



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
Faculdade de Engenharia
Engenharia Civil - FAEN

BIARA TEREZA MEDINA MENIN

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS
CONSTRUTIVOS DE VEDAÇÃO EM ALVENARIA DE BLOCOS
CERÂMICOS E COM PAINÉIS MONOLÍTICOS EM EPS**

Dourados - MS
2022

BIARA TEREZA MEDINA MENIN

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS
CONSTRUTIVOS DE VEDAÇÃO EM ALVENARIA DE BLOCOS
CERÂMICOS E COM PAINÉIS MONOLÍTICOS EM EPS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal da Grande Dourados, como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Profº Leonardo da Rosa Walz com área de concentração 3.01.00.00-3 – Engenharia Civil.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ANEXO H – ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 09:18 horas do dia 03 de novembro de 2022, realizou-se no(a) Sala de Reuniões da Faculdade de Engenharia – UFGD a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil, intitulado Análise comparativa entre os sistemas construtivos de vedação em alvenaria de blocos cerâmicos e com painéis monolíticos em EPS, de autoria do(a) discente Biara Tereza Medina Menin, como requisito para a aprovação no componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso II.

Após a defesa e posterior arguição, a banca examinadora concluiu que o Trabalho apresentado deve ser:

Aprovado

Reprovado

O(A) discente(a) declara ciência de que a sua aprovação está condicionada à entrega da versão final (encadernada, corrigida e assinada) do Trabalho de Conclusão de Curso, nos termos em que especifica o regulamento do componente curricular, em anexo ao Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil da UFGD. O(A) orientador(a) se responsabilizará pela verificação e aprovação das correções do manuscrito feitas pelo(a) discente(a) para a elaboração da versão final.

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS

CONDICIONADO A ALTERAÇÕES DA BANCA E REENVIO PARA CORREÇÕES DA BANCA.

DISCENTE

Nome: Biara Tereza Medina Menin Assinatura: Biara Tereza Medina Menin

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Leonardo da Rosa Walz Assinatura: Leonardo da Rosa Walz

Membro: André Felipe Aparecido de Mello Assinatura: André Felipe Ap. de Mello

Membro: Guilherme Peres dos Santos Assinatura: Guilherme Peres dos Santos

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE VEDAÇÃO EM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E COM PAINÉIS MONOLÍTICOS EM EPS

MENIN, Biara Tereza Medina¹; WALZ, Leonardo da Rosa²;
biaramenin@hotmail.com ¹; leonardowalz@ufgd.edu.br ²;

RESUMO

A busca por novas técnicas construtivas faz com que sistemas otimizados ganhem espaço na construção civil, os painéis monolíticos com núcleo de poliestireno expandido (EPS), além de diminuir o peso próprio da estrutura e de otimizar o desempenho térmico-acústico, são capazes de minimizar o custo total da estrutura. Os painéis em EPS, são compostos por uma malha de aço, armaduras de reforço, após sua montagem, são revestidas de concreto ou argamassa resistente. Foi avaliada a influência no dimensionamento da estrutura e no impacto do custo total da obra utilizando os painéis monolíticos em EPS e paredes convencionais de blocos cerâmicos, com o objetivo de determinar o método mais vantajoso, capaz de proporcionar a redução dos insumos necessários para execução e do custo total da obra. Para isso, por meio de um projeto de edificação multifamiliar de 3 pavimentos, com área total de 411,82 m², foram dimensionadas ambos os sistemas de vedações verticais seguindo a NBR 6118 (ABNT, 2014), foi obtido o quantitativo total de aço utilizado na estrutura, e o quantitativo de concreto em cada método construtivo. Houve uma redução da quantidade de concreto de 4.14 % na edificação utilizando os painéis monolíticos em EPS; em relação ao quantitativo do aço, obteve-se uma redução de 11.32 %. A adoção dos painéis monolíticos em EPS na construção se mostrou vantajosa em relação ao orçamento total da estrutura e vedações. Onde o orçamento da fundação reduziu 2.62%, representando uma economia de R\$ 7.156,37.

Palavras-chave: Blocos Cerâmicos; Alvenaria Convencional; Sistemas Construtivos; Painéis Monolíticos de EPS.

ABSTRACT

The search for new construction techniques makes optimized systems gain space in civil construction, monolithic panels with expanded polystyrene (EPS) core, in addition to reducing the structure's own weight and optimizing the thermal-acoustic performance, are able to minimize the total cost of the structure. The EPS panels are composed of a steel mesh, reinforcements, after their assembly, they are coated with concrete or resistant mortar. The influence on the sizing of the structure and the impact of the total cost of the work was evaluated using the monolithic panels in EPS and conventional walls of ceramic blocks, with the objective of determining the most advantageous method, capable of providing the reduction of the necessary inputs for execution and of the total cost of the work. For this, through a 3-story multifamily building project, with a total area of 411.82 m², both vertical fence systems were designed according to NBR 6118 (ABNT, 2014), the total amount of steel used in the structure was obtained, and the quantity of concrete in each construction method. There was a reduction in the amount of concrete of 4.14% in the building using the monolithic EPS panels; in relation to the quantity of steel, a reduction of 11.32% was obtained. The adoption of monolithic EPS panels in the construction proved to be advantageous in relation to the total budget of the structure and fences. Where the foundation's budget was reduced by 2.62%, representing a savings of BRL 7,156.37.

Keywords: Ceramic Blocks; Conventional Masonry; Constructive Systems; Monolithic EPS Panels.

1. INTRODUÇÃO

A demanda da construção civil é controlada por fatores econômicos, houve um avanço com uma recuperação tímida do setor a partir de 2020 a 2021, devido a crise instaurada no setor desde 2016 (IBGE, 2020). Buscando formas de atender as crescentes demandas, a utilização de métodos alternativos inovadores visa-se substituir sistemas tradicionais, aumentando a eficiência, com redução dos desperdícios e custos (MELO, T. J.; OLIVEIRA, 2021).

A alvenaria convencional em estrutura de concreto armado e vedação com alvenaria de blocos cerâmicos destaca-se como um dos métodos mais adotados no Brasil e ao redor do mundo. Onde, as construtoras se mostram resistentes a modernização dos meios de produção devido o baixo custo, por dispensar mão de obra qualificada em relação aos outros métodos (SANTANA; SOARES; GOMES, 2020).

Destaca-se um sistema construtivo que atualmente se encontra em fase de consolidação no Brasil, o chamado painel monolítico de poliestireno expandido (EPS), cuja composição se dá por painéis de EPS, malhas de aço e argamassa estrutural, sendo uma alternativa que visa reduzir a geração de resíduos sólidos de uma construção, reduzindo o peso total da obra, maximizando o desempenho térmico-acústico e cuja execução se dá de modo mais rápido e limpo (FUHR, 2017). O sistema é normatizado pela NBR 16055 (ABNT, 2012), sendo utilizados como sistema de vedação de fechamento, ou apresentar função estrutural.

Tendo em vista os atrativos e benefícios desse sistema construtivo, o objetivo desse trabalho se baseia em realizar um comparativo de custos entre os métodos construtivos convencionais de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos e os sistemas de vedação com placas monolíticas em EPS, utilizando com parâmetro tabelas orçamentárias, como a do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI, discutindo por meio de custo e produtividade o método mais atrativo (CAIXA, 2022).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema tradicional de vedação vertical

A definição do sistema de vedação vertical é dado pela NBR 15.575-4 (ABNT, 2021), como elementos da edificação habitacional que tem como função limitar verticalmente a edificação e seus ambientes, como por exemplo; as fachadas, paredes externas e divisórias internas. Como também possuir a função de proteger de agentes indesejáveis, proporcionar conforto térmico e acústico, proporcionando habitabilidade conforme Salgado (2014).

Diversos podem ser os tipos de execução de alvenaria nas paredes, os elementos mais comumente utilizados são os blocos de tijolo de barro, os blocos cerâmicos ou de concreto, capazes de suportar os esforços de peso próprio, com segurança construtiva, além da finalidade de vedação (SALGADO, 2014).

Pode-se definir a alvenaria de vedação vertical como um conjunto de blocos ou componentes artificiais, fixados com argamassa, ou não, usado com finalidade de vedação da área. Devem ser capazes de garantir resistência, durabilidade e impermeabilidade (TREVEJO.H. H., 2018).

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017), os blocos cerâmicos são componentes de alvenaria em forma de prisma reto, contendo furos prismáticos ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contém, podendo haver variações de uso com furos na vertical. Possuem diversas dimensões nominais que variam entre (9x9x19) cm até (24x24x39) cm, medidas que correspondem a (largura x altura x comprimento). A figura 1 demonstra o procedimento de assentamento das alvenarias de vedação vertical.

Figura 1 – Assentamento das alvenarias e execução de fiadas



Fonte: THOMAS (2009).

A execução do assentamento das alvenarias deve ser realizada levando-se em consideração as posições e espessuras dos blocos, as camadas dos blocos cerâmicos são dispostas umas sobre as outras de modo que as juntas verticais ao sejam contínuas. É importante salientar que se tenha na alvenaria o máximo de blocos inteiros, com o intuito garantir mais eficiência, velocidade na execução, como também maior economia. Para garantir o alinhamento das juntas horizontais dos blocos é recomendada a utilização do escantilhão, e para o alinhamento vertical dos blocos é recomendado o prumo de pedreiro. (SALGADO, 2014).

Após a finalização da vedação, as aberturas são realizadas para a passagem das instalações prediais e posteriormente cobrir com argamassa de revestimento. O revestimento consiste nas camadas de chapisco, emboço e reboco. O chapisco é realizado

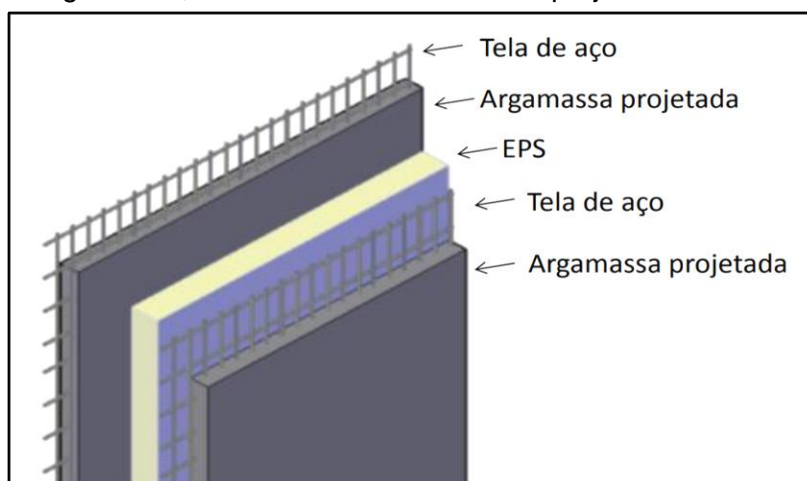
visando aumentar a aderência do revestimento. O emboço é feito com intuito de regularização da base, já a camada do reboco é preparada afim de receber o acabamento final (BECKER; ANDRADE, 2017).

2.2 Sistema monolítico com Poliestireno Expandido - EPS

O sistema monolítico com EPS é uma tecnologia que proporciona maior produtividade, menor prazo de execução devido o material ser autoportante (dispensa vigas e pilares), acarretando na economia de recursos e atribuindo melhor qualidade para o usuário (SANTANA; SOARES; GOMES, 2020).

Sua utilização na construção civil é capaz de reduzir o peso total da edificação sem comprometer a qualidade da estrutura. É um método constituído por painéis de poliestireno expandido, malhas de aço eletrosoldadas revestido com uma camada de argamassa (CORREA, 2020). A figura 2 ilustra a composição das paredes de painéis monolíticos em EPS.

Figura 2 - Parede composta por painéis de EPS com argamassa, microconcreto ou concreto projetados no local



Fonte: BRASIL (2014).

Apresenta baixa densidade e resistência à compressão, características essas que proporcionam menor peso próprio, baixa absorção de água e umidade, melhor isolamento térmico, tendovários materiais compatíveis com os usuais da construção civil, como por exemplo; o cimento, cal, gesso e água (FUHR, 2017).

Apesar de ainda não ter uma norma técnica regulamentando o seu uso adequado, existe uma diretriz de Nº 11 do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT que vinculada ao Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H, da Secretaria Nacional da Habitação, Ministério das Cidades (BRASIL, 2014).

2.2.1. Execução do sistema de vedação em EPS

O processo executivo se inicia na fundação, sendo que nas edificações que se limitam ao nível do solo utilizam normalmente o método construtivo do tipo radier, definido pela NBR 6118 (ABNT, 2014), como uma fundação do tipo rasa, que compreende toda a área da construção e distribui toda a carga de modo uniforme para o solo.

Dependendo do tipo do terreno, pode-se utilizar outros tipos de fundação, como sapata corrida e armada de acordo com cálculo estrutural e gabarito da obra ou radier. Antes da concretagem, deve-se fazer o nivelamento do terreno, marcação da fundação, posicionamento das tubulações elétricas e hidráulicas (PONCIANO, A. P.; SILVA, 2020)

O processo executivo do radier e o posicionamento dos arranques para posterior fixação das placas de EPS estão indicados na Figura 3.

Figura 3 - Radier com os arranques para fixação dos painéis



Fonte: GRUPO ISOFORT® (2020).

Com a finalização da infraestrutura, o passo seguinte é a demarcação dos eixos das paredes, posicionamento e encaixe das formas são implantadas barras de aço com diâmetro de 8mm na fundação, dispostas seu engastamento de pelo menos 10 cm e ancoragem de 30 cm nos painéis, tendo espaçamento de 30 cm de cada uma, sem deixar de manter uma barra de aço no centro de cada painel (PONCIANO, A. P.; SILVA, 2020).

Se tratando de edificações que ficam acima do nível do solo, nas vigas ou lajes são fixados arranques de aço de 30 cm de comprimento e diâmetro de 8 mm, acima do nível do piso. Nesses arranques serão acoplados os painéis monolíticos, conforme ilustra a Figura 4 (SIQUEIRA, 2017).

Figura 4 - Arranques em vigas e lajes dos painéis monolíticos



Fonte: SIQUEIRA (2017).

Após isso, são feitas as acomodações das passagens das instalações hidráulicas e elétricas por meio da criação de sulcos nas placas utilizando pistola de ar quente. Com os painéis de EPS envolvidos por malhas de aço, aplicando-se a primeira camada de revestimento, composta por concreto e posteriormente argamassa, com equipamento de projeção conforme os respectivos tempos de cura para as etapas de cobertura, deve-se averiguar falhas na concretagem e retirar o escoramento provisório (BRASIL, 2014).

Figura 5 – Instalações hidráulicas e elétricas em construções de EPS



Fonte: SANTANA; SOARES; GOMES (2020).

A associação do revestimento juntamente com a malha de aço garante a rigidez das paredes e proporciona a necessidade estrutural da construção, a execução é recomendada em níveis de 15 a 20 cm, e a proporção água/cimento deve estar entre 0,30 e 0,45. A variação do traço pode estar entre 1:3 até 1:4:5 de acordo com a granulometria dos agregados, podendo ser utilizada argamassa plastificante para melhorar a trabalhabilidade da argamassa (FUHR, 2017).

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), o revestimento depende das condições de agressividade do local, devendo ser garantido o revestimento mínimo de acordo com o projeto. O revestimento das duas faces do painel deve ser realizado simultaneamente, de modo que ambas passem pelo mesmo período de cura, sob nenhuma circunstância esse

processo deve ser realizado individualmente, pois pode ocasionar a retração diferencial em uma ou ambas as partes. (FREIRE, 2007).

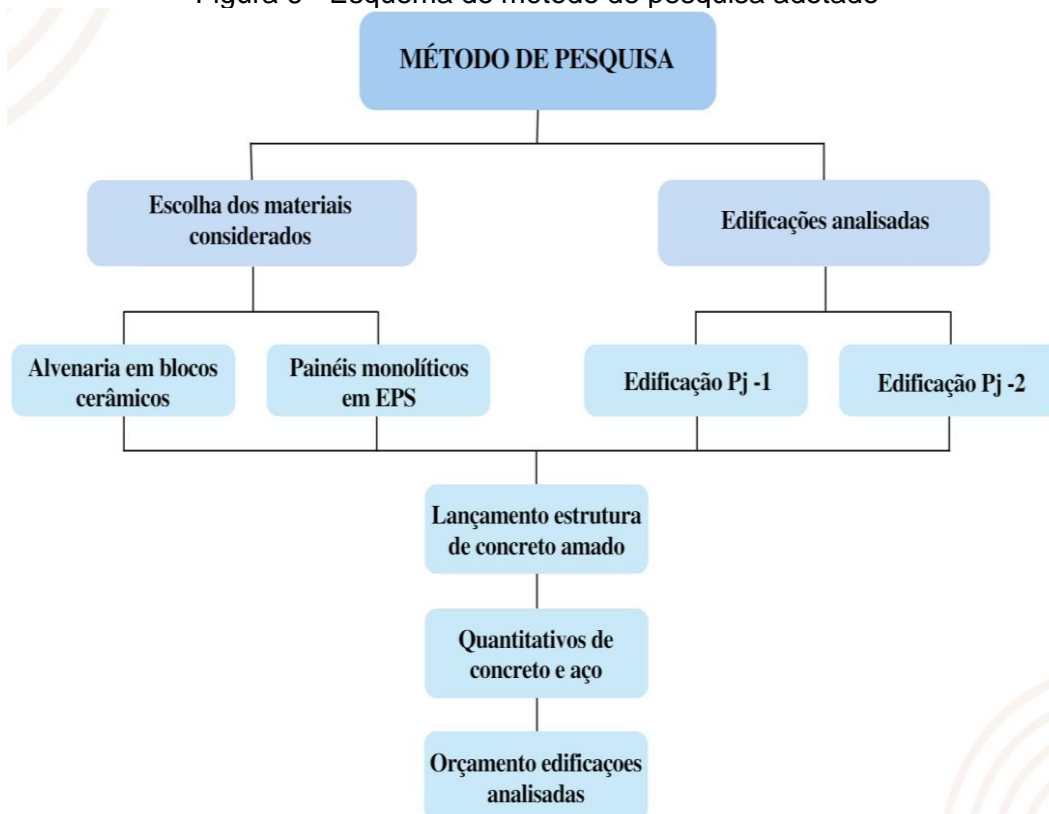
As fases de construção seguintes se dividem entre: preparação para a laje; montagem do telhado; acabamento e revestimento de piso, esquadrias, pinturas, entre outros procedimentos que não diferem do método construtivo convencional, já que os materiais adotados são os mesmos (SANTANA; SOARES; GOMES, 2020).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho visa a comparação da influência dos dois sistemas de vedação: dos painéis monolíticos em EPS e dos blocos cerâmicos, na estrutura de concreto armado e no custo final da obra. A partir de um edifício modelo, realizaram a análise do projeto estrutural utilizando ferramentas de cálculos para obtenção da relação dos materiais e serviços chaves para realização do orçamento. Após a obtenção dos dados, foram elaborados uma planilha orçamentaria do tipo paramétrica, utilizando os dados extraídos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil - SINAPI, elaborado pela Caixa Econômica Federal e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (CAIXA, 2022).

O trabalho foi realizado de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Esquema do método de pesquisa adotado

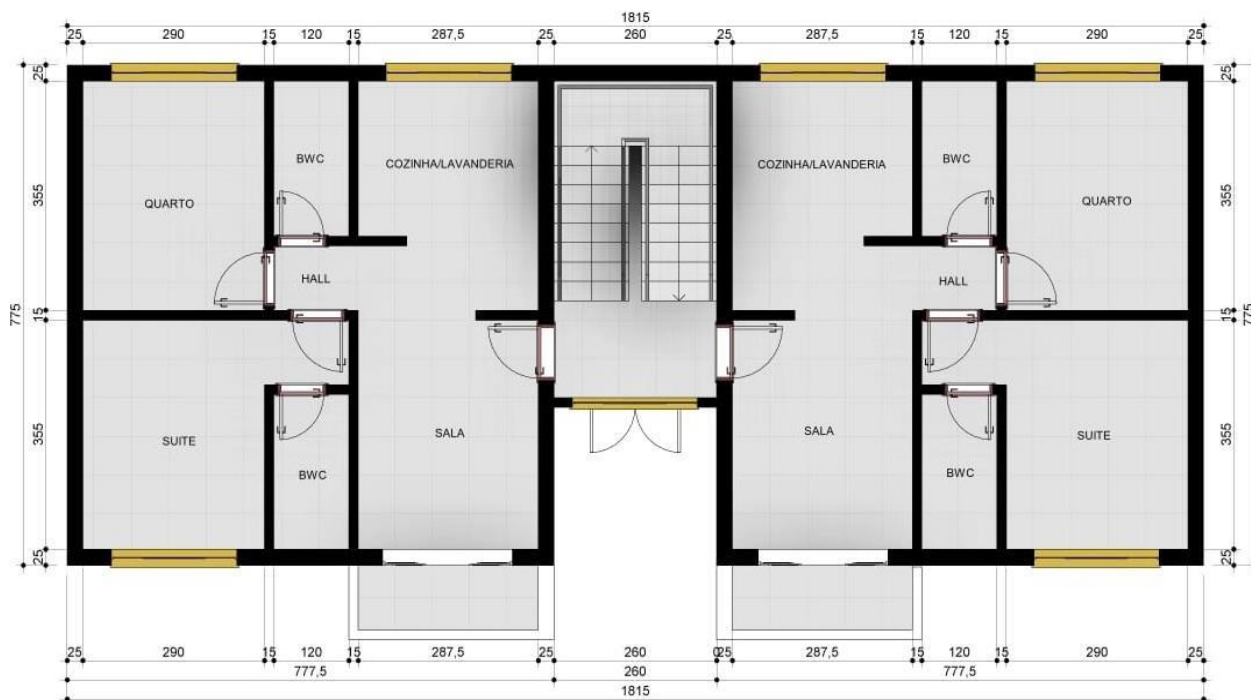


Fonte: Autor (2022).

3.1. Edificação em estudo

O projeto de edificação se trata de um edifício multifamiliar constituído de três pavimentos, com área total de 411,82 m² e pé direito de 3 metros de altura, conforme mostra a Figura 7 a seguir:

Figura 7 - Planta baixa do edifício



Fonte: Autor (2022).

O edifício possui dois apartamentos por pavimento, sendo todos iguais. Localizam-se na cobertura os reservatórios de água. O piso é de porcelanato, as esquadrias externas são de alumínio e as portas internas de madeira. As fachadas não possuem elementos que gerem sobrecarga. De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), foi utilizado concreto C25, em que a razão de água/cimento deve estar inferior ou igual a 0,60 e para as armaduras deve se possuir um cobrimento nominal de 25 mm para lajes e para as vigas e pilares um cobrimento nominal de 30 mm e agressividade ambiental de classe II, visto que a edificação se encontra em uma região urbana.

3.2. Estrutura de concreto armado - dimensionamento

Utilizando o *Software AutoCAD® 2021* (versão estudante), foi desenvolvido o projeto arquitetônico, que em conjunto com as normas técnicas vigentes impostas pela ABNT NBR 6118 (ABNT, 2014), contribuiu para o dimensionamento da estrutura de concreto armado. Com o sistema computacional *AltoQi Eberick V10® 2020* (versão demonstrativa), foi desenvolvido o lançamento estrutural de cada uma das edificações.

A edificação utilizando o método de vedação vertical convencional com blocos cerâmicos, foi denominada PJ-1 e a edificação com sistema de vedação vertical com painéis monolíticos em EPS, denominada Pj-2.

As cargas foram atribuídas aos modelos estruturais das edificações após o lançamento. A carga distribuída nas lajes manteve-se em ambas as estruturas, pois a carga acidental e o peso próprio são determinadas conforme a destinação do ambiente, estabelecido segundo a NBR 6120 (ABNT, 2019).

Tabela 1 – Tipo de lajes/pavimento

Pavimentos	Tipo de laje	Vigotas (cm)	Capa de concreto (cm)	Contrapiso e piso (cm)	Peso próprio da laje (kN/m ²)
1º Pav. (Térreo)					
2º Pavimento					
3º Pavimento	Laje pré-moldada cerâmica	H12	4,0	2,0	1,4
Cobertura		H8	5,0	2,0	

Fonte: Autor (2022).

As cargas devido a ação do vento foram as mesma em ambas edificações, conforme a NBR 6123 (ABNT, 2013). As sobrecargas nas lajes foram lançadas conforme a NBR 6120 (ABNT, 2019), prevê as cargas para os seguintes ambientes.

Tabela 2 – Cargas acidentais e permanentes adotado em projeto de arquitetura, conforme NBR 6120

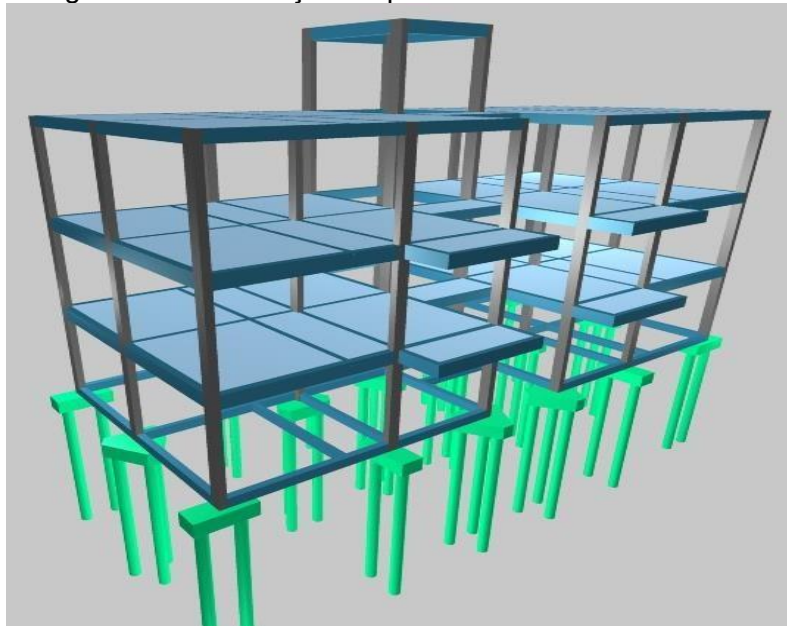
Tipo de carga	Ambiente/Material	Carga (kN/m ²)
Cargas acidentais	Dormitórios, sala, cozinha, banheiro e copa	1,5
	Despensa, área de serviço e lavanderia	2,0
	Com acesso ao público	3,0
	Com acesso ao público	3,0
Cargas permanentes	Argamassa	0,63
	Porcelanato	0,15

Fonte: ABNT (2019).

Foram considerados para a alvenaria de blocos cerâmicos vazados, com dimensões de 9x19x19 cm, possuindo 2,5 cm de reboco e capisco em ambos os lados. Obtendo assim, um peso próprio de 20,85 kN/m² para alvenaria convencional e 12,81 kN/m² para vedação com painéis monolíticos em EPS. Os pilares possuem dimensões retangular de 19x40 cm para os pilares P3, P4, P9 E P10 e para os demais pilares possuem dimensões de 19x30 cm.

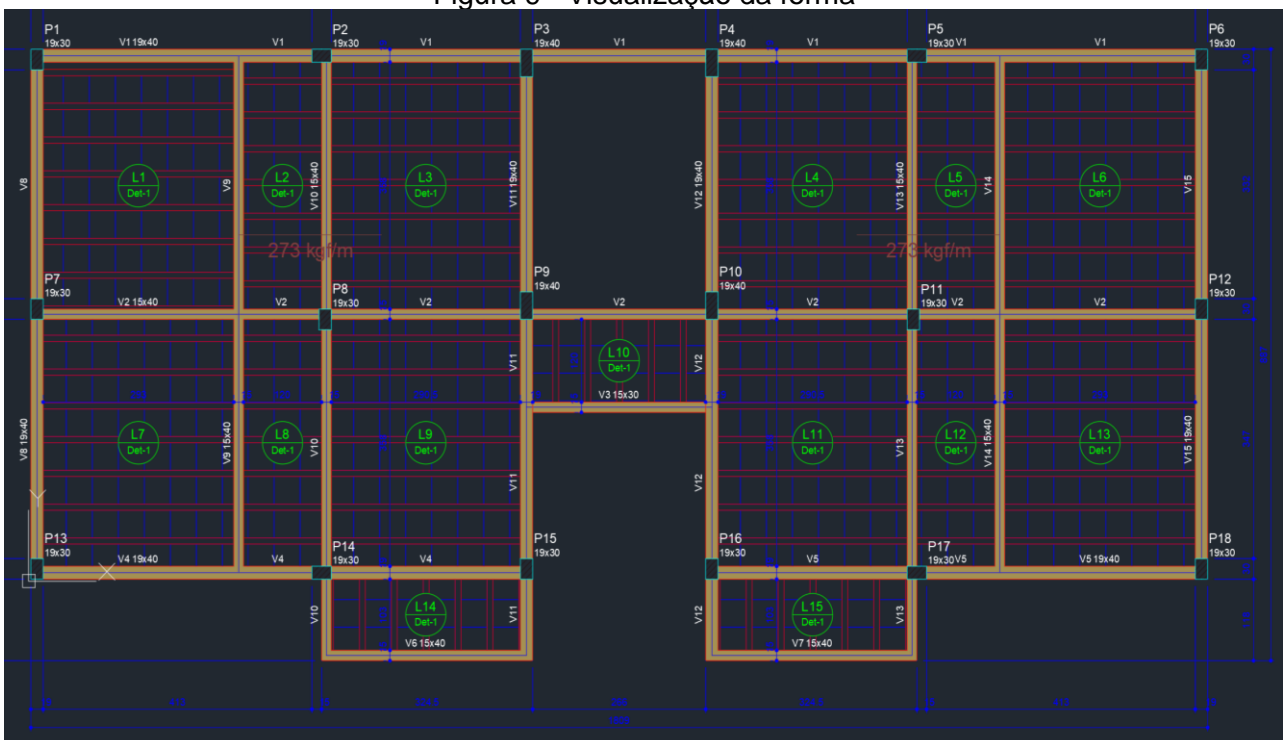
Com o sistema computacional AltoQi Eberick V10® 2020 (versão demonstrativa), foi possível realizar o dimensionamento estrutural, obtendo o detalhamento dos elementos estruturais e assim realizar o somatório de acordo com os dados obtidos. Posteriormente, sintetizou-se a relação do montante de concreto e aço para dois sistemas construtivos. A estrutura tridimensional do edifício e a forma estrutural estão indicadas, respectivamente, nas Figuras 8 e 9.

Figura 8 - Visualização do pórtico 3D em concreto armado



Fonte: Autor (2022).

Figura 9 - Visualização da forma



Fonte: Autor (2022).

3.3. Levantamento de custos

Com intuito de analisar a viabilidade financeira na substituição dos sistemas de vedação convencional constituído de blocos cerâmicos por um novo sistema de vedação constituído por painéis monolíticos em EPS, realizou-se a estimativa dos custos diretos da obra. Os insumos de materiais e serviços foram orçados para execução dos componentes estruturais da estrutura e do sistema de vedação vertical.

Por meio do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, as composições de custos foram elaboradas considerando os valores de insumo e serviços - não desonerados, com dados de abril de 2022, para o estado de Mato Grosso do Sul (CAIXA, 2022). Na Tabela 3, estão listados os materiais considerados.

Tabela 3 - Custos unitários dos materiais e serviços.

Cód	Material/Serviço	Unidade	Valor unitário (R\$)
34	AÇO CA-50, 10,0MM, VERGALHÃO	kg	10,31
43055	AÇO CA-50, 12,5MM, VERGALHÃO	kg	8,93
43056	AÇO CA-50, 16,0MM, VERGALHÃO	kg	8,93
43057	AÇO CA-50, 20,0MM, VERGALHÃO	kg	10,30
32	AÇO CA-50, 6,3MM, VERGALHÃO	kg	10,87
33	AÇO CA-50, 8,0MM, VERGALHÃO	kg	10,94
43061	AÇO CA-50, 4,2MM, VERGALHÃO	kg	9,76
43059	AÇO CA-50, 5,0MM, VERGALHÃO	kg	9,76
43617	ADITIVO PLASTIFICANTES PARA ARGAMASSA	L	5,70
6114	AJUDANTE ARMADOR	h	11,75
247	AJUDANTE ELETRICISTA	h	14,52
248	AJUDANTE DE OPERAÇÃO EM GERAL	h	13,16
6111	AJUDANTE DE PEDREIRO	h	11,77
378	ARMADOR	h	15,78
370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m ³	69,00
367	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m ³	69,90
7271	BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO COM FUROS HORIZONTAL, 9,0X19X19 CM -	un	0,95
1106	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	kg	0,99
34753	CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV - 32	kg	0,85
34493	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA 25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP=100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO	m ³	490,10
2436	ELETRICISTA	h	19,98
3744	LAJE PRÉ-MOLDADA CONVENCIONAM (LAJOTAS+VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200KG/M ² , VÃO ATÉ 4,50M (SEM COLOCAÇÃO)	m ²	59,62
4115	MADEIRA ROLIÇA TRATADA, D = 12 A 15 CM, H = 3,00 M, EM EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	29,25
4069	MESTRE DE OBRAS	h	27,58
4750	PEDREIRO	h	15,78
3409	PLACA DE EPS, E= 50MM, TIPO 2F, DENSIDADE DE 14,0 KG/M ³	m ²	18,85
6193	TABUA *2,5 X 23* CM EM PINUS, MISTA OU	m	8,95

EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA			
6212	TABUA *2,5 X 30 CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	m	13,31
10917	TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA, CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 M, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	m ²	11,21
21141	TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA, CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM L = 2,45; C=60 M, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	m ²	17,35

Fonte:CAIXA (2022).

O rendimento adotados para execução das edificações dos insumos e serviços e a equipe necessária estão indicados na tabela 4.

Tabela 4 – Rendimento e equipe previstos para execução dos serviços

Blocos cerâmicos			Painéis monolíticos em EPS		
Serviço	Rendimento (Hh/m ²)	Equipe - pessoas (un)	Serviço	Rendimento (Hh/m ²)	Equipe - pessoas (un)
Execução alvenaria	1,25	6	Montagens das placas em EPS	0,25	3
Revestimento argamassado - manual	1,50	4	Revestimento argamassado – projetor mecânico	0,65	6

Fonte: Autor (2022).

4. RESULTADOS

São demonstrados a seguir os somatórios de volume de concreto e peso de aço nas edificações Pj-1 e Pj-2. Para a análise foi levado em consideração o peso próprio considerado em cada edificação, 1.104,2 m² de área total de vedação verticais, já descontados as aberturas e considerando uma margem de 10 % de perda (FUHR, 2017).

4.1. Quantitativo de concreto nas edificações

O peso próprio das vedações verticais e as seções das vigas se mantiveram a mesma em ambas as edificações, o quantitativo de concretomanteve-se similar nas duas análises. A única diferença na quantia de concreto obtido foi na fundaçãoda edificação Pj-2, correspondendo a 24,58% inferior do que a necessária para execução da fundação na edificação Pj-1.

Ou seja, caso a edificação fosse executada utilizando o sistema de vedação vertical com painéis monolíticos em EPS economizaria 2,9 m³ de concreto, uma redução de concreto de 4,14%. A proporção observada de concreto entre as edificações Pj-1 e Pj-2 pode ser observada na Tabela 4.

Tabela 4 - Quantitativo de concreto das edificações Pj-1 e Pj-2

Elementos Estruturais Edifício	Edificação Pj-1		Edificação Pj-2		Diferença do(%)
	C-25 (m³)		C-25 (m³)		
Fundação	11,80		8,90		24,58
Demais lementos estruturais	58,20		58,20		0,00
<i>Total</i>	70,00		67,10		4,14

Fonte: Autor (2022).

4.2. Quantitativo de aço nas edificações

Em relação do quantitativo de aço, a diferença total foi de 11,32%. Sendo a edificação executada com sistema de vedações verticais em painéis monolíticos em EPS (PJ-2) economizaria 483,1 kg de aço. O quantitativo de aço observada entre os projetos Pj-1 e Pj-2 pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 5 - Quantitativo de aço nos projetos Pj-1 e Pj-2

Elementos Estruturais Edifício	Edificação Pj-1			Edificação Pj-2			Diferença (%)
	CA- 50 (kg)	CA- 60 (kg)	Total (kg)	C- 50 (kg)	CA- 60 (kg)	Total (kg)	
Fundação	495,60	0,00	495,60	312,90	0,00	312,90	36,86
Pilares	759,10	274,90	1034,00	699,10	282,20	981,30	5,10
Lajes	0,00	248,40	248,40	0,00	248,40	248,40	0,00
Vigas térreo	451,73	96,47	548,20	384,86	89,04	473,90	13,55
Vigas 1º Pav.	612,57	130,83	743,40	531,28	122,92	654,20	12,00
Vigas 2º Pav.	568,57	121,43	690,00	494,09	114,31	608,40	11,82
Vigas Cobertura	417,53	89,17	506,70	409,46	94,74	504,20	0,49
<i>Total</i>	3305,10	961,20	4266,30	2831,60	951,60	3783,20	11,32

Fonte: Autor (2022).

Na diferença entre as edificações, se tratando no quantitativo de aço apresentou uma redução de 11,32 %, uma economia de 483,10 kg de aço, essa disparidade se deu em quase todos os elementos. Sendo no elemento de fundação apresentou maior redução de 36,86%, uma economia de 182,70 kg de aço do volume de aço.

4.3. Comparativa de custos entre os sistemas construtivos empregados

Com os custos totais, para as edificações foram calculados as quantidades de insumos e serviços da estrutura de concreto armado e dos sistemas de vedações verticais, para verificar a consequência da substituição do sistema de vedação convencionais (blocos cerâmicos) por blocos monolíticos em EPS no custo total da obra. Como se pode ver na

Tabela 6, a economia apresentada por Pj-2 em relação a Pj-1 foi de 2,62%, ou seja, a utilização do sistema de vedação vertical em painéis monolíticos em EPS gera uma economia de R\$ 7.156,37 reais, na execução da estrutura de concreto armado e em suas vedações verticais.

Tabela 6 - Síntese orçamentaria das Edificações Pj-1 e Pj-2

Elementos estruturais	Edificação Pj-1 (R\$)	Edificação Pj-2 (R\$)	Diferença (%)
Fundação	13.144,33	9.917,41	24,55
Pilares	23.266,23	20.363,30	12,50
Vigas térreo	15.013,27	14.364,95	4,32
Contrapiso térreo	20.423,42	20.423,42	0,00
Vigas 2º Pav.	22.388,53	21.853,56	2,39
Laje 2º Pav.	23.081,91	23.017,71	0,28
Vedações Verticais térreo	22.665,53	23.507,66	3,60
Vigas 3º Pav.	20.944,19	20.874,76	0,33
Laje 3º Pav.	23.081,91	23.017,71	0,28
Vedações Verticais 2º Pav.	22.989,26	23.705,80	3,02
Vigas cobertura	17.862,98	15.681,46	12,20
Laje cobertura	20.975,85	20.975,85	0,00
Vedações Verticais 3º Pav.	22.989,26	23.705,80	3,02
Alvenaria platibanda	4.302,47	4.469,37	3,73
Total	273.035,13	265.878,76	2,62

Fonte: Autor (2022).

O custo dos materiais gastos para a realização da alvenaria em blocos cerâmicos foi de R\$ 40.414,22 e dos materiais usados em painéis monolíticos em EPS foi de R\$ 61.444,98, porém o sistema de vedação vertical com painéis monolíticos se mostrou vantajosa devido ao fato de que a montagem dos painéis em EPS ser 4 vezes mais eficiente do que a execução da alvenaria convencional. Vale-se citar que outro aspecto positivo foi o número menor de equipe necessária para montagem dos painéis em EPS, onde o rendimento e a qualidade são melhores na realização do revestimento argamassado utilizando um projetor mecânico.

5. CONCLUSÕES

Objetivando analisar a consequência da utilização de vedações verticais em painéis monolíticos em poliestireno (EPS) na estrutura de concreto armado, os invés do uso dos sistemas convencionais de vedação vertical com blocos cerâmicos.

Com auxílio da ferramenta de cálculo AltoQi Eberick V10® 2020 (versão demonstrativa), obteve-se o dimensionamento e a análise estrutural do edifício modelo,

onde no projeto denominado Pj-2 o volume de concreto e no peso do aço foi reduzido.

Na edificação calculada, a diferença do volume de concreto na edificação com vedação vertical com painéis monolíticos em EPS (Pj-2) em relação a edificação com vedações verticais em cerâmicos (PJ-1) foi de 4,14%, e a diferença do aço foi de 11,32%.

Ou seja, a execução do projeto utilizando painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação vertical, tem-se um volume de concreto menor, equivalente a 2,9m³ de concreto, redução de 483,1 kg do aço. Em relação a fundação, a diferença do volume de concreto foi de 24,58% e de peso de aço foi 36,86 % para Pj-2.

Ao quantitativo orçamentario obtido, é possível concluir que o custo da obra utilizando o sistema de vedação vertical constituído por paineis monolíticos em EPS em vedações verticais é inferior do que o custo da obra utilizando os blocos cerâmicos. No edificio proposto, é possível verificar uma economia de R\$ 7.156,37, uma redução de 0,9% do custo total da obra.

A diferença de custo total da estrutura de concreto armado e dos sistemas de vedações verticais foi de 2,62%, onde o custo da estrutura foi pouco significativa, o que mais impactou na diminuição orçamentária foi no tempo de execução utilizando os painéis monolíticos EPS como sistema de vedação vertical, diminuindo o custo de mão de obra.

Sendo assim, a adoção do sistema de vedação vertical com painéis monolíticos em EPS reduz o uso do concreto e aço nas edificações, diminuindo consequentemente os custos e tempo de execução como também colabora para redução do impacto ambiental.

Sugestões para futuros trabalhos

- Comparativo entre assentamento de tijolos cerâmicos com argamassa industrial convencional e argamassa polimérica.
- Análise de custos entre alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e alvenaria convencional com blocos cerâmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6118:** Projetos de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6120:** Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6123:** Forças devidas ao

vento em edificações . Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15270**: Componentes cerâmicos – blocos e tijolos para alvenaria de vedação – parte 1: métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho – parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16055**: Parede de concreto moldado local para a construção de edificações – Requisitos e procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

BECKER, F. A.; ANDRADE, J. J. **Avaliação da influência do substrato de concreto na resistência de aderência à tração de diferentes tipos de chapisco** Materia (Rio de Janeiro), 2017.

BRASIL. **Diretriz SINAT nº 11**. Diretriz para Avaliação Técnica de Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto., 2014. Disponível em: <https://pbqp-h.mdr.gov.br/biblioteca/diretriz-sinat-n-011/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI** - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civi: PCI.817.01 – Custos de Composição Analítico,2022. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009>. Acesso em: 28 Abr. 2022

FREIRE, A. S. **Indicadores de projeto para edifícios em alvenaria estrutural**, 2007. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

FUHR, A. G. **Análise Estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais com painéis monolíticos Em EPS e com blocos cerâmicos** Unisinos, 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.

GRUPO ISOFORT®. **Monopainel® de EPS(Isopor®)**: Sistemas Construtivos em EPS. Minas Gerais, 2020.

IBGE. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção - Descritivo, 2020**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2020_v30_notas_tecnicas.pdf. Acesso Ago. 2022.

MELO, T. J.; OLIVEIRA, R. A. 2021. **Estudo comparativo da viabilidade entre casas de alvenaria comblocos cerâmicos e casa de parede de concreto moldada in loco em Iporá-GO**. Revista Inovação e Sociedade Vol 2: 13-21p. Iporá-GO: Faculdade de Iporá - FAI.

PONCIANO, A. P.; SILVA, G. L. **Estudo comparativo entre sistemas de construção de alvenaria convencional de e monolite**. 2020, 46 f. (Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade Evangélica de Goianésia. Goianésia – GO,2020.

SIQUEIRA, T. E. **Análise De Desempenho E Custos De Sistema De Vedação Em Eps**. 2017, p. 1–111.(Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco-PR, 2017.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e Práticas Construtivas: da Implantação ao Acabamento**. Editora Erica 1ª Edição: 168 p. SãoPaulo, 2014.

SANTANA, M. R. C.; SOARES, R. A. B.; GOMES, K. N. A. DO E. S. 2020. **Estudo de paredes**,

moldadasno local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa. Revista Brazilian Journal of Development Vol. 6,19p. Anápolis-GO: UniEvangelica.

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.H. H. **Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS para residências unifamiliares**. 2018, 40 f. Artigo (Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Maringa. Maringá - PR, 2018.