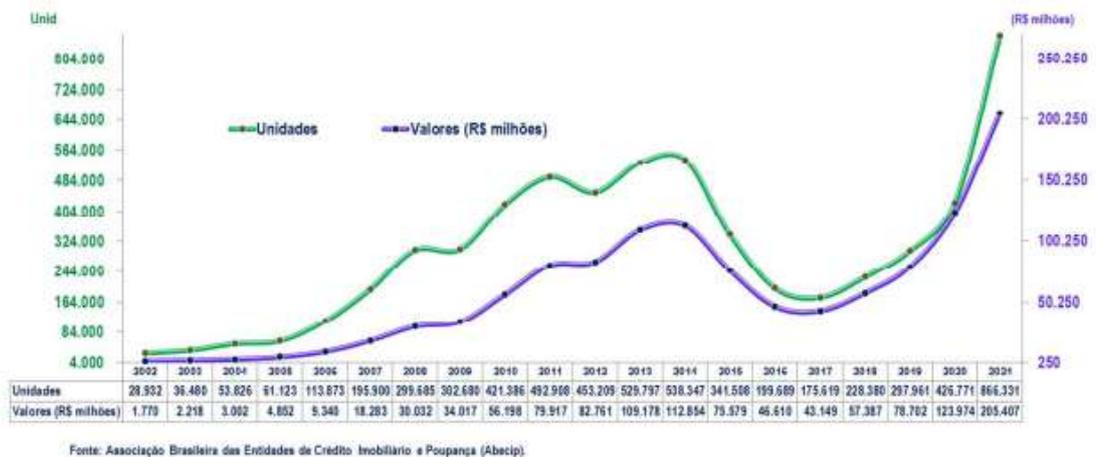


Fonte: Informativo Econômico SENAI/CBIC (2022).

Desta forma, observamos que o significativo crescimento no volume desses materiais na área da construção civil está diretamente atrelado ao grande aumento nas obras de infraestrutura e das construções em geral. Quando se trata do interior do estado de Pernambuco, este fato é confirmado pelo grande volume de construção e oferta de casas residenciais unifamiliares, sendo a principal renda de muitos

construtores, como também, uma grande parcela dos financiamentos em bancos, assim como está representado no gráfico 02.

Gráfico 2 – Crédito imobiliário – Número de unidades financiadas e valores financiados (R\$ milhões) com recursos do SBPE em Janeiro a Dezembro de cada ano.



Fonte: Informativo Econômico SENAI/CBIC (2022).

Se tratando do mercado de construção de residências, em foco a cidade de Carpina-PE, é perceptível um grande fator cultural direcionando os modelos, materiais e métodos de construção, levando aos construtores sempre seguir um mesmo caminho, como “certeza” de sua margem lucrativa e a possível venda do imóvel ao finalizar sua construção. Isto remete a resistência à mudança, que segundo Zaltman e Duncan (1997) é qualquer conduta que tem como objetivo manter o status atual do indivíduo apesar de receber uma pressão para modifica-lo.

De outro lado, existem os clientes que buscam, na compra de um imóvel, obter conforto e segurança sem necessariamente ter que pagar um valor expressivo. Em muitos casos, esses critérios de segurança e conforto podem ser obtidos através do emprego de sistemas construtivos inovadores com utilização de novos materiais, que foram estudados e planejados de forma a atender essas necessidades.

Com base nas informações apresentadas, este trabalho tem o intuito de analisar e comparar de forma orçamentária o emprego de um sistema construtivo inovador, o Lightwall, os recursos materiais utilizados, método construtivo, prazos de execução e custo final de residências no município de Carpina – PE, em relação ao método convencional e cultural da cidade; buscando incentivar, a inovação no ramo

da habitação na indústria da construção civil em cidades do interior do estado de Pernambuco.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

O estudo comparativo se mostra importante pois concede uma análise da viabilidade no emprego de novos tipos de tecnologia na área de habitação da construção civil, sobretudo em materiais e métodos construtivos; possibilitando o crescimento e ampliação para demandas atuais e modernas do mercado, não se tornando obsoleta ao longo do tempo.

1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar de forma orçamentária a construção de uma casa residencial no município de Carpina-PE utilizando um método inovador de construção em comparação a um já utilizado convencionalmente na localidade, observando os custos construtivos em ambos os casos e comparando-os. Desta forma, deseja-se analisar a cultura populacional na região quando em contato com novos materiais e métodos construtivos.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar a diferença entre os dois métodos estudados;
- Abordar serviços construtivos específicos e gerais para cada método;
- Comparar custos construtivos em cada etapa dos métodos;
- Avaliar cultura populacional frente as novas tecnologias construtivas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para que fosse possível a realização deste trabalho, foi necessário adquirir um aprofundamento teórico sobre a área em questão, de forma a proporcionar melhor entendimento, e conseqüentemente, melhor clareza na explicação das etapas do estudo proposto.

Assim, o referencial teórico formado pelo embasamento na literatura foi dividido nos seguintes itens: história dos sistemas de vedação, placas de concreto leve – lightweight, alvenaria convencional de blocos cerâmicos, finalizando com fundações.

2.1 HISTÓRIA DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO

Cerca de 15.000 anos a.c., a humanidade buscava o atendimento de suas necessidades, que já não estavam resumidas a subsistência, mas sim a sua segurança, construindo moradias para si, servindo como abrigo. Segundo Galvão (2008), o adobe (pelotas de argila misturada a fibras vegetais e areia), antecedente do tijolo, foi o primeiro material passível de estocagem, sendo fabricado manualmente em formatos que através da justaposição, permitia a construção das edificações da época. Em 3.000 a.C. já havia o relato de construções na Síria, Ásia-Menor, Pérsia e Mesopotâmia com o emprego do tijolo cozido, concedendo uma evolução nos processos e tipos de construções, devido ao significativo aumento da resistência do material.

Houveram grandes avanços com os povos gregos e romanos, sendo evidenciado através das grandes construções em mármore esculpido e talhado, usando também o tijolo cerâmico, cozidos em fornos de lenha, sendo transportados e comercializados através das hidrovias existentes na época (MARTINS, 2020, P.14, apud SOUZA, 2002, p.9).

A partir do século X até o século XIII, com o surgimento do estilo romântico e o início do catolicismo, houve um grande crescimento de obras com abóbodas de berço, chegando posteriormente, o estilo gótico. Houve também durante este período inúmeras construções de muralhas e fortes por todo o mundo. Com a invenção da máquina a vapor na revolução industrial, foi possível verificar uma grande evolução nos sistemas de produção, não sendo diferente na área de construção e para seus materiais, como os tijolos, que agora eram fabricados através de equipamentos que prensavam e moldavam, sendo depois direcionados a

extrusoras e máquinas de corte, concedendo uma produção como nunca antes se tinha visto (MARTINS, 2020, P.15, apud SOUZA, 2002, p.18).

Ainda neste período, por volta do ano de 1756, foi iniciado o desenvolvimento de um dos materiais que se tornaria um dos mais importantes para a área da construção civil, o cimento Portland. Através do inglês John Smeaton, foi obtido um produto de alta resistência proveniente da calcinação de calcários argilosos e moles. De forma análoga, o Francês Vicat, considerado o inventor do cimento artificial, conseguiu um material semelhante ao misturar componentes calcários e argilosos em 1818. Foi então em 1824 que o inglês Joseph Aspdin, por meio da queima de argila e pedras calcárias, obteve um pó fino que ao misturar com a água, apresentava dureza semelhante a pedras empregadas na construção após a secagem, surgindo então o cimento Portland.

O aço apesar de ser utilizado desde a idade do ferro, 1200 a.C., obtidos através de processos pouco eficientes e com grande consumo de carvão vegetal, foi após a revolução industrial que passou a ser produzido em grande escala, com a utilização de fornos industriais, obtendo o produto com menor teor de impurezas e concedendo propriedades que o tornava mais resistente. Mesmo trazendo grandes avanços e melhorias na área da construção civil de forma individual, a maior revolução no seu uso está atrelada ao surgimento do concreto armado, onde concedendo sua resistência à trações, permitiu a construção de edifícios cada vez mais altos, seguros e com estruturas mais esbeltas.

Não diferentemente, desde 5000 a.C. o gesso já era utilizado pelos egípcios na vedação de blocos utilizados em seus monumentos. O gesso é um material originado pela calcinação do mineral gipsita, que é desidratado parcialmente para obtenção de um semi-hidratado. Os egípcios utilizavam o gesso queimado em fogueiras, onde posteriormente a queima, era esmagado até se tornar completamente um pó, que quando misturado com a água, tornava-se um material muito bom para a realização dos serviços de vedação. Com o passar dos anos e com advento das tecnologias e processos industriais, foi possível obter este material de forma mais eficiente e controlada.

Com o início do século XX, acompanhado de edifícios cada vez mais altos e esbeltos, houve uma grande procura de materiais mais leves e de boa qualidade, tendo seu real objetivo garantir a vedação dos ambientes, sem necessariamente influenciar de forma estrutural para a edificação. É neste cenário que surge os

painéis de lightwall, produzidos pela mistura de materiais já anteriormente existentes, concedendo ao mercado construtivo um material inovador e aperfeiçoado, satisfazendo diversos requisitos de conforto e segurança para seus usuários.

2.2 PLACAS DE CONCRETO LEVE – LIGHTWALL

Com uma proposta inovadora e singular, os Painés de Lightwall foram apresentados ao mercado como o material potencialmente capaz de trazer inovações na área da construção civil, permitindo rapidez, conforto e qualidade para as obras em geral.

2.2.1 História

Os Painés de Lightwall, que traduzido significa “parede leve”, teve seu desenvolvimento no Brasil em 2015, através da MF Artefatos de cimento LTDA. Entretanto, esse material já é bastante utilizado nos continentes da Europa e Ásia em períodos anteriores, proporcionando uma obra mais enxuta, economia nos custos com mão de obra e no tempo de execução.

Para que pudesse ser a pioneira na área e trazer essa nova tecnologia para o Brasil, a MF artefatos realizou a importação de um lote de painés da China, para que desta forma fosse possível a realização de estudos específicos, avaliando a viabilidade de utilização desse novo material na área da construção civil no Brasil. Esses estudos utilizavam como base a NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho, assegurando que o novo material atendesse os requisitos de conforto nas mais diversas áreas.

Obtendo então resultados satisfatórios, foi implantada uma fábrica de painéis de concreto leve no município de Cabo de Santo Agostinho-PE, pela MF Artefatos, para que com os insumos e indústria local, fosse possível fabricar esse tipo de painéis. Segundo Araújo (2020), por apresentar materiais diferentes do produto importado da China, foi preciso realizar novos estudos para avaliar o sistema construtivo sob a ótica da norma de desempenho, contemplando ensaios estruturais (ensaios de corpo mole, corpo duro, cargas suspensas), avaliação acústica, avaliação de resistência ao fogo e estanqueidade; obtendo resultados satisfatórios

em cada um destes, como mostrados na ficha técnica fornecida pela MF Artefatos, no Anexo 01.

Os painéis de *Lightwall* são produzidos com a mistura de cimento de alta resistência inicial (CPV-ARI), aditivos, EPS (Poliestireno expansivo) e água, formando assim o núcleo de concreto leve. Dependendo do tipo e função, os painéis podem ser revestidos de placas cimentícias de Silicato de Cálcio. O painel nomeado como 1P possui placa cimentícia em apenas uma das faces, sendo que na outra superfície o concreto leve fica aparente, e por isto, não devem ser usadas em áreas molhadas. O painel 2P possui duas placas cimentícias, sendo geralmente utilizada em locais de área molhadas ou em ambientes externos. Já em casos onde o painel só terá contato com o ambiente interno da edificação, poderá ser utilizado sem a placa cimentícia em ambas as faces, sendo nomeado de SP. Na figura 01 abaixo, é possível observar as dimensões de comprimento, largura e espessura na qual os painéis de *lightwall* podem ser produzidos, variando de acordo com a necessidade do cliente, requisitos técnicos de desempenho e especificações do projeto da edificação.

Figura 1 – Grandeza do Painel de *Lightwall*

COMPRIM. (mm)	LARGURA (mm)	ESPESSURA (mm)	PESO (Kg/m ²)
2500	610	75	40
à		90	45
3000		120	60

Fonte: MF Artefatos (2022)

Embora os painéis possuam apenas função de vedação, eles também apresentam características autoportantes, desta forma, em casos onde a edificação não apresente grandes alturas, pode ser evitado o uso de estruturas metálicas ou de concreto para garantir sua estabilidade (MARTINS, 2020). O encaixe entre painéis é do tipo macho-fêmea, como mostrado na figura 02, e é utilizado argamassa cimentícia colante ao longo das uniões, representado na figura 03.

Figura 2 – Encaixe Macho-fêmea



Fonte: MF Artefatos (2022)

Figura 3 – União de placas com argamassa colante



Fonte: O Autor (2022)

2.2.2 Processo Construtivo com Painéis Lightwall

Segundo Martins (2020), de forma a promover uma correta execução dos painéis, é necessário que a obra apresente certas condições iniciais, como:

- Serviços como contra piso, alvenaria de periferia (utilizadas para delimitar os limites do terreno, que geralmente estão em contato com edificações vizinhas) e chapisco das estruturas (quando houver), devem estar todos finalizados e bem executados;

- O contrapiso onde será aplicado os painéis, deve estar limpo e sem objetos que causem impedimentos.

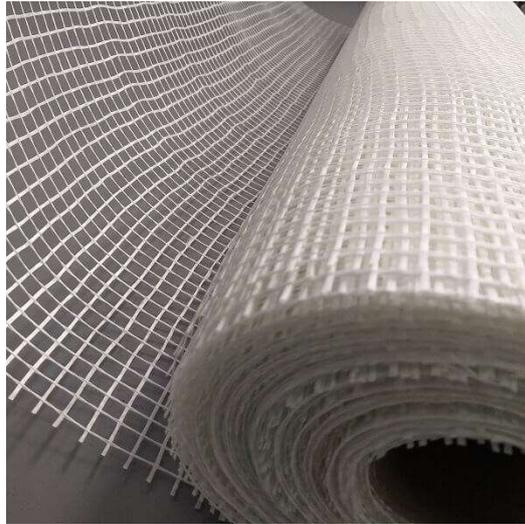
- Os eixos principais precisam estar definidos de acordo com o projeto do empreendimento, transferidos para o pavimento de trabalho.

Por se tratar de um método construtivo “enxuto” e otimizado, é de extrema importância também a realização do projeto de paginação das alvenarias de acordo com as dimensões dos painéis de *Lightwall*, de forma que não haja erros durante a execução, como falta de painéis ou a sobra dos mesmos; ou improvisos, que podem gerar manifestações patológicas.

Para a correta execução dos painéis, principalmente com relação ao alinhamento, deve ser iniciada a elevação com o contato do primeiro painel contra uma alvenaria ou pilar de partida, já executado, como também, a cada dois painéis instalados, deve ser utilizado régua de pedreiro ou níveis a laser para confirmar seu alinhamento. Deve-se depositar na parte inferior do painel, como também em suas laterais, a argamassa colante, para haver a colagem no contra piso e nos painéis seguintes. No contato com o contrapiso, é colocado a face vertical do tipo fêmea, como também, no contato com os pilares ou alvenarias periféricas de partida. Na realização do encaixe dos painéis (junções macho e fêmea), deve ser colocado uma quantidade uniforme de argamassa, em quantidade suficiente para que quando os painéis forem encaixados, possa esborrar por meio das juntas. Entretanto, a argamassa em excesso deve ser retirada antes mesmo do seu endurecimento, concedendo uma superfície negativa de 5 mm com relação a superfície dos painéis em contato, para que possa permitir a realização do tratamento de juntas (MARTINS, 2020).

Nesta etapa do tratamento das juntas, o objetivo é garantir maior aderência na junção de painéis, evitando possíveis fissuras no encontro das mesmas. Finalizando a cura da argamassa colante AC-II, cerca de 48hs após a aplicação, é possível a aplicação de argamassa polimérica, deixando alinhada com a superfície externa da placa. Após a cura desta argamassa, cerca de 12hs de sua aplicação, deve-se aplicar uma tela de fibra de vidro com gramatura de 40 kg/m², 10 cm de largura e com malha de 3,3 mm x 3,6 mm, como mostado na figura 04, aplicando sobre ela, uma camada de argamassa polimérica com auxílio de espátula, cobrindo-a totalmente.

Figura 4 – Tela de fibra de vidro



Fonte: tegape.com.br

Ainda de acordo com Martins (2020), nas juntas horizontais, principalmente na parte superior, no encontro do painel com o teto, é indicado a utilização de espuma expansiva de poliuretano, retirando o excesso após a secagem, seguido por gel polimérico de acunhamento, permitindo que não haja fissuração. Entretanto, caso seja utilizado forro nas paredes internas, não se é necessário a realização deste procedimento.

2.3 ALVENARIA CONVENCIONAL DE BLOCOS CERÂMICOS

Bastante utilizado ao longo de décadas, o bloco cerâmico se encontra atualmente na maioria das edificações espalhadas por todo o mundo. Isto se deu em decorrência de ajustes realizados ao longo dos anos, adequando-se as necessidades e demandas da construção civil em cada época.

2.3.1 História

O bloco cerâmico surgiu durante o período de grandes civilizações como a Mesopotâmia, Império Romano e Egito antigo, seguindo para Europa até chegar nas Américas. Com a evolução dos povos, cerca de 4.000 a.c., as primeiras peças de barro produzidas foram as cerâmicas, onde o homem começou a moldar e endurecer a argila em forma de recipientes, após contato com o fogo. Com a

necessidade de construção de moradias, o advento das olarias e tecnologias, foi possível desenvolver tijolos mais simples como os maciços, e posteriormente, outros mais eficientes, econômicos e resistentes, atendendo a demanda do mercado ao longo dos anos.

2.3.2 Processo Construtivo

Para os mais diversos tipos de blocos cerâmicos, a sua matéria-prima é única, argila misturada com certa quantidade de terra arenosa e água, até formar uma pasta. Antes que ocorra a mistura, é de extrema importância verificar a dimensão ideal dos grãos e reduzir os teores de impurezas da argila. Uma vez realizada a preparação da massa, que deve estar com umidade entre 20% e 30%, acontece a etapa de moldagem dos blocos, podendo ser de forma manual ou com auxílio de equipamento a vácuo. Através deste último, os blocos podem ser formados com menor quantidade de ar possível em sua mistura e com vários formatos a depender do uso, como mostrado na figura 05 abaixo.

Figura 5 – Tipos de blocos Cerâmicos



Fonte: Revista.anicer.com.br

Com a possibilidade de ser maciços (também chamados de *adobe*) ou furados (produtos extrudados), os blocos passam por essa etapa e são levados para secar em pátios abertos, em temperatura ambiente, para que possam perder um pouco da umidade presente nos mesmos. É de grande importância a diminuição de sua umidade, pois quando cozido a altas temperaturas e com elevada umidade, os

blocos tendem a estourar dentro do forno devido a pressão sobre as moléculas de água. No forno, como citado anteriormente, os blocos devem ser cozidos em temperaturas que variam entre 900 e 1100 °C, sendo de extrema importância o controle quanto ao tempo de permanência do bloco dentro do forno, como também, a sua proximidade ao fogo, interferindo diretamente em sua resistência após esse processo. (AZEREDO, 1997).

Após o cozimento, os blocos devem ser levados para o resfriamento, podendo em seguida ser comercializados e utilizados.

2.4 FUNDAÇÕES

As fundações são elementos estruturais formados pela união de solo com a infraestrutura, de forma a transferir as cargas geradas na estrutura para o terreno no qual está edificada. De acordo com a NBR 6122/2019, as fundações podem ser definidas como rasas (superficial ou direta) ou profundas, sendo a diferença entre elas atrelado a forma de transmissão das cargas e a profundidade em que a mesmas estarão.

Nas fundações rasas, sua profundidade não deverá ser superior a duas vezes sua menor dimensão, como também, a sua forma de transferência de tensões ao terreno se dá tão somente através da sua base. No caso das profundas, elas devem possuir um valor maior que duas vezes sua menor dimensão ou 3 metros de profundidade, transferindo por sua base ou laterais, as tensões para o solo.

As fundações rasas geralmente são utilizadas em solos com boa capacidade de carga e que não possuem nível freático elevado. Elas podem ser caracterizadas em: sapata isolada, sapata corrida, sapata associada, bloco, radier e grelha.

2.4.1 Radier

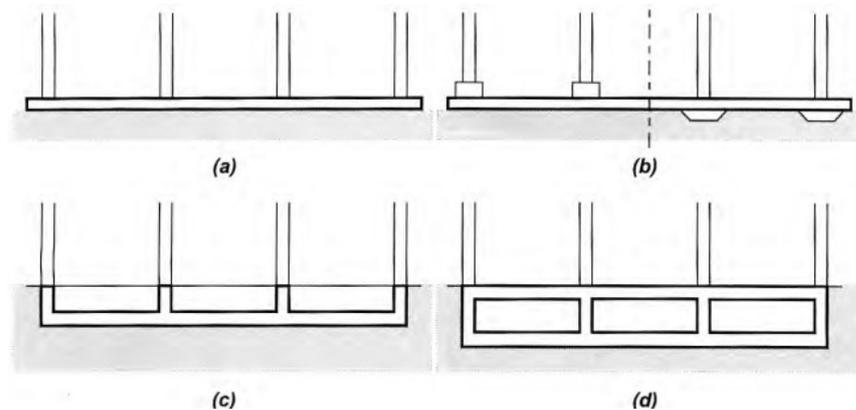
Radier é um elemento estrutural que se assemelha a uma laje maciça contínua, que fica em contato com o solo, transmitindo de forma uniforme as cargas de todos os pilares da estrutura, permitindo recalques uniformizados. De acordo com Velloso (2010), este tipo de estrutura é mais utilizado em casos que:

- As áreas das sapatas se aproximam uma das outras;
- Quando há sobreposição das sapatas;

- Quando a área ocupada por sapatas ultrapassa metade da área que será construída;
- Em casos em que o solo de fundação não apresenta boa capacidade de carga.

Existem alguns tipos diferentes de radier, que são: lisos, nervurados, em caixão e com pedestais ou cogumelos, se diferenciando de acordo com sua rigidez relativa. A espessura do elemento pode variar de acordo com o dimensionamento do projetista, podendo inclusive, apresentar espessuras diferentes em uma mesma obra.

Figura 6 – Tipos de Radiers



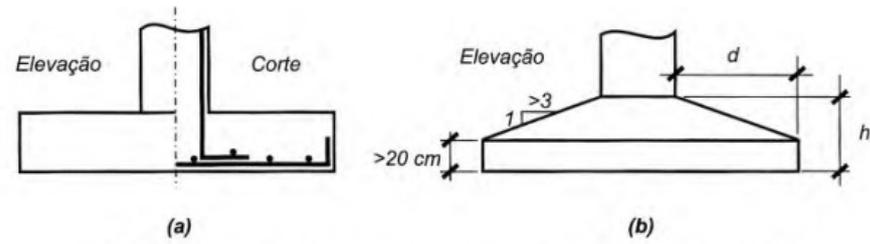
Fonte: Velloso (2010).

Radiers: a) lisos, b) com pedestais ou cogumelos, c) Nervurados, d) em caixão

2.4.2 Sapata Isolada

As sapatas isoladas são elementos estruturais com rigidez elevada que recebem as cargas transmitidas apenas de um pilar. Segundo Azeredo (2016), esse tipo de sapata é utilizado quando o solo possui uma boa resistência e quando as tensões transmitidas para o mesmo não são de valores elevados. Estes elementos são armados na maioria dos casos, possuindo diversas formas, geometrias e dimensões a depender do projetista, podendo ser de altura constante ou variada (como mostra a figura 07 abaixo), assemelhando-se a um tronco de pirâmide, economizando conseqüentemente o valor de concreto utilizado.

Figura 7 – Sapatas isoladas com geometrias diferentes



Fonte: Velloso (2010)

Sapata: a) Altura constante, b) Altura variada.

Entretanto, vale salientar que as sapatas isoladas não devem possuir dimensão menor que 60 cm, de acordo com a NBR 6122/2019. Após a execução de todas as sapatas, elas são interligadas através de vigas baldrame, concedendo uma amarração entre as mesmas.

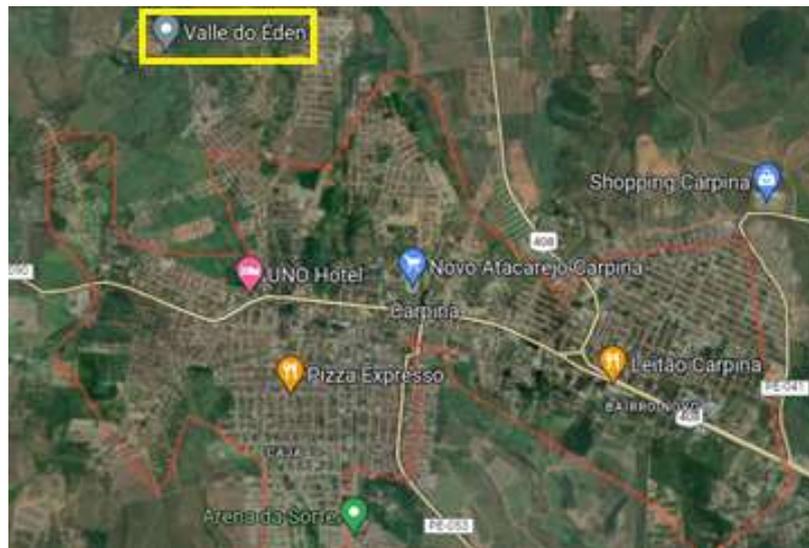
3 METODOLOGIA

De forma a obter-se maior compreensão e entendimento sobre a realização do estudo, a metodologia do presente trabalho foi dividida nos seguintes itens: descrição do imóvel de referência para estudos de caso e cálculo de custo dos componentes construtivos.

3.1 DESCRIÇÃO DO IMÓVEL DE REFERÊNCIA PARA ESTUDOS DE CASO.

Para alcançar nossos objetivos, foi realizado um estudo comparativo entre os dois métodos distintos de construção, através de orçamentos teóricos de uma residência unifamiliar construída no loteamento Valle do Éden, Carpina -PE (figura 08), de alvenaria com painéis lightwall e fundação do tipo radier.

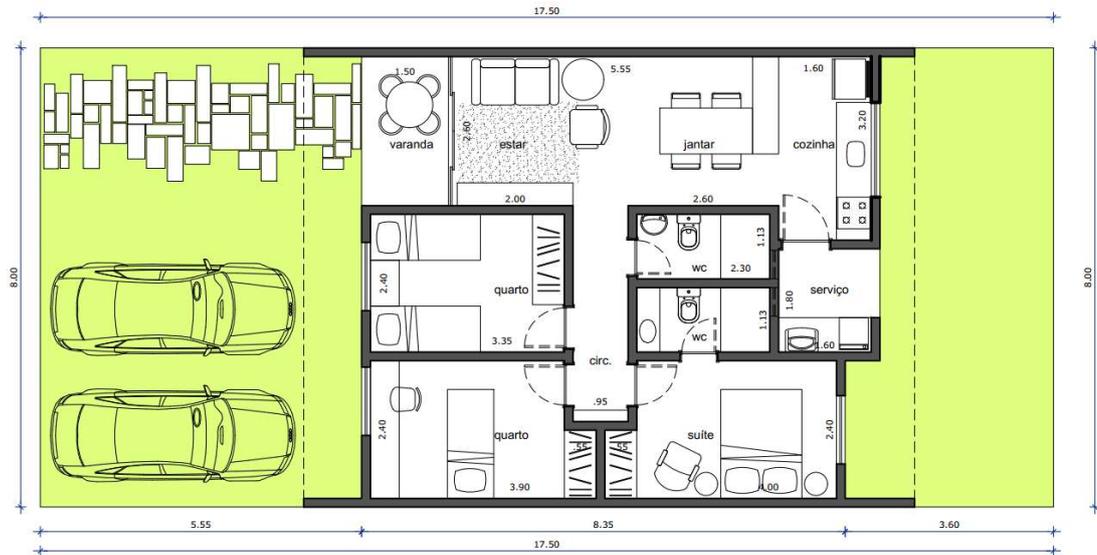
Figura 8 – Mapa Carpina



Fonte: Google maps (2022).

A escolha da fundação foi guiada pelo dimensionamento dos dois tipos distintos, vigas baldrame e radier, realizado por um engenheiro local, resultando no final na escolha da segunda opção, considerando as propriedades do solo. Entretanto, por não possuir acesso aos valores de orçamento e dimensionamentos estruturais, este trabalho realizará orçamentos teóricos da residência (figura 09) em estudo nos dois métodos construtivos.

Figura 9 – Planta baixa imóvel de referência



Fonte: O Autor (2022).

A residência possui 70,07 m² de área útil, sendo 84,40 m² a área de cobertura, com pé direito de 3,00 m, possuindo sala de estar, sala de jantar e cozinha integradas entre si, sendo esses três os ambientes sociais da casa, somado ao BWC social, localizado no início do corredor. Este último permite também o acesso aos ambientes privativos da casa que são os dois quartos e a suíte, concedendo ao morador a sensação de privacidade mesmo com visitas em casa.

O imóvel também foi projetado permitindo que o “verde” da natureza estivesse presente, através do jardim na entrada do mesmo, como também, no quintal, concedendo também ventilação ao imóvel, mesmo possuindo suas laterais no limite do lote (figura 09 e 10). O design exterior foi realizado com uma ideia modernista geométrica, concedendo para a residência, um toque de simplicidade.

Figura 10 – Fachada frontal imóvel de referência



Fonte: O Autor (2022).

Figura 11 – Fachada frontal imóvel de referência



Fonte: O Autor (2022).

3.2 CÁLCULO DE CUSTO DOS COMPONENTES CONSTRUTIVOS

Para que se fosse possível realizar o estudo comparativo, foi realizado um orçamento em cada um dos métodos construtivos expostos neste trabalho utilizando o software EXCEL, de forma a melhor estrutura-lo e organiza-lo. Toda a base de dados quanto a insumos e materiais, mão de obra, equipamentos, serviços e suas composições, foram utilizadas do relatório mensal de junho de 2022 da SINAPI – CAIXA, exceto os materiais e composições dos serviços atrelados aos painéis lightwall, que não possui dados nestes relatórios por ainda ser um material inovador na área da construção civil.

A utilização do relatório da SINAPI – CAIXA, nos forneceu um parâmetro regional para obtermos valores de custo do nosso estudo, considerando que os

mesmos são atualizados de forma mensal pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), com valores de Recife-PE. Entretanto, para que houvesse um direcionamento para a cidade de Carpina-PE, os serviços foram considerados de acordo com o “costume construtivo local”, geralmente executados na região.

Os serviços descritos em ambos os orçamentos foram precificados de acordo com as composições presentes no relatório do SINAPI, que soma a parcela de todos materiais, mão de obra e equipamentos necessários para a realização do serviço desejado. Para os painéis de lightwall, foram formadas composições seguindo a mesma linha de raciocínio, obtendo um valor final para realizar o serviço de acordo com a unidade de medida escolhida.

De forma a realizar o comparativo orçamentário entre cada um dos métodos construtivos e analisá-los, foi preciso determinar os critérios a serem considerados. Portanto, foi definido que os mesmos seriam comparados quanto aos custos referentes aos itens em que suas características e processos o tornam diferentes, como:

- Movimentação de terra;
- Infraestrutura / Fundação;
- Superestrutura;
- Paredes e painéis;
- Cobertura;
- Revestimento de paredes e Forros.

Quanto aos itens de: instalação do canteiro de obras, esquadrias, instalações elétricas e hidrosanitárias, como exemplo, apesar de serem orçados, não foram levados em consideração no comparativo, visto que, apresentariam mesmo custo em ambos os casos e tornando assim serviços “gerais”.

Para cada item, que representa nada mais que cada etapa construtiva da obra, foi necessário realizar a estruturação de cada serviço e suas composições na planilha do EXCEL, considerando com extrema importância a procura dos mesmo no relatório do SINAPI com maior similaridade aos serviços realizados em construções reais. Nessa etapa do orçamento, foi possível obter o custo unitário de cada serviço de acordo com sua unidade de medida, considerando os materiais presentes em projeto, a mão de obra necessária para execução e equipamentos utilizados.

Como este estudo orçamentário abordou um método construtivo ainda considerado inovador, foi preciso a elaboração das composições e serviços referentes a alvenaria com painéis de lightwall, especificando os materiais e suas quantidades utilizadas, mão de obra envolvida e utilização dos equipamentos necessários. Assim, de forma semelhante as composições pertencentes ao SINAPI, foi possível a criação da composição para embasar os cálculos do orçamento.

Uma vez estruturado os serviços e composições em cada item do orçamento, foi dado início na produção da memória de cálculo de cada um deles e seus respectivos serviços, considerando as particularidades dos mesmos e suas unidades de medida. Nessa etapa foi feito todo o levantamento da obra, ou seja, os valores correspondentes de cada serviço na mesma unidade de medida presente nos custos unitários.

De posse desses dois valores, foi possível estruturar o corpo do orçamento, sendo representado em células ao lado de cada serviço, o valor do quantitativo calculado, seu preço unitário e a multiplicação de ambos, indicando o quanto em R\$ foi gasto para a realização teórica. Quando foi obtido os valores de todos os itens, tanto para a alvenaria convencional, quanto para a alvenaria com painéis de lightwall, foi possível a realização do comparativo entre os métodos e suas particularidades de construção.

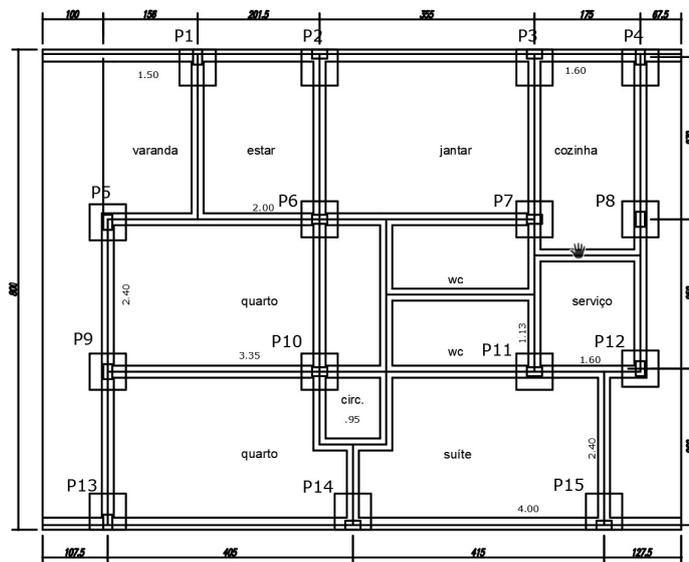
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Com os métodos de estudo considerados para realização do trabalho já informados, foi iniciado os processos de obtenção de dados, para posteriormente serem analisados e discutidos. Desta forma, foram separados nos itens: componentes construtivos – alvenaria convencional, componentes construtivos alvenaria com painéis de lightwall, componentes construtivos semelhantes, e por fim, comparativo – orçamentos finais – alvenaria convencional e alvenaria com painéis de lightwall.

4.1 COMPONENTES CONSTRUTIVOS – ALVENARIA CONVENCIONAL

De forma a promover um estudo que mais representa-se a área da construção civil na cidade de carpina e cidades circuvizinhas, a realização do orçamento em que a residência seria construída em alvenaria convencional, foi considerada a fundação em sapatas isoladas somadas com vigas baldrame. Sendo assim, foi considerado no orçamento um total de 14 sapatas de 60x60 cm, distribuídas conforme a figura 12 a seguir, e para a interligação das mesmas, obteve-se um total de 77,15 metros lineares de viga baldrame com seção de 12x25cm.

Figura 12 – Planta Baixa – Sapatas e Vigas Baldrame



Fonte: O Autor (2022).

Utilizando a metodologia proposta, no item de Movimentação de Terra, foi considerado a escavação de valas com 1,0 m x 1,0 m (B x L) em profundidade de 0,80 m para as sapatas e dimensões de 0,40 m x 0,50 m (L x H) por 77,15 metros para vigas baldrame (tabela 1), com as devidas folgas para melhor execução, sendo obtido os seguintes valores de material movimentado em todo o processo.

Tabela 1 – Movimentação de Terra – Alvenaria convencional

MOVIMENTO DE TERRA - ALVENARIA CONVENCIONAL					
		UN	QUA	CUS	TOTA
	DESCRIÇÃO	ID	NT	TO UNIT	L
.1	2 ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	M3	12,00	81,86	R\$ 982,26
.2	2 ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA VIGA BALDRAME (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	15,43	108,1 7	R\$ 1.669,07
.3	2 REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA. AF_04/2016	M3	7,13	71,56	R\$ 510,04
				TOT	R\$
				AL:	3.161,37

Fonte: O Autor (2022).

Em busca de uma melhor consistência do solo abaixo das sapatas e da viga baldrame, foi considerado o lançamento sobre o mesmo uma camada de 3 cm de concreto magro em traço 1: 4,5 : 4,5. Posteriormente, foi orçado o serviço de armação das sapatas, utilizando aço CA-50 de 8 mm e a concretagem das mesmas, possuindo dimensão de 60 cm em suas laterais e 25 cm de altura, com realização de pescoço. Em continuidade ao orçamento, foi calculada a alvenaria de embasamento, com blocos de cerâmica, que atuam nivelando toda a base para que posteriormente seja executada a viga baldrame. Esta última, assim como as sapatas, teve sua armação orçada utilizando CA-50 de 8.0 mm em sua armadura positiva e negativa somada o aço CA-60 de 5.0 mm como estribos.

Tanto para a concretagem das sapatas como para a viga baldrame, foi considerado a execução de fôrmas em madeira serrada, permitindo até 4 utilizações, como também, foi considerado a utilização de concreto com Fck de 25 Mpa, com traço de 1: 2,3 : 2,7, sendo realizado o lançamento do mesmo em baldes pela mão de obra contratada, por ser o processo mais usual na cidade em estudo, Carpina.

Desta forma, é possível ver na tabela 02 todos serviços citados acima e seus respectivos custos, referenciando a Infraestrutura da residência.

Tabela 2 – Infra-estrutura – Alvenaria convencional

INFRA-ESTRUTURA – ALVENARIA CONVENCIONAL						
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL		
3.1 LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 3 CM. AF_08/2017	M3	1,14	R\$ 17,15	R\$		19,63
3.2 ALVENARIA DE EMBASAMENTO COM BLOCO ESTRUTURAL DE CERÂMICA, DE 14X19X29CM E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_05/2020	M3	6,17	R\$ 536,97	R\$		3.314,21
3.3 FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2	5,40	R\$ 133,10	R\$		718,72
3.4 FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2	30,64	R\$ 68,92	R\$		2.111,92
3.5 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	200,11	R\$ 18,11	R\$		3.624,27
3.6 ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	32,08	R\$ 20,10	R\$		644,78
3.7 CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	4,41	R\$ 436,40	R\$		1.926,37
3.8 LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_02/2022	M3	2,31	R\$ 246,90	R\$		571,46
TOTAL:				R\$		12.931,35

Fonte: O Autor (2022).

No item seguinte, a “Superestrutura” foi considerado de igual forma a montagem das fôrmas em madeira para os pilares e as vigas, como também a utilização de aço CA-50 de 8.0 mm e CA-60 de 5.0 mm para a armação dos mesmos, sendo o último para os estribos. Em continuidade na representação das características construtivas em Carpina-PE, laje adotada no orçamento foi a pré-moldada unidirecional, biapoiada, com enchimento de blocos cerâmicos e vigota convencional, com altura total da laje de 11 cm, sendo 8 cm do enchimento e mais 3 cm da capa em concreto. Os valores correspondentes a esse item estão representados na tabela 03.

Tabela 3 – Superestrutura – Alvenaria convencional

SUPERESTRUTURA – ALVENARIA CONVENCIONAL							
	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT		TOTAL	
4.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	12,60	R\$	107,05	R\$	1.348,83
4.2	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	46,29	R\$	148,46	R\$	6.872,37
4.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	521,68	R\$	20,11	R\$	10.492,74
4.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	202,48	R\$	18,09	R\$	3.662,67
4.5	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA FORRO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+3). AF_11/2020	M2	84,40	R\$	174,84	R\$	14.756,67
TOTAL:						R\$	37.133,28

Fonte: O Autor (2022).

Finalizados os itens da estrutura da residência, é iniciado a parte de vedação e acabamento. Quanto vedação, o item no orçamento foi nomeado como “Paredes e Painéis”, sendo um de seus subitens a “Alvenaria”, que consta os serviços de alvenaria de vedação utilizando blocos cerâmicos furados de tamanho 9x19x19, comumente utilizados na região; vergas e contravergas pré-moldadas para aberturas de janelas e portas; e por último, a montagem e desmontagem de andaimes, permitindo uma maior facilidade no trabalho em altura.

O item “Cobertura”, descreve a instalação da estrutura pontaletada de madeira que servirá como apoio para o telhamento em telhas de fibrocimento, onduladas, com espessura de 6 mm, considerando um recobrimento lateral de $\frac{1}{4}$ de onda e inclinação acima de 10°, com duas águas. Todos os valores dos itens citados acima são possíveis de verificar na tabela 04 e 05.

Tabela 4 – Parede e Painéis – Alvenaria convencional

PAREDES E PAINÉIS – ALVENARIA CONVENCIONAL							
DESCRIÇÃO	UNI	QUAN	CUSTO UNIT	TOTAL			
	D	T					
ALVENARIA							
5.1.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2	213,61	R\$	74,14	R\$	15.836,63
5.1.2	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	M	4,80	R\$	46,25	R\$	222,01
5.1.3	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	M	19,20	R\$	59,61	R\$	1.144,42
5.1.4	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	M	9,00	R\$	34,11	R\$	307,01
5.1.5	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	M	2,50	R\$	58,78	R\$	146,94
5.1.6	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ANDAIME MULTIDIRECIONAL (EXCLUSIVE ANDAIME E LIMPEZA). AF_11/2017	M3	6,75	R\$	6,88	R\$	46,43
TOTAL:						R\$	17.703,44

Fonte: O Autor (2022).

Tabela 5 – Cobertura – Alvenaria convencional

COBERTURA - ALVENARIA CONVENCIONAL							
DESCRIÇÃO	UNI	QUAN	CUSTO UNIT	TOTAL			
	D	T					
COBERTURA							
5.2.1	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE ESTRUTURA PONTALETADA DE MADEIRA NÃO APARELHADA PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS E PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_12/2015	M2	84,40	R\$	21,13	R\$	1.783,02
5.2.2	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	M2	84,40	R\$	54,45	R\$	4.595,80
TOTAL:						R\$	6.378,82

Fonte: O Autor (2022).

Para este método construtivo, em relação a área de acabamentos, comentaremos apenas o item “Revestimento de Paredes e Forros” que está inserido no comparativo direto entre os métodos. Dentro deste item, como mostrado na tabela 06, estão inclusos os serviços de forro em placas gesso para ambientes residenciais; chapisco aplicado em alvenaria e estruturas de concreto, em áreas externas e internas, utilizando argamassa de traço 1:3 e com preparo em betoneira de 400L; e emboço utilizando argamassa com traço 1:2:8, também com preparo em betoneira de 400L e aplicação interna e externa.

Tabela 6 – Revestimentos de Paredes e Forros – Alvenaria convencional

REVESTIMENTOS DE PAREDES E FORROS							
DESCRIÇÃO	UNI	QUAN	CUSTO UNIT		TOTAL		
	D	T					
FORRO							
7.1. FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS. AF_05/2017_P	M2	70,07	R\$	30,86	R\$	2.162,52	
PAREDES INTERNAS							
7.2. CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	M2	243,73	R\$	3,78	R\$	921,28	
7.2. EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	M2	243,73	R\$	53,05	R\$	12.929,32	
PAREDES EXTERNAS							
7.3. CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	M2	119,42	R\$	7,86	R\$	938,17	
7.3. EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	M2	119,42	R\$	53,05	R\$	6.334,96	
TOTAL:					R\$	23.286,24	

Fonte: O Autor (2022).

4.2 COMPONENTES CONSTRUTIVOS – ALVENARIA COM PAINÉIS DE LIGHTWALL

Como consideração para este método construtivo, a fundação escolhida foi do tipo Radier, gerando mudanças nos serviços executados na movimentação de terra e infraestrutura. Para o primeiro, o terreno necessitaria de regularização, de forma a seguir com todos os processos que acontecerão na execução do radier.

No item infraestrutura, foi considerado o serviço de “execução de radier”, que se trata de uma composição do SINAPI de código 97102, englobando todos os outros serviços presentes na execução. Estes possuem como etapa inicial a compactação do solo de base, na umidade ótima, concedendo uma maior rigidez ao mesmo e evitando desta forma, recalques diferenciais. Nas extremidades do radier foi considerado a escavação de valas para a execução das vigas de borda, limitando e dando segurança nos limites do mesmo. De igual forma foi considerado a instalação das tubulações elétricas e hidrosanitárias que passam pelo solo de fundação, que devem estar devidamente instaladas em seu local correto, tendo em

vista que qualquer tipo de conserto após a concretagem, resulta em prejuízos e retrabalhos.

Logo em seguida, foi considerado o lançamento de camada de 10 cm de material granular (pedra britada N.2) que assim como o solo, deve estar nivelada por todo o comprimento do radier. Finalizado esse processo, foi colocado por cima do material granular uma lona plástica, evitando qualquer tipo de percolação de água do solo para o concreto, nomeada na composição como “camada separadora” .

Antes da concretagem, foi levado em consideração a montagem das formas em madeira serrada para as bordas do radier e a armação do mesmo, com a utilização de telas Q-138. Finalizando todos os serviços anteriormente citados, foi considerado a concretagem utilizando concreto com Fck de 30 Mpa, adensando e garantindo um bom acabamento. Na tabela 07 e 08 é possível observar os custos referentes aos serviços e a composição dos mesmos citados anteriormente.

Tabela 7 – Movimentação de Terra e Infra-estrutura - Lightwall

MOVIMENTO DE TERRA - PAINÉIS LIGHTWALL						
DESCRIÇÃO	UNI	QUAN	CUSTO UNIT	TOTAL		
	D	T				
2. REGULARIZAÇÃO DE SUPERFÍCIES COM 1 MOTONIVELADORA. AF_11/2019	M2	80	R\$ 0,31	R\$		25,08
2. REATERRO MANUAL DE VALAS COM 2 COMPACTAÇÃO MECANIZADA. AF_04/2016	M3	0,238	R\$ 71,56	R\$		17,03
TOTAL:				R\$		42,11
INFRA-ESTRUTURA – PAINÉIS LIGHTWALL						
3. EXECUÇÃO DE RADIER, ESPESSURA DE 15 CM, FCK 1 = 30 MPA, COM USO DE FORMAS EM MADEIRA SERRADA. AF_09/2021	M2	80	R\$ 206,16	R\$		16.492,44
TOTAL:				R\$		16.492,44

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 8 – Composição Execução de Radier, espessura de 15cm, FcK=30Mpa.

COMP 74	97102	EXECUÇÃO DE RADIER, ESPESSURA DE	M2			R\$ 206,16
	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	COEF.	P. UNIT.	VALOR
	1.1	MATERIAIS				R\$ 206,16
SINAPI	96624	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR (PEDRA BRITADA N.2), APLICADO EM PISOS OU LAJES SOBRE SOLO, ESPESSURA DE *10 CM*. AF_08/2017	M3	0,1000000	121,24	R\$ 12,12
SINAPI	97082	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VIGA DE BORDA PARA RADIER. AF_09/2021	M3	0,0350000	52,82	R\$ 1,85
SINAPI	97083	COMPACTAÇÃO MECÂNICA DE SOLO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, COM COMPACTADOR DE SOLOS A PERCUSSÃO. AF_09/2021	M2	1,0000000	2,83	R\$ 2,83
SINAPI	97086	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2021	M2	0,1000000	108,76	R\$ 10,88
SINAPI	97087	CAMADA SEPARADORA PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, EM LONA PLÁSTICA. AF_09/2021	M2	1,2400000	2,83	R\$ 3,51
SINAPI	97090	ARMAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, COM USO DE TELA Q-138. AF_09/2021	KG	4,4000000	18,59	R\$ 81,80
SINAPI	97096	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_09/2021	M3	0,1850000	503,63	R\$ 93,17
	1.2	MÃO DE OBRA				R\$ 0,00
	1.3	EQUIPAMENTO				R\$ 0,00
	1.4	TRANSPORTE				R\$ 0,00

Fonte: O Autor (2022).

Para este método, apesar de não possuir características estruturais, os painéis são considerados autoportantes, e desta forma, no item da superestrutura não há necessidade de um grande número de pilares e vigas como no de alvenaria convencional, sendo orçado apenas 4 pilares de seção 15x25cm, 4 vigas de 14x25cm e uma área de 6,25 m² de laje pré-fabricada, semelhante ao orçado no outro método, destinada a suportar o peso da caixa d'água.

O item referente a estrutura metálica foi utilizado como apoio para as placas que farão parte da cobertura, sendo a composição dessa estrutura mostrada abaixo na tabela 08. Nela, foi considerada a utilização do perfil "U" de aço laminado, de dimensões 152 mm x 15,6 mm, que será colocado nos encontros das placas e no meio de cada uma delas, evitando qualquer tipo de deformação com o peso da cobertura. Foi definido também o eletrodo revestido AWS – E7018 para realização das soldas; jateamento abrasivo com granalha e pintura com tinta alquídica de fundo, concedendo a peça uma maior durabilidade; e por último, a realização do serviço por soldador e montador de estruturas com servente. Na tabela 09 abaixo é possível observar os custos respectivos aos serviços comentados.

Tabela 9 – Composição Estrutura metálica para cobertas em lightwall

COMP 73		ESTRUTURA METÁLICA PARA COBERTUR	KG			R\$ 25,97
	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	COEF.	P. UNIT.	VALOR
	1.1	MATERIAIS				R\$ 17,28
SINAPI	10966	PERFIL "U" DE AÇO LAMINADO, "U" 152 X 15,6	KG	1,0000000	11,76	11,76
SINAPI	10997	ELETRODO REVESTIDO AWS - E7018, DIAMETRO IGUAL A 4,00 MM	KG	0,1260000	34,95	4,40
SINAPI	100716	JATEAMENTO ABRASIVO COM GRANALHA DE AÇO EM PERFIL METÁLICO EM FÁBRICA. AF 01/2020	M2	0,0285000	28,99	0,83
SINAPI	100719	PINTURA COM TINTA ALQUÍDICA DE FUNDO (TIPO ZARCÃO) PULVERIZADA SOBRE PERFIL METÁLICO EXECUTADO EM FÁBRICA (POR DEMÃO). AF 01/2020_P	M2	0,0285000	10,34	0,29
	1.2	MÃO DE OBRA				R\$ 8,69
SINAPI	88240	COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2150000	22,44	4,82
SINAPI	88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0800000	29,02	2,32
SINAPI	88317	SOLDADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0663000	23,24	1,54
	1.3	EQUIPAMENTO				R\$ 0,00
	1.4	TRANSPORTE				R\$ 0,00

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 10 – Superestrutura – painéis em lightwall

SUPERESTRUTURA							
	DESCRIÇÃO	UNI D	QUAN T	CUSTO UNIT		TOTAL	
4.1	ESTRUTURA METÁLICA PARA COBERTURAS EM LIGHTWALL, COM PERFIS "U" DE AÇO, COM CONEXÕES SOLDADAS, INCLUSOS MÃO DE OBRA, TRANSPORTE E IÇAMENTO UTILIZANDO TALHA MANUAL, PARA EDIFÍCIOS DE ATÉ 2 PAVIMENTOS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	KG	352,00	R\$	25,97	R\$	9.142,01
4.2	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	3,36	R\$	107,05	R\$	359,69
4.3	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	5,52	R\$	148,46	R\$	819,52
4.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	136,23	R\$	20,11	R\$	2.739,99
4.5	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	36,02	R\$	18,09	R\$	651,65
4.6	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA FORRO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+3). AF_11/2020	M2	6,25	R\$	174,84	R\$	1.092,76
TOTAL:						R\$	14.805,62

Fonte: O Autor (2022)

Para este método, no subitem “Alvenaria”, dentro de “Parede e painéis” foi levado em consideração os serviços referentes a utilização dos painéis de Lightwall. Assim como foi citado anteriormente nesse trabalho, os painéis possuem tipos deferentes atrelados ao uso que terão. Há painéis que recebem a nomenclatura “SP” (sem placa cimentícia) que foram considerados para as paredes internas da residência, pois não terão contato com o meio externo e com as interperes climáticas, onde multiplicado 22,79 m referente ao comprimento linear das paredes internas com 3,00 m de altura dos painéis e subtraindo aberturas de portas e janelas, obtem-se para esse tipo, 68,96 m² de painéis.

O tipo 1P que refere-se aos painéis que uma face está voltada para algum ambiente interno, e a outra, para o externo, sendo necessário a utilização da placa cimentícia para este último lado, foram considerados principalmente para as paredes limites da casa, como frontal, laterais e traseira, obtendo 96,89 m², calculados de forma semelhante ao outro tipo de placa.

Os painéis que possuem os dois lados com a placa cimentícia, nomeado de “2P”, foi utilizado em pequenos detalhes da fachada frontal e traseira da casa, tendo em vista que teria contato direto com o ambiente externo e as interperes. Para este painel, foi considerado 14,56 m².

A composição dos serviços de alvenaria utilizando os painéis de Lightwall seguiram os mesmos cálculos e considerações, sendo alterado apenas o tipo de placa utilizada. Os quantitativos de materiais como argamassa colante tipo ACIII, tela de fibra de vidro e argamassa polimérica basecoat foram definidos de acordo com cálculos referente a consumo aproximado e estudos concedido pelos fabricantes dos produtos, como é possível verificar no Anexo 02. De igual modo, a produtividade da mão de obra também foi definida de acordo com estudos de caso da empresa produtora dos painéis, a MF Artefatos.

Os valores de custos, como também a composição citada acima, são apresentadas a seguir na tabela 11 e 12.

Tabela 11 – Composição Alvenaria com Painéis de Lightwall Tipo 2P

COMP 69		PAREDE COM PAINÉIS LIGHTWALL, PA			M2		R\$ 179,26
	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	NIDAD	COEFICIEN	PREÇO UNIT.	VALOR	
	1.1	MATERIAIS					R\$ 164,43
MF ARTF.		PAINÉL LIGHTWALL, 3,00 X 0,61 X 0,12 M , COM 2 PLACAS CIMENTICIAS.	M²	0,546	263,00	143,70	
SINAPI	37595	ARGAMASSA COLANTE TIPO AC III	KG	0,008	2,46	0,02	
SINAPI	36887	TELA DE FIBRA DE VIDRO, ACABAMENTO ANTI-ALCALINO, MALHA 10 X 10 MM	M2	0,722	9,06	6,54	
MF ARTF.		ARGAMASSA POLIMÉRICA BASECOLT	KG	0,867	16,33333	14,16	
	1.2	MÃO DE OBRA					R\$ 10,87
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,245	22,55	5,52	
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,294	18,19	5,35	
	1.3	EQUIPAMENTO					R\$ 3,96
SINAPI	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,079	34,13	2,70	
SINAPI	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,039	32,45	1,27	
	1.4	TRANSPORTE					R\$ 0,00

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 12 – Alvenaria com Painéis de Lightwall.

PAREDES E PAINÉIS – PAINÉIS LIGHTWALL					
					CUS
	DESCRIÇÃO	NID	UANT	TO UNIT	TOTAL
ALVENARIA					
.1	PAREDE COM PAINÉIS LIGHTWALL, PARA USO INTERNO, 3,00 X 0,61 X 0,075 M, SEM PLACA CIMENTICIA ISOLANTE.	2	8,9655	R\$ 210,56	R\$ 14.521,33
.2	PAREDE COM PAINÉIS LIGHTWALL, PARA USO INTERNO E EXTERNO, 3,00 X 0,61 X 0,090 M, COM 1 PLACA CIMENTICIA ISOLANTE.	2	6,899	R\$ 262,75	R\$ 25.460,22
.3	PAREDE COM PAINÉIS LIGHTWALL, PARA USO EXTERNO, 3,00 X 0,61 X 0,12 M, COM 2 PLACAS CIMENTICIAS ISOLANTE.	2	4,559	R\$ 315,76	R\$ 4.597,14
.4	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ANDAIME MULTIDIRECIONAL (EXCLUSIVE ANDAIME E LIMPEZA). AF_11/2017	3	,75	R\$ 6,88	R\$ 46,43
TOT					R\$
AL:					44.625,11

Fonte: O Autor (2022)

Como dito anteriormente, para este método construtivo com painéis de Lightwall, a execução de laje pré-fabricada foi considerada apenas onde haveria a

caixa d'água, pois os demais locais em que não foram considerados a execução de pilares e vigas não suportariam os esforços da laje. Entretanto, apesar de não possuir função estrutural, mas considerando o comportamento autoportante das paredes em painéis e a utilização da estrutura metálica citada na tabela 08 como meio de garantir uma maior estabilidade, a execução da cobertura foi definida com a utilização dos painéis 1P, sendo a parte com a placa cimentícia voltada para o exterior da casa, e o outro lado, para o interior da residência.

De forma a garantir uma boa fixação dos painéis, foi considerado a utilização de parafusos zincados, autobrocantes de 4,2 mm x 19 mm, no encontro dos painéis, fixando os mesmos nos perfis "U" citados na tabela 09. Por meio da tabela 13 mostrada a seguir, é possível observar a composição referente a este serviço de cobertura com Painéis Lightwall.

Em continuação a execução da cobertura, foi considerado os mesmos serviços que no método de alvenaria convencional: fabricação e instalação de estrutura pontaletada de madeira e telhamento com telhas onduladas em fibrocimento com espessura de 6 mm, com recobrimento de ¼ de onda e inclinação maior que 10°, como mostrado na tabela 14.

Tabela 13 – Composição Coberta com Painéis de Lightwall.

COMP	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	COEFICIENTE	PREÇO UNIT.	VALOR
76		COBERTA COM PAINÉIS LIGHTWALL, PARA USO INTERNO, 3,00 X 0,61 X 0,120 M, COM 1 PLACA CIMENTICIA ISOLANTE.	M2			R\$ 133,03
	1.1	MATERIAIS				R\$ 116,87
MF ARTF.		PAINÉL LIGHTWALL, 3,00 X 0,61 X 0,090 M, COM 1 PLACA CIMENTICIA.	M²	0,5464	210	114,74
SINAPI	37595	ARGAMASSA COLANTE TIPO AC III	KG	0	2,46	0,00
SINAPI	36887	TELA DE FIBRA DE VIDRO, ACABAMENTO ANTI-ALCALINO, MALHA 10 X 10 MM	M2	0	9,06	0,00
YESO		ARGAMASSA POLIMÉRICA BASECOAT	KG	0	16,33333333	0,00
SINAPI	40547	PARAFUSO ZINCADO, AUTOBROCANTE, FLANGEADO, 4,2 MM X 19 MM	CENTO	0,06	35,35	2,12
	1.2	MÃO DE OBRA				R\$ 12,20
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,275	22,55	6,20
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,33	18,19	6,00
	1.3	EQUIPAMENTO				R\$ 3,96
SINAPI	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0790000	34,13	2,70
SINAPI	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,0390000	32,45	1,27
	1.4	TRANSPORTE				R\$ 0,00

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 14 – Coberta com Painéis de Lightwall.

COBERTURA						
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT		TOTAL	
6.1 COBERTA COM PAINÉIS LIGHTWALL, PARA USO INTERNO, 3,00 X 0,61 X 0,120 M, COM 1 PLACA CIMENTÍCIA ISOLANTE.	M2	80,4	R\$	170,95	R\$	13.744,09
6.2 FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE ESTRUTURA PONTALETADA DE MADEIRA NÃO APARELHADA PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS E PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_12/2015	M2	84,4	R\$	21,13	R\$	1.783,02
6.3 TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	M2	84,4	R\$	54,45	R\$	4.595,80
TOTAL:					R\$	20.122,91

Fonte: O Autor (2022)

Diferentemente do método construtivo em alvenaria convencional, a alvenaria com os painéis de Lightwall não necessitam de revestimento como chapisco ou emboço, que devido ao seu processo de fabricação utilizando fôrmas metálicas, concretos adensáveis e boa vibração, concedem a peça um ótimo acabamento final. O encontro entre os painéis provoca a discontinuidade dos mesmos, mas com a aplicação da argamassa polimérica basecoat e a tela de fibra de vidro, ocasiona uma melhora ou até mesmo soluciona este problema, sendo possível seguir com os serviços de acabamento como aplicação de massa corrida e pintura. A imagem 13 demonstra as placas unidas.

Figura 13 – Acabamento de Painéis de lightwall



Fonte: O Autor (2022)

4.3 COMPONENTES CONSTRUTIVOS SEMELHANTES

De forma a obter estimativas totais da construção em ambos os métodos construtivos mais próximos com a realidade na cidade de Carpina, foi realizado o orçamento dos serviços presentes em ambos os casos e que por isto, não houve a necessidade de serem mostrados anteriormente, que são: Instalação do canteiro de obras, esquadrias (alumínio e madeira), pisos (regularização de base e acabamentos), instalações hidrosanitárias, instalações elétricas, pintura e serviços complementares.

Através das tabelas 15 a 21 é possível observar em ordem de execução o valor de cada item e os serviços considerados em cada um no orçamento.

Tabela 15 – Orçamento: Instalação do canteiro de obra.

INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA						
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL		
LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA PARA OBRAS E INSTALAÇÃO SANITÁRIA PROVISÓRIA, PEQUENAS OBRAS - INSTALAÇÃO MÍNIMA	UD	1,00	R\$ 2.248,16	R\$ 2.248,16		
ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA, AÉREA, MONOFÁSICA, COM CAIXA DE SOBREPOR, CABO DE 16 MM2 E DISJUNTOR DIN 50A (NÃO INCLUSO O POSTE DE CONCRETO). AF_07/2020_P	UD	1,00	R\$ 1.510,18	R\$ 1.510,18		
LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 2,00M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_10/2018	m ²	140,00	R\$ 5,87	R\$ 822,26		
LIMPEZA MECANIZADA DE CAMADA VEGETAL, VEGETAÇÃO E PEQUENAS ÁRVORES (DIÂMETRO DE TRONCO MENOR QUE 0,20 M), COM TRATOR DE ESTEIRAS. AF_05/2018	m ²	140,00	R\$ 0,41	R\$ 57,76		
TAPUME COM COMPENSADO DE MADEIRA. AF_05/2018	m ²	102,00	R\$ 129,22	R\$ 13.180,31		
TOTAL				R\$ 17.818,67		

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 16 – Orçamento: Esquadrias.

ESQUADRIAS					R\$
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO					3.421,50
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER COM 2 FOLHAS PARA VIDROS, COM VIDROS, BATENTE, ACABAMENTO COM ACETATO OU BRILHANTE E FERRAGENS. EXCLUSIVE ALIZAR E CONTRAMARCO. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	M2	7,60	R\$ 298,25	R\$ 2.266,72	
JANELA DE ALUMÍNIO TIPO MAXIM-AR, COM VIDROS, BATENTE E FERRAGENS. EXCLUSIVE ALIZAR, ACABAMENTO E CONTRAMARCO. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	M2	2,00	R\$ 577,39	R\$ 1.154,78	
ESQUADRIAS DE MADEIRA					R\$
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 70X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	0	2,00	R\$ 902,29	R\$ 1.804,58	
KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	M2	4,00	R\$ 941,53	R\$ 3.766,12	
PORTA DE CORRER DE ALUMÍNIO, COM DUAS FOLHAS PARA VIDRO, INCLUSO VIDRO LISO INCOLOR, FECHADURA E PUXADOR, SEM ALIZAR. AF_12/2019	M2	3,78	R\$ 341,34	R\$ 1.290,25	
TOTAL					R\$ 10.282,46

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 17 – Orçamento: Pisos.

PISOS					R\$
REGULARIZAÇÃO DE BASE					2.807,67
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS MOLHADAS SOBRE IMPERMEABILIZAÇÃO, ACABAMENTO NÃO REFORÇADO, ESPESSURA 3CM. AF_07/2021	M2	64,13	R\$ 43,78	R\$ 2.807,67	
ACABAMENTOS					R\$
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M² E 10 M². AF_06/2014	M2	64,13	R\$ 130,41	R\$ 8.363,29	
RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45CM. AF_06/2014	M	6,10	R\$ 7,74	R\$ 47,23	
TOTAL					R\$ 11.218,18

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 18 – Orçamento: Instalações hidrosanitárias.

INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS					
REDE DE ÁGUA FRIA					R\$ 1.392,00
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA FRIA (SUBRAMAL) COM TUBULAÇÃO DE PVC, DN 25 MM, INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA, INCLUSOS RASGO E CHUMBAMENTO EM ALVENARIA. AF_12/2014	UN	11,00	R\$ 126,55	R\$ 1.392,00	
REGISTROS					R\$ 43,26
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
KIT DE REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO DE LATÃO ½", INCLUSIVE CONEXÕES, ROSCÁVEL, INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA FRIA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	1,00	R\$ 43,26	R\$ 43,26	
RESERVATÓRIO					R\$ 431,82
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	UN	1,00	R\$ 401,67	R\$ 401,67	
TORNEIRA DE BOIA PARA CAIXA D'ÁGUA, ROSCÁVEL, 3/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1,00	R\$ 30,15	R\$ 30,15	
REDE DE ESGOTO					R\$ 1.562,91
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
CAIXA DE GORDURA SIMPLES (CAPACIDADE: 36L), RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS = 0,2X0,4 M, ALTURA INTERNA = 0,8 M. AF_12/2020	UN	3,00	R\$ 315,41	R\$ 946,22	
TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	M	10,51	R\$ 18,99	R\$ 199,57	
TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_01/2021	M	7,58	R\$ 48,19	R\$ 365,25	
RALO SECO, PVC, DN 100 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	UN	2,00	R\$ 11,83	R\$ 23,67	
RALO SIFONADO, PVC, DN 100 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	UN	2,00	R\$ 14,10	R\$ 28,21	
TOTAL				R\$ 3.429,98	

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 19 – Orçamento: Instalações elétricas.

INSTALAÇÕES ELÉTRICA					R\$
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA					484,37
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO, DE EMBUTIR, COM BARRAMENTO TRIFÁSICO, PARA 12 DISJUNTORES DIN 100A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	M	1,00	R\$ 484,37	R\$ 484,37	
DISJUNTORES					R\$
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	498,40
DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 25A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	4,00	R\$ 69,56	R\$ 278,23	
DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 32A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	2,00	R\$ 70,08	R\$ 140,16	
DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 50A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	1,00	R\$ 80,01	R\$ 80,01	
INTERRUPTORES E TOMADAS					R\$
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	5.676,12
PONTO DE ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL INCLUINDO INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS), CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO (EXCLUINDO LUMINÁRIA E LÂMPADA). AF_01/2016	UN	8,00	R\$ 160,40	R\$ 1.283,19	
PONTO DE ILUMINAÇÃO E TOMADA, RESIDENCIAL, INCLUINDO INTERRUPTOR PARALELO E TOMADA 10A/250V, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO (EXCLUINDO LUMINÁRIA E LÂMPADA). AF_01/2016	UN	5,00	R\$ 222,04	R\$ 1.110,19	
PONTO DE TOMADA RESIDENCIAL INCLUINDO TOMADA (2 MÓDULOS) 10A/250V, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO. AF_01/2016	UN	15,00	R\$ 173,65	R\$ 2.604,72	
PONTO DE TOMADA RESIDENCIAL INCLUINDO TOMADA 20A/250V, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO. AF_01/2016	UN	4,00	R\$ 169,50	R\$ 678,02	
TOTAL				R\$	6.658,88

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 20 – Orçamento: Pintura.

PINTURA					R\$
PINTURA INTERNA					6.002,03
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	
MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	M2	157,04	R\$ 23,91	R\$ 3.754,04	
APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	157,04	R\$ 14,31	R\$ 2.247,99	
PINTURA EXTERNA					R\$
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL	5.288,89
MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	M2	118,70	R\$ 23,91	R\$ 2.837,52	
APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS, DUAS CORES. AF_06/2014	M2	118,70	R\$ 20,65	R\$ 2.451,37	
TOTAL				R\$	11.290,92

Fonte: O Autor (2022)

Tabela 21 – Orçamento: Serviços complementares.

SERVIÇOS COMPLEMENTARES						R\$
MURO DE DIVISA						10.527,54
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL		
ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2	130,92	R\$ 74,14	R\$ 9.706,15		
MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ANDAIME MULTIDIRECIONAL (EXCLUSIVE ANDAIME E LIMPEZA). AF_11/2017	M3	119,42	R\$ 6,88	R\$ 821,39		
PAISAGISMO						R\$
						892,86
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL		
PLANTIO DE GRAMA EMERALDA OU SÃO CARLOS OU CURITIBANA, EM PLACAS. AF_05/2022	M2	51,20	R\$ 17,44	R\$ 892,86		
LIMPEZA FINAL						R\$
						297,76
DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNIT	TOTAL		
CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M ³ - CARGA COM ESCAVADEIRA <u>HIDRÁULICA</u> (CAÇAMBA DE 0,80 M ³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	8,00	R\$ 9,35	R\$ 74,81		
LIMPEZA DE SUPERFÍCIE COM JATO DE ALTA PRESSÃO. AF_04/2019	M2	130,92	R\$ 1,70	R\$ 222,94		
TOTAL					R\$	11.718,16

Fonte: O Autor (2022)

4.4 COMPARATIVO – ORÇAMENTOS FINAIS – ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA COM PAINÉIS DE LIGHTWALL

Com a realização dos dois orçamentos, ficou possível então realizar o comparativo entre os custos dos dois métodos em cada item. Como dito anteriormente, ambos orçamentos possuem valores iguais em custo para os serviços de instalação do canteiro de obra, esquadrias, pisos, instalações hidrosanitárias, instalações elétricas, pintura e serviços complementares, restando os demais como critério comparativo.

Observado os custos no item de movimentação de terra, foi possível perceber uma considerável diferença de valores, de R\$ 3.119,26, chamando mais a atenção de que para o método com lightwall só foram gastos R\$ 42,11 para movimentação de terra. Esse pequeno valor ocorreu pelo fato de que apenas foi considerado nesse item os serviços de regularização de superfície com motoniveladora e reaterro de valas, estando todos os outros atrelados a composição de “Execução de radier” presente no item seguinte da Infra-estrutura.

Sobre este item, foi verificado que para o método em painéis de lightwall tornou-se mais caro se comparado ao método da alvenaria convencional, com uma

diferença de R\$3.561,09, sendo explicada principalmente pelo maior consumo de concreto e por haver serviços de movimentação de terra anexados na composição.

No item da superestrutura a diferença no custo entre os métodos chegou a R\$ 18.398,27 devido principalmente ao grande consumo de concreto e aço na alvenaria convencional, na execução dos pilares e vigas. Por apresentar características autoportantes e pela simplicidade do projeto, a necessidade de pilares e vigas para o método com painéis de lightwall esteve resumida apenas para sustentação da caixa d'água, que consistiu em 4 pilares e vigas e uma pequena área de laje pré fabricada. No custo desta, ainda houve a consideração dos perfis metálicos utilizados para sustentação dos painéis na cobertura, mas apesar disto, apresentou menor custo em comparação ao outro método, como mostrado na tabela 24 abaixo.

Devido a grande oferta do bloco cerâmico para alvenaria convencional, o custo deste material se torna um grande atrativo para os construtores em geral. Mesmo possuindo um relativo desperdício, esse material concede um custo razoavelmente baixo. Entretanto, quando se refere a um material com pouca oferta, com poucos fabricantes e fornecedores e com tecnologias mais modernas, temos então um custo bem mais elevado, sendo o caso dos painéis em lightwall. Através da tabela 24, observamos que houve uma grande disparidade nos custos dos dois métodos no item de paredes e painéis, com uma diferença de R\$ 26.921,67.

Quando analisado o item coberturas, foi visto que ambos os métodos apresentaram a estrutura pontaletada em madeira e as telhas de fibrocimento em sua formação, mas que no método construtivo dos painéis de lightwall, ainda houve a utilização dos mesmos painéis do tipo 1P como cobertura da residência, gerando assim um maior valor no custo quando comparado com a alvenaria convencional, em que no lugar, foi adotado a laje pré-fabricada, inclusa no item "superestrutura".

Em continuação a análise, foi observado o item "revestimentos de paredes e forros", sendo notório o custo para a alvenaria convencional em um valor de R\$ 23.286,46, enquanto que para a alvenaria com os painéis apresentou custo nulo, devido ao fato em que teoricamente, os painéis já possuem acabamento de fábrica, sem a necessidade de serviços como chapisco, emboço e reboco. Entretanto, tratando este fato de uma forma mais realista e levando em consideração que as placas podem vir com imperfeições, empenos e pequenas deformações, pode haver a necessidade de intervenções para um bom acabamento.

Como exemplo prático a esse comentário, existe a residência construída em Carpina-PE, citada no início deste trabalho, que devido a essas imperfeições presentes nas placas, necessitou realizar de 2 a 4 demãos a mais de massa corrida na maioria de suas paredes, aumentando assim o seu custo no item “pintura”. Como este trabalho trata-se de um estudo teórico e levando em consideração que a residência foi construída a cerca de 2 anos atrás, os valores referentes a esse retrabalho não estão sendo considerados, visto que os painéis podem apresentar hoje um melhor acabamento e não implicando nos mesmos problemas.

Os itens subsequentes no orçamento tornam-se semelhantes em ambos os métodos construtivos, por não apresentar modificações por sua forma de construir ou do material empregado. Desta forma, é possível observar que o custo final para a realização da residência nos dois métodos distintos apresentam custo de construção semelhantes, com uma diferença de apenas R\$ 6.204,38.

Tabela 22 – Comparativo Final

COMPARATIVO - ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINÉIS LIGHTWALL			
ITEM	DESCRIÇÃO	ALV. CONV.	LIGHTWALL
1	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA	R\$ 17.818,67	R\$ 17.818,67
2	MOVIMENTO DE TERRA	R\$ 3.161,37	R\$ 42,11
3	INFRA-ESTRUTURA	R\$ 12.931,35	R\$ 16.492,44
4	SUPERESTRUTURA	R\$ 37.133,28	R\$ 14.805,62
5	PAREDES E PAINÉIS	R\$ 17.703,44	R\$ 44.625,11
6	COBERTURA	R\$ 6.378,82	R\$ 20.122,91
7	ESQUADRIAS	R\$ 10.282,46	R\$ 10.282,46
8	REVESTIMENTOS DE PAREDES E FORROS	R\$ 23.286,24	
9	PISOS	R\$ 11.218,18	R\$ 11.218,18
10	INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS	R\$ 3.429,98	R\$ 3.429,98
11	INSTALAÇÕES ELÉTRICA	R\$ 6.658,88	R\$ 6.658,88
12	PINTURA	R\$ 11.290,92	R\$ 11.290,92
13	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 11.718,16	R\$ 10.402,36
TOTAL		R\$ 173.394,02	R\$ 167.189,64

Fonte: O Autor (2022)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho, conseguimos concluir que apesar de possuírem materiais e serviços construtivos diferentes entre si, os métodos estudados obtiveram valores semelhantes. Apesar de não ter sido o foco para este estudo, os painéis de lightwall apresentam características qualitativas que o tornam mais atrativo, sendo as principais: bom isolamento acústico e térmico e rapidez na execução, sendo até 80% mais rápida que a alvenaria convencional, refletindo em custos com mão de obra.

Entretanto, é válido considerar que por se tratar de um método inovador, os painéis de lightwall exigem alguns requisitos para que seu material seja utilizado e executado com maior eficiência, sendo o maior deles: mão de obra especializada, pouco usual em cidades do interior de Pernambuco. Já em comparação a isto, a alvenaria convencional por ser bastante difundida em todas as regiões do Brasil, torna-se mais presente.

Por se tratar de um material relativamente novo, é pertinente comentar também sobre a necessidade em maiores estudos e aprofundados sobre o lightwall e seu método construtivos. Buscando sempre a resolução de problemas e dificuldades do produto, como também, investir em treinamentos para os profissionais, tornando-o cada vez mais simplificado o processo para aqueles que executarão, refletindo em melhores acabamentos e execuções.

Por fim, fica evidenciado que a escolha de qual método construtivo a ser escolhido dependerá de diversos fatores por parte do cliente, como disposição de tempo para realização da obra, mão de obra disponível e principalmente o posicionamento cultural do indivíduo quanto ao assunto. Sendo enfatizado que para a maior utilização de um método, não é necessário que ocorra a finalização de outro, mas que ambos sejam utilizados de acordo com as necessidades e características de cada projeto, tornando cada vez mais a área da construção civil diversificada e atualizada.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. F. D. C. **Análise comparativa de desempenho entre painéis de concreto leve *lightwall* e sistemas convencionais de alvenaria de vedação.**

Dissertação (Graduação em engenharia civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020, 98p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Uma Breve História do Cimento Portland, 2022. Página inicial. Disponível em:

<<https://abcp.org.br/cimento/historia/#:~:text=O%20grande%20passo%20no%20desenvolvimento,de%20componentes%20argilosos%20e%20calc%C3%A1rios.>>.

Acesso em: 15, Set. de 2022.

AZEREDO, H. A. **O Edifício até sua cobertura.** 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1997.

CBIC. Informativo Econômico 04/03/2022 SENAI/CBIC. Disponível em: <

<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/03/informativo-economico-pib-04-marco-2022.pdf>>. Acesso em: 06, novembro de 2022.

CERÂMICA LORENZETTI. Blocos Cerâmicos: história, origem e vantagens para sua obra, 2022. Página inicial. Disponível em:

<<https://blog.ceramicalorenzetti.com.br/blocos-ceramicos-historia-origem-e-vantagens-para-sua-obra/#:~:text=Os%20blocos%20cer%C3%A2micos%20foram%20uma,projetos%20de%20Arquitetura%20e%20Constru%C3%A7%C3%A3o>>.

Acesso em: 12, maio de 2022.

FERREIRA, R. A. **Estudo Comparativo de Técnica e de Custo entre Fundações Rasas: Estudo de caso entre radier e sapata isolada.** Dissertação (Graduação em engenharia civil) – Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2017, 117p.

GALVÃO JÚNIOR, J.L. **O adobe e as arquiteturas.** Brasília: IPHAN. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Adobe_e_as_Arquiteturas.PDF. Acesso em: 17 de maio de 2022.

IBGE. PAIC – Pesquisa Anual da Indústria da Construção, 2022. Indústria e construção. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 29, outubro de 2022.

MARTINS, M. A. S. A., BRAGA, P. V. M. **Análise comparativa entre sistemas de vedação com alvenaria de bloco cerâmico e painéis *lightwall*.** Dissertação (Graduação em engenharia civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020, 77p.

MF Artefatos. Paineis Lightwall, 2022. Página produtos. Disponível em: <

<https://mfartefatos.wixsite.com/mfartefatospe>>. Acesso em: 09, maio de 2022.

PLACAS REVESTIMENTO. História do Gesso, 2022. Página inicial. Disponível em: <<http://www.placarrevestimento.com.br/historia-do-gesso/>>. Acesso em: 15, Set. de 2022.

ROMAN, Humberto. Manual de Alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos. Docente IFRN, 2022. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural>>. Acesso em: 12, maio de 2022.

SAN. A História do Aço na Construção Civil, 2022. Página Inicial. Disponível em: <<https://www.gruposansolucoes.com/blog/a-historia-do-aco-na-construcao-civil>>. Acesso em: 15, Set. de 2022.

SOUSA, Hipólito. **Construções em alvenaria**: apontamentos. Porto: Universidade do Porto, 2003.

VELLOSO, Dirceu A.; LOPES, Francisco R. Fundações: critérios de projeto - investigação do subsolo - fundações superficiais. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. v.1. 226 p

ZALTMAN, G., DUNCAN, R. Strategies for planned change. New York : Wiley & Sons, 1977.

ANEXO A – FICHA TÉCNICA PAINEL DE CONCRETO LEVE - LIGHTWALL



FICHA TÉCNICA

Produto: Painel de Concreto Leve - Lightwall



DIMENSÕES (mm) LxBxE – Classe A	Peso*** (Kg/m ² ± 5Kg/m ²)	Coefficiente de Transmissão Térmica (W/m ² °C)*	Isolamento Acústico (Db)*	Limite a Prova de Fogo (Horas)
3000 x 610 x 75	42	≤ 0,80	≥ 38	≥ 1
3000 x 610 x 90	49	≤ 0,65	≥ 39	≥ 1
3000 x 610 x 120	65	≤ 0,50	≥ 41	≥ 1
Ação de choque térmico associado a estanqueidade (E = 90)	Paredes externas – atende NBR 15575*****			
Solicitação de Cargas Suspensas (E = 90)	Paredes externas – atende a NBR 15575*****			
Densidade do Concreto	440 Kg/M3			
Resistência à Compressão do Concreto	2 MPa***			
Resistência à Flexão (cargas adicionais)	500Kg/M2*			
Durabilidade	50 Anos			
Impacto de corpo duro e impacto de corpo mole	Paredes externas - atende a NBR 15575*****			

ANEXO B – QUADRO DE MATERIAIS, PARA MONTAGEM DOS PÁINEIS LIGHTWALL



Quadro de materiais, para montagem dos painéis Lightwall.

Tipo de Estrutura	Local de uso	Descrição	Consumo
		Argamassa Polimérica Base Coat Yeso ou similar (Balde 20 litros)	0,22 Kg/ml de junta ou 0,6Kg/m ²
	Laje de Piso/ Laje de cobertura	Tela de fibra de vidro TexGlass ou similar com malha de 3,3 x 3,6 mm e gramatura 40 kg/m ² com 10 cm de largura (rolo com 90 m)	4ml/m ² <i>cada fita 22,5 m²</i>
		Parafuso francês ¼"x 5" com porca e arruela ou parafuso auto brocante ¼"x 4" (P/ painel de 90mm)	6 und. por painel ou de acordo com projeto de paginação.