



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

THIAGO JOSÉ ARAÚJO CASIMIRO

**ESTUDO COMPARATIVO DA EXECUÇÃO DE OBRA COM TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS CONVENCIONAIS E SISTEMA MONOLÍTICO DE PAINÉIS
UTILIZANDO MODELAGEM E DETALHAMENTO DOS MÉTODOS**

PAU DOS FERROS/RN

JUNHO DE 2022

THIAGO JOSÉ ARAÚJO CASIMIRO

**ESTUDO COMPARATIVO DA EXECUÇÃO DE OBRA COM TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS CONVENCIONAIS E SISTEMA MONOLÍTICO DE PAINÉIS
UTILIZANDO MODELAGEM E DETALHAMENTO DOS MÉTODOS**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Rafaely Angelica Fonseca Bandeira

PAU DOS FERROS/RN

JUNHO DE 2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C339 Casimiro, Thiago José Araújo.
e ESTUDO COMPARATIVO DA EXECUÇÃO DE OBRA COM
TÉCNICAS CONSTRUTIVAS CONVENCIONAIS E SISTEMA
MONOLÍTICO DE PAINÉIS UTILIZANDO MODELAGEM E
DETALHAMENTO DOS MÉTODOS / Thiago José Araújo
Casimiro. - 2022.
67 f. : il.

Orientadora: Rafaela Angelica Fonseca
Bandeira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2022.

1. alvenaria convencional. 2. blocos cerâmicos.
3. painéis monolíticos. 4. EPS. I. Angelica
Fonseca Bandeira, Rafaela , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

THIAGO JOSÉ ARAÚJO CASIMIRO

**ESTUDO COMPARATIVO DA EXECUÇÃO DE OBRA COM TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS CONVENCIONAIS E SISTEMA MONOLÍTICO DE PAINÉIS
UTILIZANDO MODELAGEM E DETALHAMENTO DOS MÉTODOS**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Defendida em: __09__ / __06__ / __2022__.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Rafaely Angelica Fonseca Bandeira (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Cláwsio Rogerio Cruz de Sousa (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. José Flávio Timoteo Junior (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é dedicado a todos que se fizeram presente durante essa caminhada, de forma direta ou indireta, para que pudesse chegar até aqui. Agradecendo aos meus pais, Francisco de Assis Casimiro e Maria José Araújo Casimiro, por sempre me apoiarem em todos os momentos, que apesar de todas as dificuldades, sempre buscaram trazer as melhores condições para a vida. Sempre depositando confiança e incentivo de uma forma incondicional. E a minha irmã Thaysa, pelo apoio, mesmo com a distância, sempre me manda mensagens motivacionais, me fortalecendo, fazendo eu me sentir a melhor pessoa do mundo.

Dedico esse trabalho aos que, infelizmente, não poderão vivenciar esse momento, aos meus avós: Seu João Galego, Dona Eufrausina, e o icônico Zé Penuje. Mas que estarão sempre nas lembranças, se fazendo presentes em meu coração.

Dedico esse trabalho a uma das maiores mulheres que esse mundo já pôde presenciar, Dona Matilde, minha avó. Uma mulher guerreira, que sempre lutou pelo melhor de todos os seus filhos, sempre orando, ajudando e fazendo de tudo pelos seus netos. Além dos familiares que se podem fazer presentes, que me apoiaram de alguma forma, para este momento, dedico e agradeço a todos da minha família. Em especial o meu padrinho Francisco Avilar, com toda a ajuda prestada, a minha madrinha Rejane, tia Ana, tio Zé Ivo, e tio Josué que me aconselhou na escolha do curso de Engenharia Civil. Dessa forma, a todos os tios e tias, que sempre contribuíram, para as conquistas que tenho vivido.

É dedicado este trabalho a toda a minha família, em especial aos meus primos que estão sempre presentes ajudando de alguma forma em minha vida, deixando como exemplo Ana Livia, que sempre teve a preocupação quanto às viagens para minha cidade ou qualquer outra situação.

Dedico este trabalho a Danielle, minha noiva e futura esposa, uma mulher incrível que consegui, e se fez presente em minha vida. Agradeço, por toda a ajuda, e por sempre estar comigo em todos os momentos, sendo de dificuldade ou não, partilhando-os. Assim como agradeço a toda sua família por todo o apoio prestado, sempre que mais precisei.

Dedico este trabalho a todos os amigos que tenho em Patos-PB, os quais tenho uma amizade de infância, e que até hoje é prevalecida.

Dedico aos amigos, que se fizeram por meio da UFERSA, e que hoje sei que serão amizades que poderei levar para à vida. Agradeço aos mesmos por toda a ajuda, e sempre estiveram juntos comigo desde o começo do curso até hoje, são eles: Guilherme Freitas, Lucas Queiroz, Lucas Almeida, Marley Franco e Tatiane Silva. Além deles, também dedico ao meu amigo Alisson Habadara, agradecendo por toda a ajuda prestada com o trabalho, sempre que precisei.

Agradeço a UFRSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido) por toda a estrutura, e apoio. De forma análoga, a todos que se fazem presentes por meio dela, professores, técnicos e servidores, e demais amigos que consegui a amizade por meio dela.

Por conseguinte, a minha eminente orientadora, dona de uma inteligência única: Dra. Rafaely Angelica Fonseca Bandeira. Agradeço demais por toda a força e paciência que me passou, com as orientações para todo o trabalho, e que mesmo com a distância, sempre se fez presente em todos os processos deste.

Agradeço também aos docentes Dr. Cláudio e Dr. Flávio por estarem sempre presentes nas vidas dos estudantes trazendo oportunidades, não apenas para mim, mas a todos da Universidade.

Por fim, agradeço à Deus, por me permitir mais essa conquista.

Para a frente é que se anda.

Meu pai

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo comparar os parâmetros inerentes a execução dos sistemas construtivos do uso da alvenaria convencional em bloco cerâmico, e uma alvenaria executada em sistema de painéis monolíticos EPS (poliestireno expandido). Tomou como base o modelo de análise para o procedimento de execução para sistema convencional de método construtivo de alvenaria em bloco cerâmico, de forma análoga, a compreensão do procedimento de execução para sistema novo da alvenaria de painéis monolíticos em EPS. O estudo para averiguar esse entendimento foi de relevante importância, pois mostrou que esses fatores afetam na área da construção civil, como: economia, eficiência, sustentabilidade, e assim por diante. Com isso, o estudo foi realizado por meio do referencial bibliográfico, tendo em vista trabalhos em artigos, monografias, livros e entre outros. Essas análises foram solidificadas no trabalho por meio da utilização dos softwares para modelagem dos métodos construtivos. Foi utilizado o Revit para representar o modelo de planta baixa de uma residência a qual é configurado cada tipo de sistema para ela, seja o método dos painéis monolíticos EPS ou alvenaria convencional. Além disso mostrou-se com a utilização do SketchUp a modelagem possível para representação de cada elemento que compõe o sistema construtivo abordado, detalhando cada um dos seus passos na execução. Por meio dos entendimentos adquiridos de cada um das esquematizações, foi realizado a comparação entre os sistemas de forma qualitativa, que teve possibilidade devido às referências bibliográficas, logo, montou-se um quadro comparativo para mostrar as diferenças em cada tipo de método executivo na construção, e chegou a conclusão do melhor entre eles. Dessa forma, realizou-se de acordo com os critérios de desempenho habitacional, sustentabilidade, conforto ao residente, economia e entre outros. Chegando as considerações finais, entre os dois sistemas confrontados dos painéis em EPS e alvenaria convencional, o que melhor se sobressaiu foi o conjunto de execução dos painéis monolíticos em EPS. Devido ao seu melhor desempenho, em relação aos critérios analisados para ambos os modelos. Portanto, obteve-se um relevante alcance dessas características construtivas, com o que foi obtido no trabalho. Além de trazer dados importantes acerca dos mecanismos construtivos estudados para a engenharia civil e sociedade, é também relevante para futuros estudos direcionados para essa área.

Palavras-chaves: alvenaria convencional, blocos cerâmicos, painéis monolíticos, EPS

ABSTRACT

The objective of this work is to compare the execution parameters of conventional systems in ceramic blocks, and a constructive masonry in monolithic EPS (expanded polystyrene) panel systems. Based on the analysis model for the execution procedure for the conventional system of construction method of masonry in ceramic block, in an analogous way, the understanding of the execution procedure for the new system of masonry of monolithic panels in EPS. The study to ascertain sustainability, to understand, was of relevant importance, as it showed that these factors are related to civil construction, such as economy, efficiency, and so on. With this, the study was carried out through the bibliographic reference, in view of works in articles, monographs, books and among others. These approaches were solidified in the work through the use of software for modeling construction methods. Revit was used to represent the floor plan model of a residence in which each type of system is configured, the method of panels for monolithic EPS or conventional masonry. In addition, it was shown with the use of SketchUp the modeling for representation of each one that composes the constructive system of continuity, detailing each of its elements steps in the execution. Through the understandings acquired from each of the schematizations method, it was a qualitative comparison between the systems, which had as reference to the references made, a comparative logo of the frame to show in the construction how differences in each type of production, and arrived at conclusion of the best among them. In this way, it was carried out in accordance with the criteria of housing performance, sustainability, comfort to the resident, economy and among others. Arriving as final considerations, between the two panels of the EPS panels and conventional masonry, what stood out the best was the set of execution of the monolithic EPS panels. Due to its better performance, in relation to the analysis for both models. Therefore, a relevant range was obtained with constructive characteristics, with what was obtained in the work. In addition to bringing important studies directed to this relevant area.

Keywords: conventional masonry, ceramic blocks, monolithic panels, EPS

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal	17
Figura 02: Encunhamento com argamassa expansiva	19
Figura 03: Gabarito com locação da obra.....	20
Figura 04: Verga e contravergas.....	21
Figura 05: Instalação hidráulica	22
Figura 06: Instalação elétrica.....	22
Figura 07: Representação do chapisco, emboço e reboco	23
Figura 08: Sistema de painéis monolíticos	24
Figura 09: Corte dos painéis de parede com 120mm e 150mm de espessura	25
Figura 10: Características exigíveis para o poliestireno expandido	26
Figura 11: Tipos de telas de reforços.....	27
Figura 12: Aplicação de reforço do tipo U	28
Figura 13: Fixação dos arranques	29
Figura 14: Disposição dos painéis em conexão com as ancoragens de aço	30
Figura 15: Tipos de painéis	31
Figura 16: Instalações hidrossanitárias nos painéis	32
Figura 17: Instalações elétricas nos painéis.....	32
Figura 18: Marcação das paredes a partir dos eixos de referência	35
Figura 19: Amarração das fiadas de meia vez	35
Figura 20: Amarração em canto-parede de meia vez	36
Figura 21: Ligação entre alvenarias e pilares com uso do ferro cabelo	36
Figura 22: Facilidade de montagem	38
Figura 23: Reforços aplicados nos cantos de portas e janelas	39
Figura 24: Réguas e escoras em obra	39
Figura 25(a): Primeira camada de revestimento.....	40
Figura 25(b): Segunda camada de revestimento.....	41
Figura 26: Fluxograma	43
Figura 27: Planta baixa do sistema convencional.....	45
Figura 28: Corte transversal do sistema convencional	46
Figura 29: Corte longitudinal do sistema convencional	46
Figura 30: Planta baixa do sistema de painéis monolíticos	47

Figura 31: Gabarito de obra e marcação.....	48
Figura 32: Juntas de amarração e posição da primeira e segunda fiada	49
Figura 33: Juntas de amarração no canto.....	49
Figura 34: Detalhe do cobrimento do pilar.....	50
Figura 35: Vergas, contravergas e amarração da alvenaria	51
Figura 36: Representação do “ferro-cabelo”	52
Figura 37: Encunhamento do tipo em argamassa expansiva	53
Figura 38: Maquete completa em alvenaria de bloco cerâmico	54
Figura 39: (a) Alvenaria, (b) Chapisco, (c) Emboço e (d) Reboco	55
Figura 40: Vista detalhada dos componentes do Painel Monolítico EPS de 15 cm.....	56
Figura 41: Disposição dos painéis com cortes de acordo com as dimensões e esquadrias	57
Figura 42: Detalhamento dos arranques espaçados entre si	57
Figura 43: Representação das escoras e telas de canto.....	58
Figura 44: Camadas de revestimento no painel.....	59
Figura 45: Projeto 3D da residência	60

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	OBJETIVOS	16
2.1.	Geral.....	16
2.2.	Específicos	16
3.	REVISÃO TEÓRICA.....	17
3.1.	Alvenaria Convencional de Blocos Cerâmicos.....	17
3.1.1	Alvenaria.....	17
3.1.1.1	Blocos Cerâmicos	17
3.1.1.2	Argamassa de assentamento	18
3.1.2	Execução da alvenaria	18
3.1.3	Marcação.....	19
3.1.4	Estrutura.....	20
3.1.5	Instalações complementares	21
3.1.6	Revestimento e acabamento	22
3.1.7	Vantagens e desvantagens para uso da alvenaria de blocos cerâmicos	23
3.2.	Sistema de Painéis Monolíticos de EPS	24
3.2.1	Painéis monolíticos	24
3.2.2	Origem do material poliestireno expandido	25
3.2.3	Material usado no sistema de painéis monolíticos	25
3.2.3.1	Poliestireno expandido (EPS)	25
3.2.3.2	Tela soldada de aço e conectores.....	26
3.2.4	Processo de fabricação poliestireno expandido	28
3.2.5	Execução dos painéis monolíticos de EPS	29
3.2.5.1	Estrutura dos painéis de EPS	30
3.2.5.2	Instalações complementares	31

3.2.5.3 Acabamento	33
3.2.6 Vantagens e desvantagens dos painéis monolíticos de EPS	33
3.3. Sistema Construtivo.....	34
3.3.1 Configurações de projeto	34
3.3.1.1 Sistema convencional	34
3.3.1.1.1 Execução da alvenaria	34
3.3.1.1.2 Primeira fiada e segunda fiada	35
3.3.1.1.2 Vergas e contra vergas.....	37
3.3.1.1.3 Revestimentos.....	37
3.3.1.2 Sistema de painéis	37
3.3.1.2.1 Execução do sistema construtivo dos painéis.....	37
3.3.1.2.2 Emendas dos painéis.....	38
3.3.1.2.3 Escoramento dos painéis	39
3.3.1.2.3 Revestimento dos painéis	40
4. METODOLOGIA.....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
5.1 Plantas baixas.....	44
5.2 Modelagem tridimensional	48
5.2.1 Sistema convencional	48
5.2.1.1 Gabarito de obra	48
5.2.1.2 Execução da alvenaria	48
5.2.1.3 Estrutura.....	50
5.2.1.4 Ferro cabelo na fixação dos pilares a alvenaria	51
5.2.1.5 Encunhamento com argamassa expansiva	52
5.2.1.6 Maquete com as composições até antes dos revestimentos	53
5.2.1.7 Revestimento com argamassa.....	54
5.2.2 Sistema de painéis monolíticos.....	55

5.2.2.1 Detalhamento do painel	55
5.2.2.2 Disposição dos painéis conforme projeto	56
5.2.2.3 Fixação dos painéis na fundação	57
5.2.2.4 Escoramento e detalhes das telas de canto	58
5.2.2.5 Revestimento com argamassa	58
5.2.3 Maquete Final para ambos os sistemas construtivos	59
5.3 Quadro comparativo dos sistemas de execução	60
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1. INTRODUÇÃO

A engenharia civil possui uma diversidade de áreas para a sua aplicação quanto ao que pode ser trabalhado. Dentre elas tem-se a construção civil, com os diversos tipos de obras de engenharia, sejam elas de execução com técnicas convencionais ou novas. E devido o aumento da competitividade no mercado, buscam por alternativas melhores na redução de perdas, aumento da qualidade, diminuição de mão de obra e velocidade no processo de construção. Dessa forma, encontram-se bem mais técnicas avançadas atualmente, mas ainda assim, são utilizadas muitas técnicas construtivas convencionais (SANTOS, 2013).

Conforme os últimos anos os avanços das técnicas construtivas mais novas estão alcançando cada vez mais espaço no âmbito de trabalhabilidade na engenharia civil, devido o seu ótimo desempenho, e a inovação e tecnologia que se desenvolve de forma cada vez mais acelerada para o mercado brasileiro. Correspondente a esses fatores, sabe-se que existem certos materiais, como o sistema monolítico, para os procedimentos construtivos em uma obra, e que podem apresentar relevantes características para o andamento dela quanto a sua utilização adequada (ALVES, 2015).

De acordo com o que é mencionado por, Gasparini *et al.* (2021) para o setor da construção civil, as construtoras estão sempre à procura da racionalização dos processos construtivos, para reduzir as perdas e simplificar, de forma paralela aumentar a produtividade para o referente ao subsistema de alvenaria, esse que demanda uma espessa quantidade de materiais e conseqüentemente mão de obra envolvida. São diversos os sistemas construtivos que podem ser trabalhados no mercado, seja com a alvenaria convencional, com os pré-fabricados de concreto, wood frame, steel frame, e a utilização de painéis de EPS.

Neste estudo foi analisado e comparado os dois tipos de sistemas construtivos, quanto a sua alvenaria convencional de blocos cerâmicos e sistema de painéis monolíticos de EPS. Conforme o que é mencionado por Vasques e Pizzo (2014), o sistema construtivo convencional que utilizou do seu fechamento em alvenaria, no Brasil é a mais empregada, devido sua popularidade e pelo costume que os trabalhadores possuem na construção civil desse determinado tipo de sistema. Os autores ainda afirmam que esse sistema construtivo convencional é realizado pela utilização de paredes e muros, com a execução de pedras naturais, tijolos ou blocos unidos com ou sem argamassa de ligação entre si, que repete-se em fiadas horizontais com sobreposição de uma para outra, que forma um conjunto rígido e coeso.

Os painéis monolíticos EPS, sanduíche com núcleo de poliestireno expandido (EPS), segundo Alves (2015), tem a sua origem desenvolvida por uma empresa italiana, denominada

Monolite, essa que por volta do ano de 1980 referiu-se ao sistema como método Monolite. Ainda sobre o que afirma esse autor, o método foi desenvolvido para considerar as exigências técnicas, climáticas da região e construtivas, responsabilizando-se pelas necessidades específicas do local, e assim atender as diferenças de temperatura, com invernos rigorosos, solicitações de estruturas críticas quanto, até mesmo, os abalos sísmicos. Assim, a partir da sua criação e utilização, os painéis monolíticos ganharam espaço com a sua aplicação por diversos países.

No Brasil, a construção civil ainda é atrasada em comparação aos outros países do mundo, portanto, neste estudo irá explorar um novo método de execução de obra sustentável que será comparado com o sistema convencional de alvenaria. Dessa forma, é viável o estudo deste material, para o entendimento dos sistemas construtivos e quanto aos seus comparativos. Que poderá ser obtido o entendimento conforme o quadro comparativo de melhores resultados nos critérios de economia, sustentabilidade, logística, agilidade, e fatores para o conforto do residente.

2. OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos, que se pretende atingir com a realização desta pesquisa, de modo geral e específico.

2.1. Geral

- ✓ Comparar os parâmetros inerentes a execução dos sistemas construtivos convencionais do uso da alvenaria em bloco cerâmico, e uma alvenaria executada em sistema de painéis monolíticos.

2.2. Específicos

- ✓ Analisar o procedimento de execução para sistema convencional de sistema construtivo de alvenaria em bloco cerâmico;
- ✓ Averiguar o procedimento de execução para sistema novo da alvenaria painéis monolíticos de EPS;
- ✓ Comparar as diferenças no sistema de execução de uma alvenaria de painéis monolíticos e uma alvenaria convencional.

3. REVISÃO TEÓRICA

Para o seguinte desenvolvimento do trabalho em questão, tem-se a apresentação dos métodos construtivos para a alvenaria convencional e um método menos conhecido e utilizado de painéis monolíticos em EPS. O presente estudo baseia-se na literatura em artigos técnicos, normas específicas, livros, revistas, manuais e entre outras ferramentas análogas. A partir disso foi possível a análise e comparação dos dois sistemas mencionados, mostrando as suas vantagens e desvantagens de acordo com o uso para cada escolha.

3.1. Alvenaria Convencional de Blocos Cerâmicos

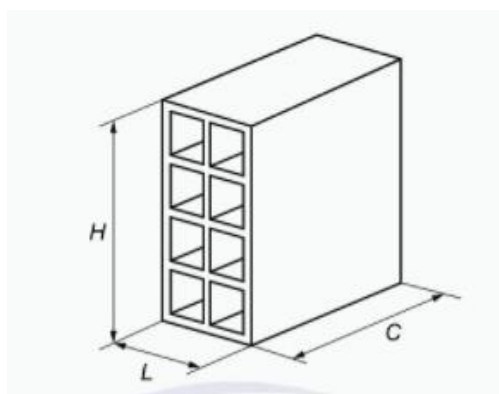
Será apresentado os materiais com maior utilização para a vedação no método de construção convencional, determinado pela alvenaria de vedação, que pode ser realizada por meio de blocos cerâmicos e argamassa de assentamento como serão mostradas.

3.1.1 Alvenaria

3.1.1.1 Blocos Cerâmicos

A utilização dos blocos cerâmicos, conforme a história, vem desde a época de Cristo, devido a necessidade de mudança do método construtivo que era realizado por meio do uso de pedras. As escolhas levadas em consideração para definir esse material como mais usual, foi devido a facilidade de obtenção do produto e alta demanda (CORREA, 2020). O bloco cerâmico atualmente é utilizado seguindo as prescrições da NBR 15270-1 (2017), em sua composição final pode ser visto de acordo com a Figura 01.

Figura 01: Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal



Fonte: NBR 15270 (2017)

Conforme a NBR 15270-1 (2017) os blocos cerâmicos são atuantes tanto nas estruturas externas como internas agindo como elemento de vedação. Tem como sua função principal a de vedar e separar os ambientes, assim como resistir aos esforços do próprio peso da vedação que é proporcionado.

A norma ainda complementa que na fabricação do bloco cerâmico podem ser adotadas variadas dimensões do mesmo, sendo um deles de 8 furos com largura (L) = 9cm, altura (H) = 19cm e comprimento (C) = 19cm. Além deste, podem ser feitas vários tipos de combinações dessas dimensões para o tipo de bloco desejado.

3.1.1.2 Argamassa de assentamento

A argamassa de assentamento conforme NBR 13281 (2005), tem a funcionalidade de ligação dos componentes dos blocos cerâmicos e tijolos de vedação no assentamento em alvenaria, na função de vedação. Assim, a argamassa é composta por uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), água e aglomerante(s) inorgânico(s), podendo conter ou não aditivos para propriedade de aderência e endurecimento, que pode ser dosada na instalação própria da obra ou de forma industrializada.

3.1.2 Execução da alvenaria

Concordante ao que é mencionado na NBR 8545 (1984), para a execução das alvenarias deve-se atender inicialmente ao projeto executivo nas suas posições e espessuras, para que possam ser utilizados os tijolos ou blocos cerâmicos. As paredes devem ser moduladas de acordo com a utilização do maior número possível de componentes dos blocos cerâmicos inteiros. Da mesma forma, o assentamento dos blocos cerâmicos tem-se a execução conforme as juntas de amarração para a primeira, segunda e demais fiadas da mesma.

A alvenaria é levantada a partir dos cantos, e utiliza-se de uma linha esticada entre os mesmos de uma ponta a outra como guia para ser seguido, fiada por fiada, e que o prumo e a horizontalidade fiquem garantidas das fiadas (NBR 8545, 1984).

Ainda em relação ao procedimento da alvenaria deve-se realizar a conferência do prumo, conforme o nivelamento, deve ser realizado a cada 3 ou 4 fiadas no máximo para a garantia dos mesmos, e quando atingida a altura próxima de 1,5m deve-se utilizar andaimes como é solicitado na NR 18, e logo após prosseguir ao final da altura da alvenaria desejada

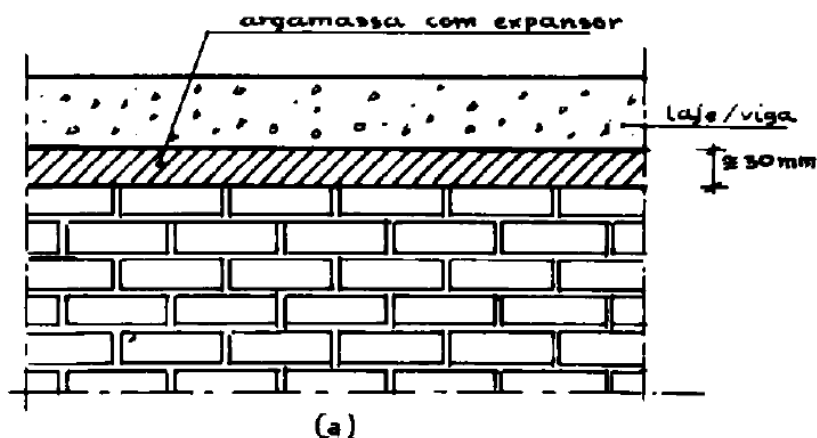
(TREVEJO, 2018).

Quando atingida a altura da alvenaria respectiva, referente a obra com estrutura de concreto armado é necessário que a alvenaria seja interrompida abaixo das vigas e lajes. Com um espaçamento entre esses elementos e o final da alvenaria, em que esse espaço deve ser preenchido após 7 dias, com travamento a ser garantido entre a alvenaria e a respectiva estrutura em sua posição (NBR 8545,1984).

De acordo Santos (2013) é mencionado que, a região em contato entre a alvenaria de vedação e a estrutura do pavimento superior pode ocorrer uma transmissão de esforços de um para o outro, indo da estrutura superior para a alvenaria, portanto, é necessário a utilização dos tipos de encunhamento, em que destacam-se os que são: por meio de cunhas de concreto, tijolos maciços nas diagonais e o de argamassa aditiva expansiva.

Pode ser visto o tipo de preenchimento entre eles denominado de encunhamento, com argamassa expansiva, na Figura 02.

Figura 02:Encunhamento com argamassa expansiva

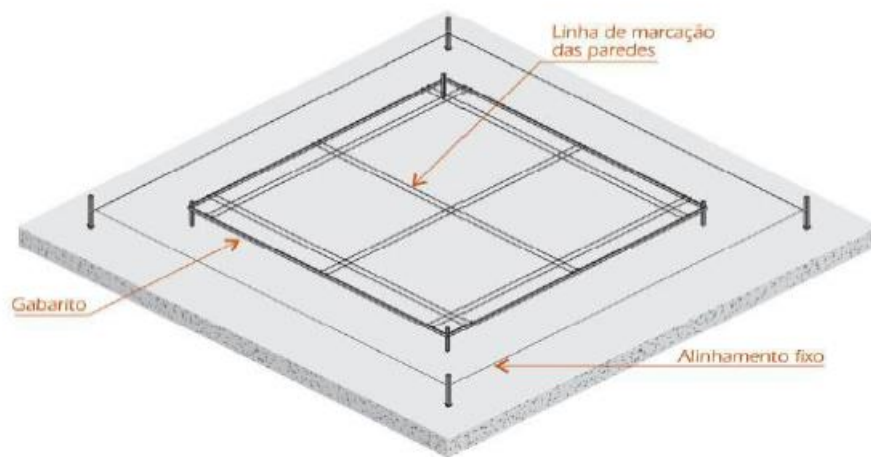


Fonte: NBR 8545 (1984)

3.1.3 Marcação

A marcação da alvenaria na obra, segundo a NBR 8545 (1984) deve ser verificada antes de iniciar o levantamento da alvenaria, e após erguida a alvenaria deve ser comprovada, conforme as dimensões respectivas de projeto. A marcação para a alvenaria pode ser realizado com a utilização de trenas e esquadro de obra. A marcação da alvenaria pode ser vista na Figura 03, de acordo com o gabarito presente nela.

Figura 03: Gabarito com locação da obra



Fonte: ConstruFácilRJ (2022)

Além disso, segundo Trevejo (2018), é mencionado que este processo de marcação é o início, caracterizado pela modulação da primeira fiada dos blocos cerâmicos sobre a viga baldrame, sendo ordenada a sequência deles ainda sem a argamassa para que evite os pedaços que podem gerar trincas. Ainda de acordo com o autor, após essa modulação deve ser realizado o assentamento da primeira camada dos blocos, que começam pelos cantos, sendo verificado logo após o seu prumo, alinhamento e nível.

3.1.4 Estrutura

Entre os elementos estruturais que interagem com a alvenaria, temos o uso dos pilares, esses que são definidos pela NBR 6118 (2014) como sendo elementos lineares de eixo reto, com disposição usual na vertical, onde as forças normais de compressão são preponderantes. Dessa forma, os pilares de concreto armado, de acordo com a NBR 8545 (1984), podem ser ligados com a alvenaria conforme a utilização de barras de aço com diâmetro de 5 a 10mm, espaçados a uma altura de 60cm de um para outro, engastados no pilar e na alvenaria.

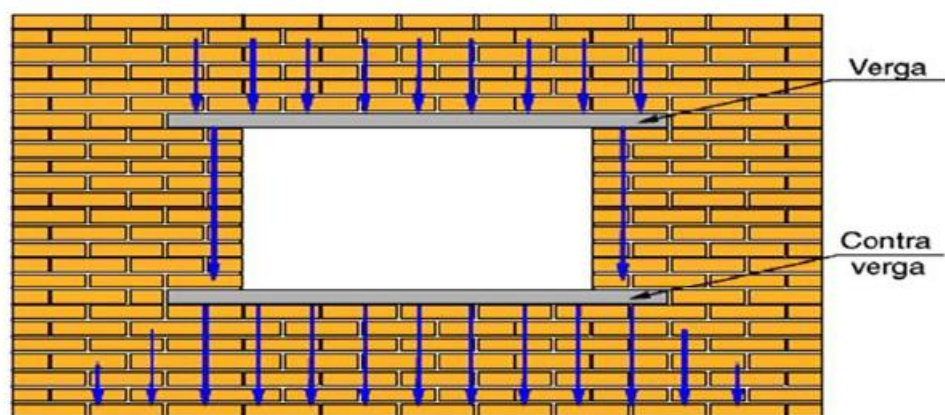
Além dessas barras de aço, podem ser utilizadas uma outra técnica concordante ao que é referido pelo Código de práticas nº1 (2009) para o uso de telas metálicas para ligação entre as paredes e os pilares. As telas metálicas são aplicadas aos pilares a cada duas fiadas e fixadas no concreto por meio de pinos metálicos (aplicados com finca-pinos), aplicando os pinos e arruelas nas dobras da tela, e recomenda-se um tiro para paredes de 9cm, e dois tiros em cada uma das telas para parede de maior espessura.

Outros elementos que devem ser vinculados à alvenaria, de acordo com a NBR 8545 (1984), são as vergas e contravergas. As vergas são caracterizadas como componentes

estruturais que localizam-se sobre os vãos da alvenaria, sendo eles os das portas e janelas, em que as vergas podem ser moldadas ou colocadas. Da mesma forma, sob os vãos das janelas devem ser moldadas ou colocadas contravergas.

Ainda sobre as vergas e contravergas, a norma NBR 8545 (1984), menciona que elas devem exceder a largura do vão de pelo menos 20 cm para cada lado e ter altura mínima de 10cm. Para os vãos que sejam relativamente próximos e com mesma altura, é recomendado que passe uma única verga sobre eles. Esses elementos podem ser visualizados na Figura 04.

Figura 04: Verga e contravergas



Fonte: ConstruFácilRJ (2022)

3.1.5 Instalações complementares

A fase de instalações complementares, segundo Trevejo (2018), é a que apresenta maior geração de resíduos de construção de demolição (RCD), devido a etapa de instalação elétrica e hidráulica necessita-se da quebra de algumas regiões das alvenarias já dispostas, logo, podem ser instalados os elementos respectivos nelas, e que é preenchido por argamassa posteriormente. Podem ser visualizadas as instalações hidráulicas na Figura 05.

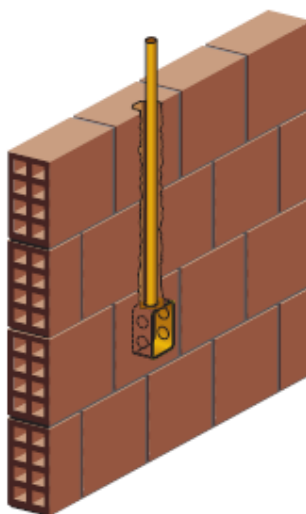
Figura 05: Instalação hidráulica



Fonte: Trevejo (2018)

As instalações elétricas estão representadas na Figura 06, conforme os critérios mencionados quanto aos cortes da alvenaria para a sua instalação.

Figura 06: Instalação elétrica



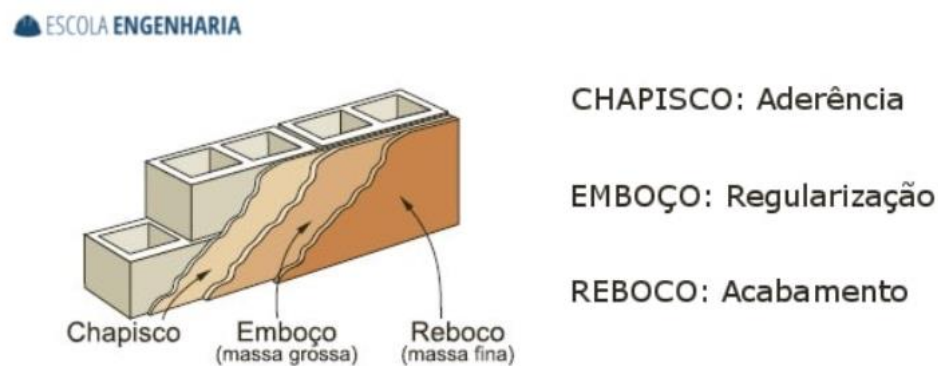
Fonte: Código de práticas (2009)

3.1.6 Revestimento e acabamento

Conforme Trevejo (2018), o revestimento é executado em três camadas, são elas,

chapisco, emboço e reboco, comumente realizada com uma colher de pedreiro, por lançamento manual ou com o auxílio de uma peneira. Ainda conforme o autor primeiro é aplicado o chapisco, com a finalidade de deixar a superfície mais áspera, para que a parede tenha uma melhor aderência às camadas seguintes. Esses elementos podem ser vistos na Figura 07.

Figura 07: Representação do chapisco, emboço e reboco



Fonte: Escola de Engenharia (2022)

A segunda etapa é caracterizada pelo emboço, realizado como uma camada de regularização, com a função de aprumar e nivelar a parede corrigindo suas imperfeições. O autor ainda comenta que o acabamento deve ser realizado através de sarrafeamento e desempenho (CONSTRUFÁCILRJ, 2022).

E por fim, a última camada que deve ser aplicada é o reboco, sendo uma aplicação mais fina e que deixará a superfície plana e lisa para a execução de trabalhos futuros, como por exemplo, a pintura. Ainda é necessário seguir algumas indicações para os revestimentos que variam de acordo com o ambiente, sendo assim, em ambientes internos a espessura pode variar entre $5\text{ mm} \leq e \leq 20\text{ mm}$, em ambientes externos: $20\text{mm} \leq e \leq 30\text{mm}$, já em tetos internos e externos deve-se seguir a recomendação de espessura $\leq 20\text{ mm}$ (CORREA, 2020).

3.1.7 Vantagens e desvantagens para uso da alvenaria de blocos cerâmicos

Santos (2013), descreve as vantagens para a alvenaria de blocos cerâmicos, dentre eles, destaca-se: boa resistência ao fogo, baixas limitações quanto ao uso dependendo do ambiente, proporcionalidade de matéria prima e produção de geração de resíduos sólidos de forma mínima que não venha causar impactos negativos ao meio ambiente. Corroborando com essas

vantagens, Oliveira e Salgado (2018) acrescentam: isolamento térmico; isolamento acústico; facilidade de construção; proteção contra ações externas do meio; estabilidade; durabilidade e processo fácil de manutenção.

Entretanto, Santos (2013) também menciona as desvantagens para a alvenaria convencional: a qualidade deficiente dos materiais usados para execução, possibilidade de retrabalhos na execução dos rasgos nas passagens feitas para as instalações hidráulicas e elétricas, possibilidade de construções improvisadas durante a execução dos serviços e necessidade de revestimentos extras para a busca de uma textura mais lisa.

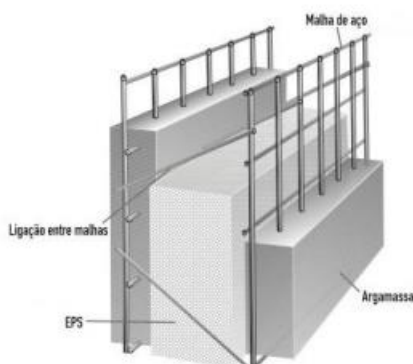
3.2. Sistema de Painéis Monolíticos de EPS

3.2.1 Painéis monolíticos

Os painéis monolíticos são elementos modulares pré-fabricados, compostos com núcleo de EP - poliestireno expandido, que serve como núcleo da alvenaria, devido às espessuras do projeto, e funcionam como anteparo na colocação da armadura e complemento da projeção da argamassa. Ainda sobre os painéis pré-fabricados de forma modulados são leves com compostos de uma alma de poliestireno expandido entre as duas malhas de arame de aço (CARNEIRO, 2015).

A Figura 08 apresenta os sistema de painéis monolíticos de EPS, com seus elementos compositores e utilização das técnicas consistindo além do EPS nas malhas de aço e argamassa.

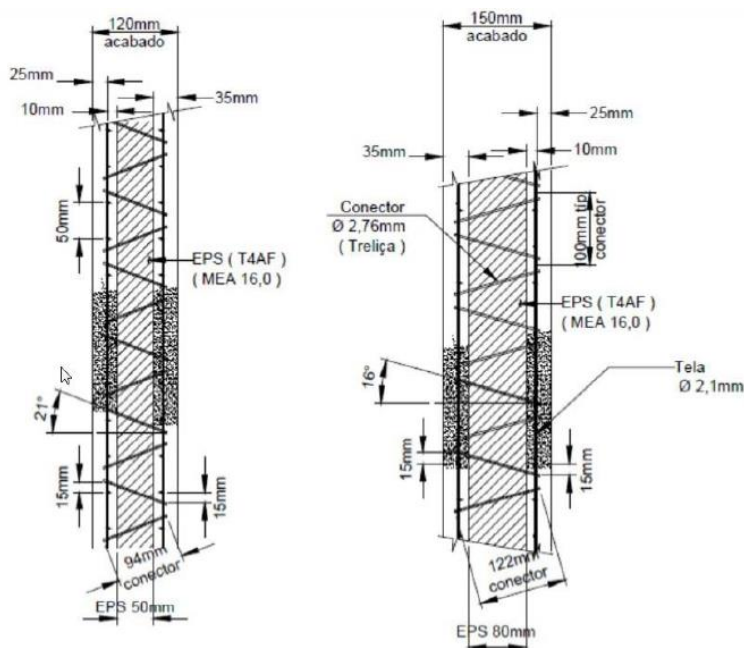
Figura 08: Sistema de painéis monolíticos



Fonte: Construção com EPS (2020)

Além disso, os painéis podem ter as respectivas dimensões como vistos nos cortes da Figura 09.

Figura 09: Corte dos painéis de parede com 120mm e 150mm de espessura



Fonte: Termotécnica (2018) *apud* Alves (2015)

3.2.2 Origem do material poliestireno expandido

O material poliestireno expandido, também denominado pela sigla EPS refere-se de forma internacional ao (expanded polystyrene), esse que em 1949 foi descoberto na Alemanha pelos químicos Karl Buchholz e Fritz Stasny. Esse material refere-se a uma resina do grupo dos termoplásticos, derivado a partir do petróleo (estireno) em meio a sua polimerização em água. O EPS chegou ao Brasil na década de 60, mas foi registrado apenas no ano de 1998 pelo grupo Knauf com a nomenclatura de “Isopor”, a partir disso se perpetuou durante os anos sendo relacionado a esse nome. (SOUSA, 2021)

3.2.3 Material usado no sistema de painéis monolíticos

3.2.3.1 Poliestireno expandido (EPS)

O poliestireno expandido EPS, conforme a NBR 11752 (2016), é um material plástico celular rígido, que conta com a adição de retardante a chama, fabricado pela expansão de grânulos pré-expandidos de poliestireno, originado em cor branca, com molde de sua forma definitiva ou cortado em blocos produzidos por processo contínuo ou descontínuo. Dessa forma pode-se ter a sua peça em formato de placa plana, quadrada ou retangular, com espessura

constante.

Outras características do poliestireno expandido podem ser vistas, conforme tabela da NBR 11752 (2016), com os valores exigíveis para cada propriedade e tipo de EPS. Ver Figura 10.

Figura 10: Características exigíveis para o poliestireno expandido

Propriedades	Métodos de ensaio	Unidade	EPS 1	EPS 2	EPS 3	EPS 4	EPS 5	EPS 6	EPS 7	EPS 8
Densidade mínima	ABNT NBR 11949	Kg/m ³	10	12	15	18	22	29	38	48
Condutividade térmica aparente máxima (24 °C)	ASTM C 177 ou ASTM C 518	W/(m.K)	0,046	0,046	0,04	0,038	0,036	0,034	0,034	0,033
Tensão mínima por compressão com deformação de 10%	ABNT NBR 8082	Kpa	35	35	69	90	104	173	276	414
Resistência mínima à flexão	ASTM C 203	Kpa	50	70	173	208	240	345	414	517
Absorção de água	ASTM C 272	% em volume	6	4	4	3	3	2	2	2
Permanência máxima ao vapor da água em 25,4 mm	ASTM E 96/ E 96M	ng/Pa.s.m ²	345	287	287	201	201	143	143	143
Estabilidade dimensional	ASTM D 2126	%	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Ignitabilidade	EN ISO 11925-2		Fs ≤ 150 mm em 20 s							

Fonte: NBR 11752 (2016)

Outro fator referente às características do EPS é por ser um material plástico que possui propensão a pegar fogo, porém, conforme Alves (2015) são acrescentados aditivos na fase de polimerização que serão responsáveis por definir maior resistência ao fogo, inibindo a propagação e ignição do mesmo.

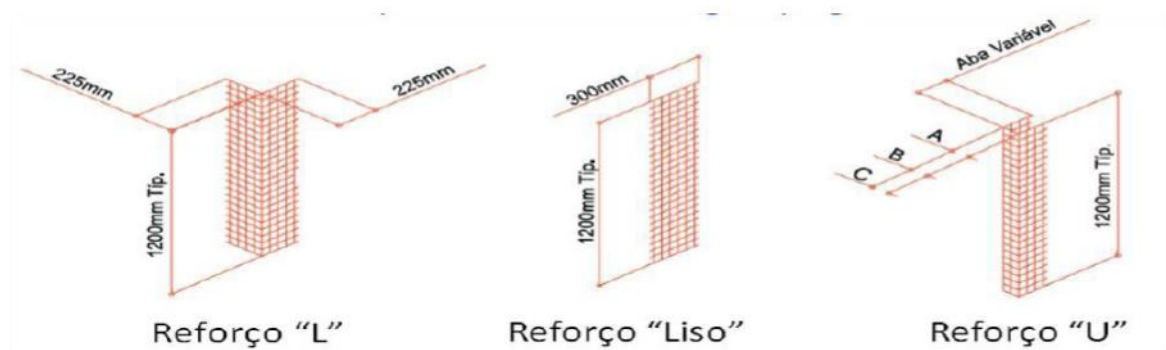
3.2.3.2 Tela soldada de aço e conectores

De acordo com Alves (2015) as telas utilizadas no sistema construtivo são constituídas com aço de alta resistência, apresentado tensão última maiores que 600 MPa, limite de ruptura, $f_{tk} > 680 \text{ N/mm}^2$, limite de escoamento $f_{yk} > 600 \text{ N/mm}^2$. O autor menciona que as telas de aço compõem os dois lados do EPS, fazendo uma espécie de sanduíche nele presa por grampos de aço, em que as duas telas de aço eletro soldadas possuem bitola entre 2,1mm a 5mm, e malha

com espaçamento de 5cm x 5cm, podendo variar de acordo com o projeto. Este aço pode ser do tipo: comum, galvanizado a quente e inoxidável, e zincado.

Para os reforços no encontro de paredes perpendiculares, e esquadrias, são utilizados três modelos principais: Reforço L, Malha tipo U e Reforço liso. Eles têm a funcionalidade de evitar surgimento de fissuras e trincas. A malha do tipo L é usada no encontro de paredes perpendiculares, por conta da sua disposição em 90° (SOUSA, 2021). A malha do tipo L, lisa e U podem ser vistas na Figura 11.

Figura 11: Tipos de telas de reforços



Fonte: Trevejo (2018)

O autor ainda menciona que a malha do tipo U é habitualmente empregada no reforço de vãos de portas e janelas, agindo como o papel de verga e contra-verga, referente ao sistema convencional de alvenaria. E por fim, tem-se o tipo liso que reforça os cantos das esquadrias como: portas e janelas, onde possuem maiores esforços se comparado ao restante do conjunto. É possível visualizar a aplicação da malha em U na Figura 12.

Figura 12: Aplicação de reforço do tipo U



Fonte: Balbino (2020)

3.2.4 Processo de fabricação poliestireno expandido

O processo de fabricação do poliestireno expandido segundo Sousa (2021), é realizado devido às expansões de pérolas do material, esse que apresenta diâmetros entre 0,4 a 3,0 mm, que pode atingir tamanhos de até 50 vezes os de início. Essa expansão é feita por meio de máquinas pré-expansores, que funcionam com o aquecimento das pérolas por contato do vapor de água em altas temperaturas, que age na influência direta na reação do estireno com o pentano, hidrocarboneto gasoso, tendo assim sua expansão. Logo, é tido um granulado de partículas de poliestireno que são constituídas por células pequenas fechadas, que contêm nelas grande quantidade de ar.

O autor afirma que, após este procedimento, as pérolas expandidas são colocadas em máquinas de moldes específicos, em que são expostas novamente a altas temperaturas em vapor, chegando a se expandir novamente e agrupando-se umas às outras. Além disso, no processo de fabricação dessas peças moldadas, suas transformações são físicas e, logo, não alteram as propriedades químicas do conjunto. Assim, o produto final irá possuir em sua composição apenas 2% de poliestireno e 98% de ar.

3.2.5 Execução dos painéis monolíticos de EPS

A execução da montagem do sistema de painéis monolíticos de EPS, condizente com Alves (2015), esse processo é realizado inicialmente pelo preparo das fundações, pois após o término deve-se fixar arranques de aço de 3,4 mm a 5 mm que possui 50 cm de comprimento, com 30 cm acima do piso. Por meio do gabarito alinhado, esses elementos são espaçados a cada 20 cm entre si, para serem fixados aos painéis. É possível a visualização da confecção dos arranques na Figura 13.

Figura 13: Fixação dos arranques



Fonte: Balbino (2020)

Seguindo essa mesma perspectiva do autor, a montagem dos painéis poderá ser facilitada de acordo com a sua numeração, os painéis são fixados nos arranques com o auxílio de um grampeador para aço CA 60. As abas dos painéis devem ser reforçadas com telas de aço que são colocadas nos cantos das portas e janelas, com papel de absorver tensões e trincas eventuais. O painel pode ser manuseado de forma simples por apenas um funcionário, tornando o processo construtivo da montagem ainda mais acelerado, sem precisar de uma mão de obra especializada (ver Figura 14).

Figura 14: Disposição dos painéis em conexão com as ancoragens de aço

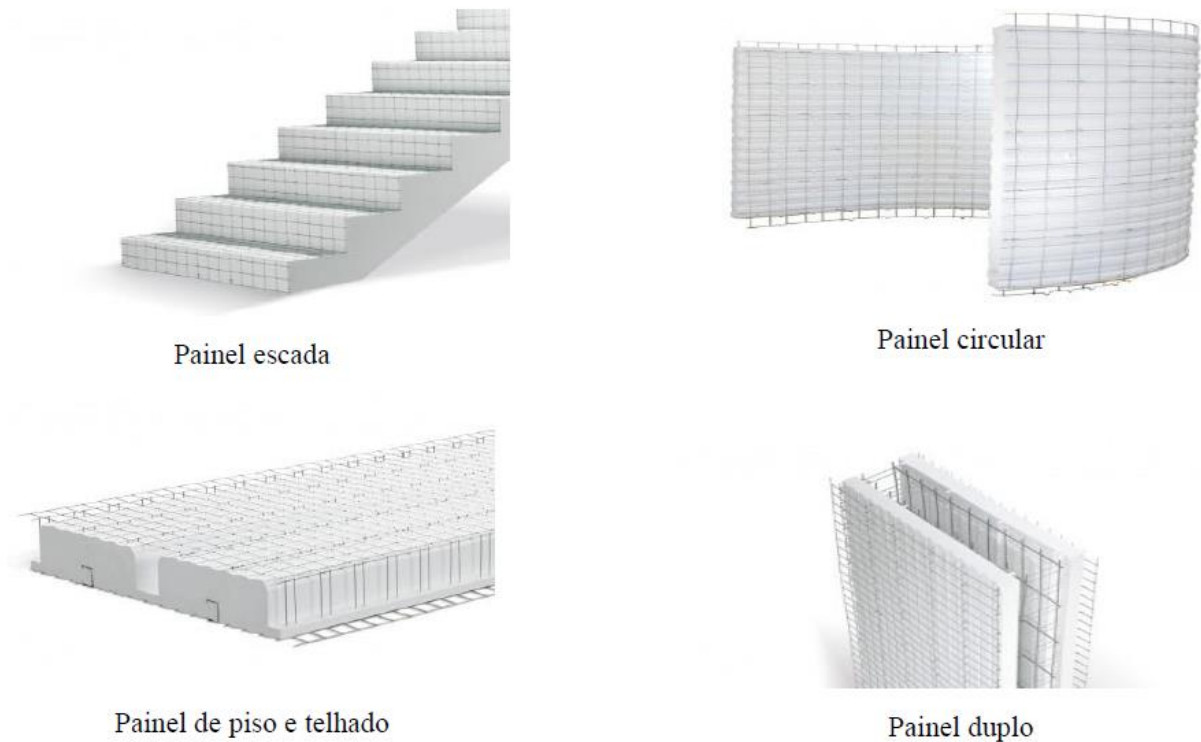


Fonte: Balbino (2020)

3.2.5.1 Estrutura dos painéis de EPS

Os painéis de EPS, de acordo com Alves (2015), são dos tipos ondulados, retangulares ou duplos, que agem como micro colunas de reforço, onde sua aplicação será determinada pelo que corresponde ao preenchimento das cavidades com argamassa. Para o caso de fazer a construção com vários pavimentos para prédios, devem-se utilizar de painéis duplos principais para sustentação, com espaçamento variável entre eles, de acordo com a altura da edificação, e que devem ser preenchidos com concreto estrutural. Além disso, o sistema monolítico é empregado também para executar tanto pisos como paredes e coberturas inclinadas. Assim, é possível visualizar os tipos de painéis na Figura 15.

Figura 15: Tipos de painéis



Fonte: Alves (2015)

Os painéis em EPS, segundo Trevejo (2018) possui um menor peso de obra que o de alvenaria em blocos cerâmicos, que se reflete a densidade dos materiais, em que os blocos têm em torno de 110kg/m^3 e o EPS de 10 a 30 kg/m^3 . Mesmo com essa maior leveza do painel, a sua resistência é caracterizada por ser até 30% maior que a parede de alvenaria. Além disso, Alves (2015) complementa que sua composição final é bem leve, e pesa entre $2,5\text{ kg/m}^2$ a 4kg/m^2 antes da aplicação da argamassa, enquanto as dimensões da alvenaria simples chegam a 120 kg/m^2 .

3.2.5.2 Instalações complementares

Conforme as instalações hidráulicas e elétricas, descritas por Alves (2015) destaca a maior facilidade no processo construtivo *Monolite*, devido às aberturas do material, pois, não acontecem quebras de material nas aberturas para roços, que acontece no processo tradicional. É necessário projetar o posicionamento das passagens para a disposição das instalações elétrica e hidráulica. Pode ser utilizado spray para marcação do traçado dos tubos. Assim como a utilização de um soprador térmico, que seria o equivalente a uma pistola de ar quente, com isso,

são abertos sulcos para a colocação das tubulações que irão passar, que seguem as marcas feitas anteriormente. O processo torna-se simples, com o ar quente que funde a espuma com facilidade.

A seguir, pode-se observar os tipos de instalações complementares, sendo elas: a instalação hidrossanitária na Figura 16 e a instalação elétrica na Figura 17.

Figura 16: Instalações hidrossanitárias nos painéis



Fonte: Balbino (2020)

Figura 17: Instalações elétricas nos painéis



Fonte: Balbino (2020)

3.2.5.3 Acabamento

De acordo com o revestimento, esse poderá ser feito com argamassa definida em projeto, com aplicação em duas camadas. A primeira camada deverá preencher a superfície até facear com a tela de aço, em ambas das faces do painel. Deve-se ter esse cuidado, para que não venha aparecer retração diferencial na parede para suas faces revestidas. Quando requerida a cura total pode-se iniciar a colocação de caixilhos e batentes, para que assim sejam fixados, nivelados e aprumados, e protegidos contra respingos que possam surgir da argamassa da segunda aplicação (ALVES, 2015).

Seguindo a mesma perspectiva do autor, na segunda etapa de revestimento pode ser feita com argamassa projetada ou simples, sendo lançada manualmente, e que deve ser desempenhada para atingir a espessura desejada em projeto. Logo após, finalizadas a primeira e segunda mão de projeção para todas as paredes, externas e internas, pode ser colocada a laje de cobertura.

3.2.6 Vantagens e desvantagens dos painéis monolíticos de EPS

De acordo com Almeida e Rodrigues (2020) os painéis monolíticos de EPS apresentam em suas vantagens: a redução do período da construção com agilidade de até 40% a mais, versatilidade dos ajustes em dimensões e execução dos vãos, capacidade de redução dos custos totais da obra, maior manuseio para transporte e dos painéis, consequentemente menos custos, menor peso com os painéis que são aproximadamente 20 kg para a dimensão de 1,2 m x 3 m, da mesma forma o menor quantidade de mão de obra operacional, material durável com baixa taxa de absorção de umidade que não sofre grande decomposição, excelente isolamento térmico e acústico, facilidade de execução das instalações elétricas, hidráulicas e entre outras complementares.

Além dessas vantagens o autor também menciona: a ótima resistência ao fogo decorrente de incêndio, menor geração e acúmulo de resíduos na construção civil, resistência maior que a alvenaria de tijolos de até 30%, consequentemente menor degradação ambiental, maior vida útil da obra conforme sua execução correta.

Conforme as desvantagens do sistema, os painéis monolíticos de EPS: possuem limitações para edificações de até quatro pavimentos, necessita de uma maior mão de obra capacitada, impossibilidade de modificação para o finalizado devido ao comprometimento da estrutura, preparo da estrutura (malhas) quanto aos fatores corrosivos, precisão entre o

alinhamentos dos painéis devido ao maior gasto com materiais se assim não for feito, requer gastos com materiais mais específicos para argamassa estrutural devido a aderência necessária dos painéis (ALMEIDA, RODRIGUES, 2020).

3.3. Sistema Construtivo

3.3.1 Configurações de projeto

As configurações de projetos fazem a constituição dos elementos de cada processo, sendo analisados cada um dos passos seguidos, para chegar à confecção do produto final, que são referentes aos sistemas convencionais de alvenaria em bloco cerâmico e de painéis monolíticos EPS.

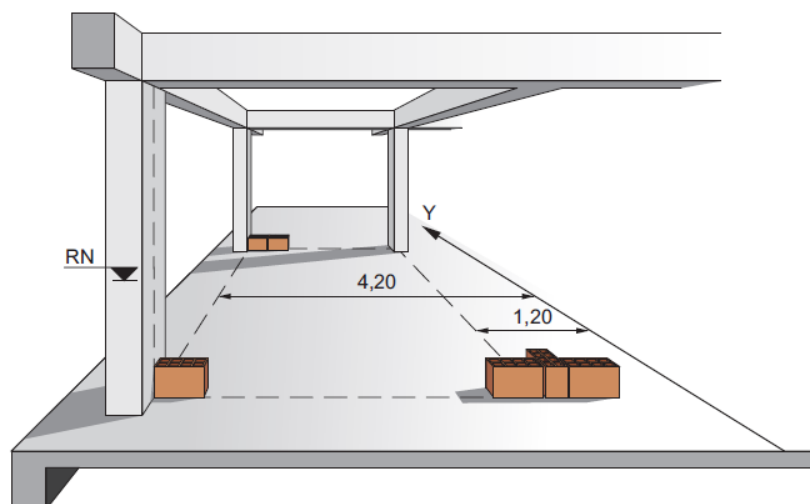
3.3.1.1 Sistema convencional

3.3.1.1.1 Execução da alvenaria

Para execução da alvenaria, como é mencionado por Yazigi (2021), é necessário a marcação para composição das fiadas de blocos, para isso utiliza-se o prumo para alinhamento vertical, em que é esticada a linha para cada fiada. A linha esticada serve como guia para estabelecer o prumo e nivelamento de cada uma das fiadas sobrepostas.

O autor ainda menciona que, a marcação da alvenaria inicialmente é feita pela definição dos eixos por meio da confecção de uma gabarito, e assim definindo a faixa que passará cada alvenaria com o auxílio da linha esticada sobre o eixo. A marcação pode ser vista na Figura 18.

Figura 18: Marcação das paredes a partir dos eixos de referência

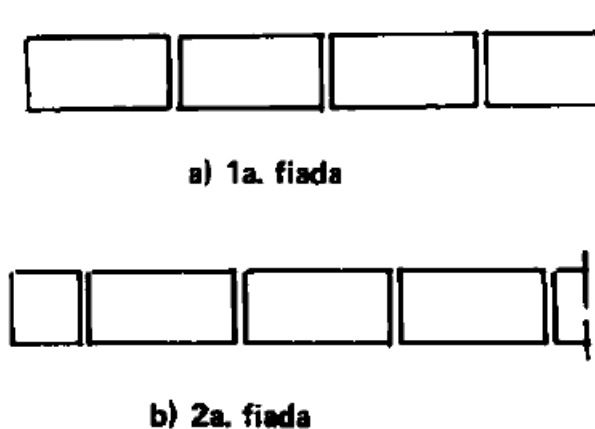


Fonte: Código de práticas nº 1 (2009)

3.3.1.1.2 Primeira fiada e segunda fiada

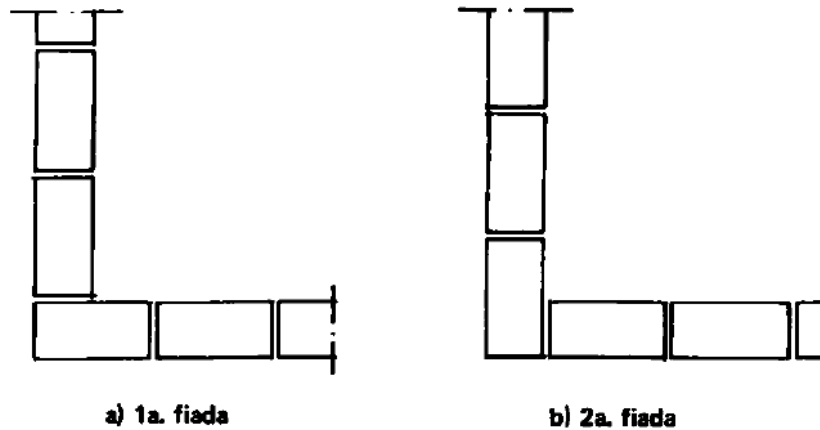
Após a realização da marcação, conforme ConstruFácilRJ (2022), tem-se o processo de amarração das fiadas de meia vez, de acordo com o seguimento do projeto. Elas são dispostas pela primeira e segunda fiada (ver Figura 19), com a segunda fiada sobreposta a primeira por uma argamassa de espessura de aproximadamente 1cm entre elas. Outro fator abordado pelo autor é a amarração vertical entre as alvenarias, de uma forma mais prática, onde uma encosta simplesmente na outra de acordo com o modelo padronizado. É mostrado um dos tipos de amarração de alvenaria de canto na Figura 20.

Figura 19: Amarração das fiadas de meia vez



Fonte: NBR 8545 (1984)

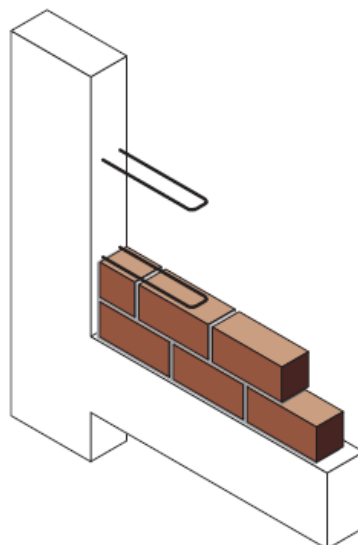
Figura 20: Amarração em canto-parede de meia vez



Fonte: NBR 8545 (1984)

Para as ligações mais fortes entre o pilar e alvenaria, conforme Thomaz, et. al., (2009), podem ser realizadas as armações de espera introduzidas com o “ferros-cabelo” na armadura do pilar, colados em furos executados com brocas de vídea ϕ 8mm (colagem com resina epóxi). É recomendado introduzir um ferro de ϕ 6mm espaçado a cada 40 ou 50 cm, com transpasse em torno de 50 cm para o interior da alvenaria e atingindo de 6 a 8 cm de profundidade no pilar. A ligação pode ainda ser executada com gancho / estribo de dois ramos, situações ilustradas na Figura 21.

Figura 21: Ligação entre alvenarias e pilares com uso do ferro cabelo



Fonte: Código de práticas nº 1 (2009)

3.3.1.1.2 Vergas e contra vergas

Quando definidas as esquadrias, de acordo com ConstruFácilRJ (2022) o próximo passo é fazer pequenas vigas acima e em baixo dos vãos das portas e janelas. Essas pequenas vigas são denominadas de vergas e contravergas, com altura que pode ser de 5cm ou mais, e avançar no mínimo 20 cm dos lados do vão. Além disso as vergas e contravergas podem ser moldadas na obra. Yazigi (2021) complementa que quando os vãos forem relativamente próximos e altura, pode-se utilizar uma verga contínua sobre todos eles.

3.3.1.1.3 Revestimentos

Tendo em vista a alvenaria confeccionada com todos os seus critérios, Yazigi (2021) destaca os seguintes procedimentos para o revestimento da mesma. De início deve-se fazer o chapisco de todas as unidades de alvenaria com argamassa de cimento e areia, logo após, esse revestimento poderá ser constituído pelas camadas de argamassas prossequintes. Essas camadas são: o emboço (camada grossa) que é aplicada logo a frente da superfície chapiscada, e o reboco (camada fina) que é aplicado sobre o reboco.

O autor ainda destaca as espessuras para cada uma das camadas de revestimento aplicado na alvenaria, deve-se utilizar de um valor, onde o chapisco deve obedecer a no máximo 0,5cm. Complementado as espessuras das outras camadas, o ConstruFácilRJ (2022) menciona que para o emboço é necessário uma espessura até no máximo 2,5cm para paredes internas, e até 3,0 cm para paredes externas. Além disso, mostra que a espessura do reboco deve ser em torno de 5mm, por ser também conhecida como uma massa fina.

3.3.1.2 Sistema de painéis

3.3.1.2.1 Execução do sistema construtivo dos painéis

O sistema construtivo de painéis monolíticos em EPS possui bastante flexibilidade de projeto para atender os requisitos arquitetônicos e de instalações conforme métodos convencionais de construção. Logo, não apropria-se das características de uma construção pré-fabricada, entretanto, possui restrição de acordo com a quantidade de pavimentos, podendo atingir até 3 andares, sem a utilização de estruturas complementares (DUARTE; CARNEIRO, 2015).

Quanto à execução dos painéis, em sua disposição é mencionado por Trevejo (2018) a simplicidade e rapidez de execução do sistema deles. Tendo um caráter industrial, em que traz uma série de ganhos para as construções habitacionais, em que o sistema monolítico reduz cerca de 70% o tempo de execução quando comparado ao sistema convencional. A disposição dos painéis de forma simples pode ser visualizada na Figura 22.

Figura 22: Facilidade de montagem



Fonte: Gasparini *et al.* (2021)

3.3.1.2.2 Emendas dos painéis

As emendas dos painéis, conforme Duarte e Carneiro (2015) são utilizadas nas situações para maior reforço da armadura, nos vértices de vãos, janelas, portas, passagem de ar-condicionado e placas que se encontrem perpendicularmente são colocadas armaduras de reforço.

Seguindo essa perspectiva, Correa (2020) menciona os três principais tipos de malhas. Tipo L, utilizada no encontro de dois painéis perpendiculares, tanto do lado interno quanto externo, tipo U usada para reforçar vãos de portas e janelas, com função de verga e contra verga, e tipo liso para reforço dos cantos de portas e janelas, devido maiores esforços nessas regiões. É possível a visualização da malha do tipo lisa na Figura 23.

Figura 23: Reforços aplicados nos cantos de portas e janelas



Fonte: Balbino (2020)

3.3.1.2.3 Escoramento dos painéis

Para o escoramento dos painéis, inicialmente, segundo Duarte e Carneiro (2015), são utilizadas réguas de alumínio para garantir o alinhamento dos painéis, fixadas horizontalmente a uma altura de 2 metros do piso. Logo após, podem ser colocadas as escoras em diagonal e perpendiculares às réguas, para que garanta a verticalidade dos painéis, com espaçamento de 4 a 5 metros entre si. A composição das réguas e escoras nos painéis pode ser visualizada na Figura 24.

Figura 24: Réguas e escoras em obra



Fonte: Comercial Betel (2018) *apud* Alves (2015)

3.3.1.2.3 Revestimento dos painéis

O passo seguinte para completar a execução dos painéis é o revestimento, que segundo Gasparini *et al.* (2021) pode ser realizado após o término das instalações elétricas e hidráulicas. É iniciada a primeira camada com o chapisco e logo em seguida a segunda camada com o reboco. Duarte e Carneiro (2015) completam que a camada do chapisco deve preencher a superfície do EPS no nível da tela de aço, e a segunda camada deve atingir a espessura indicada em projeto a ser desempenhada para acabamento. Em áreas específicas para aplicação de azulejos pode ser realizado de forma análoga à alvenaria convencional.

As Figura 25(a) e 25(b) mostram a disposição da primeira e segunda camada de revestimento.

Figura 25(a): Primeira camada de revestimento



Fonte: Duarte e Carneiro (2015)

Figura 25(b): Segunda camada de revestimento



Fonte: Balbino (2020)

4. METODOLOGIA

A metodologia trabalhada fundamenta-se em um estudo descritivo e exploratório, com o objetivo de mostrar os métodos construtivos para melhor compreensão dos sistemas de alvenaria convencional e de painéis monolíticos de EPS, vistas as informações adquiridas para comparação de ambos. Onde esse comparativo, é determinado inicialmente por meio de uma revisão bibliográfica, utilizando como base os materiais de artigos, monografias, livros, normas e entre outros.

O estudo lida com dados qualitativos acerca dos materiais e elementos a serem utilizados, em que se tem estruturada uma pesquisa por finalidade de caráter comparativo da produtividade de execução e suas características específicas entre o sistema monolítico de EPS e o método convencional.

Na primeira etapa é referente a apresentação do sistema construtivo de alvenaria convencional composta de blocos cerâmicos, com um desenvolvimento bibliográfico e contextualização sobre o mesmo. Mostra-se as peculiaridades do processo de execução,

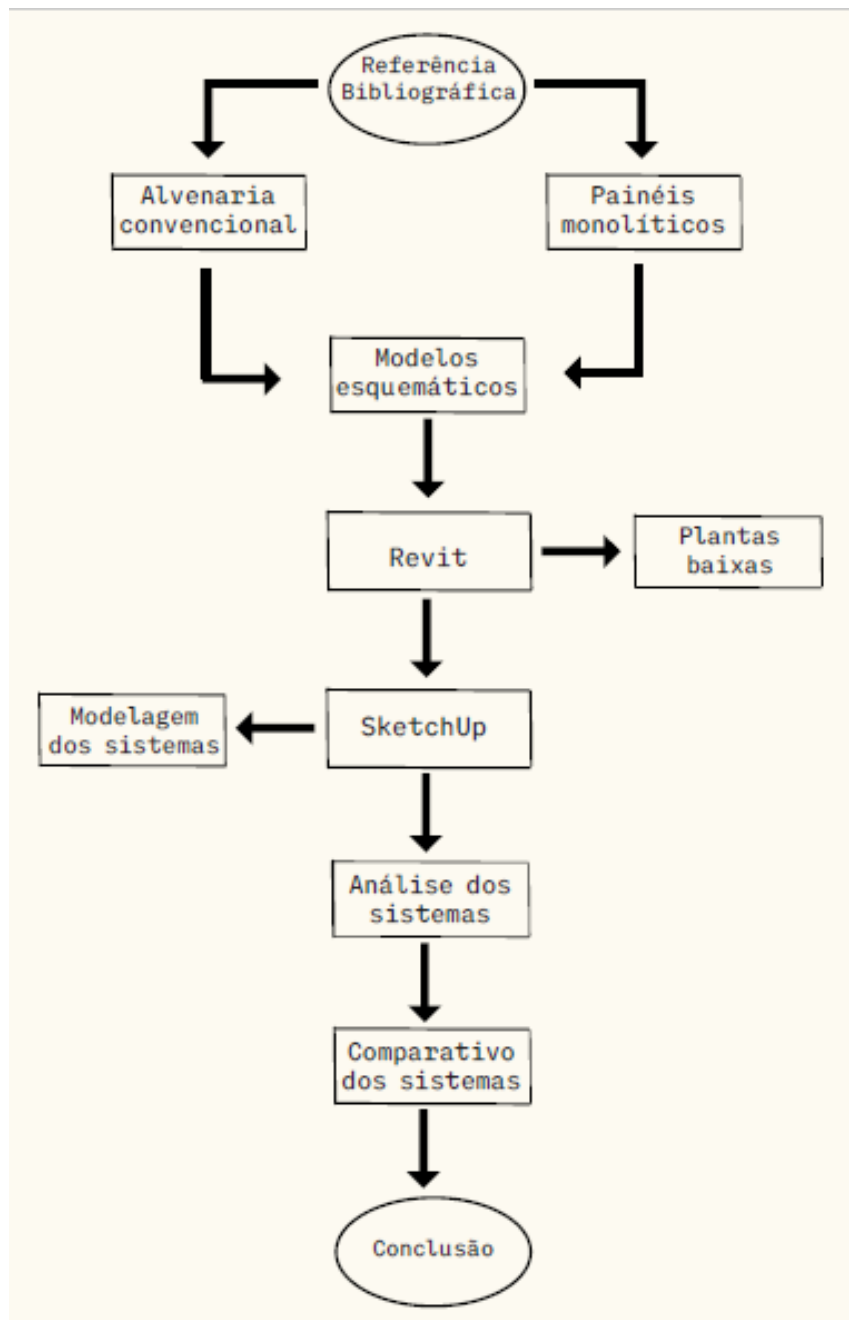
equipamentos, ferramentas, tecnologia, mão de obra, complexidade na disposição da alvenaria.

Na segunda etapa, de forma análoga, apresenta a origem, conceito histórico e teórico, composição, detalhamento, normas e técnicas de construção, forma que são executados os painéis monolíticos de EPS, assim como são definidos seus aspectos construtivos que abrangem os modelos.

Na terceira etapa, tem-se o comparativo conforme as características analisadas nos passos anteriores, com a utilização de quadro comparativo que mostram as diferenças entre cada um deles conforme cada tópico característico, baseado na fundamentação teórica. O quadro comparativo, procura trazer resultados referentes às diferenças entre os sistemas de alvenaria convencional e os painéis monolíticos de EPS, quanto ao melhor desempenho, tempo de execução, sustentabilidade, características dos materiais, e fatores para o conforto do residente.

Além dos métodos utilizados de forma bibliográfica, descritiva e entre outros, tem-se a utilização de softwares como Revit para modelo de planta baixa, cortes e modelagem dos elementos das alvenarias e painéis monolíticos, além do uso do SketchUp para modelagem dos demais elementos que compõem cada sistema construtivo. Tem-se a utilização de outras ferramentas como Excel, para confecção do quadro comparativo, mostrando os resultados obtidos conforme as descrições de cada sistema na literatura. Além disso, tem-se a representação dos procedimentos realizado em todo o trabalho por meio do fluxograma (Ver Figura 26).

Figura 25: Fluxograma



Fonte: Autoria própria (2022)

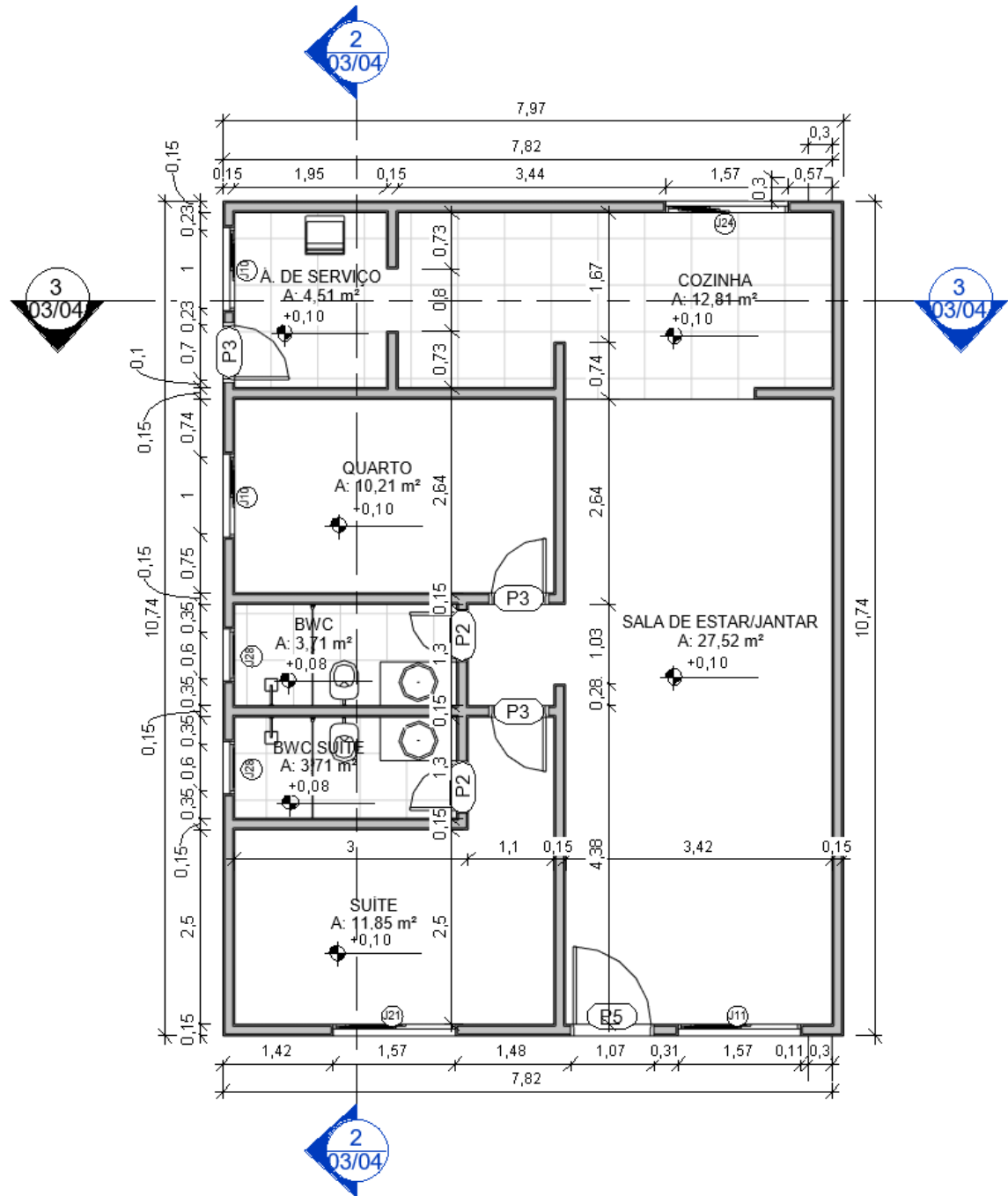
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Plantas baixas

As plantas baixas para a residência em análise foram desenvolvidas pelo autor, por meio da ferramenta do software computacional Revit 2021, para a modulação dos dois tipos de sistemas construtivos. Foi adotado um modelo de planta baixa que abarcasse os elementos principais de uma residência unifamiliar para uma boa usabilidade, logo ela é composta pelos seguintes ambientes: dois dormitórios, dois banheiros, sala de estar e jantar integradas, cozinha e área de serviço.

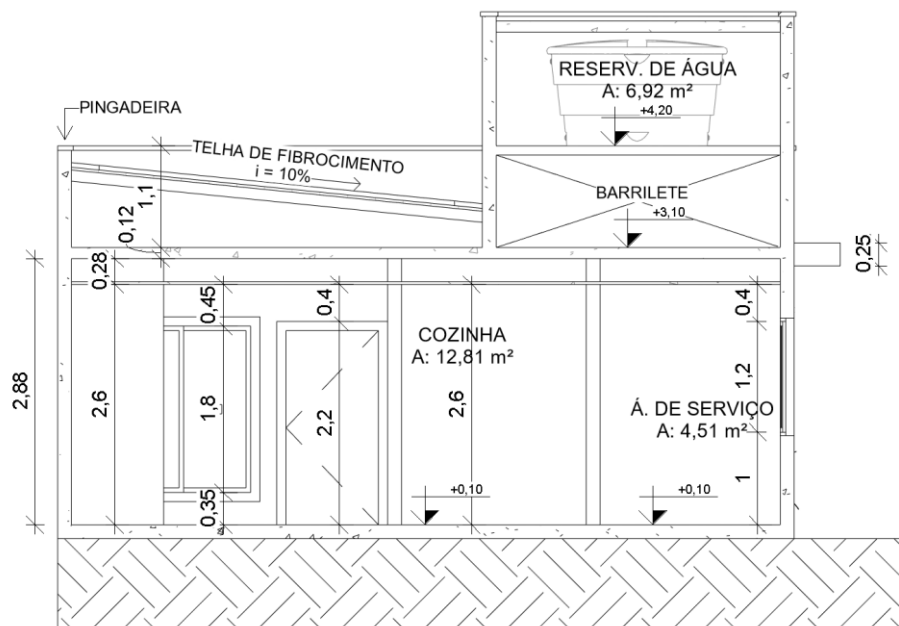
A área total do projeto, referente a área construída é de 85,6m², e será apresentado as imagens da plantas baixas e dois cortes. A visualização de ambas as plantas baixas estão presentes para o sistema construtivo convencional e sistema de painéis monolíticos. Inicialmente pode ser visualizada a planta baixa do projeto do sistema convencional, respectivamente na Figura 27 . Além disso, como a planta baixa foi desenvolvida no software Revit os cortes da edificação são gerados de forma mais rápida, possível de visualizá-los nas Figura 28 e 29.

Figura 26: Planta baixa do sistema convencional



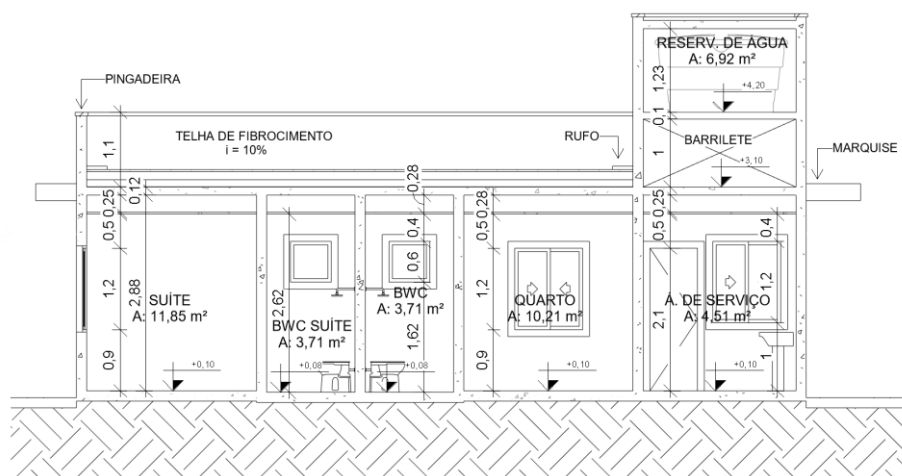
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 27: Corte transversal do sistema convencional



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 28: Corte longitudinal do sistema convencional



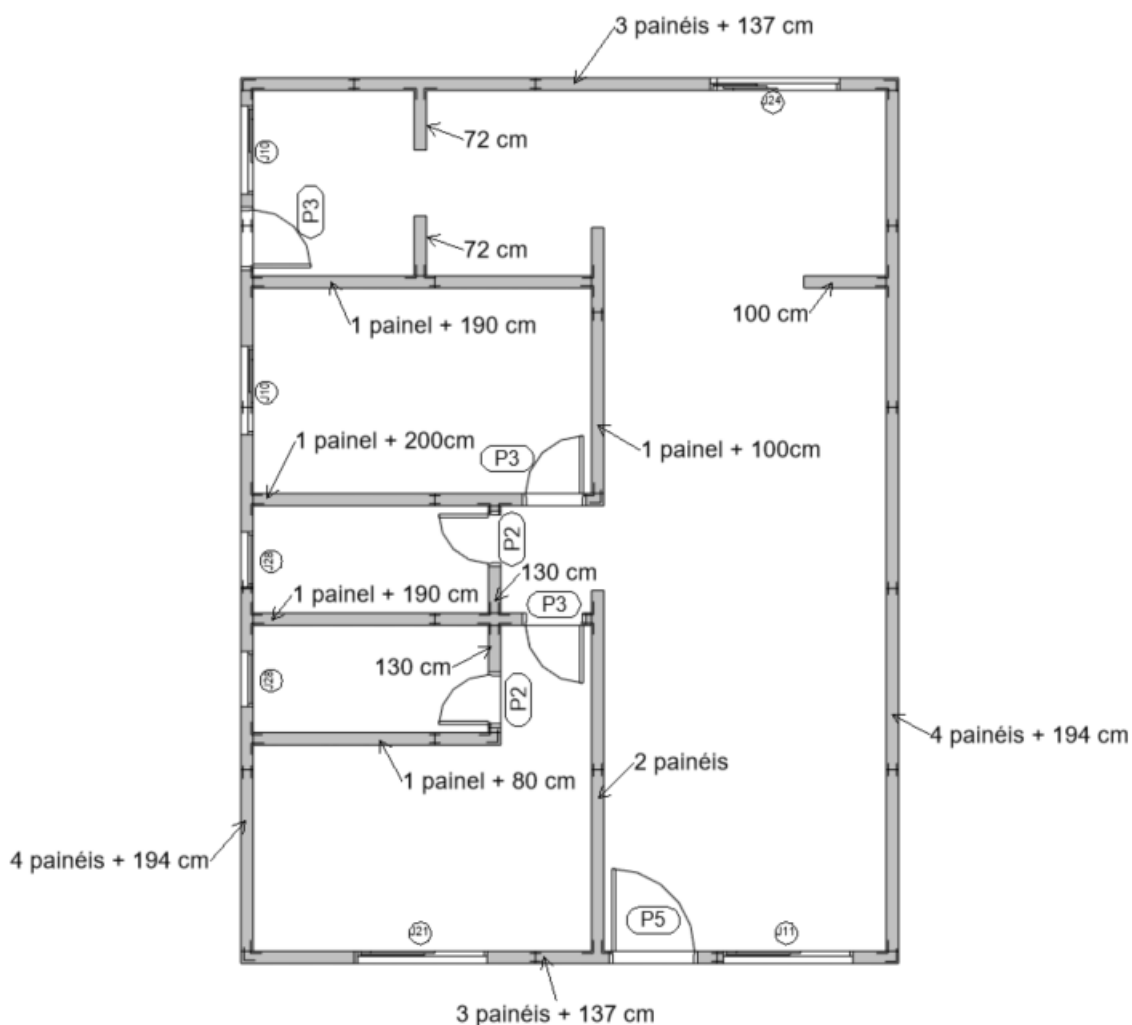
Fonte: Autoria própria (2022)

A planta baixa da residência em estudo com a utilização de painéis monolíticos de EPS, possui as mesmas áreas que a realizada com sistema convencional, pois os painéis têm espessura acabada referente a 150mm (15cm), que pode ser adotado de acordo com as espessuras representadas por meio de Alves (2015), equiparando-se, assim, a mesma espessura que o sistema convencional em projeto.

A planta baixa com as configurações de painéis monolíticos é realizada de acordo com

o tamanho de altura e comprimento do painel de 3,00 m x 2,20 m, com seus respectivos cortes e formas de disposição deles no decorrer das marcações e divisões dos ambientes. Essa disposição em planta baixa no projeto tem como referência o que é realizado por Sousa (2021). Dessa forma, os painéis possuem suas respectivas nomenclaturas, com os comprimentos deles inteiros e seus complementos do que é necessário para totalizar no tamanho de cada segmento de parede, ver na Figura 30.

Figura 29: Planta baixa do sistema de painéis monolíticos



Fonte: Autoria própria (2022)

A representação em projeto de planta baixa para os painéis monolíticos em EPS foi constituída pelas ligações dos painéis e detalhes dos cantos. Foi possível o entendimento e representação em projeto com base no estudo de Sousa (2021), que detalha como se arranja as demarcações dos painéis e suas quantidades de acordo com cada segmento para alvenaria.

Com isso, tem-se a organização das nomenclaturas para a quantidade de painéis e o

quanto que sobra para acrescentar de cada um, assim como os detalhes dos cantos (malhas do tipo L) com representados pelas linhas próximas aos painéis em formato de L, e o detalhe das ligações dos painéis, de um para outro, representado pelas linhas paralelas uma à outro ao lado do painel. Essas características são retratadas na Figura 30.

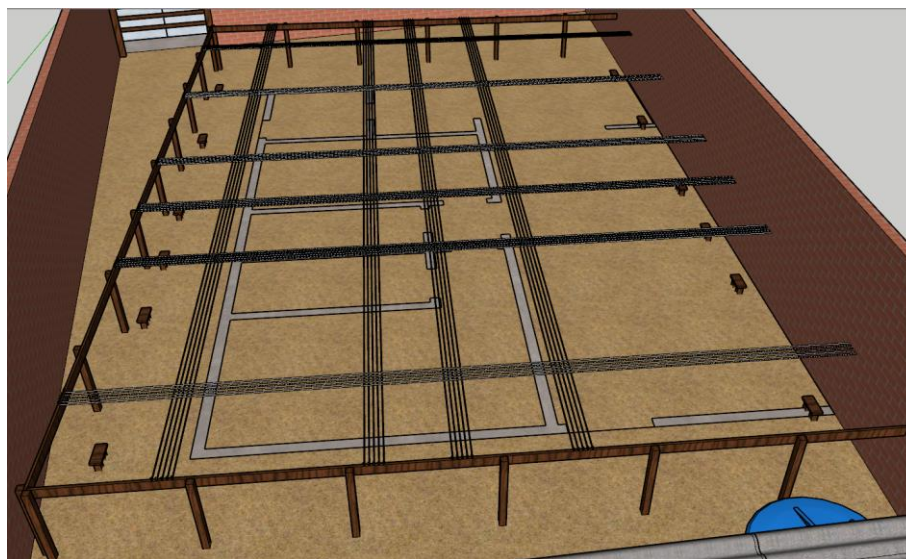
5.2 Modelagem tridimensional

5.2.1 Sistema convencional

5.2.1.1 Gabarito de obra

O gabarito de obra é realizado para o início da execução do sistema construtivo, sendo ele abordado para ambos os sistemas, seja o convencional ou o de painéis em EPS. Pois, inicia-se por ele a marcação dos eixos dos tijolos ou painéis, conforme o conjunto de linhas. Essa marcação é mencionada no Thomaz, et. al., (2009), em que podem ser marcadas iniciadas pelas paredes da fachada inicialmente e após as paredes internas principais. Essas marcações podem ser vistas na Figura 31.

Figura 30: Gabarito de obra e marcação



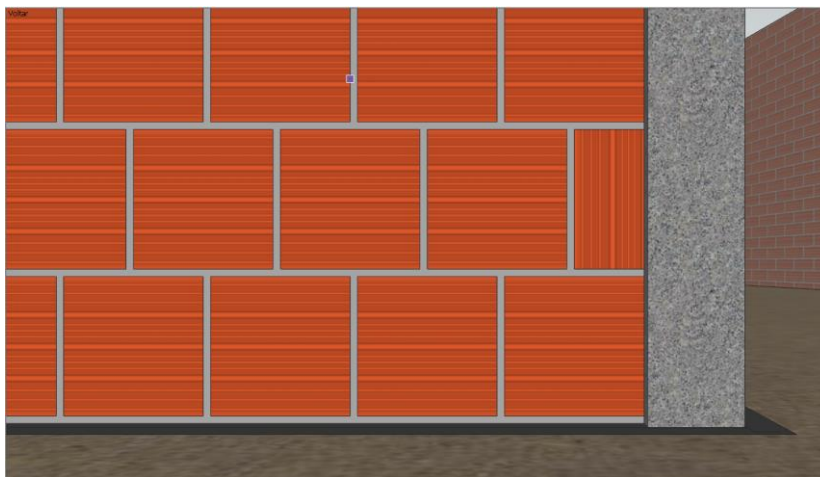
Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.1.2 Execução da alvenaria

A alvenaria modulada na Figura 32 tem a sua disposição realizada de acordo com as juntas de amarração, essas que são caracterizadas na NBR 8545 (1984) de uma forma

descontínua do assentamento dos componentes da alvenaria com as juntas verticais. Dessa forma, também pode ser visto na imagem a composição da primeira e segunda fiada de tijolos de meia vez, conforme o que é orientado por essa norma.

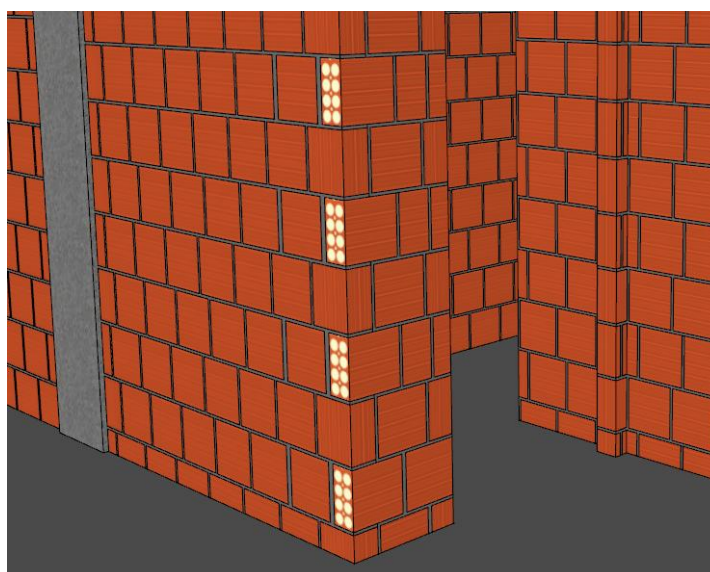
Figura 31: Juntas de amarração e posição da primeira e segunda fiada



Fonte: Autoria própria (2022)

Outro fator determinante no posicionamento dos blocos cerâmicos de 8 furos (9 cm x 19 cm x 19 cm) no decorrer da alvenaria, são as juntas de amarração, essas que podem ser de canto como mostra a Figura 33 e tem determinação de ser descontínuos nos cantos, como prescreve a NBR 8545 (1984).

Figura 32: Juntas de amarração no canto

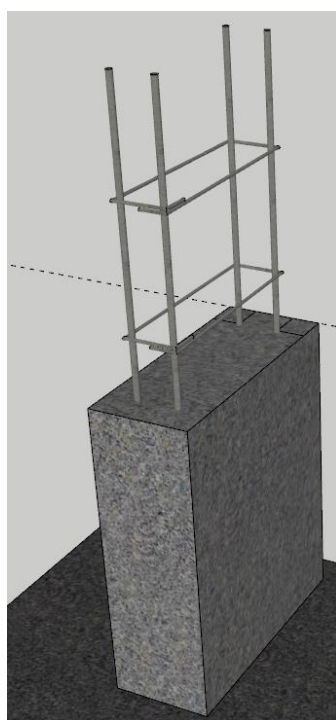


Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.1.3 Estrutura

Pilares são elementos que podem complementar o sistema convencional de alvenaria, servindo como elementos estruturais para maior desempenho. É possível por meio das normativas desenvolver o modelo de pilar utilizado para a residência analisada. Tendo em vista que a residência é localizada em zona urbana, e de acordo com a NBR 6118 (2014), possui uma classe II (agressividade moderada). Portanto, pode-se dimensionar os valores adequados, quanto ao cobrimento do concreto para a armadura, que foi de 30 mm (ver Figura 34).

Figura 33: Detalhe do cobrimento do pilar

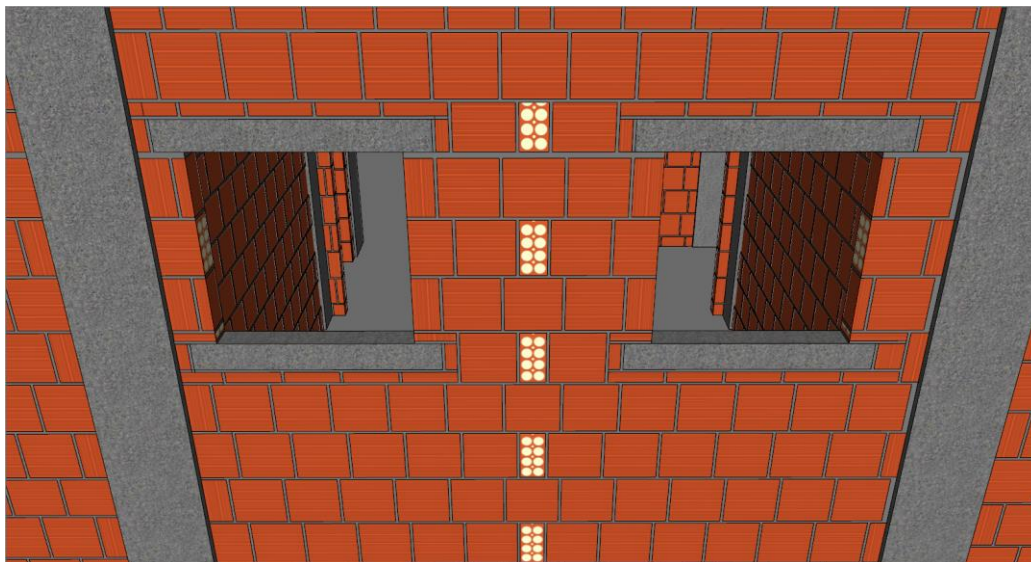


Fonte: Autoria própria (2022)

As vergas e contravergas são elementos que apresentam características de reforço para as esquadrias. E possuem alguns critérios quanto ao comprimento, de acordo com o Código de práticas nº1 (2009). De forma modularizada, são representadas seguindo de acordo com os critérios mencionados as vergas e contravergas podem ser vistas na Figura 35.

Além disso, outro critério que pode ser observado na Figura 35 é a amarração dos blocos cerâmicos de frente, onde pode ser visto que atende aos ordenamentos da NBR 8545 (1984), quanto ao posicionamento de forma descontínua dos blocos, fazendo um travamento das alvenarias.

Figura 34: Vergas, contravergas e amarração da alvenaria



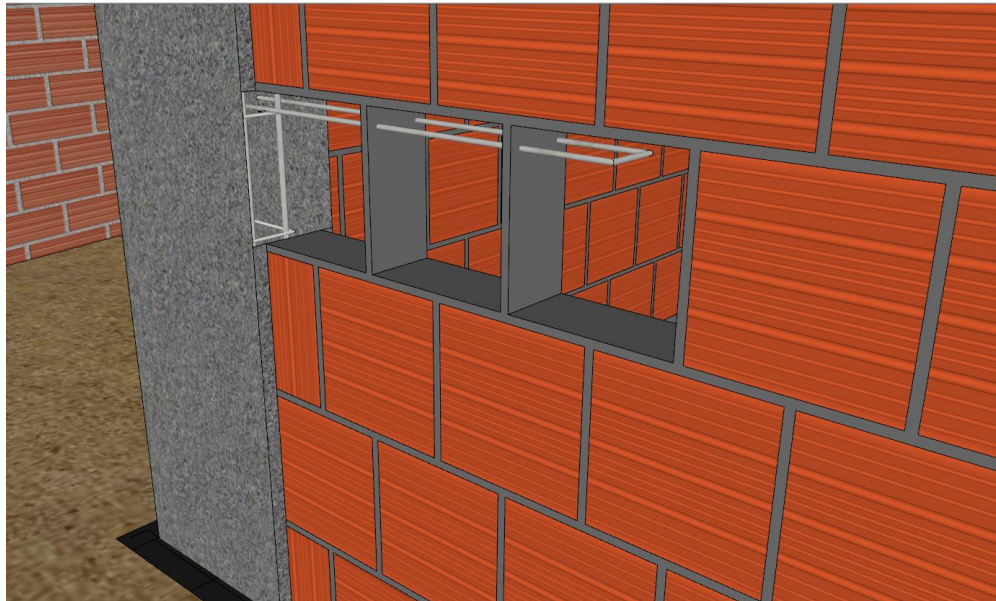
Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.1.4 Ferro cabelo na fixação dos pilares a alvenaria

Outro aspecto construtivo relacionado ao sistema de alvenaria convencional, é o uso do “ferro-cabelo”, onde podemos ver na Figura 36 a representação de como é disposto esse elemento, esse que é um elemento confeccionado por meio de barras de 5mm. É possível perceber que ele é colocado a uma certa altura da base, que por conseguinte é fixado entre o pilar e a alvenaria, servindo como elemento de amarração para o sistema.

Os posicionamentos para o “ferro-cabelo” e demais características foram realizados conforme as diretrizes da NBR 8545 (1984), como o espaçamento de 60 cm entre as barras, seguindo a adotar esses valores idéias para a representação (ver Figura 36).

Figura 35: Representação do “ferro-cabelo”

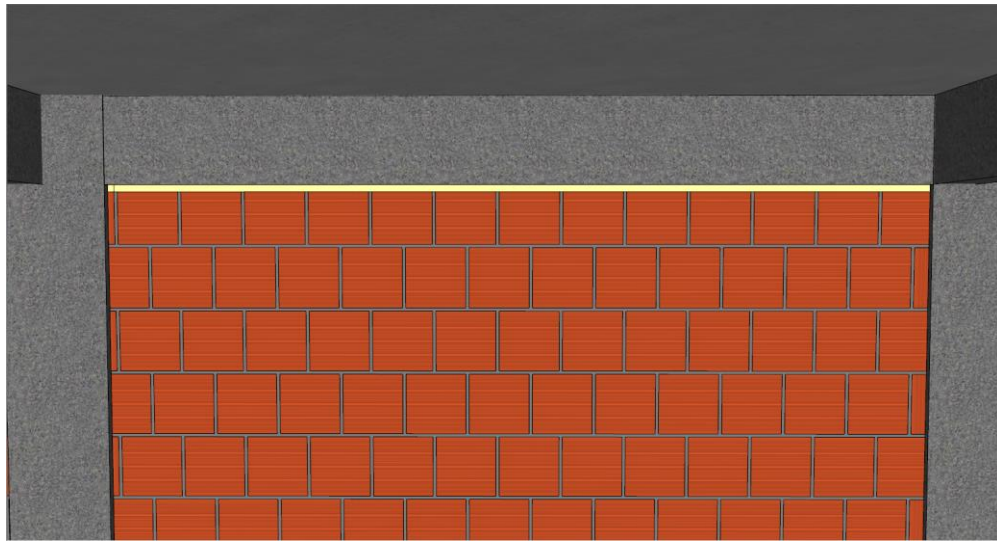


Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.1.5 Encunhamento com argamassa expansiva

Uma das etapas construtivas é o encunhamento, onde um dos métodos pode ser feito pelo uso da argamassa expansiva. O encunhamento, como podemos ver na Figura 37, é representado pelas fiadas da alvenaria, até o limite em que os tijolos não encostam na viga, que é caracterizado pela linha amarela entre elas. A linha amarela, portanto, representa o espaçamento entre a alvenaria e a viga que é de aproximadamente 30 mm, onde é preenchido seu espaço pela argamassa expansiva. Esses elementos mencionados foram modularizados seguindo os critérios da NBR 8545 (1984).

Figura 36: Encunhamento do tipo em argamassa expansiva

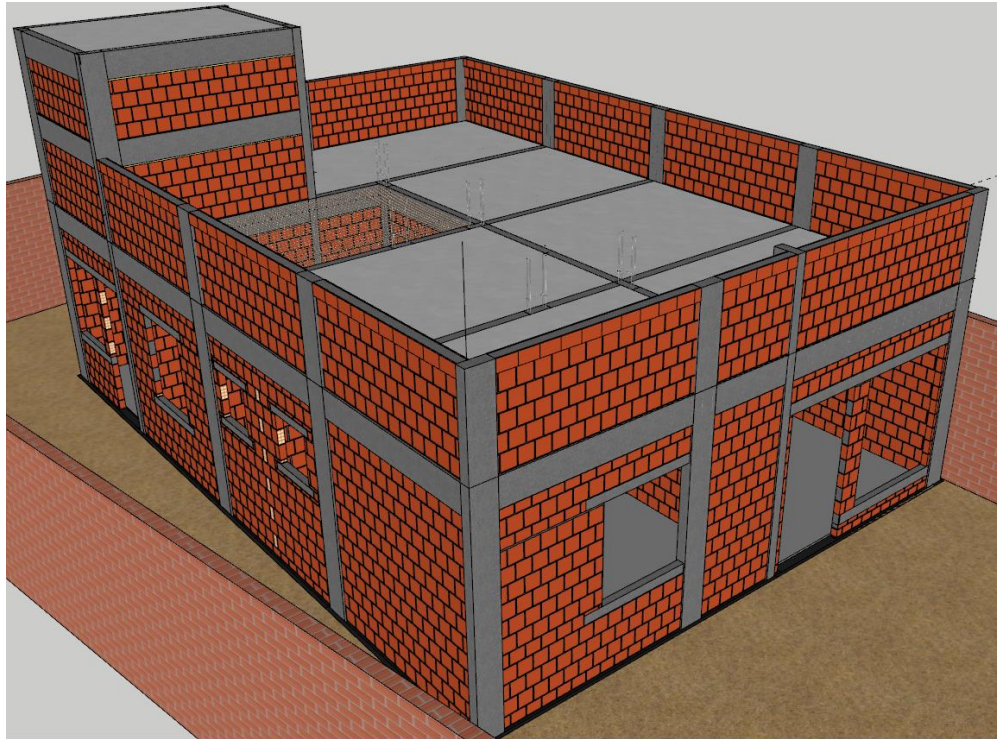


Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.1.6 Maquete com as composições até antes dos revestimentos

De uma forma mais ampla do modelo confeccionado é possível visualizar boa parte dos elementos abordados do sistema de execução de alvenaria convencional. Assim, temos a composição dos elementos modelados até antes dos revestimentos, estando presentes as alvenarias que seguem acima das faixas definidas pela planta baixa, e junto delas os seus elementos complementares. Além disso, é possível identificar que são respeitados os limites para as dimensões de cada esquadria presente no modelo (ver Figura 38).

Figura 37: Maquete completa em alvenaria de bloco cerâmico



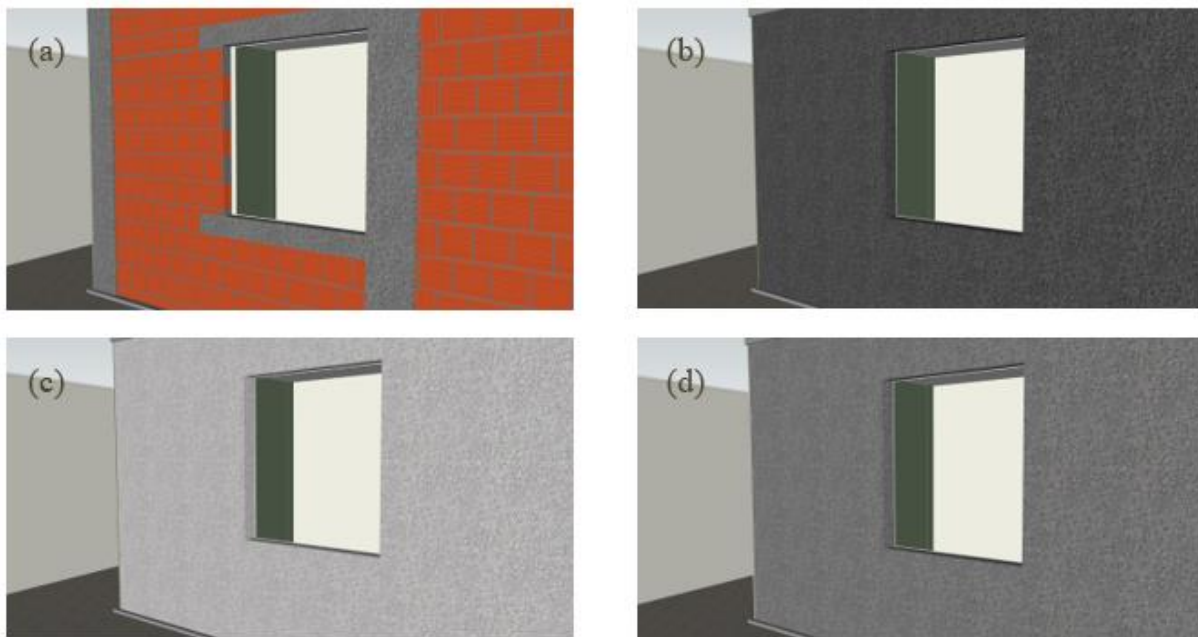
Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.1.7 Revestimento com argamassa

Para finalizar os procedimentos executivos da alvenaria de bloco cerâmicos (Figura 39a), temos a representação do restante dos revestimento destinados para ela. Essas camadas que serão mencionadas foram modeladas seguindo as diretrizes da NBR 8545 (1984) e ConstrFácilRJ (2022).

Com isso, temos a primeira camada com o chapisco (Figura 39b) que apresenta um formato mais arenoso, representada com uma camada de apenas 0,5cm de espessura, e vai diretamente na alvenaria para gerar melhor aderência à mesma. A segunda camada que é aplicada na modelagem é o emboço (Figura 39c), que apresenta a maior espessura entre elas (camada grossa) com o valor de 3,0 cm considerando essa representação da parede externa, e sabendo que o restante das paredes internas é representado com a espessura de 2,5 cm. Por fim, aplica-se a última camada de revestimento que é o reboco (Figura 39d), essa que é modelada com a espessura de 5 mm (camada fina).

Figura 38: (a) Alvenaria, (b) Chapisco, (c) Emboço e (d) Reboco



Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.2 Sistema de painéis monolíticos

5.2.2.1 Detalhamento do painel

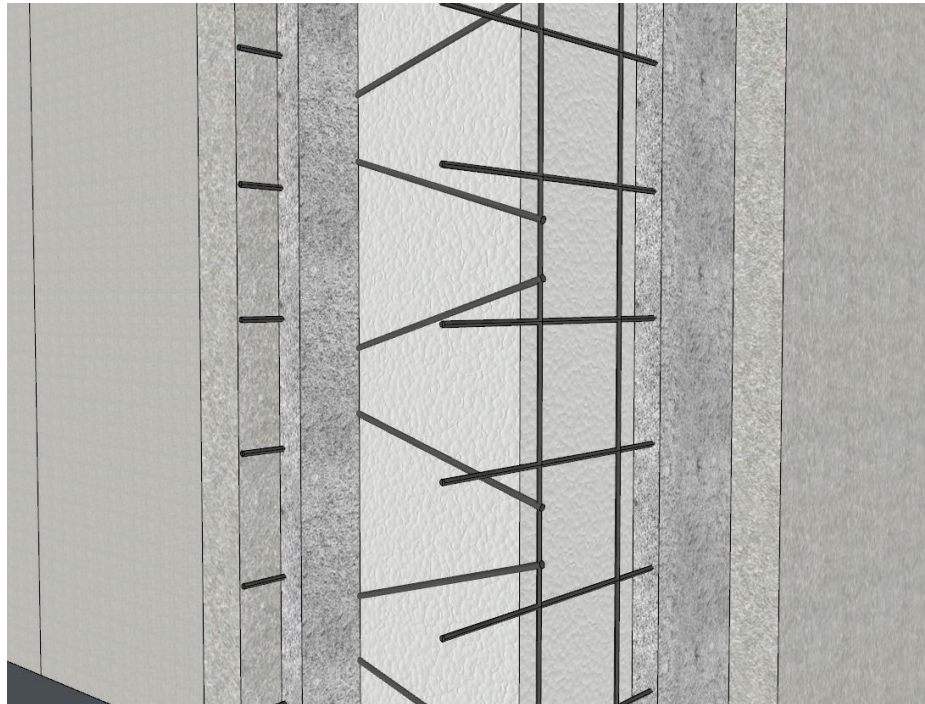
O painel monolítico em EPS escolhido para disposição em projeto foi modelado seguindo os parâmetros referentes ao estudo de Sousa (2021) em que o autor trás alguns tipos de modelos de painéis, e assim pôde-se adotar o painel que melhor se encaixasse para a concepção de projeto, que teve a espessura dos painéis acabados de 15 cm, seguindo a mesma configuração de tamanho da alvenaria convencional.

Dessa forma, o detalhamento do painel para modelagem é dado por uma espessura do EPS de 8 cm, duas telas com espessura de 2,1 mm cada que passam de forma paralela ao seu núcleo com espaçamento da face lateral do EPS para o final da tela de 10mm. Adotando as espessuras adequadas em projeto para o revestimento do painel com argamassa, tem-se duas camadas, a primeira com espessura 10 mm que seria da lateral do EPS até o final da tela, como já mencionado, e a segunda camada com espessura de 25 mm que completa o restante da espessura total do painel acabado.

Outro fator, modelado são as barras que conectam as telas laterais ao EPS de uma pra outra, são os conectores, esses que possuem um comprimento de aproximadamente 122 mm, com uma respectiva angulação de 16°. Além disso, em relação às telas laterais, elas possuem

um espaçamento de 5 cm x 5 cm de cada faixa de barra. A modelagem com todas as características descritas do painel em EPS podem ser vistas em forma da vista na Figura 40.

Figura 39: Vista detalhada dos componentes do Painel Monolítico EPS de 15 cm

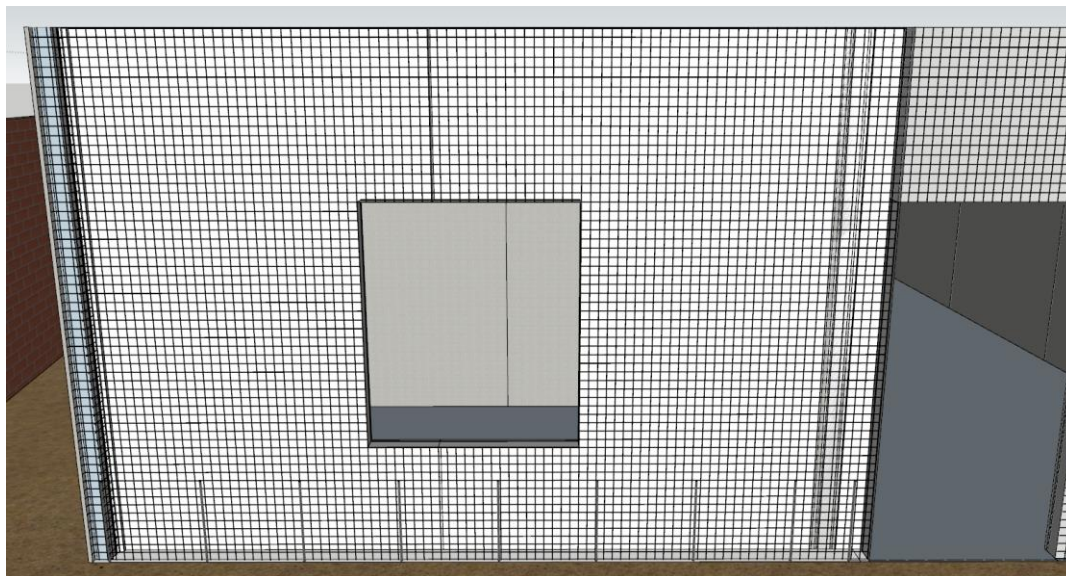


Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.2.2 Disposição dos painéis conforme projeto

Para a disposição dos painéis, temos uma breve introdução de como são realizados em projeto, quando vistos na planta baixa para esse sistema de EPS. Assim, tendo em vista a altura e comprimento dos painéis de 3,00 m x 2,20 m, que são adequados de acordo com a melhor disposição, podendo ser colocados no sentido de comprimento de 3,00m e altura de 2,20 m, ou do inverso, conforme maiores dimensões, tendo em vista as esquadrias (janelas e portas) e altura do pé direito (2,88 m) para necessidade de ser cortado o painel até atingir essa altura, pode-se observar na Figura 41, a disposição dos painéis com cortes de acordo com as dimensões e esquadrias.

Figura 40: Disposição dos painéis com cortes de acordo com as dimensões e esquadrias

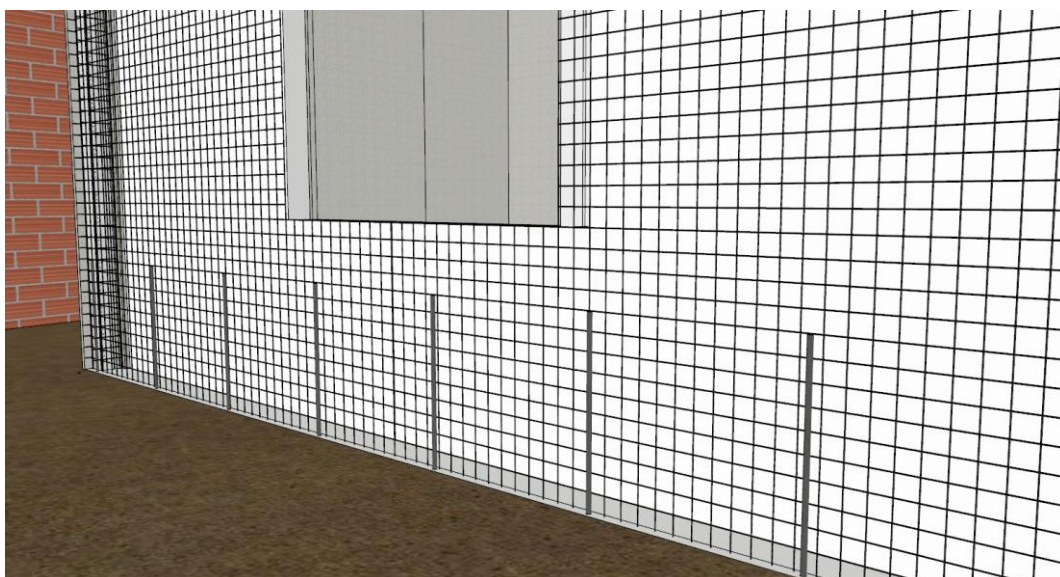


Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.2.3 Fixação dos painéis na fundação

Para a disposição dos painéis, inicialmente são colocados nos segmentos adequados de acordo com os eixos para as paredes, conforme o gabarito pré-estabelecido. Essa disposição dos painéis podem ser fixadas aos arranques da parte inferior com os devidos espaçamentos entre cada um deles. É possível visualizar esses fatores modulados na Figura 42.

Figura 41: Detalhamento dos arranques espaçados entre si

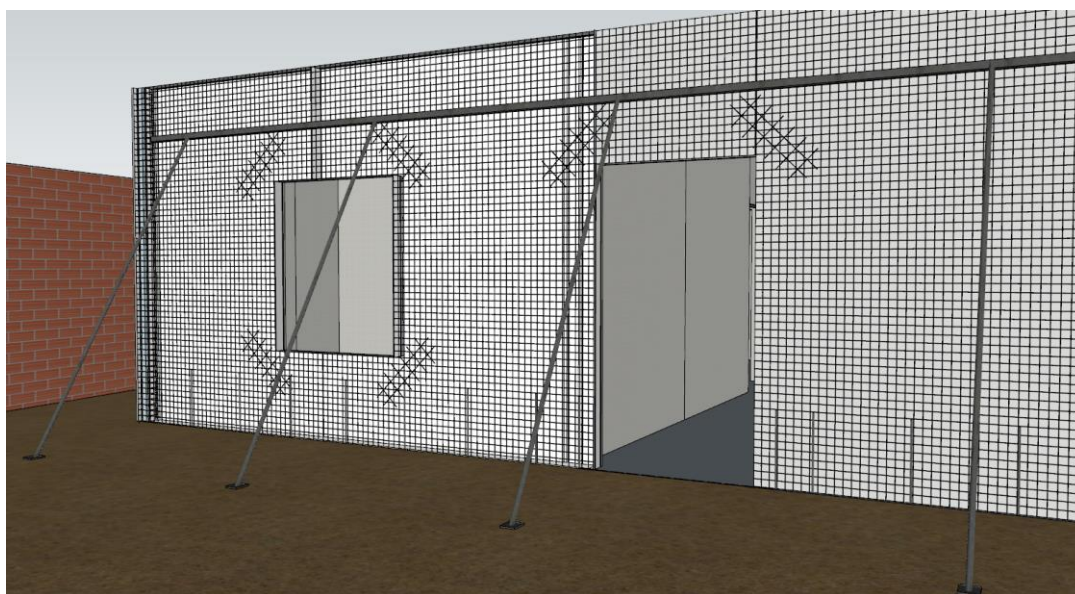


Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.2.4 Escoramento e detalhes das telas de canto

Após a conexão dos painéis aos arranques, é possível fazer o nivelamento deles com a utilização das réguas dispostas na horizontal a uma altura de 2 metros. Com a composição das réguas são utilizadas as escoras, dispostas de forma diagonal aos painéis, deixando-os firmes e nivelados no prumo (ver Figura 43).

Figura 42: Representação das escoras e telas de canto



Fonte: Autoria própria (2022)

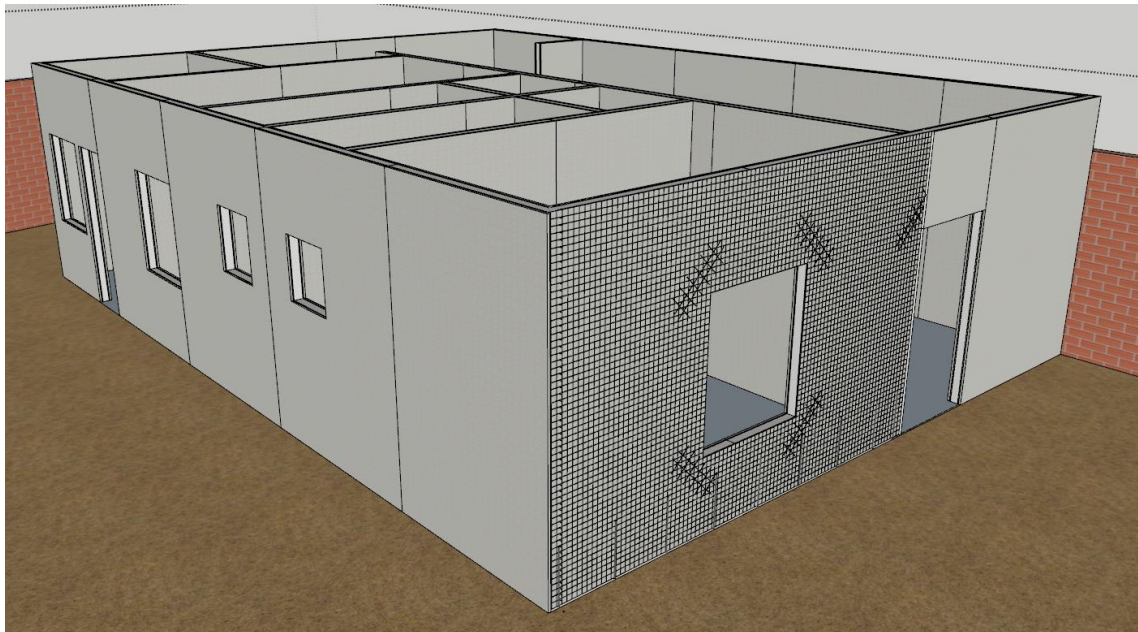
Outros elementos constituintes dos painéis são os reforços de cantos, que foram modelados seguindo os parâmetros da referência bibliográfica. Dessa forma tem posta as malhas lisas, que são colocadas nos cantos das esquadrias (porta e janelas) para reforçar e ajudar na proliferação de futuras fissuras ou demais patologias.

5.2.2.5 Revestimento com argamassa

O revestimento utilizado para os painéis monolíticos em EPS que foram modelados seguem as perspectivas das espessuras adequadas, onde são colocadas uma camada inicial de chapisco que vai do EPS ao nivelamento da malha com as barras, logo, essa camada chega a ter uma espessura de 10 mm, a outra camada é realizada para o cobrimento a partir da malha até o painel acabado, contendo uma espessura de 25 mm com sua confecção final. É possível a

visualização das camadas devido modelagem delas na Figura 44.

Figura 43: Camadas de revestimento no painel

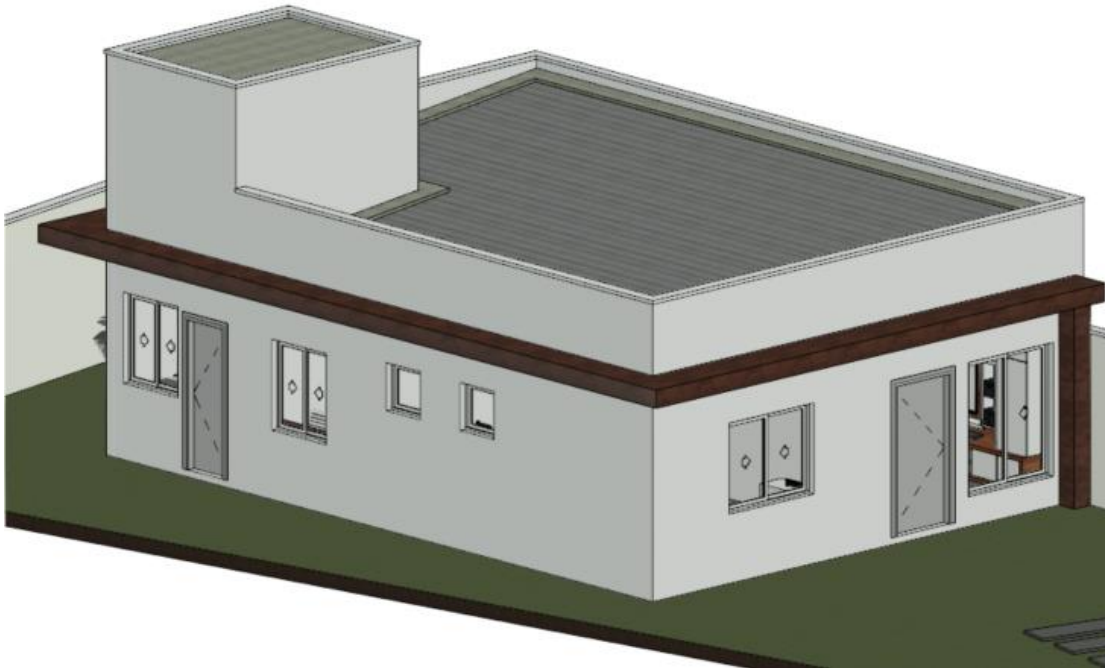


Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.3 Maquete Final para ambos os sistemas construtivos

A residência foi finalizada com resultado de modelagem gerado pelo Revit, para a composição de todos os elementos construtivos e de acabamentos. Assim é possível o entendimento de uma forma geral como se dá a composição da residência e sua arquitetura (ver Figura 45). Vale ressaltar que a vista 3D dessa residência em projeto é a mesma para ambos os sistemas construtivos, tendo em vista que os aspectos de execução deles conseguem chegar a esse mesmo resultado, tendo em vista que sigam cada característica de projeto de forma semelhante.

Figura 44: Projeto 3D da residência



Fonte: Autoria própria (2022)

5.3 Quadro comparativo dos sistemas de execução

O quadro comparativo é criado por meio das diretrizes da norma de desempenho habitacional NBR 15575-1 (2013) que segue alguns fatores das exigências dos usuários, para os segmentos de segurança, conforto, estrutura e sustentabilidade. Além disso, também é possível a criação do mesmo, devido a revisão bibliográfica realizada, que geram as evidências do comparativo para as diferentes características da execução de cada sistema construtivo entre os painéis EPS e alvenaria convencional.

Quadro 1: Comparativo entre os métodos do sistema convencional e painel monolítico

CARACTERÍSTICAS	ALVENARIA CONVENCIONAL	PAINÉIS
MÃO DE OBRA	A mão de obra é mais usual, em que não necessita especialização	A execução é feita de forma simples, sem a necessidade de especialização. Porém, é preciso de treinamento por não ser tão usual.
PESO	Pesado, as dimensões da alvenaria simples chegam a pesar 120kg/m²	Leve, em sua composição final os painéis chegam a pesar entre 2,5 kg/m² a 4kg/m²
RAPIDEZ NA EXECUÇÃO	Processo lento, por ser um sistema mais artesanal, torna-se menos produtivo	Devido a maior simplicidade na execução, os painéis se tornam cerca de 40% mais rápidos que o convencional
RESISTÊNCIA MECÂNICA	Apresenta boa resistência mecânica, no entanto é menor que o sistema em painéis	Apresenta maior resistência mecânica que a parede de alvenaria, chegando a ser até 30% maior
RESISTÊNCIA AO FOGO	Maior. Apresenta boa resistência ao fogo	Menor. Possui propensão a queima, porém com o acréscimo dos aditivos, adquire-se uma maior resistência ao fogo
ISOLAMENTO TÉRMICO	Bom. O bloco cerâmico possui ótimo isolamento térmico	Excelente isolamento térmico. Devido a sua estrutura celular fechada, impede a passagem do calor
ISOLAMENTO ACÚSTICO	Apresenta bom isolamento acústico	Excelente isolamento acústico
PREÇO	Menor custo inicial, devido a quantidade maior de demanda do material, entretanto o método pode se tornar mais caro devido a maior quantidade de mão de obra	Inicialmente o custo é maior, devido a menor demanda do material, porém o custo final conforme execução é menor
MERCADO	Material mais conservador, que possui mais aceitação dos usuários, que é empregado de forma convencional à tempos	Devido a cultura conservadora, as novas técnicas construtivas são consideradas com insegurança quanto a aceitação dos usuários
EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	Menor eficiência. Apresenta possíveis retrabalhos na execução dos rasgos da alvenaria	Facilidade na execução das instalações complementares
DESPERDÍCIO DE MATERIAL	Possui alto desperdício de material, devido principalmente as instalações complementares que necessitam ser quebradas	Menor geração e acúmulo de desperdício de resíduo na construção, devido a sua modularidade com as peças já prontas
SUSTENTABILIDADE	Menor. Geração alta de resíduos e utilização de maior quantidade de água para sua fabricação	Maior. O EPS é considerado como material reciclável que pode ser reaproveitado

Fonte: Autoria própria (2022)

A partir do Quadro 1, analisou-se os dados do comparativo dos métodos dos sistemas construtivos. Conforme o sistema com painéis monolíticos em EPS é possível o uso industrial, tendo em vista a agilidade para a construção habitacional, além da simplicidade. Onde o tempo de execução, se comparado com o método convencional, é reduzido em até 70%.

Outro fator que foi observado, foi o peso entre os dois sistemas, com considerações de

maior leveza para os painéis em EPS. O peso é refletido na relação de densidade entre os materiais utilizados para cada sistema, com os blocos cerâmicos com valor de 1100 kg/m^3 e o EPS entre 10 a 30 kg/m^3 . Mesmo com uma maior leveza, o painel mostra-se com maior resistência, que chega a ser até 30 % maior que a alvenaria.

O Quadro 1 também pode ser analisado para tomada de decisão do sistema que melhor se encaixe no tipo de obra escolhida. Além disso, foi entendido que o sistema convencional apresenta-se mais sólido na cultura da construção civil e seu uso aderido pelo público de forma mais conservadora, entretanto, mesmo com a maior eficiência na execução da obra com os painéis em EPS, ainda não é tão aceito com a mesma veemência que o convencional.

Por conseguinte, pode-se observar qual sistema se adequa melhor ao conforto do usuário, logo, o sistema monolítico se apresenta superior ao sistema convencional. Em relação ao fator de conforto térmico o painel EPS apresenta um coeficiente de condutividade térmica baixo devido à sua estrutura fechada, onde grande parte do calor é absorvido pelo lado externo da parede monolítica, e traz melhor conforto climático para o usuário.

Em relação ao preço do método construtivo de painéis e o de alvenaria, tem-se um custo inicial maior para os painéis monolíticos devido a maior demanda de material do uso convencional, mas ao final da execução da obra o sistema de painéis EPS se sobressaem melhor, devido a mão de obra mais eficiente com a execução dos painéis, pois demandam menos tempo para a montagem que acontece de forma mais simples e ágil.

Outros fatores que aceleram e fazem ter a diferença de agilidade na execução dos painéis monolíticos EPS são os menores desperdícios de materiais desse sistema, assim como a geração de entulho dos resíduos, e menor uso de água, melhor instalação hidráulica e elétrica que acontecem de forma simplificada, e entre outros elementos. Pode-se, dessa forma, chegar a gerar uma economia para o residente no final da obra, quando comparado ao sistema convencional.

Do que conta na resistência ao fogo, o painel EPS apresenta-se com pior resultado que o sistema convencional de alvenaria, pois possui características plásticas do material base, mas que pode ser adicionados os aditivos, como é visto na revisão bibliográfica, que conservam à mais o material da propagação da chama. Outro fator negativo do sistema EPS em relação ao convencional é a menor possibilidade de modificação da estrutura final, pois a alvenaria convencional torna-se mais fácil para manutenção após confecção final da obra.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da construção civil está em constante evolução no tocante à utilização de novas tecnologias e eficiência na produção. A partir disso tem-se a conjuntura dos estudos para utilização desses novos métodos, com obtenção de comparativo para tornar aprovado o melhor método construtivo. Por conseguinte, no desenvolvimento do trabalho pôde-se comparar os parâmetros construtivos entre os sistemas de alvenaria convencional e painéis monolíticos de EPS.

Com isso, foi possível o melhor entendimento de cada método construtivo, com a análise o procedimento de execução para sistema convencional construtivo de alvenaria em bloco cerâmico, e de forma análoga o procedimento de execução para sistema novo da alvenaria painéis monolíticos de EPS.

Para a compreensão de cada sistema de construção foi possível devido às referências bibliográficas, para posterior detalhamento de cada particularidade na execução deles, além da utilização dos softwares com modelagem para evidenciar de uma forma mais notável os sistemas com painéis em EPS e convencional em alvenaria de blocos cerâmicos.

Além disso, foi permitido a realização do cotejo entre os sistemas convencional e painéis monolíticos EPS, obtendo as diferenças entre cada sistema construtivo, e levando em conta as considerações para mostrar o sistema de execução mais vantajoso. Para isso, pôde-se conferir os sistemas definindo, por meio de quadro comparativo, as características de melhor desempenho, caráter de conforto para usuário, sustentabilidade e economia, entre outros. Diante dessa análise de ambos os sistemas construtivos, foi definido como sistema mais vantajoso, o uso dos painéis monolíticos em EPS, devido ao melhor desempenho quanto aos critérios confrontados.

No decorrer do estudo, ocorreram algumas limitações, que surgiram de forma negativa no decorrer do trabalho, quanto a maior dificuldade nas pesquisas para as informações do método de execução dos painéis monolíticos EPS, devido ser uma técnica de construção mais nova, logo, não são encontrados tantos estudos quanto os da alvenaria convencional.

Este estudo pode servir como referência para trabalhos futuros relacionados a essa área, que podem ser tratadas para o entendimento do sistema de construção convencional em alvenaria de blocos cerâmicos, da mesma forma para os painéis monolíticos em EPS. Podem ser realizados comparativos desses sistemas construtivos com outros tipos mais novos, ou qualquer que seja. Também pode servir como base para outros estudos quanto às questões mostradas do desempenho habitacional, sustentabilidade, conforto do usuário e economia, para

os conjuntos verificados.

Além disso, a arguição de implementar esses estudos para o uso da construção de uma industrial, utilizando um outro modelo de planta para residência, assim, podem ser compreendidos as quantidades de materiais para cada método construtivo e o valor utilizado de forma qualitativa para confecção de cada um deles.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, André Borelli de; RODRIGUES, Pedro Sérgio Hortolani. **SISTEMA CONSTRUTIVO QUE UTILIZA PAINÉIS MONOLÍTICOS COMPOSTOS POR POLIESTIRENO EXPANDIDO**. 2020. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Toledo – Unitoledo, São Paulo, 2020.

ALVES, João Paulo de Oliveira. **SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS DE EPS**. 2015. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para Assentamento e revestimentos de paredes e tetos - Requisitos. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270**: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação — Terminologia e requisitos. 2 ed. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. 3 ed. Rio de Janeiro: Antac, 2014. 256 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. 1 ed. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **15575-1**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. 4 ed. Rio de Janeiro: Antac, 2013. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11752**: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial - Especificação. 3 ed. Rio de Janeiro: Antac, 2016. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. 3 ed. Rio de Janeiro: Antac, 2014. 238 p.

CARNEIRO, Lorena Pereira Duarte e Pedro Vieira. **SISTEMA CONSTRUTIVO UTILIZANDO-SE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA VEDAÇÃO VERTICAL**. 2015. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

CONSTRUFÁCILRJ. **ConstruFácilRJ**: materiais da alvenaria. Materiais da alvenaria. 2022. Disponível em: <https://construfacilrj.com.br/materiais-da-alvenaria/>. Acesso em: 09 abr. 2022

CORREA, Ianca Cesca. **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS MONOLÍTICOS EM PAINÉIS EPS E SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL PARA RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**. 2020. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2020.

EPS, Construção Com. **Construção com EPS**. 2020. Disponível em: <http://construcaocomeps.com.br/paineis-autoportantes-com-eps/>. Acesso em: 09 mar. 2022.

GASPARINI, Beatriz; PELISSONI, Flávia Martins; SOUZA, Izabela Miranda; DORIGUETTO, Carla Olivier; VALONGO, Messias; MURARI, Alexandre Rodriguez; SILVA, Camila Rodrigues; BALDAN, Victor José dos Santos. **ANÁLISE COMPARATIVA DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS EM RELAÇÃO À ALVENARIA CONVENCIONAL: ESTUDO DE CASO.** In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 3., 2021, Porto Alegre. **ANÁLISE COMPARATIVA DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS EM RELAÇÃO À ALVENARIA CONVENCIONAL: ESTUDO DE CASO.** Porto Alegre: Antac, 2021. p. 1-6.

OLIVEIRA, Paula Miranda de. **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS COM BLOCOS CERMICOS E ALVENARIA CONVENCIONAL UTILIZANDO BLOCOS CERMICOS.** 2018. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Formiga - Unifor-Mg, Formiga-Mg, 2018.

PEREIRA, **Caio**. Qual a diferença entre reboco, emboço e chapisco?. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/diferenca-reboco-emboco-e-chapisco/>. Acesso em: 2 de maio de 2022.

SALGADO, J. **Técnicas e práticas construtivas para edificação.** Editora Érica. 4. Ed. 2014.

SANTOS, E. B de, **Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas em habitações populares.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

SOUZA, Julio Rodrigues de. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE UM SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE EPS.** 2021. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

THOMAZ, E. et al. **Código de práticas nº01- alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, São Paulo, 2009.

TREVEJO, Hiago Henrique. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS CONSTRUTIVOS CONVENCIONAL E MONOLÍTICO EM PAINÉIS EPS PARA RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES.** 2018. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas Tecnológicas e Agrárias, Unicesumar - Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2018.

VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes; PIZZO, Luciana Maria Bonvino Figueiredo. **COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS, CONVENCIONAL E WOOD FRAME EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES.** 2014. 18 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Lins - Unilins, São P, 2014.

Yazigi, Walid. *A técnica de edificar* . Disponível em: Minha Biblioteca, (18ª edição). Editora Blucher, 2021.