



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Universidade Federal de Ouro Preto

Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil

Curso de Graduação em Engenharia Civil

Manoela Fernandes Cancela

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS DE
VEDAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL E DE PAU A PIQUE**

Ouro Preto

2023

Manoela Fernandes Cancela

Estudo comparativo entre as técnicas construtivas de vedação em alvenaria estrutural e de pau a pique

Trabalho Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Ouro Preto.

Data da aprovação:

Área de concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof. Marcela Paula Groberio

Coorientador: Prof. Geraldo Donizetti de Paula

Ouro Preto

2023

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C215e Cancela, Manoela Fernandes.

Estudo comparativo entre as técnicas construtivas de vedação em alvenaria convencional e de pau a pique. [manuscrito] / Manoela Fernandes Cancela. - 2023.

44 f.

Orientadora: Profa. Ma. Marcela Paula Grobério.

Coorientador: Prof. Dr. Geraldo Donizetti de Paula.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Civil .

1. Habitações - Pau-a-pique. 2. Construção civil - Alvenaria. 3. Processos de fabricação - Materiais de construção. I. Grobério, Marcela Paula. II. Paula, Geraldo Donizetti de. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 624

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

Manoela Fernandes Cancela

Estudo comparativo entre as técnicas construtivas de vedação em alvenaria convencional e de pau a pique

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Civil

Aprovada em 04 de setembro de 2023

Membros da banca

MSc. Marcela Paula Grobério - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto

DSc. Geraldo Donizetti de Paula - Universidade Federal de Ouro Preto

DSc. Roviadavia Aline de Jesus Ribas - Universidade Federal de Ouro Preto

Marcela Paula Grobério, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 20/09/2023



Documento assinado eletronicamente por **Marcela Paula Groberio, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/09/2023, às 21:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0592283** e o código CRC **DC638B31**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por nunca ter me desamparado.

À minha família que sempre foi meu pilar de força, me apoiando e celebrando comigo nas conquistas.

Aos amigos que me acompanharam durante o curso, compartilharam os momentos de felicidades e inseguranças, por todo apoio, torcida e incentivo para seguir em frente.

A todos os professores e colegas que fizeram parte desta jornada, minha admiração e respeito, em especial meus orientadores, por toda paciência e contribuição, no decorrer desse trabalho.

Por fim, todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho, meu muito obrigada.

RESUMO

A história da arquitetura é um testemunho da criatividade e engenhosidade humana em encontrar moradias duráveis e funcionais. A técnica de pau-a-pique, que combina madeira e materiais naturais para criar paredes duráveis, remonta a tempos antigos, quando as comunidades usavam recursos locais para construir casas confortáveis e adaptadas ao clima. Essa abordagem para garantir um bom isolamento era frequentemente usada em áreas rurais onde os materiais tradicionais estavam mais prontamente disponíveis. Por outro lado, a alvenaria, utilizando tijolos, pedras ou blocos na construção, ganhou importância ao longo dos séculos, especialmente nas civilizações egípcia, grega e romana. A durabilidade e a capacidade de criar estruturas impressionantes tornam a alvenaria uma escolha privilegiada para monumentos e edifícios de importância histórica. Ambos os métodos refletem os impactos culturais e os desafios climáticos enfrentados pelas comunidades locais. O pau-a-pique destacava-se por proporcionar desempenho térmico em regiões de climas variados, enquanto a alvenaria era valorizada por sua solidez e capacidade de produzir arquitetura magnífica. Essas escolhas construtivas foram moldadas pela disponibilidade de materiais locais, conhecimento técnico e condições socioeconômicas de cada época. Explorar a interface entre o pau a pique e a alvenaria é uma viagem pela história da arquitetura e da engenharia, revelando a riqueza da diversidade construtiva que evoluiu ao longo dos séculos. Uma compreensão básica dessas técnicas permite rastrear as adaptações humanas às demandas do ambiente construído desde os primeiros tempos até os dias atuais.

Palavras-chave: Pau-a-pique, alvenaria estrutural, método construtivo.

ABSTRACT

The history of architecture is a testimony to human creativity and ingenuity in finding durable and functional housing. The pau a pique technique, which combines wood and natural materials to create durable walls, dates back to ancient times, when communities used local resources to build comfortable, climate-adapted homes. This approach to ensuring good insulation was often used in rural areas where traditional materials were more readily available. On the other hand, masonry, using bricks, stones or blocks in construction, gained importance over the centuries, especially in the Egyptian, Greek and Roman civilizations. Its durability and ability to create impressive structures make masonry a prime choice for monuments and buildings of historical importance. Both methods reflect the cultural impacts and climatic challenges faced by local communities. Pau-a-pique stood out for providing thermal comfort in regions with varying climates, while masonry was valued for its solidity and ability to produce magnificent architecture. These construction choices were shaped by the availability of local materials, technical knowledge and the socio-economic conditions of each era. Exploring the interface between pau a pique and masonry is a journey through the history of architecture and engineering, revealing the wealth of constructive diversity that has evolved over the centuries. A basic understanding of these techniques allows us to trace human adaptations to the demands of the built environment from the earliest times to the present day.

Keywords: Pau-a-pique, structural masonry, construction method.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PIRÂMIDES DE QUÉOPS, QUÉFREN E MIQUERINOS.....	12
FIGURA 2 - GABARITO DE OBRAS	14
FIGURA 3 - ASSENTAMENTO DE BLOCOS CERÂMICOS EM EDIFICAÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL.....	15
FIGURA 4 - TRAMA DE UMA CASA DE PAU A PIQUE.....	18
FIGURA 5 - PREENCHIMENTO DE PAREDES DE PAU A PIQUE COM A MISTURA DE BARRO, ÁGUA E FIBRA.....	19
FIGURA 6 - PREPARAÇÃO E HOMOGENEIZAÇÃO DA MISTURA.	20
FIGURA 7 - CASA DE PAU-A-PIQUE COM COBERTURA DE SAPÉ.	21
FIGURA 8 - TELHADO COM TELHAS COLONIAIS.	21
FIGURA 9 - CROQUI EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL.	24
FIGURA 10 - COTAS DA EDIFICAÇÃO.....	25
FIGURA 11 - PROJEÇÃO EM 3D GERADA A PARTIR DO CROQUI DA RESIDÊNCIA.....	25
FIGURA 12 - PLANTA BAIXA DA EDIFICAÇÃO COM REPRESENTAÇÃO DAS PORTAS E JANELAS.	29

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE SERVIÇO.....	26
TABELA 2 - LEVANTAMENTO DE ÁREAS DE CADA PAREDE E MATERIAL GERADO A PARTIR DO CROQUI DA RESIDÊNCIA.	27
TABELA 3 - QUANTITATIVOS TOTAIS PARA A EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL DA EDIFICAÇÃO.	28
TABELA 4 - VALORES TOTAIS DOS MATERIAIS E MÃO DE OBRA NECESSÁRIOS PARA AS PAREDES DA EDIFICAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL.	28
TABELA 5 - DIMENSÕES E QUANTITATIVO DE JANELAS DA EDIFICAÇÃO.	29
TABELA 6 - DIMENSÕES E QUANTITATIVO DE PORTAS DA EDIFICAÇÃO.	30
TABELA 7 - QUANTITATIVOS DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA PARA ARMAÇÃO DA CINTA EM ALVENARIA ESTRUTURAL.....	30
TABELA 8 - QUANTITATIVO DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA NECESSÁRIOS PARA FABRICAÇÃO DE GRAUTE FGK=15MPA.	31
TABELA 9 - QUANTITATIVO DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA NECESSÁRIOS PARA EXECUÇÃO DE VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA PORTAS COM ATÉ 1,5M DE VÃO.....	32
TABELA 10 - QUANTITATIVO DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA NECESSÁRIOS PARA EXECUÇÃO DE CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA VÃOS COM ATÉ 1,5M DE COMPRIMENTO.....	33
TABELA 11 - QUANTITATIVO E VALORES DOS MATERIAIS E MÃO DE OBRA NECESSÁRIOS PARA ARMAÇÃO DA CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL.....	33
TABELA 12 - QUANTITATIVO E VALORES DOS MATERIAIS E MÃO DE OBRA NECESSÁRIOS PARA PREPARAÇÃO DO GRAUTE A SER UTILIZADO NAS ARMAÇÕES DAS CINTAS DA ESTRUTURA DE ALVENARIA.	34
TABELA 13 - QUANTITATIVO E VALORES DOS MATERIAIS E MÃO DE OBRA NECESSÁRIOS PARA EXECUÇÃO DA VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM ATÉ 1,5M DE VÃO.	35
TABELA 14 - QUANTITATIVO E VALORES DOS MATERIAIS E MÃO DE OBRA NECESSÁRIOS PARA EXECUÇÃO DA VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA PORTAS COM ATÉ 1,5M DE VÃO.	36
TABELA 15 - QUANTITATIVO E VALORES DOS MATERIAIS E MÃO DE OBRA NECESSÁRIOS PARA EXECUÇÃO DA CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA VÃOS ATÉ 1,5M DE COMPRIMENTO.....	37

TABELA 16 - QUANTITATIVO E PRECIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS E MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO EM ESTRUTURA DE PAU A PIQUE.	38
TABELA 17 - COMPARATIVO DE TEMPARATURAS EM PROTÓTIPOS DE PAU A PIQUE E DE TIJOLO CERÂMICO FURADO.....	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Justificativa	10
1.2. Objetivos	10
1.2.1. Objetivo Geral.....	10
1.2.2. Objetivos específicos	10
1.3. Metodologia	11
1.4. Limitações da pesquisa	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Contexto Histórico	12
2.2. Alvenaria Estrutural	13
2.2.1. Processo Construtivo.....	13
2.3. Pau a pique	16
2.3.1. Processo construtivo	17
2.4. Desempenho térmico	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Estudo de caso 1: estrutura em alvenaria	27
4.2. Estudo de caso 2: Estrutura em pau a pique	37
4.3. Conforto térmico	39
5. CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES	41
5.1. Considerações finais	41
5.2. Sugestões para trabalhos futuros	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

As primeiras casas construídas no país foram de pau a pique, este sistema também é conhecido no Brasil pelos nomes de: “pescoção”, “taponá”, “sopapo”, “taipa de mão”, “taipa de sebe”, entre outros, variando conforme as diferentes regiões do país, segundo Vasconcelos (1979). Os sistemas construtivos para moradias são milenares e datam-se segundo historiadores, cerca de 5000 anos. As edificações eram feitas com materiais encontrados na própria natureza, que apresentam bom isolamento térmico e certa resistência ao fogo.

Curiosamente, esse tipo de construção virou moda e muitas pessoas atualmente optam por casas de pau-a-pique por serem ecologicamente corretas. As paredes de pau-a-pique caracterizam-se por sua leveza e pouca espessura de (15 a 20 cm), podendo serem usadas tanto para paredes externas como para paredes internas das construções e, também, para pavimentos elevados (SILVA, 2000). Não obstante serem providas de algum conforto, revelam também uma memória afetiva de como viveram os nossos antepassados.

1.1. Justificativa

Este estudo propõe uma análise comparativa entre casas de alvenaria e casas de pau-a-pique com o objetivo de explorar as nuances técnicas, culturais e ambientais que influenciam a escolha de métodos construtivos. A justificativa para essa investigação reside na necessidade de compreender as implicações destes métodos em termos, principalmente, de custos. Essa análise contribuirá para uma compreensão mais abrangente das opções construtivas disponíveis, proporcionando percepções relevantes para o campo da engenharia civil e para a promoção de soluções habitacionais socialmente responsáveis.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo comparativo entre a técnica construtiva que utiliza a madeira como material estrutural – pau a pique – e a técnica mais comum atualmente no Brasil, alvenaria.

1.2.2. Objetivos específicos

Apresentam-se como objetivos específicos os seguintes aspectos:

- processos construtivos de parede em alvenaria e de pau a pique;

- vantagens e desvantagens dos dois métodos construtivos;
- o orçamento de uma habitação popular construída com os dois métodos;
-

1.3. Metodologia

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma investigação comparativa das técnicas construtivas de pau a pique e alvenaria estrutural, com ênfase na sua evolução histórica, execução prática e análise de custos.

Para alcançar o objetivo será realizada uma Revisão do Contexto Histórico e Evolução da Construção Civil, onde será conduzida uma revisão bibliográfica para compreender o desenvolvimento histórico da construção civil ao longo dos séculos. Serão identificados marcos relevantes, como técnicas tradicionais, materiais utilizados e influências culturais que moldaram as práticas construtivas até os dias atuais.

Serão selecionadas as técnicas de construção de pau a pique e alvenaria estrutural para análise detalhada. Cada técnica será explorada em profundidade, abordando aspectos como materiais empregados, processos construtivos, vantagens, limitações e exemplos notáveis de sua aplicação na arquitetura.

Uma análise comparativa será realizada, com base nos resultados da análise comparativa considerando os custos associados a cada técnica, englobando materiais, mão de obra e outros gastos pertinentes.

Serão ainda realizados testes para avaliar o desempenho térmico em edificações das duas técnicas estudadas.

1.4. Limitações da pesquisa

O trabalho se limita a uma pesquisa bibliográfica de um assunto, a construção em pau a pique, com poucas citações científicas publicadas no Brasil. O estudo de caso foi realizado para uma edificação pequena, considerada habitação popular sendo levados em comparação os custos de materiais e mão de obra obtidos por planilhas de orçamento disponibilizadas no meio técnico. Para um orçamento mais preciso deveria ser construído um protótipo em alvenaria e de paredes em pau a pique para determinar os custos reais de materiais e mão de obra das duas técnicas construtivas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.Contexto Histórico

“O emprego das alvenarias pelo homem deriva num primeiro momento do empilhamento de rochas fragmentadas e, num segundo momento, dos muros de pedras. Muitas construções milenares, dos egípcios e dos romanos particularmente, permanecem até hoje como testemunhos vivos da história da humanidade e da própria história das alvenarias, como as pirâmides do Egito.” (CAMPOS, 2017).

A evolução das construções é um processo histórico que abrange milhares de anos e está intrinsecamente ligado ao desenvolvimento da civilização humana. Desde os primórdios da humanidade, as construções foram se adaptando e evoluindo para atender às necessidades das sociedades em constante transformação. Durante a pré-história, os seres humanos construíam abrigos rudimentares, como cavernas naturais e estruturas de madeira e pedra. Com o tempo, começaram a desenvolver técnicas de construção mais avançadas, como a utilização de tijolos de argila e pedra para erguer estruturas. Exemplos notáveis dessa época incluem as pirâmides do Egito, os zigurates da Mesopotâmia e as construções em pedra dos Incas, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1- Pirâmides de Quéops, Quéfren e Miquerinos.



Fonte: A história em preto e branco, Magalhães, 2019.

Durante a Idade Média, a arquitetura teve uma forte influência da igreja e do feudalismo. Nesse período, surgiram as catedrais góticas, caracterizadas por suas abóbadas de ogivas e vitrais coloridos (LIMA NETO, 2006). No Renascimento, houve um retorno do interesse pela arquitetura clássica greco-romana, resultando em edifícios grandiosos e simétricos, como o Palácio de Versalhes (MONTEIRO, 2013). A Revolução Industrial trouxe

avanços significativos na construção. A utilização de máquinas a vapor e a produção em massa de materiais, como o ferro e o aço, permitiram a construção de estruturas cada vez mais altas e complexas. Exemplos notáveis dessa época incluem a Torre Eiffel, em Paris, e os arranha-céus que surgiram nos Estados Unidos (BETETTE, 2020).

Olhando especificamente para a história da construção brasileira, havia três grandes grupos de construção durante o período colonial: obras relacionadas à indústria açucareira e instalações portuárias; fortalezas militares, quartéis, edifícios públicos e prisões, mas também canteiros de obras (edifícios residenciais, lojas comerciais, igrejas, armazéns e engenhos). E eram em construções como essas que, de acordo com Vargas (1998) predominavam as técnicas de taipas, como o pau-a-pique e a de pilão.

Já o século XX testemunhou uma diversidade de estilos arquitetônicos e inovações tecnológicas. Surgiram movimentos como o modernismo, caracterizado pela simplicidade e funcionalidade, e o brutalismo, com suas estruturas de concreto aparente. O desenvolvimento de materiais como o concreto armado e o vidro possibilitou a criação de edifícios icônicos, como o Empire State Building, nos Estados Unidos e o Burj Khalifa, em Dubai (ALMEIDA, 2019). Ao longo da história, as construções evoluíram em resposta às necessidades sociais, avanços tecnológicos e mudanças culturais. A arquitetura reflete a identidade e os valores de uma sociedade em determinado período, e continua a se transformar à medida que novas descobertas e desafios surgem.

2.2. Alvenaria Estrutural

De acordo com Azevedo (1997), alvenaria é toda obra construída por meio de pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto que tem por objetivo oferecer resistência, durabilidade e impermeabilidade. As alvenarias podem ser classificadas como de vedação ou estrutural. O autor ainda afirma que a alvenaria estrutural deve contemplar condições de: isolamento acústico; isolante térmico; resistência à impactos, assim como resistência geral, não ser inflamável.

2.2.1. Processo Construtivo

A construção de paredes em alvenaria é um processo construtivo comum e amplamente utilizado. Baseado em Pastro (2007), tem-se as etapas para a construção em alvenaria.

2.2.1.1. Preparação do terreno

Antes de iniciar a construção da parede, é necessário preparar o terreno, nivelando-o e removendo qualquer vegetação indesejada. Também é importante marcar a área onde a parede será construída, com os chamados gabaritos (Figura 2).

Figura 2 - Gabarito de obras



Fonte: João Pedreiro, 2021.

2.2.1.2. Fundação

A construção de uma parede em alvenaria geralmente começa com a construção de uma fundação. Ela pode ser feita de concreto, blocos de concreto ou pedras, e é responsável por garantir uma base sólida e estável para a parede.

2.2.1.3. Assentamento dos blocos

Após a construção da fundação, os blocos de alvenaria são assentados na argamassa (Figura 3). A argamassa é aplicada nas juntas horizontais e verticais dos blocos para garantir a aderência e a estabilidade da parede.

Figura 3 - Assentamento de blocos cerâmicos em edificação de alvenaria estrutural.



Fonte: Cerâmica constrular, maio 2021

2.2.1.4. Nivelamento e prumo

Durante o assentamento dos blocos, é essencial garantir que a parede esteja nivelada e em prumo. Isso é feito usando uma linha de nylon esticada horizontalmente e um nível vertical para verificar o alinhamento dos blocos em relação à linha de referência.

2.2.1.5. Preenchimento das juntas

Após o assentamento dos blocos, as juntas entre eles são preenchidas com argamassa. O excesso de argamassa é removido para se obter uma superfície uniforme e limpa.

2.2.1.6. Reforços estruturais

Dependendo dos requisitos estruturais da parede, podem ser adicionados reforços, como barras de aço (vigas de amarração) e vergalhões, para aumentar a resistência e a estabilidade da parede.

2.2.1.7. Instalações elétricas e hidráulicas

Durante a construção da parede em alvenaria, é comum realizar a instalação das tubulações e fiações elétricas e hidráulicas. Isso é feito abrindo sulcos na alvenaria ou utilizando eletrodutos embutidos na parede.

2.2.1.8. Acabamento

Após a construção da parede, pode ser realizado o acabamento. Isso pode incluir o revestimento da parede com argamassa, gesso, pintura, aplicação de azulejos, entre outros, dependendo do projeto e da preferência estética.

2.3. Pau a pique

A segunda técnica construtiva a ser estudada no presente trabalho, utiliza a terra crua como principal componente, juntamente com madeira, bambu ou cipó, para criar uma trama que sustentará a construção. Nesta, a trama feita com sarrafos de madeira tem seus espaços vazios preenchidos com terra umedecida, que por sua vez possui função estrutural e de vedação.

As construções de pau a pique são estruturas tradicionais feitas de materiais naturais, como troncos de madeira e barro. Embora tenham sido amplamente utilizadas no passado, hoje em dia são menos comuns devido ao desenvolvimento de técnicas de construção mais modernas. No entanto, as construções de pau a pique possuem uma inércia térmica significativa, o que demonstra que podem manter uma temperatura interna estável e agradável. Os materiais naturais utilizados na construção possuem propriedades isolantes, ajudando a reter o calor no inverno e a manter a frescura no verão. No entanto, a eficiência térmica depende da qualidade da construção e do isolamento utilizado.

As paredes espessas e densas das construções de pau a pique podem oferecer uma certa redução de ruído externo. No entanto, em comparação com métodos de construção modernos, o isolamento acústico pode ser limitado. Em geral, as construções de pau a pique tendem a ser mais econômicas do que as estruturas convencionais. Os materiais utilizados são geralmente acessíveis e podem ser encontrados localmente em muitas regiões. No entanto, os custos variam dependendo da localização, disponibilidade de materiais e mão de obra.

A construção de uma estrutura de pau a pique requer mão de obra especializada, pois envolve técnicas específicas de montagem e compactação dos materiais. Pessoas com experiência nesse tipo de construção são capazes de realizar o trabalho de maneira mais eficiente. No entanto, pode ser necessário um tempo maior de construção em comparação com métodos construtivos mais modernos.

As construções de pau a pique requerem algum nível de manutenção ao longo do tempo. A exposição aos elementos naturais, como chuva e sol, pode desgastar o barro utilizado nas paredes. É importante fazer reparos regulares para evitar danos e garantir a durabilidade da estrutura. Com uma manutenção adequada, uma construção de pau a pique pode ter uma vida útil razoavelmente longa. No entanto, a durabilidade pode variar

dependendo das condições climáticas, qualidade da construção e manutenção ao longo do tempo. Em comparação com materiais de construção modernos, como concreto e aço, a vida útil de uma estrutura de pau a pique pode ser menor.

Embora as construções em pau a pique tenham suas vantagens, também existem alguns aspectos negativos que devem ser considerados:

1. Vulnerabilidade a pragas e insetos: O uso de materiais naturais, como madeira e barro, pode tornar as construções de pau a pique mais suscetíveis a pragas e insetos, como cupins, térmitas e roedores. Esses organismos podem danificar a estrutura e comprometer sua integridade ao longo do tempo (ZANIRATO, 2021)
2. Restrições regulatórias e de seguro: Em algumas regiões, as construções de pau a pique podem enfrentar restrições regulatórias ou dificuldades em obter seguro de propriedade devido à sua natureza não convencional. As autoridades locais podem ter requisitos específicos de construção e inspeção que devem ser atendidos, o que pode aumentar a complexidade e os custos do projeto.
3. Limitações de projeto e estilo: As construções de pau a pique geralmente possuem um estilo arquitetônico tradicional e podem ter limitações em termos de flexibilidade de design. A técnica de construção pode restringir a criação de estruturas com elementos arquitetônicos mais complexos ou contemporâneos.

É importante considerar esses aspectos negativos ao decidir pela construção em pau a pique e avaliar se eles se adequam às necessidades e objetivos específicos do projeto.

2.3.1. Processo construtivo

O processo construtivo de uma casa de pau a pique é um método tradicional de construção que envolve o uso de materiais naturais, como troncos de madeira e barro. Aqui está uma visão geral do processo construtivo de uma casa de pau a pique

2.3.1.1. Preparação do terreno

Antes de iniciar a construção da casa de pau a pique, é necessário preparar o terreno, nivelando-o e removendo qualquer vegetação indesejada. Também é importante marcar a área onde a casa será construída.

2.3.1.2. Estrutura de suporte

A estrutura de suporte da casa é composta por vigas de madeira ou troncos que são fixados ao solo ou a uma fundação de pedra ou concreto. Essas vigas formam a base da construção e sustentam a estrutura da casa, chamada de trama, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Trama de uma casa de pau a pique.



Fonte: Jornal Nova Imprensa. Foto: Agnello Ribeiro dos Santos

Os pilares verticais são elementos estruturais principais que suportam o peso da casa. Eles são normalmente feitos de troncos ou postes de madeira, que são fixados nas fundações ou bases da construção. Os pilares são espaçados regularmente e posicionados nos pontos onde as paredes serão construídas.

Os travessões horizontais são fixados entre os pilares e servem como vigas de suporte para a estrutura das paredes. Eles podem ser colocados em diferentes alturas, dependendo do projeto da casa e das necessidades estruturais. Esses travessões são normalmente fixados aos pilares por meio de encaixes, amarrações ou pregos.

Além dos travessões horizontais para as paredes, vigas de apoio do telhado são instaladas para suportar a cobertura. Essas vigas são posicionadas na parte superior da estrutura das paredes, paralelas aos pilares, e são responsáveis por suportar o peso do telhado. As vigas de apoio do telhado são fixadas aos pilares e podem ser reforçadas com escoras adicionais, se necessário.

2.3.1.3. Preenchimento das paredes

As paredes são preenchidas com uma mistura feita de barro, água e, muitas vezes, de fibras. A função desta mistura é preencher os vazios da trama, formando o corpo da parede. O barro é compactado entre os troncos para garantir a estabilidade da parede (Figura 5).

Figura 5 - Preenchimento de paredes de pau a pique com a mistura de barro, água e fibra.



Fonte: Ciclovivo. Foto: Márcia Souza.

A primeira etapa é preparar a mistura de barro. O barro pode ser obtido localmente e é misturado com outros materiais como palha, capim, fibras vegetais ou mesmo esterco de animais. Esses materiais são adicionados à mistura para aumentar a resistência e a coesão do barro.

A mistura de barro é aplicada entre a estrutura de madeira das paredes. Inicia-se preenchendo a mistura nos espaços entre os pilares e travessões horizontais, com o uso das mãos ou ferramentas apropriadas para pressionar a mistura de forma compacta e garantir que ela preencha completamente o espaço entre os elementos da estrutura. Mostra-se na Figura 6, o processo artesanal de preparação e homogeneização da mistura de barro.

Durante a aplicação da mistura, é importante compactá-la adequadamente para garantir uma parede sólida e estável, para isso são usados socadores de madeira ou ferramentas adequadas para pressionar e compactar o barro, removendo qualquer ar ou espaços vazios, o que ajuda a fortalecer a parede e a melhorar sua durabilidade. Após a compactação, é possível fazer um acabamento superficial na parede. Isso pode ser feito alisando a superfície com uma desempenadeira, suavizando quaisquer irregularidades ou rugosidades. O acabamento pode ser mais rústico ou mais refinado, dependendo das preferências estéticas.

Figura 6 - Preparação e homogeneização da mistura.



Fonte: Pisani Carrion Arquitetura e Interiores. Projeto Casarão LM.

É necessário permitir que as paredes de pau a pique curem e sequem adequadamente. Esse processo pode levar algum tempo, dependendo das condições climáticas e da umidade do ambiente. É importante proteger as paredes do contato direto com a chuva ou outras fontes de umidade durante esse período.

2.3.1.4. Telhado

O telhado de uma casa de pau a pique pode ser construído de diferentes maneiras, dependendo das preferências locais e dos recursos disponíveis. Aqui está uma descrição geral de como o telhado pode ser feito.

A estrutura do telhado é geralmente feita de madeira, como troncos ou vigas, que são posicionados para formar uma estrutura sólida e resistente. Essas vigas são dispostas em um formato de telhado com inclinação adequada para permitir o escoamento adequado da água da chuva.

Sobre a estrutura de suporte, é colocada uma camada de material de cobertura. Isso pode ser feito usando diferentes materiais, como telhas cerâmicas, telhas de madeira, palha, folhas de coqueiro ou outro material disponível localmente. As telhas são dispostas em camadas sobrepostas para criar uma barreira protetora contra a água da chuva.

Para ajudar a proteger contra a entrada de água, vento e poeira, é comum adicionar um isolamento entre a cobertura e o interior da casa. Isso pode ser feito usando materiais como palha, capim, folhas de bananeira ou outros materiais naturais disponíveis na região.

Essas camadas de isolamento também ajudam a manter a temperatura interna mais confortável. Dependendo das preferências e recursos disponíveis, o telhado pode ser finalizado com argamassa, barro ou outro material para fixar as telhas no lugar e proporcionar uma aparência mais estética. Esse acabamento pode ajudar a proteger as telhas contra os ventos fortes e outros elementos. A Figura 7 mostra uma edificação com fechamento das paredes em pau a pique e cobertura de sapé (uma espécie de palha).

Figura 7 - Casa de pau-a-pique com cobertura de sapé.



Fonte: Panorama Coletivo, 2019.

Representa-se na Figura 8 uma edificação construída com paredes em pau a pique e cobertura com telhas coloniais.

Figura 8 - Telhado com telhas coloniais.



Fonte: Karla Larissa Arquitetura e Urbanismo

2.3.1.5. Aberturas

Durante a construção das paredes, são deixadas aberturas para portas e janelas. Essas aberturas são posteriormente enquadradas com madeira e podem ser preenchidas com portas e janelas de madeira. Para garantir a estabilidade da estrutura, é importante reforçar as aberturas para portas e janelas. Isso pode ser feito adicionando vigas horizontais ou reforços verticais nos locais onde as aberturas serão inseridas. Esses reforços ajudam a distribuir a carga e manter a resistência da parede.

2.3.1.6. Acabamento

Após a construção das paredes e do telhado, pode ser realizado o acabamento da casa de pau a pique. Isso pode incluir o revestimento das paredes com argamassa de barro para melhorar a aparência estética e a proteção contra intempéries.

Uma opção popular de acabamento é aplicar uma camada de reboco nas paredes de pau a pique. O reboco pode ser feito com argamassa de barro, cal, areia e outros materiais. Ele ajuda a nivelar a superfície e proporciona uma aparência mais lisa e uniforme às paredes. O reboco também pode ser pintado com tintas naturais ou cal, caso se deseje uma aparência mais colorida ou proteção adicional.

Alguns proprietários optam por deixar as paredes de pau a pique expostas, realçando o aspecto rústico e natural da construção. Nesse caso, podem ser aplicados revestimentos naturais, como óleo de linhaça ou cera, para proteger e realçar a beleza da madeira.

Para proteger a estrutura de madeira da casa e realçar sua aparência, é possível aplicar um verniz ou selador apropriado. Isso ajuda a evitar danos causados pela umidade, insetos ou desgaste natural, além de proporcionar um acabamento brilhante ou acetinado à madeira.

Uso de materiais complementares: Alguns materiais podem ser utilizados para complementar e aprimorar o acabamento da casa de pau a pique. Por exemplo, é possível instalar molduras, frisos ou elementos decorativos de madeira ao redor das portas e janelas para adicionar detalhes estéticos. No interior da casa, é possível aplicar diferentes tipos de acabamentos, como revestimentos de parede, pisos de madeira, cerâmica ou outros materiais. O acabamento interno pode variar de acordo com as preferências pessoais e o estilo desejado para cada ambiente.

2.3.1.7. Instalações elétricas e hidráulicas

Para a construção da casa de pau a pique, é possível realizar a instalação das tubulações e fiações elétricas e hidráulicas. Essas instalações podem ser feitas de forma embutida nas paredes de barro ou através de eletrodutos externos.

É importante ressaltar que o processo construtivo da parede em alvenaria pode variar dependendo dos materiais utilizados (blocos de concreto, tijolos cerâmicos, pedras), das técnicas construtivas específicas e das normas locais de construção. A contratação de profissionais qualificados e o cumprimento das regulamentações locais são fundamentais para garantir a qualidade e a segurança da construção da parede em alvenaria.

2.4. Desempenho térmico

O desempenho térmico é uma área de estudo que se concentra na avaliação e otimização do comportamento térmico de sistemas, materiais e edifícios. Ele desempenha um papel crucial em várias aplicações, desde a eficiência energética em edifícios até o desenvolvimento de materiais avançados para aplicações específicas.

É essencial para garantir o conforto dos ocupantes e reduzir o consumo de energia, é crítico em sistemas de geração de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas, para maximizar a eficiência na conversão de energia e também está ligado às mudanças climáticas, pois busca reduzir o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa.

Sua importância está intrinsecamente relacionada à busca por soluções mais sustentáveis e eficientes em termos energéticos em um mundo cada vez mais preocupado com a conservação de recursos e a mitigação das mudanças climáticas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma análise comparativa entre os métodos construtivos utilizando paredes de fechamento em alvenaria estrutural e paredes em pau a pique. Os estudos foram realizados considerando um projeto de uma edificação residencial de interesse social, ideal para moradia de no máximo duas pessoas.

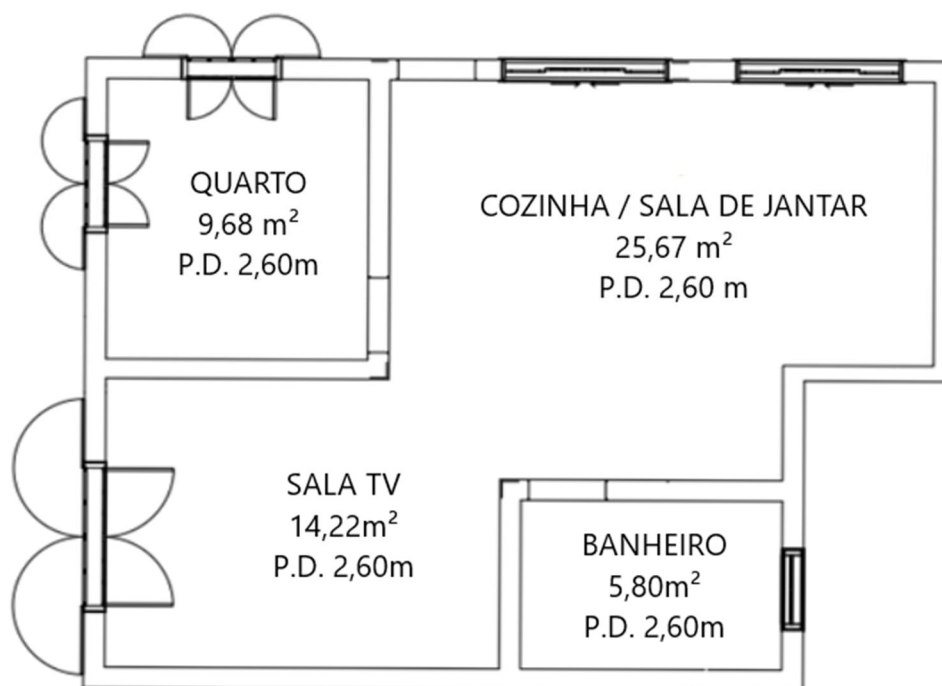
A partir do projeto hipotético proposto foi elaborado um levantamento do quantitativo de materiais e o orçamento do mesmo para posterior comparação entre os dois sistemas construtivos.

A residência proposta conta com os seguintes cômodos:

- 1 quarto;
- 1 sala;
- 1 cozinha;
- 1 banheiro.

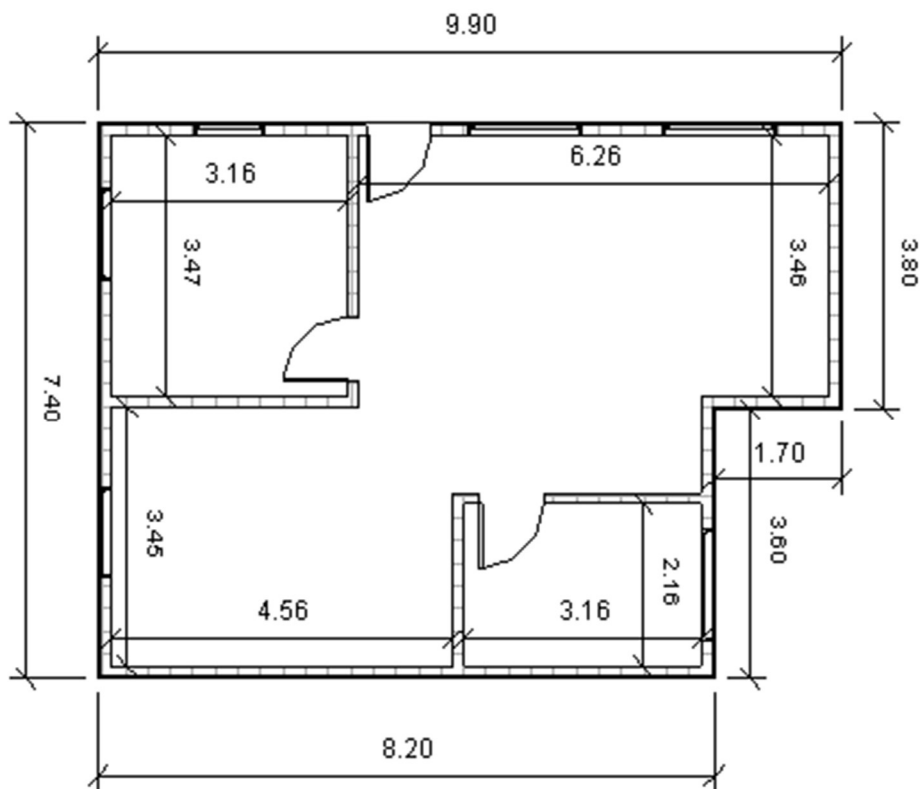
Após definir os cômodos da residência, necessários para suprir as necessidades dos habitantes, foi elaborado um croqui, conforme ilustrado nas Figuras 9 e 10.

Figura 9 - Croqui edificação residencial.



Fonte: Autora, 2023.

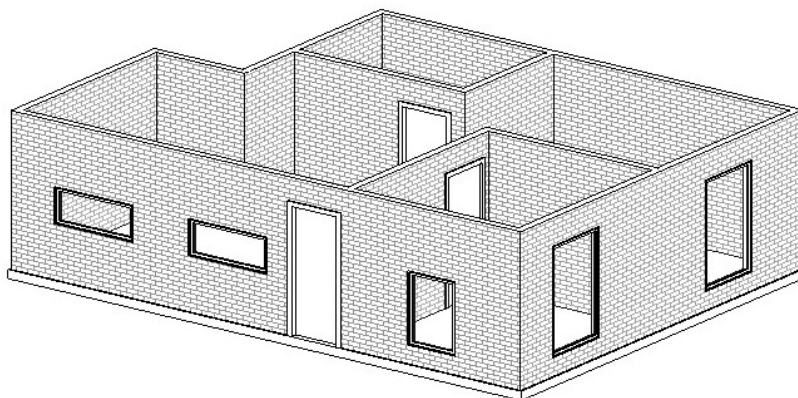
Figura 10 - Cotas da edificação.



Fonte: Autora, 2023.

A Figura 11 mostra a projeção em 3D, da edificação em estudo, gerada a partir do croqui proposto nas figuras anteriores. A edificação apresenta uma área de 54,76m² e pé direito de 2,6m de altura para todos os cômodos.

Figura 11 - Projeção em 3D gerada a partir do croqui da residência.



Fonte: Autora, 2023.

Para o estudo da residência em alvenaria estrutural foram utilizados blocos estruturais cerâmicos com dimensões de 14 x 19 x 39 cm e a análise de custos e quantitativos da estrutura considerou-se as Tabelas SINAPI– JUN/23 (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). De acordo com a Tabela SINAPI– JUN/23, para cada m² de alvenaria estrutural com o bloco escolhido, são necessários os quantitativos apontados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição analítica de serviço.

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.PARE.AECE.009/02	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_03/2023	M2
Código SIPCI		Situação
89299		ATIVO
Vigência: 12/2014 Última Atualização: 03/2023		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	34588	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 39 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	ATIVO	UN	10,06000
I	34655	CANALETA ESTRUTURAL CERAMICA, 14 X 19 X 39 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	ATIVO	UN	0,96000
I	34781	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 19 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	ATIVO	UN	1,44000
I	38603	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 34 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	ATIVO	UN	1,44000
C	87367	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL. AF_08/2019	ATIVO	M3	0,01720
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,88000
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,44000

Fonte: SINAPI, junho 2023

Para o estudo de caso da edificação com as paredes de vedação em pau a pique, o orçamento foi realizado considerando três (03) procedimentos, sendo os seguintes: Tabelas do SINAPI - 06/2023 - MINAS GERAIS, ORSE - 06/2023 – Sergipe e SETOP - 04/2023 - MINAS GERAIS – CENTRAL.

O compilado nos bancos de dados foi estruturado no aplicativo chamado “OrçaFascio”, o qual fora considerado como base para o estudo de quantitativos e precificação da estrutura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estudo de caso 1: estrutura em alvenaria

Levando em consideração o levantamento determinado no software REVIT, gerado a partir do croqui da residência hipotética, obtém-se um quantitativo de materiais necessário, conforme apresentado Tabela 2.

Tabela 2 - Levantamento de áreas de cada parede e material gerado a partir do croqui da residência.

<Levantamento do material de parede>	
A	B
Material: Nome	Material: Área
Tijolo, Comum	9.72 m ²
Tijolo, Comum	4.42 m ²
Tijolo, Comum	8.44 m ²
Tijolo, Comum	20.80 m ²
Tijolo, Comum	14.29 m ²
Tijolo, Comum	20.06 m ²
Tijolo, Comum	7.54 m ²
Tijolo, Comum	8.22 m ²
Tijolo, Comum	5.98 m ²
Tijolo, Comum	6.37 m ²

Fonte: Autora, 2023 – adaptada do Revit.

Compilado os dados do SINAPI– JUN/23 e o levantamento obtido no software Revit, relacionado ao assentamento dos blocos, obtém-se os quantitativos apresentados na Tabela 3.

De acordo com PCRJ SCO-Sistema de Custos de Obras e Serviços de Engenharia FGV, a densidade da argamassa cimento, cal e areia úmida é de 1900 kg/m³. Relacionando os quantitativos obtidos com o Relatório de Insumos e Composições – Junho / 2023 - com desoneração, são obtidos os valores totais, demonstrados na Tabela 4.

Tabela 3 - Quantitativos totais para a execução de alvenaria estrutural da edificação.

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	QUANTIDADE			
	M ²	COEF	TOTAL	UNIDADE
BLOCO ESTRUTURAL CERÂMICO 14 X 19 X 39 CM 6,0MPA (NBR 15270)	105,8	10,06	1064,75	UND
CANALETA ESTRUTURAL CERÂMICA 14 X 19 X 39 CM 6,0MPA (NBR 15270)	105,8	0,96	101,606	UND
MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERÂMICO 14 X 19 X 19 CM 6,0MPA (NBR 15270)	105,8	1,44	152,41	UND
BLOCO ESTRUTURAL CERÂMICO 14 X 19 X 34 CM 6,0MPA (NBR 15270)	105,8	1,44	152,41	UND
ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL. AF_08/2019	105,8	0,0172	1,82045	M ³
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	105,8	0,88	93,1392	H
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	105,8	0,44	46,5696	H

Fonte: Autora, 2023.

Tabela 4 - Valores totais dos materiais e mão de obra necessários para as paredes da edificação em alvenaria estrutural.

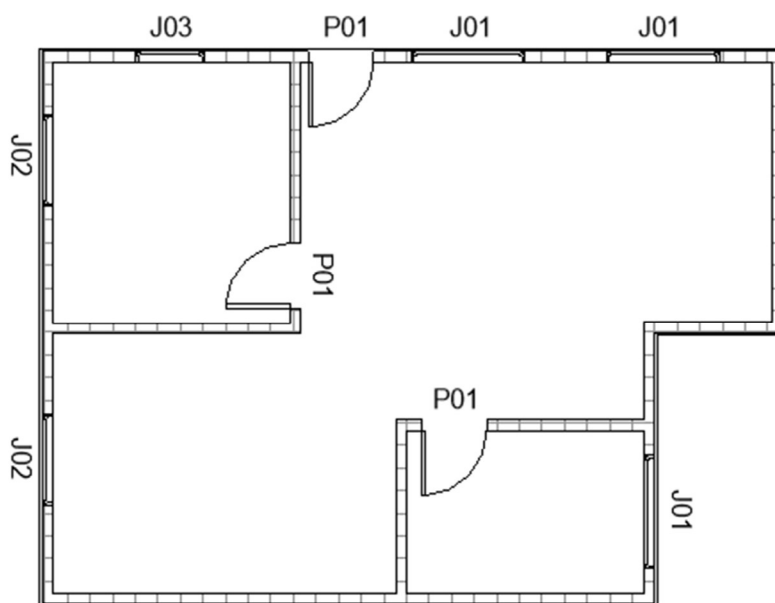
DESCRIÇÃO DO MATERIAL	QUANTIDADE				VALORES		
	M ²	COEF	TOTAL	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	UNIDADE	VALOR TOTAL POR ITEM
BLOCO ESTRUTURAL CERÂMICO 14 X 19 X 39 CM 6,0MPA (NBR 15270)	105,8	10,06	1064,75	UND	R\$ 2,46	UND	R\$ 2.619,29
CANALETA ESTRUTURAL CERÂMICA 14 X 19 X 39 CM 6,0MPA (NBR 15270)	105,8	0,96	101,606	UND	R\$ 3,28	UND	R\$ 333,27
MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERÂMICO 14 X 19 X 19 CM 6,0MPA (NBR 15270)	105,8	1,44	152,41	UND	R\$ 1,57	UND	R\$ 239,28
BLOCO ESTRUTURAL CERÂMICO 14 X 19 X 34 CM 6,0MPA (NBR 15270)	105,8	1,44	152,41	UND	R\$ 2,55	UND	R\$ 388,64
ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL. AF_08/2019	105,8	0,0172	1,82045	M ³	R\$ 0,76	KG	R\$ 2.352,02
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	105,8	0,88	93,1392	H	R\$ 18,40	H	R\$ 1.713,76
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	105,8	0,44	46,5696	H	R\$ 12,05	H	R\$ 561,16
VALOR TOTAL							R\$ 8.207,43

Fonte: Autora, 2023.

Para acrescentar valor aos dados obtidos anteriormente, é necessário o quantitativo de material gasto para que possam ser executadas as armações da edificação: cintas, vergas e contravergas.

Para fazer o levantamento de todo esse quantitativo, é utilizado o perímetro das portas e janelas apresentadas na Figura 12, assim como o perímetro das paredes da residência, na Figura 11.

Figura 12 - Planta baixa da edificação com representação das portas e janelas.



Fonte: Elaborada pela autora – adaptada do Revit

Para as portas e janelas da residência, apontados no croqui na Figura 12, tem-se as áreas das Tabelas 5 e 6, calculadas automaticamente pelo Silware Revit.

Tabela 5 - Dimensões e quantitativo de janelas da edificação.

<Quantidade de janelas>				
C	D	E	F	G
Contagem	Descrição da janela	Tipo	Largura	Altura
1	M_Fixo	0915 x 1220mm	0.92	1.22
2	M_Fixo	1210 x 1830mm	1.21	1.83
3	M_Fixo	1506 x 0610 mm	1.51	0.61

Fonte: Autora, 2023 – adaptada do Revit.

Tabela 6 - Dimensões e quantitativo de portas da edificação.

<Quantidade de portas>					
C	D	E	F	G	H
Contagem	Descrição da porta	Tipo	Largura	Altura	Espessura
3	M_Folha única	0864 x 2134mm	0.86	2.13	0.05

Fonte: Autora, 2023 - adaptada do Revit.

As cintas de amarração, segundo a Professora Silvia Kalil (2007) “podem ser executadas em concreto armado ou com blocos canaletas e blocos “J” preenchidos com graute e armadura”. A Tabela 7 mostra os quantitativos de materiais e mão de obra para armação da cinta de alvenaria estrutural, enquanto que os quantitativos para a construção do graute são representados na Tabela 8.

Tabela 7 - Quantitativos de materiais e mão de obra para armação da cinta em alvenaria estrutural.

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMA.006/01	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 12,5 MM. AF_09/2021	KG
Código SIPC 102920		
Vigência: 09/2021		Última Atualização: 09/2021

COMPOSIÇÃO				
Item	Código	Descrição	Unidade	Quant.
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,03130000
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,02090000
I	43055	ACO CA-50, 12,5 MM OU 16,0 MM, VERGALHAO	KG	1,00000000

Fonte: Autora – adaptada do SINAPI, junho 2023.

Tabela 8 - Quantitativo de materiais e mão de obra necessários para fabricação de graute FGK=15Mpa.

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.GAUT.001/01	GRAUTE FGK=15 MPA; TRAÇO 1:0,04:2,2:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/CAL/AREIA GROSSA/BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	M3
Código SIPC		
90278		
Vigência: 02/2015		Última Atualização: 09/2021

COMPOSIÇÃO				
Item	Código	Descrição	Unidade	Quant.
C	88377	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,46680000
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,32750000
C	88831	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	0,45010000
C	88830	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	1,01670000
I	4720	PEDRA BRITADA N. 0, OU PEDRISCO (4,8 A 9,5 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	0,60500000
I	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	355,88670000
I	1106	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	12,81190000
I	367	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	0,66730000

Fonte: Autora – adaptada do SINAPI junho 2023.

De acordo com a Profa Silvia Kalil (2007) “As contra-vergas são normalmente executadas em blocos canaletas, devendo ter seu comprimento prolongado para no mínimo a medida do comprimento de dois blocos canaletas para ambos os lados do vão” e “As vergas podem ser executadas em blocos canaleta ou podem ser empregadas peças pré-fabricadas de concreto, devendo ter seu comprimento prolongado para no mínimo a medida do comprimento de um bloco canaleta (19 cm) para portas e dois blocos canaletas para as janelas para ambos os lados do vão.”

Representa-se na Tabela 9 os quantitativos de materiais e mão de obra necessários para execução de verga moldada in loco em concreto para portas com até 1,5m de vão.

Tabela 9 - Quantitativo de materiais e mão de obra necessários para execução de verga moldada in loco em concreto para portas com até 1,5m de vão.

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.VERG.005/01	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	M
Código SIPCI		Situação
93186		ATIVO
Vigência: 03/2016 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	ATIVO	L	0,00600
I	4491	PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	ATIVO	M	0,35200
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	6,00000
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,37600
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,18800
C	92270	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM. AF_09/2020	ATIVO	M2	0,35000
C	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	0,49000
C	94970	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	ATIVO	M3	0,01800

Fonte: Autora, 2023 – adaptada do SINAPI junho 2023.

Representa-se na Tabela 10, os quantitativos de materiais e mão de obra necessários para execução de contraverga moldada in loco em concreto para vãos com até 1,5m de comprimento.

Tabela 10 - Quantitativo de materiais e mão de obra necessários para execução de contraverga moldada in loco em concreto para vãos com até 1,5m de comprimento.

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.VERG.015/01	CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	M
Código SIPCI		Situação
93196		ATIVO
Vigência: 03/2016 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	ATIVO	L	0,00600
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	6,00000
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,37600
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,18800
C	92270	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM. AF_09/2020	ATIVO	M2	0,35000
C	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	0,49000
C	94970	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	ATIVO	M3	0,01800

Fonte: Autora, 2023 – adaptada do SINAPI junho 2023.

O Aço CA-50 12,5 mm possui massa nominal de 0,963 kg/m. No dimensionamento da residência, foi considerado o uso de duas barras de diâmetro nominal de 12,5 mm nas canaletas cerâmicas para a concretagem da cinta. Como o perímetro total das paredes da residência é de 46,55 metros, consegue-se o quantitativo da Tabela 11.

Fazendo o compilado dos quantitativos das Tabelas 7, 8, 9 e 10 com os valores em R\$ foram retirados do Relatório de Insumos e Composições – JUN/23, do SINAPI, tem-se os valores totais, apresentados nas Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15.

Tabela 11 - Quantitativo e valores dos materiais e mão de obra necessários para armação da cinta de alvenaria estrutural.

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	SINAPI			PROJETO		QUANT TOTAL	VALORES	
	COEF. SINAPI	UND.	UND. DA COMPOSIÇÃO	QUANT. PROJETO	UND.		VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 12,5 MM. AF_09/2021								
ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0313	H	KG	48,338525	KG	1,5129958	R\$ 18,40	R\$ 27,84
AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0209	H	KG	48,338525	KG	1,0102752	R\$ 12,39	R\$ 12,52
ACO CA-50, 12,5 MM OU 16,0 MM, VERGALHAO	1	KG	KG	48,338525	KG	48,338525	R\$ 6,92	R\$ 334,50

Fonte: Autora, 2023.

Tabela 12 - Quantitativo e valores dos materiais e mão de obra necessários para preparação do graute a ser utilizado nas armações das cintas da estrutura de alvenaria.

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	SINAPI			PROJETO		QUANT TOTAL	VALORES	
	COEF. SINAPI	UND.	UND. DA COMPOSIÇÃO	QUANT. PROJETO	UND.		VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
GRAUTE FGK=15 MPA; TRAÇO 1:0,04:2,2:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/CAL/AREIA GROSSA/BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021								
OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA / MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	1,6069	H	M3	1,214556	M3	1,95167	R\$ 15,88	R\$ 30,99
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	2,5492	H	M3	1,214556	M3	3,0961462	R\$ 12,05	R\$ 37,31
BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	0,49031	CHI	M3	1,214556	M3	0,595509	R\$ 6.057,00	R\$ 3.607,00
BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	1,1138	CHP	M3	1,214556	M3	1,3527725	R\$ 6.057,00	R\$ 8.193,74
PEDRA BRITADA N. 0, OU PEDRISCO (4,8 A 9,5 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	0,5882	M3	M3	1,214556	M3	0,7144018	R\$ 126,33	R\$ 90,25
CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	420,153	KG	M3	1,214556	M3	510,29898	R\$ 0,78	R\$ 398,03
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	15,1255	KG	M3	1,214556	M3	18,370767	R\$ 1,04	R\$ 19,11
AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	0,6302	M3	M3	1,214556	M3	0,7654132	R\$ 98,77	R\$ 75,60

Fonte: Autora, 2023.

Tabela 13 - Quantitativo e valores dos materiais e mão de obra necessários para execução da verga moldada in loco em concreto para janelas com até 1,5m de vão.

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	SINAPI			PROJETO		QUANT TOTAL	VALORES	
	COEF. SINAPI	UND.	UND. DA COMPOSIÇÃO	QUANT. PROJETO	UND.		VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016								
DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	0,006	L	M	7,858	M	0,047148	R\$ 5,92	R\$ 0,28
PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	0,352	M	M	7,858	M	2,766016	R\$ 8,65	R\$ 23,93
ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	6	UNID.	M	7,858	M	47,148	R\$ 0,20	R\$ 9,43
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,376	H	M	7,858	M	2,954608	R\$ 18,40	R\$ 54,36
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,188	H	M	7,858	M	1,477304	R\$ 12,05	R\$ 17,80
FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM. AF_09/2020	0,35	M2	M	7,858	M	2,7503	R\$ 1.947,89	R\$ 5.357,28
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	0,49	KG	M	7,858	M	3,85042	R\$ 9,37	R\$ 36,08
CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	0,018	M3	M	7,858	M	0,141444	R\$ 389,86	R\$ 55,14

Fonte: Autora, 2023.

Tabela 14 - Quantitativo e valores dos materiais e mão de obra necessários para execução da verga moldada in loco em concreto para portas com até 1,5m de vão.

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	SINAPI			PROJETO		QUANT TOTAL	VALORES			
	COEF. SINAPI	UND.	UND. DA COMPOSIÇÃO	QUANT. PROJETO	UND.		VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL		
VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016										
DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	0,005	L	M	2,58	M	0,0129	R\$	5,92	R\$	0,08
PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	1,222	M	M	2,58	M	3,15276	R\$	8,65	R\$	27,27
ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	6	UNID.	M	2,58	M	15,48	R\$	0,20	R\$	3,10
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,386	H	M	2,58	M	0,99588	R\$	18,40	R\$	18,32
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,193	H	M	2,58	M	0,49794	R\$	12,05	R\$	6,00
FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM. AF_09/2020	0,3	M2	M	2,58	M	0,774	R\$	1.947,89	R\$	1.507,67
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	0,308	KG	M	2,58	M	0,79464	R\$	9,37	R\$	7,45
CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	0,012	M3	M	2,58	M	0,03096	R\$	389,86	R\$	12,07

Fonte: Autora, 2023.

Tabela 15 - Quantitativo e valores dos materiais e mão de obra necessários para execução da contraverga moldada in loco em concreto para vãos até 1,5m de comprimento.

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	SINAPI			PROJETO		QUANT TOTAL	VALORES	
	COEF. SINAPI	UND.	UND. DA COMPOSIÇÃO	QUANT. PROJETO	UND.		VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016								
DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	0,006	L	M	7,858	M	0,047148	R\$ 5,92	R\$ 0,28
ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	6	UNID.	M	7,858	M	47,148	R\$ 0,20	R\$ 9,43
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,376	H	M	7,858	M	2,954608	R\$ 18,40	R\$ 54,36
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,188	H	M	7,858	M	1,477304	R\$ 12,05	R\$ 17,80
FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM. AF_09/2020	0,35	M2	M	7,858	M	2,7503	R\$ 1.947,89	R\$ 5.357,28
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	0,49	KG	M	7,858	M	3,85042	R\$ 9,37	R\$ 36,08
CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	0,018	M3	M	7,858	M	0,141444	R\$ 389,86	R\$ 55,14

Fonte: Autora, 2023.

O valor total das armações a serem executadas, incluindo quantitativo de material e mão de obra, é de R\$ 25493,53, somado ao valor do assentamento dos blocos cerâmicos da alvenaria estrutural R\$8207,43 tem-se um total de R\$33700,95.

4.2. Estudo de caso 2: Estrutura em pau a pique.

A restauradora Rita, formada pelo IFMG (Instituto Federal de Minas Gerais) de Ouro Preto possui uma planilha orçamentária estruturada no aplicativo chamado “OrçaFascio”, para fins de trabalho na área, com os quantitativos, coeficientes e valores necessários para construções em pau a pique.

Apresenta-se na Tabela 16, os quantitativos e precificação dos serviços e materiais para construção da residência em estrutura de pau a pique.

Os quantitativos e preços citados na Tabela 16 foram determinados de acordo com as prescrições recomendadas nas Tabelas do SINAPI- JUN/23 - MINAS GERAIS, ORSE – junho de 2023 – Sergipe e SETOP – abril de 2023 - MINAS GERAIS – CENTRAL.

Tabela 16 - Quantitativo e precificação dos serviços e materiais para a construção em estrutura de pau a pique.

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	QUANTIDADE				VALORES		
	M ²	COEF	TOTAL	UND	VALOR UNITÁRIO	UND	VALOR TOTAL POR ITEM
PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 14 X 18 (1 1/2 X 14)	105,84	0,706	74,723	KG	R\$ 24,34	KG	R\$ 1.818,76
SARRAFO NAO APARELHADO 2,5 X 5 CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	105,84	10	1058,4	M	R\$ 8,31	M	R\$ 8.795,30
PONTALETE ROLIÇO SEM TRATAMENTO, D = 8 A 11 CM, H = 6 M, EM EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA (PARA ESCORAMENTO)	105,84	1	105,84	M	R\$ 3,61	M	R\$ 382,08
CARPINTEIRO DE ESQUADRIA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	105,84	3	317,52	H	R\$ 30,59	H	R\$ 9.712,94
AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARE	105,84	4	423,36	H	R\$ 21,78	H	R\$ 9.220,78
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	105,84	4	423,36	H	R\$ 27,45	H	R\$ 11.621,23
SISAL EM FIBRA / ESTOPA SISAL PARA GESSO	105,84	0,4	42,336	KG	R\$ 13,00	KG	R\$ 550,37
ARGILA OU BARRO PARA ATERRO/REATERRO (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	105,84	0,1	10,584	M ³	R\$ 36,51	M ³	R\$ 386,42
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	105,84	0,23	24,3432	M ³	R\$ 97,50	M ³	R\$ 2.373,46
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	105,84	0,5	52,92	KG	R\$ 1,04	KG	R\$ 55,04
						VALOR TOTAL	R\$ 44.916,38

Fonte: Autora, 2023 – adaptado do aplicativo OrçaFascil

Considerando o custo das paredes de fechamento em alvenaria estrutural (estudo de caso 1) no valor de R\$ 33700,95 e das paredes em pau a pique (estudo de caso 2) no valor

de R\$ 44916,38, verifica-se uma redução de aproximadamente 25% no preço da construção em alvenaria estrutural.

A redução no custo da construção em alvenaria estrutural, muito provavelmente, ocorre por se tratar de materiais fabricados de forma industrial e, também, por adotar uma técnica construtiva cuja a mão de obra já bastante capacitada para executá-la.

Outros aspectos, como o desempenho térmico pode se tornar um atrativo para a escolha da opção por uma construção com fechamento em pau a pique.

4.3. Desempenho térmico

O desempenho térmico está diretamente relacionado às trocas térmicas de liberação de calor que o indivíduo produz com relação ao espaço ocupado (SILVA, 2000).

Para o comparativo em relação ao desempenho térmico das duas estruturas, será utilizado um estudo de caso do trabalho realizado no sertão brasileiro, por dois arquitetos, Yuri Feitosa e Carolina Galeazzi, em 2022.

No trabalho em questão, são comparadas estruturas de pau-a-pique com uma casa em alvenaria de tijolos, e posteriormente com uma casa em alvenaria de tijolos cerâmicos furados, nosso objeto de estudo.

Foi construído um protótipo da residência em alvenaria de pau a pique para que a análise e medição das temperaturas pudesse ser realizado. Conforme a Tabela 17 foram realizadas 3 medições, nas partes internas e externas das edificações em diferentes horários do dia.

Tabela 17 - Comparativo de temperaturas em protótipos de pau a pique e de tijolo cerâmico furado.

Componentes/ Parede NOROESTE		Medições de Temperatura (°C)		
		9 horas	13 horas	16 horas
PROTÓTIPO: Pau a pique com palha de milho e reboco (16 cm)	Externa	24,6	41,6	38,5
	Interna	25,4	30,1	32,4
Parede existente: tijolo cerâmico furado com reboco (14 cm)	Externa	27,3	48,4	48,1
	Interna	28,0	33,1	36,0

Fonte: Arquitetura popular sertaneja: o desempenho térmico do pau a pique no sertão nordestino.

Mesmo quando a temperatura da superfície de ambas as paredes ultrapassa 40° Celsius, é evidente que uma parede de terra crua é a mais confortável em termos térmicos em climas extremamente quentes. Às 13 horas, a diferença de temperatura entre as duas paredes é de quase 7 graus Celsius. Às 16 horas, a diferença aumenta para quase 10 graus Celsius.

A parede do protótipo de pau a pique e a casa têm configurações diferentes, com a parte interna aberta (sem cobertura) da primeira. No entanto, é possível observar que a parede de tijolos furados conduz mais calor do exterior para o interior e tem mais dificuldade de dissipar o calor do que a parede de terra.

5. CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES

5.1. Considerações finais

Ao comparar os métodos de construção em pau a pique e alvenaria, fica claro que a escolha entre esses métodos depende de várias considerações financeiras e práticas. Embora a construção em pau a pique possa ter apelo estético e desempenho térmico significativamente maiores, é crucial reconhecer que essa abordagem geralmente requer maior investimento. A mão de obra especializada necessária para a estrutura tende a ser mais cara, o que impacta diretamente no custo total da construção.

Os conhecimentos e aptidões necessários para realizar a construção em pau a pique são mais escassos e, portanto, mais caros de adquirir. Relativamente, a alvenaria oferece uma alternativa mais barata em termos de mão de obra, pois há mais profissionais preparados para essa técnica e processos construtivos mais padronizados.

É importante salientar que a construção em pau a pique traz grandes benefícios, especialmente em termos de desempenho térmico, pois as propriedades isolantes naturais dos materiais aplicados neste método resultam em ambientes internos mais frescos em dias quentes e mais quentes em dias frios, proporcionando ambiente habitacional mais agradável durante todo o ano.

Embora a construção de pau a pique ofereça benefícios notáveis, é crucial avaliar os custos envolvidos, tanto financeiros para materiais quanto de mão de obra qualificada. A decisão entre taipa e alvenaria deve ser feita após uma análise minuciosa das necessidades recursos disponíveis e objetivos de longo prazo para garantir que a escolha atenda às prioridades do projeto de forma viável e sustentável.

5.2. Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestão para futuros trabalhos propõe-se os seguintes estudos:

- Construção de protótipos em alvenaria estrutural e em pau a pique para avaliar melhor os custos de mão de obra e materiais;
- Avaliar os custos de projetos executivos das duas técnicas para edificações de padrão mais elevado.
- Realizar simulações computacionais para avaliar de forma mais precisa o desempenho térmico nos dois sistemas construtivos.

REFERÊNCIAS

AZEREDO, Hélio Alves de. O edifício até sua cobertura. **Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1977.**

ALMEIDA, Ariovaldo Fernandes de. **A influência da forma arquitetônica na rigidez de edifícios em estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto.** 2019.

BETETTE, Beatriz Santos Silva; CASTILHO, Laura Bernardo. As impressões que a Torre Eiffel gerou no território europeu no contexto da revolução industrial e das exposições universais. **Revista Artigos. Com**, v. 13, p. e2887-e2887, 2020.

CERÂMICA CONSTRULAR. **Por que executar a alvenaria estrutural com blocos cerâmicos?**. Cerâmica Constrular. 2021. Disponível em: <https://ceramicaconstrular.com.br/por-que-executar-a-alvenaria-estrutural-com-blocos-ceramicos/>. Acesso em: 9 ago. 2023.

CORDEIRO, Carol. TÉCNICAS VERNACULARES EM TAIPA DE MÃO NO BRASIL: DA OBSOLESCÊNCIA AO RESGATE. In: **5º Encontro em Engenharia de Edificações e Ambiental.** 2017.

CORDEIRO, Carol Cardoso Moura et al. Construções vernáculas em terra: perspectiva histórica, técnica e contemporânea da taipa de mão. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019006-e019006, 2019.

GALDINO, Clayton . **HISTÓRIA – Casas de mãos e barro.** Nova Imprensa. 2019. Disponível em: <https://novaimprensa.com/2019/06/historia-casas-de-maos-e-barro.html>. Acesso em: 4 jul. 2023.

GALEAZZI, Carolina H.; FEITOSA, Yuri E.. **Arquitetura popular sertaneja: o conforto térmico do pau a pique no sertão nordestino.** Porto Alegre, 2022 - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

João. **Como Fazer Gabarito de Obras.** João Pedreiro. 2021. Disponível em: <https://joaopedreiro.com.br/como-fazer-gabarito-de-obras/>. Acesso em: 3 ago. 2023.

KALIL, Sílvia Maria Baptista. Alvenaria Estrutural. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/alvenaria-estrutural/>. Acesso em: 25 jun. 2023.

LARISSA, Karla. Casas Brasileiras: Casas de taipas. Karla Larissa Arquitetura e Urbanismo . 2022. Disponível em: <https://karlalarissa.com.br/2022/10/10/casas-de-taipas/>. Acesso em: 26 jul. 2023.

LIMA NETO, Arlindo Gomes de. **A relação entre aspectos de cunho maniqueísta na religião católica e a escultura gótica na Baixa Idade Média.** 2006.

MAGALHÃES, Fernando Couto. **Brevíssima história das pirâmides de Gizé**. A história em preto e branco. 2019. Disponível em: <https://www.fernandocouto.com/post/curiosidades-sobre-o-egito>. Acesso em: 20 jul. 2023.

MONTEIRO, Amanda Rafaelly Casé. **Monumentalidade e Tradição Clássica**: a obra pública de Acácio Gil Borsoi. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

PASTRO, Rodrigo Zambotto. Alvenaria estrutural: sistema construtivo. Orientador: Prof. Dr. Adilson Franco Penteado, v. 47, 2007.

PORTAS, Nuno. Funções e exigências de áreas da habitação. Lisboa: **Laboratório Nacional de Engenharia Civil**, 1969.

PROJETO: CASARÃO LM. Pisani Carrion Arquitetura e Interiores. Disponível em: <http://www.pisanicarrion.com.br/projetos/casarao-lm/>. Acesso em: 8 ago. 2023

SILVA, Cláudia Gonçalves Thaumaturgo da et al. **Conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua**. 2000. Tese de Doutorado.

SINAPI.SINAPI_CT_ALVENARIA_ESTRUTURAL_BLOCOS_CERAMICOS_03_2023.pdf. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoesestruturas/SINAPI_CT_ALVENARIA_ESTRUTURAL_BLOCOS_CERAMICOS_03_2023.pdf. Acesso em: 05, jul. 2023.

SINAPI. Graute e Armação. 2021. 56 p. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_GRAUTE_E_ARMACAO_09_2021.pdf. Acesso em: 30 jun. 2023.

SINAPI. Produção de concreto em obra. 2021. 90 p. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_PRODUCAO_CONCRETO_05_2021.pdf. Acesso em: 28 jun. 2023.

SINAPI. Vergas, contravergas e fixação de alvenaria. 2023. 73 p. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_VERGAS_CONTRAVERGAS_01_2023.pdf. Acesso em: 3 jul. 2023.

SINAPI. Vergas, contravergas e fixação de alvenaria. 2023. 73 p. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_VERGAS_CONTRAVERGAS_01_2023.pdf. Acesso em: 3 jul. 2023.

SOARES, Pedro. **A romantização da pobreza e a casa de taipa**. [S. l.], 9 ago. 2019. Disponível em: <https://panoramacoletivo.com/2019/08/09/a-romantizacao-da-pobreza-e-a-casa-de-taipa/>. Acesso em: 12 jul. 2023.

SOUZA, Marcia. **Templo budista em SP convoca voluntários para vivência de bioconstrução**. Ciclo Vivo. 2017. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/templo-budista-em-sp-convoca-voluntarios-para-vivencia-de-bioconstrucao/>. Acesso em: 7 ago. 2023

UNITED STATES OF AMERICA. International Residential Code - IRC. 2009. International Code Consortium. Disponível em: <https://archive.org/details/gov.law.icc.irc.2009/> . Acesso em: 28, jul. 2023.

VARGAS, Milton. História da engenharia de fundações no Brasil. In: HACHICH; FALCONI; SAES; FROTA; CARVALHO; NIYAMA (Eds). **Fundações: teoria e prática**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1998.

VASCONCELOS, Sylvio de. “Arquitetura no Brasil - Sistemas Construtivos”. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: Rona, 1979.

ZANIRATO, Sílvia Helena. O patrimônio mundial em território brasileiro: vulnerabilidades à conservação em um cenário de mudanças climáticas. *PerCursos*, v. 22, n. 49.