



ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS MONOLÍTICOS EM PAINÉIS EPS E SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

¹SEGOLIN, Arthur Fernando; ²VASCONCELOS, Isabela Dalcim;
Orientador: Professora Dra. Renata Lima Moretto - Universidade São Francisco
arthursegolin@hotmail.com / isabela_vasconcellos@outlook.com

Resumo. A construção civil é uma área com diversas possibilidades de execução e com o avanço das tecnologias, surgiram diversos tipos de sistemas construtivos e é de extrema importância avaliar qual se adequa mais ao tipo de construção e relação custo x benefício que o cliente deseja. Analisando a procura e demanda nos dias de hoje, os clientes buscam processos mais limpos, rápidos, sustentáveis e eficientes. Em grande parte da construção civil é utilizada a alvenaria convencional, que é nivelado por baixo em diversos aspectos como demora na execução, grandes índices de desperdícios, incidências de manifestações patológicas e baixo desempenho ambiental, no entanto é a mais utilizada no Brasil, pois, a mão de obra é comum e acessível. Com isso, foram sendo desenvolvidos novos métodos para melhorar os processos de construção e trazer inovações e facilidades para as obras e é nesse momento que entra o método de painéis monolíticos de EPS. Como alguns de seus atributos podemos citar a velocidade de execução, conforto acústico e térmico, impermeabilidade e apelo sustentável. O presente trabalho teve como objetivo comparar os dois sistemas construtivos citados, analisar as suas características com base em referências bibliográficas e por fim a viabilidade de cada método determinando qual é o mais vantajoso em custo-benefício.

Palavras-chave: Métodos Construtivos, Alvenaria Convencional, Paineis Monolíticos, EPS.

Abstract. Civil construction is an area with several possibilities of execution and with the advancement of technologies, several types of construction systems have emerged and it is extremely important to evaluate which one best suits the type of construction and cost-benefit ratio that the customer wants. Analyzing demand and demand these days, customers are looking for cleaner, faster, sustainable and efficient processes. In most civil construction, conventional masonry is used, which is leveled down in several aspects such as delay in execution, high levels of waste, incidence of pathological manifestations and low environmental performance, however it is the most used in Brazil, because, labor is common and affordable. As a result, new methods were developed to improve construction processes and bring innovations and facilities to the works and it is at this moment that the method of monolithic EPS panels comes in. As some of its attributes we can mention the speed of execution, acoustic and thermal comfort, impermeability and sustainable appeal. The present work aimed to compare the two construction systems mentioned, to analyze their characteristics based on bibliographic references and, finally, the feasibility of each method, determining which is the most advantageous in cost-benefit.

Keywords: Construction Methods, Conventional Masonry, Monolithic Panel, EPS.

INTRODUÇÃO

O crescimento industrial está cada vez mais acelerado e evoluído, gerando uma demanda muito alta por inovações mais tecnológicas, rápidas, sustentáveis e de menor custo, sendo assim a construção civil precisa seguir esse movimento para continuar acompanhando a demanda por melhores métodos de construção visando atender as expectativas do mercado e os requisitos de desempenho e qualidade em uso.

Dentre os métodos convencionais construtivos, destacamos no presente trabalho a estrutura de concreto armado e vedações em alvenaria de tijolo cerâmico, que se trata de um sistema usado há muitos anos na construção civil, este é o mais utilizado devido a facilidade de encontrar matéria prima, mão de obra especializada e em função de sua durabilidade e versatilidade. O concreto armado é uma estrutura que utiliza armações compostas de barras de aço juntamente com o concreto. O objetivo das ferragens é o aumento da resistência aos esforços de tração para tornar a edificação mais resistente e a alvenaria têm o papel de vedação e preenchimento dos vãos (MILITO, 2009). As obras são executadas de acordo com o projeto estrutural com base na necessidade da edificação, que determinam a bitola do aço, resistência do concreto, as seções das vigas e o dimensionamento dos componentes estruturais que farão parte do projeto.

Entre os diversos sistemas construtivos inovadores, destacam-se os que utilizam o painel em EPS (poliestireno expandido). O sistema monolítico em EPS foi originado na década de 80 na Itália pelo o Instituto Giordianos. Sua criação se deu pela necessidade de uma certa solução na construção civil, por conta das regiões que ocorrem terremotos. Sendo assim, foi desenvolvido um projeto com o sistema monolítico para que a estrutura não desmoronasse quando houvesse este fenômeno da natureza (ALVES, 2015). Os painéis que compõem este sistema são formados de poliestireno expandido (conhecido como isopor), cobertos por uma malha de aço de alta resistência, em ambas suas faces, unidas por barras de aço. O principal objetivo do sistema é oferecer painéis modulares pré-fabricados, que visam a economia de tempo na construção, a utilização de menos mão de obra, conseguem obter em um único elemento funções estruturais autoportantes e vedações verticais, tornando a execução mais simplificada e obtendo alta capacidade de isolamento térmico e acústico, além de grande versatilidade de formas e acabamentos (EMMEDUE, 2014).

Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é realizar uma comparação e mostrar as diferenças entre o método construtivo monolítico em EPS e a estrutura de concreto armado e vedações em alvenaria de tijolo cerâmico, destacando suas características, técnicas construtivas funcionais, produtividade, custo, desperdício, viabilidade, ou seja, parâmetros atrativos aos usuários para adotar tal sistema.

METODOLOGIA

Sistema Convencional

A estrutura em concreto armado de uma edificação é composta por um conjunto de três elementos: vigas, pilares e lajes, o qual se submete a determinados tipos de esforços e tem como responsabilidade resistir às cargas impostas sobre eles e seus vãos são preenchidos com material de vedação, ou seja, alvenaria de tijolo cerâmico, conforme ilustram as figuras 1 e 2.

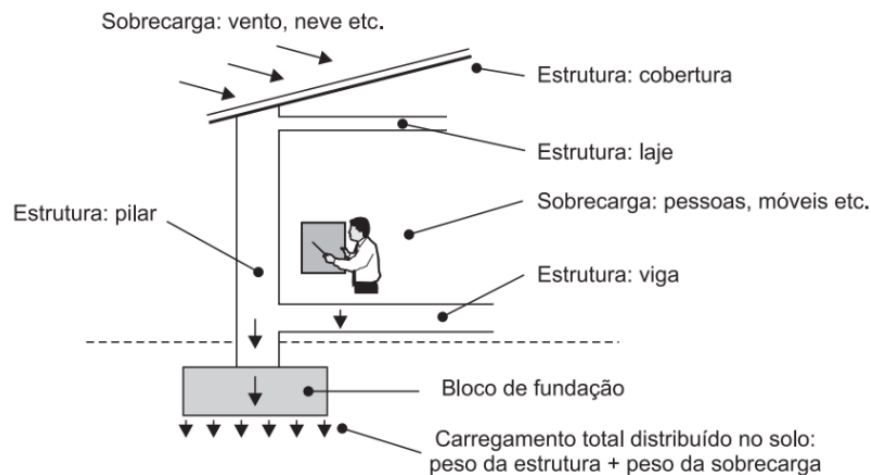


Figura 1 – Cargas na estrutura convencional (Fonte: SALGADO, 2014)



Figura 2 - Alvenaria convencional (Fonte: Blog Astra)

Fundação

É o elemento estrutural que recebe e suporta todas as cargas e esforços provenientes do peso próprio dos elementos estruturais da superestrutura e as transmite para o solo, mantendo sua estabilidade (SALGADO, 2014). Segundo o autor, é imprescindível conhecer o solo e suas características para determinar o tipo de fundação que deve ser utilizada, pois o mesmo deverá suportar tais esforços.

De acordo com MILITO existem duas formas de fundação:

Diretas e rasas: quando as primeiras camadas do subsolo são apropriadas para suportar a carga, pode-se utilizar a sapata corrida, sapata isolada ou radier.

Indiretas e profundas: quando as camadas mais profundas do subsolo são apropriadas para suportar a carga, pode-se utilizar estacas, brocas ou estaca Strauss.

Estrutura

A estrutura de uma edificação em concreto armado é constituída basicamente por vigas, pilares e lajes, que por sua vez tem a finalidade de suportar as cargas aplicadas sobre eles, conforme figura 3. Esses elementos em geral são compostos basicamente de concreto e armadura em aço, sendo suas dimensões determinadas de acordo com a carga que irá receber.

O concreto é composto pela adição de diversos materiais, como cimento, areia, pedra ou brita e água, que após sua cura (secagem) se transforma em uma peça constituída de propriedades e características estruturais. As armaduras dão resistência a estrutura de concreto com relação aos esforços de tração e flexão (SALGADO, 2014).

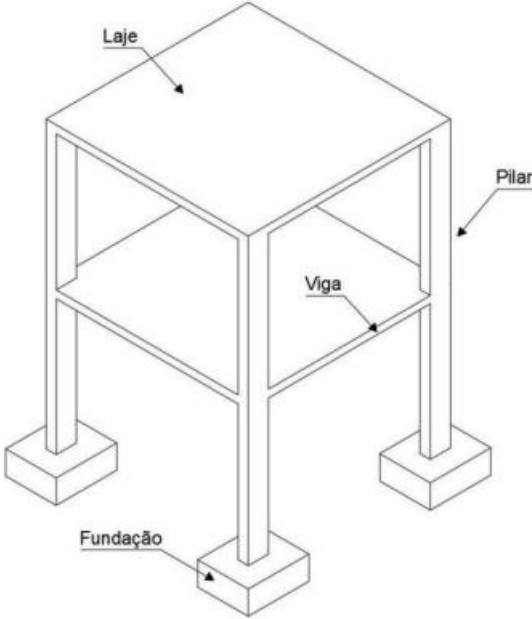


Figura 3 – Elementos estruturais laje-viga-pilar (Fonte: BARBOSA, 2019)

A laje é um elemento plano da estrutura, tem como finalidade dar suporte a contrapisos ou funcionar como cobertura. Geralmente, se apoiam em vigas, que por sua vez se apoiam em pilares e distribuem adequadamente a carga de uma edificação (BASTOS, 2021).

A viga é um elemento estrutural horizontal sujeito a cargas transversais das edificações, comumente utilizada no sistema laje-viga-pilar. A mesma serve de apoio para lajes e paredes, dirigindo suas cargas até os pilares (SALGADO, 2014).

Os pilares tem grande importância na estrutura, são responsáveis por transmitir as solicitações da superestrutura aos elementos de fundação, contribuem de forma significativa na estabilidade global da estrutura e tem grande resistência às solicitações provenientes das ações horizontais na estrutura (SALGADO, 2014).

Alvenaria

A alvenaria pode ser empregada com a finalidade estrutural ou de vedação vertical. No presente trabalho, a mesma tem função de vedação, ou seja, não é utilizada para resistir a cargas além do seu próprio peso. Na alvenaria o elemento principal é o tijolo furado com dimensional 9x19x19cm, o mesmo é produzido com cerâmica vermelha através da extrusão. Para unir os blocos são utilizadas argamassas que são compostas por cimento, areia e água. É recomendada uma junta de amarração específica para que os tijolos sejam assentados, conforme mostra a figura 4, essa distribuição garante uma amarração mais segura (BARBOSA, 2019).

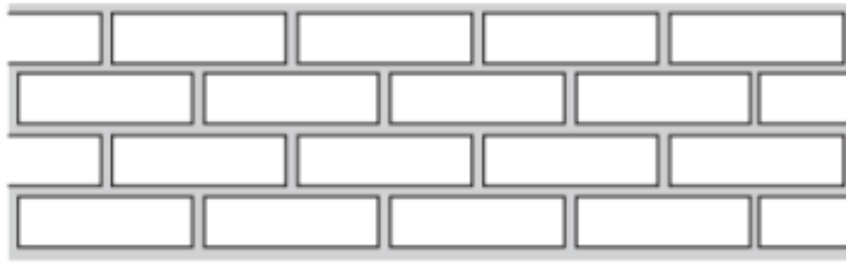


Figura 4 – Junta de amarração de alvenaria (Fonte: BARBOSA, 2019)

Na junção da alvenaria com a estrutura de concreto é preciso de uma amarração entre as mesmas, sendo assim os métodos mais utilizados são:

Chapisco: quando a superfície da estrutura de concreto é chapiscada com argamassa.

Tela galvanizada: quando uma tela é colocada na superfície da estrutura de concreto e instalada transpassando a junta de assentamento entre blocos, conforme ilustra a figura 5.

Ferros de espera: quando são colocados ferros horizontais e retos na estrutura de forma transpasse a junta de assentamento, conforme ilustra a figura 5.

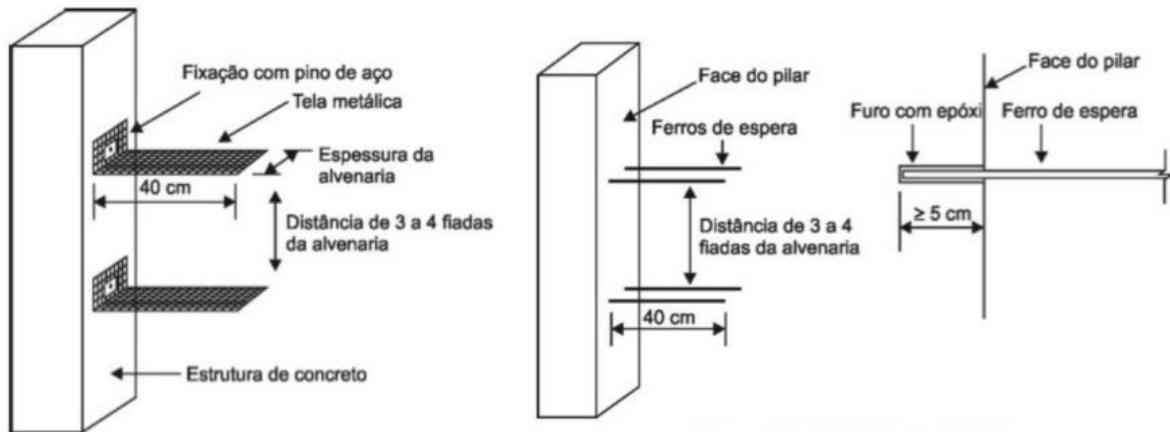


Figura 5 – Amarrações de alvenaria (Fonte: BARBOSA, 2019)

Na alvenaria, vale ressaltar, que no contorno de portas e janelas se faz necessário vergas e contravergas (figura 6) para suportar carga e evitar fissuras devido a tensões concentradas.

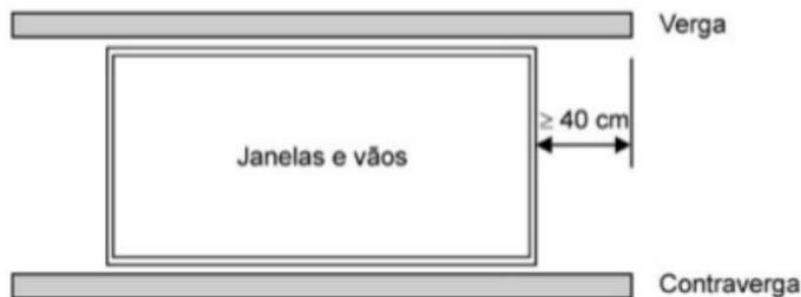


Figura 6 – Vergas e contravergas (Fonte: BARBOSA, 2019)

Instalações Complementares

As instalações complementares são inseridas na alvenaria através de cortes feitos na mesma para embutir as tubulações das instalações elétricas e hidráulicas (figura 7),

posteriormente é realizado um preenchimento desses “rasgos” com argamassa. Esta etapa é considerada geradora de desperdício e sujidades.



Figura 7 – Rasgos na alvenaria para instalações elétricas e hidráulicas (Fonte: próprio autor)

Revestimento

Para realizar o revestimento do piso é preciso uma boa preparação do solo. Segundo SALGADO, o solo deve estar bem compactado, as tubulações embutidas (vedadas e testadas), já devem ser executados os caimentos e nivelamentos, a construção deve estar sem sujidades e organizada e se necessário realizar dreno para escoamento de águas. Em alguns casos, dependendo da fundação utilizada, deve-se colocar um contrapiso acima do solo e posteriormente uma camada de regularização, para que não haja irregularidade na colocação do piso, conforme figura 8.

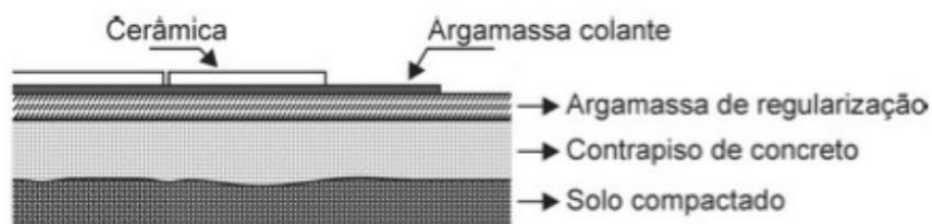


Figura 8 – Camadas do piso (Fonte: SALGADO, 2019)

O revestimento mais comum e tradicional são as argamassas, a mesma é utilizada em todas as obras, pois é o revestimento mais satisfatório para efetuar proteção nas alvenarias (internas e externas). O revestimento completo de argamassa é realizado em duas partes: chapisco e massa única (figura 9). Em seguida, a parede está pronta para receber o acabamento, podendo ser um fundo preparador e posteriormente a pintura ou assentamento da cerâmica/azulejo.

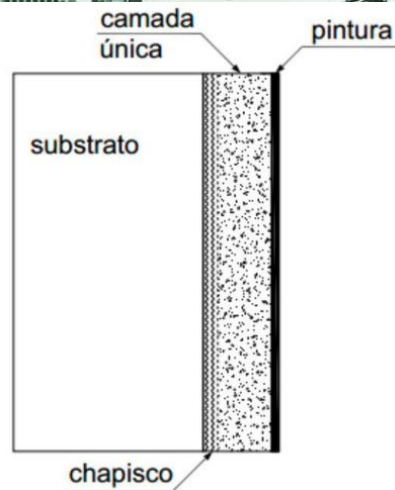


Figura 9 – Revestimento com argamassa (Fonte: SALGADO, 2019)

Cobertura

Na construção a cobertura é um elemento que tem por finalidade proteger a obra e seu interior contra qualquer ação indesejada e da natureza. Há dois tipos mais comuns de cobertura:

Madeira com telhas cerâmicas – composta por um sistema treliçado contendo caibro, ripa, empena, tirante, cumeeira, escora, linha, terça, beiral e frechal, conforme figura 10. As telhas devem ser colocadas sobre o madeiramento de baixo para cima, respeitando o alinhamento horizontal e vertical, deixando um aspecto visual adequado (SALGADO, 2019).

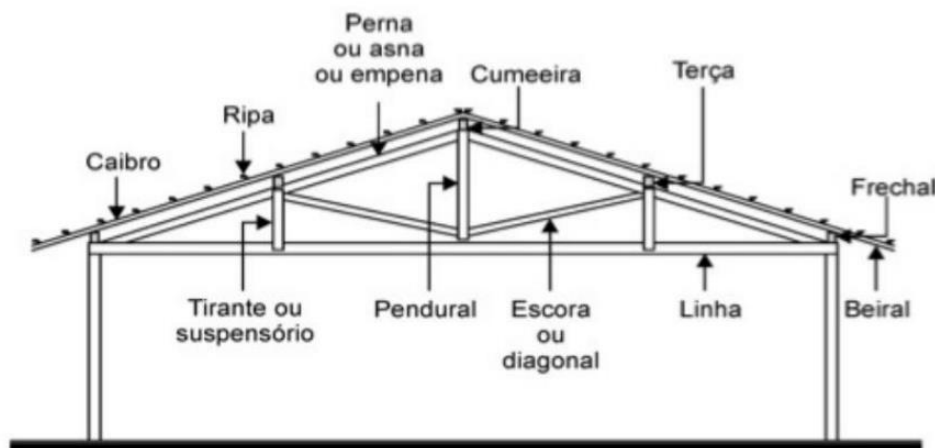


Figura 10 – Elementos de um telhado (Fonte: SALGADO, 2019)

Laje treliçada – é composta por vigotas de concreto armado e os vãos podem ser preenchidos com EPS ou bloco cerâmico, sendo o último mais utilizado, porém a lajota em EPS gera menos carga nas estruturas e fundações, facilidade em manuseio e transporte e melhor isolamento térmico (figura 11). Com a utilização da laje treliçada, se faz necessário a realização da impermeabilização das áreas que ficam expostas às intempéries (SALGADO, 2019).

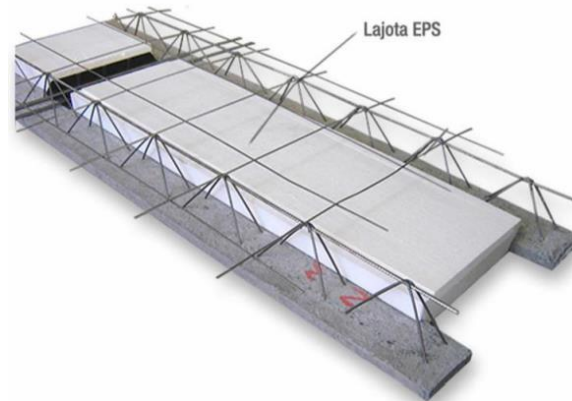


Figura 11 – Laje treliçada (Fonte: SALGADO, 2019)

Sistema construtivo em EPS

O sistema construtivo monolítico em painéis EPS é um método que permite a construção de edifícios e casas, do simples até os complexos, podendo ter até três pavimentos sem a necessidade de ter pilares ou vigas, pois a sua própria estrutura construtiva sustenta a edificação, transmitindo as cargas para as fundações uniformemente (ALVES, 2015). Este método gera uma considerável diminuição nas dimensões das fundações da estrutura, devido o peso da mesma ser menor que as convencionais, o que proporciona uma redução de aço e consequentemente a redução de gastos com materiais (BERTOLDI, 2007). Os painéis que constituem esse sistema são compostos de poliestireno expandido (conhecido como isopor), o mesmo é revestido por uma malha de aço de resistência alta em ambas suas faces, fixadas por barras de aço.

Segundo BERTOLDI, os painéis podem ser destinados como elementos de vedação horizontal, como lajes planas e inclinadas em forma de arco, coberturas e também painel escada, proporcionando ganho de produtividade e qualidade na obra, que simplifica a execução.

Fundação

O sistema monolítico tem uma estrutura leve se comparado ao sistema convencional, sendo assim há uma economia da armadura utilizada. A fundação é considerada simples pelo método de painéis em EPS, podendo ser aplicado as sapatas corridas ou radier, mediante ao projeto estrutural definido pelo engenheiro. Nessa fundação as tubulações hidráulicas e elétricas já devem ser instaladas antes da concretagem e os arranques (de 50 cm de altura com 50 cm de espaçamento) são de extrema importância para esse sistema construtivo, já que são os responsáveis pela continuidade estrutural entre as paredes e a fundação, conforme figura 12.

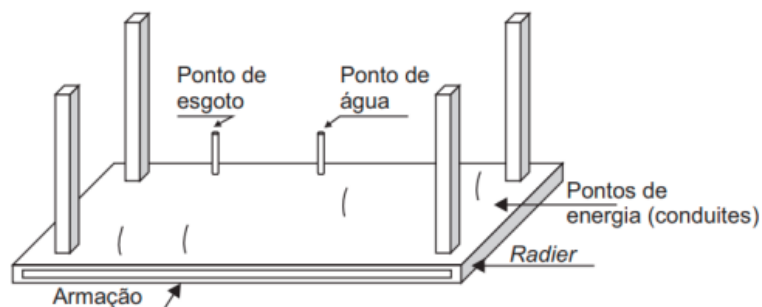


Figura 12 – Fundação Radier (Fonte: SALGADO, 2019)

Estrutura

Os painéis monolíticos serão encaixados nos arranques (figura 13) através de um processo normal de amarração das armaduras e ajustados entre si através do encaixe da própria estrutura.



Figura 13 – Fixação dos arranques (Fonte: SALGADO, 2019)

Após a amarração deve-se alinhar os painéis e verificar o prumo, para isso são colocadas réguas a uma altura de 2 a 3 metros em relação ao piso, as mesmas são fixadas horizontalmente, como mostra a figura 14, em seguida deve-se colocar as escoras na diagonal e perpendicular às réguas (EMMEDUE, 2014). Essa etapa é de extrema importância para a qualidade da estrutura, pois determina o alinhamento e o prumo dos painéis, caso não seja realizado o alinhamento adequado, haverá mais gastos com argamassa para o nivelamento e conseqüentemente mais peso nas paredes.



Figura 14 – Alinhamento dos painéis (Fonte: Paredes Betel)

Os painéis podem ser fornecidos de acordo com a necessidade, com vãos de portas e janelas, ou podem ser cortados in loco com uma tesoura específica para vergalhão para a malha e a serra para o EPS. Neste caso, após a montagem dessas escoras, é preciso adicionar telas de aço em cantos e encontros com cantoneira, para proporcionar mais reforço à estrutura, conforme mostram as figuras 15 e 16.



Figura 15 – Alinhamento dos painéis (Fonte: Isoalfa)

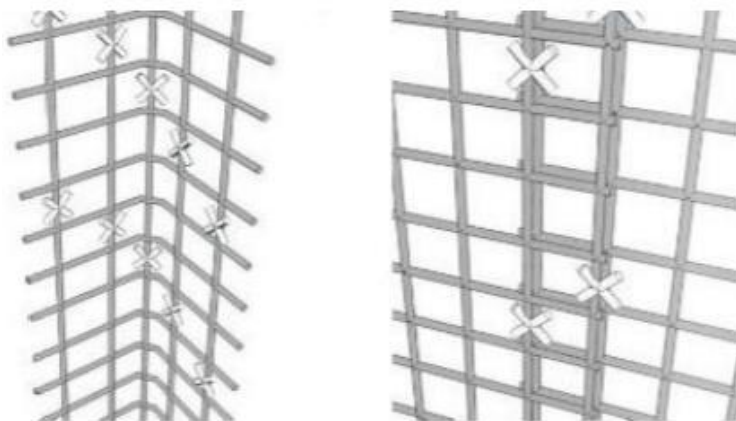


Figura 16 – Telas de reforço em cantos e entre painéis (Fonte: Cassaforma)

Instalações complementares

As instalações hidráulicas e elétricas podem ser realizadas de forma facilitada, pois não é necessário quebrar a estrutura, como no processo de alvenaria tradicional e as mesmas ficam por trás da malha de aço. As demarcações das instalações podem ser feitas diretamente no painel com tinta, posteriormente faz-se a abertura dos espaços da tubulação com uma pistola de ar quente, conforme as figuras 17 e 18.



Figura 17 – Abertura no painel para instalações complementares (Fonte: Paredes Betel)



Figura 18 – Instalações complementares (Fonte: EMMEDUE, 2014)

Quando necessário é possível cortar a tela metálica para passar tubos rígidos e depois realizar o fechamento da mesma, mantendo as propriedades da anterior, pois os cortes não influenciam na estrutura autoportante por conta da pequena área que ocupam no interior do painel. Caso haja necessidade de manutenção nas instalações hidráulicas, onde a falha está no interior da alvenaria, será necessária a quebra das duas camadas de revestimento em argamassa estrutural, assim como é feito na alvenaria de tijolos cerâmicos. Após a alteração deve-se repor as duas camadas novamente (EMMEDUE, 2014).

Revestimento

A aplicação do revestimento é uma etapa com grande facilidade para ser efetuada, pois podem ser utilizados equipamentos de projeção pneumático (figura 19). Esses revestimentos devem ter alta resistência, baixa retração e de fácil aplicação (com fluidez e plasticidade). Segundo BERTOLDI, o traço da argamassa utilizada é 1:3 (areia e cimento), com 200ml de aditivo plastificante e 50g de microfibras de polipropileno por saco de cimento. Em cada face do painel são aplicadas pelo menos 2 camadas, tendo a primeira camada 1cm de espessura (chapisco) e após 48h a segunda camada deve ser aplicada com 2cm.



Figura 19 – Aplicação de revestimento (Fonte: Paredes Betel)

Depois da secagem da segunda camada a parede já possui característica autoportante, sendo assim pode-se remover as escoras e a mesma já está preparada para receber o acabamento (massa corrida, tinta ou revestimento cerâmico). A figura 20 ilustra a preparação citada de um painel em EPS.



Figura 20 – Revestimento de um painel monolítico (Fonte: ISORECORT)

Com relação ao revestimento do piso, se o radier foi bem executado e está bem liso, não será necessário aplicar uma camada para regularização antes do assentamento do piso.

Cobertura

A cobertura mais indicada para esse método é a laje pré-fabricada treliçada com lajotas de EPS, onde a mesma é apoiada diretamente sobre o painel em EPS, como mostra na figura 21.



Figura 21 – Laje pré-fabricada treliçada com lajotas de EPS (Fonte: ISORECORT)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo comparativo entre os sistemas construtivos e para isso utilizou-se como referência os princípios da NBR 15575:2021 (Edificações habitacionais – Desempenho), onde a mesma detalha em seu conteúdo as exigências dos usuários para sua satisfação quanto a edificação. Sendo as exigências: segurança mecânica, segurança ao fogo, conforto térmico, conforto acústico, impacto ambiental, durabilidade e estanqueidade.

Além destas exigências da norma, também incluímos outros critérios importantes para obter um sistema construtivo de qualidade, sendo eles: armazenamento, peso, produtividade e mão de obra, preço, execução das instalações complementares, mercado e aceitação e as limitações.

Resistência Mecânica

A resistência à compressão do sistema convencional de concreto armado completo, formado por pilares e vigas, quando projetados e dimensionados corretamente, podem resistir a cargas críticas e altas. Porém, sobre a alvenaria não se deve aplicar nenhum tipo de carga, pois a mesma além de apresentar uma baixa resistência tem a função apenas de realizar a vedação vertical. Sendo assim, o sistema convencional apresenta boa resistência a absorção de impactos, vibrações e quedas, mas ainda assim é inferior ao sistema em painéis EPS, sendo sua resistência, segundo BASTOS (2019), de 20 Mpa.

O sistema monolítico em EPS, devido suas células fechadas ele proporciona elevado poder de absorção de impactos, quedas e vibrações, caracterizando uma elevada resistência mecânica. Se a execução do sistema seguir as recomendações de projeção pneumática, que gera uma compactação do revestimento à superfície de uma forma constante, o valor de resistência à compressão é em torno de 35 Mpa (BERTOLDI, 2007).

Resistência ao fogo

Com relação a alvenaria, conforme a norma técnica 08/2019 do Corpo de Bombeiros, uma parede com espessura de 13 cm resulta em um tempo de resistência ao fogo de 2 horas.

Sendo assim, as estruturas de concreto armado, se bem dimensionadas, não apresentam problemas em suportar altas temperaturas.

O EPS utilizado no sistema monolítico é do tipo F não inflamável, sendo considerado autoextinguível e retardante de chama e ainda contém um inibidor de combustão. Em contato com a chama o mesmo contrai, dificultando a sua ignição. Somente após uma prolongada exposição a chama que gera a ignição do material, ainda que a propagação da chama seja limitada. Segundo o Grupo Isorecort e o Eng. Denilson, uma parede de painel monolítico de 14 cm resistiu a condições extremas de calor por 30 minutos. A norma técnica 08/2019 do Corpo de Bombeiros aponta o tempo exigido de resistência ao fogo de uma edificação residencial, com altura menor que 12 metros, de 30 minutos, sendo assim o mesmo atende as exigências estabelecidas.

Isolamento Térmico

A alvenaria em blocos cerâmicos, segundo o INMETRO (2013), apresenta um bom isolamento térmico, visto que sua transmitância térmica global é de 2,46 em média, para uma parede conforme mostra a figura 22.

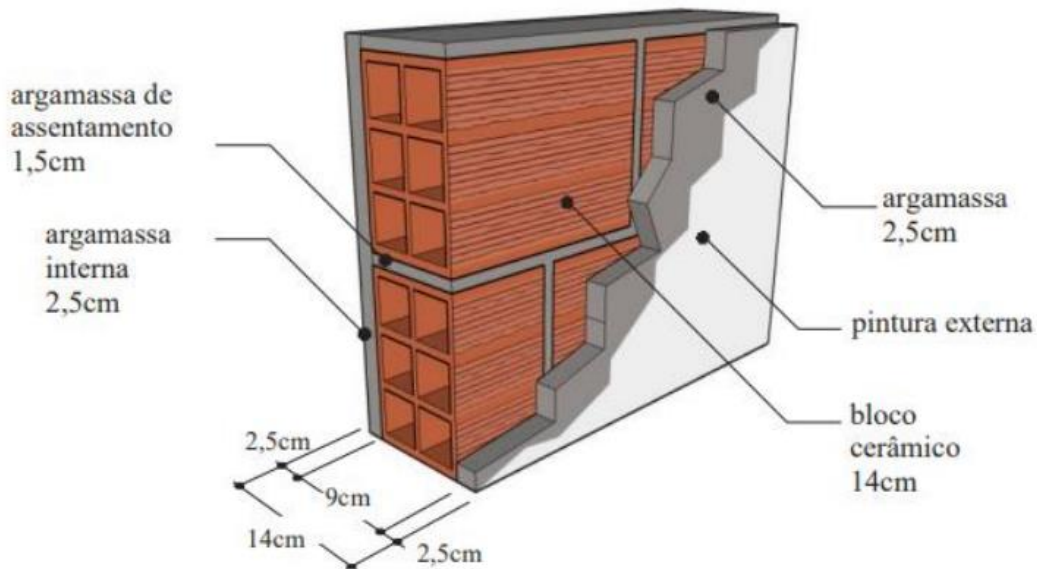


Figura 22 – Modelo de parede de alvenaria para cálculo da transmitância global (Fonte: INMETRO, 2013)

De acordo com a norma de desempenho 15575, os limites de transmitância térmica em paredes externas variam conforme as diferentes zonas bioclimáticas. Boa parte do território nacional se encontra entre as zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8, onde a exigência da absorvância da parede externa é de $\geq 3,7$ e $\leq 60\%$. Paredes com tonalidades claras possuem absorvância $\leq 60\%$, por conta disso a norma de desempenho pede um valor de transmitância térmica $\geq 3,7$. Para utilizar cores com tonalidades escuras nas paredes externas, onde mais de 60% de toda radiação incidente nessa parede é absorvida, a norma exige um valor de transmitância $< 2,5$.

Com relação ao EPS, o mesmo apresenta um isolamento térmico excelente, sendo essa uma de suas características principais, pois tem alta capacidade de resistir a passagem de calor em virtude de sua estrutura celular ser fechada. Uma parede de 15 cm feita com painéis monolíticos em EPS apresenta transmitância térmica de 0,43 (BERTOLDI, 2007), valor aproximadamente 6 vezes menor quando comparado ao da alvenaria cerâmica e consideravelmente abaixo dos limites propostos pela NBR 15575.

Isolamento acústico

As características acústicas dos dois tipos de matérias são semelhantes, a CASSAFORMA mostra o isolamento acústico da parede em EPS sendo de 45dB e para a alvenaria, a EMMEDUE mostra o valor de 41dB, para paredes de mesma espessura. Desta forma, ambas atendem as exigências da NBR 15575, que determina um nível mínimo de 30 dB de isolamento acústico em paredes externas de habitações expostas a médios ruídos.

Impacto ambiental

O sistema construtivo convencional gera uma grande quantidade de entulho durante a execução da obra e também se utiliza de muita água e energia, desde sua fabricação até no andamento da obra. Já o EPS é constituído por até 98% de ar e 2% de poliestireno, o que o torna 100% reciclável e reaproveitável. Com a sua utilização tem-se a diminuição drástica do consumo de água e energia, desde a sua fabricação até sua execução e também reduz a geração de resíduos na obra para quase zero (CELERE, 2021).

Durabilidade

Segundo BASTOS (2019) o concreto armado apresenta uma durabilidade entre 50 a 100 anos, dependendo de como ele foi construído, usado e conservado. Já o EPS, de acordo com a CASSAFORMA, tem uma durabilidade maior que 50 anos. Sendo assim, ambos os sistemas atendem as exigências da NBR 15575, onde estabelece que a vida útil do projeto deve ser igual ou superior a 50 anos.

Estanqueidade

O sistema construtivo de concreto armado e alvenaria em tijolos cerâmicos contém baixa estanqueidade por conta do seu alto grau de porosidade. Já o sistema monolítico em EPS, tem baixo nível de absorção de água devido ser um material não higroscópico, não absorve umidade, sendo assim não proporciona a proliferação de cupins e fungos (BERTOLDI, 2007).

Transporte e armazenamento

O armazenamento dos blocos cerâmicos e do EPS são semelhantes, visto que ambos são colocados na obra de forma empilhável, conforme mostra nas figuras 23 e 24. Os mesmos são dispostos desta maneira para não atrapalhar a mobilidade de materiais durante a execução das tarefas. Os blocos cerâmicos devem ser estocados em pilhas com altura máxima de 2 metros, sobre superfície plana e o EPS pode ser empilhado na horizontal com pilha de no máximo 20 painéis. Tratando-se de armazenamento, ambos são alocados de forma a reduzir a ocupação de espaço (CELERE, 2021).

Com relação ao transporte dos dois sistemas, o EPS sai em vantagem devido seu peso ser mais leve que os materiais de alvenaria, sendo assim tanto o carregamento quanto o descarregamento são mais facilitados (CELERE, 2021).

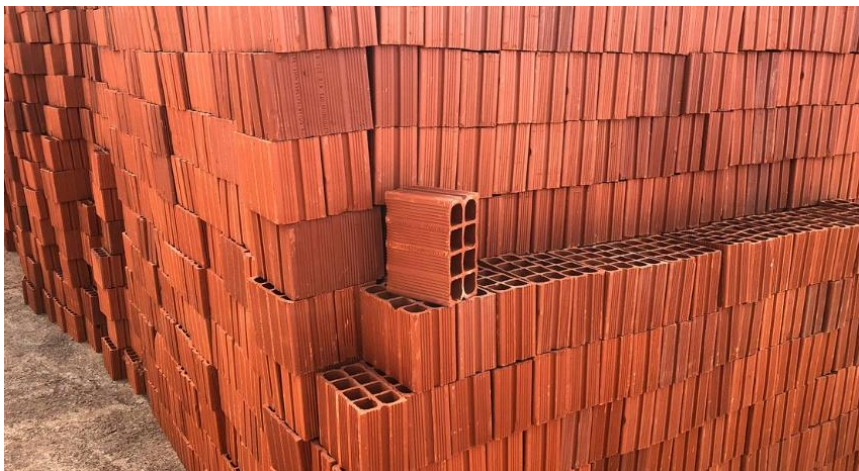


Figura 23 – Pilha de bloco cerâmico (Fonte: Próprio autor)



Figura 24 – Pilha de EPS (Fonte: Cassaforma)

Peso

O sistema construtivo monolítico de EPS tem o peso próprio de 90 kg/m^2 e uma parede de alvenaria em blocos cerâmicos revestida com argamassa tem um peso de 160 kg/m^2 (CELERE, 2021). Sendo assim, o EPS tem o peso próprio menor, devido o tipo de material da sua composição e a não utilização de pilares e vigas.

Produtividade e mão-de-obra

A produtividade dos painéis em EPS é de $0,15 \text{ h/m}^2$ e a produtividade do assentamento de bloco cerâmico é de $0,43 \text{ h/m}^2$, segundo MENDES e PEREIRA. Sendo assim, o sistema monolítico de EPS pode reduzir em até 50% o prazo da execução da obra em relação ao sistema convencional.

O assentamento de blocos exige mão-de-obra especializada, já o EPS para sua instalação faz-se necessário a qualificação da equipe por meio de treinamento, tendo mais facilidade na execução. E com relação a ergonomia, a alvenaria é assentada peça por peça, proporcionando um desgaste físico acentuado aos colaboradores (SALGADO, 2014).

Preço

Foi realizado um estudo por BALBINO (2020) de uma construção de uma residência unifamiliar de 46,80 m² de área construída e foi realizada uma comparação entre os orçamentos para o método do sistema convencional e para o sistema monolítico em EPS, obtendo como resultado um custo para o sistema convencional de R\$ 49.421,77 e um custo para o sistema de painéis monolíticos EPS de R\$ 35.022,43, ou seja, uma economia de aproximadamente 29%.

Os materiais utilizados na execução do sistema convencional são encontrados facilmente e em abundância no mercado e devido a esse motivo tem baixo custo unitário inicialmente. Porém, o custo final torna-se mais elevado pela necessidade de mais mão de obra, tempo e material.

Essa economia para o sistema monolítico em EPS foi obtida devido redução no tempo de obra e redução da infraestrutura da casa.

Execução das instalações complementares

No sistema convencional, na etapa de instalações complementares, o mesmo se torna menos eficiente, pois gera a necessidade de quebras na alvenaria resultando no desperdício de material, para realizar a passagem de canos e eletrodutos. As instalações complementares no sistema em EPS é bastante facilitada, pois não há necessidade de quebras, gera zero resíduos e demanda menos mão de obra, por conta da técnica do sistema.

Mercado e aceitação

O sistema convencional tem melhor aceitação no mercado por parte dos usuários e dos construtores por ser um sistema mais conhecido e utilizado. O EPS tem baixa aceitação, por conta dos fatores como falta de divulgação e conhecimento do material quanto a suas vantagens, conservação, insegurança com o novo e pouca disponibilidade no mercado, mesmo sendo fácil de encontrar fornecedores do sistema.

Limitações

O método construtivo convencional não apresenta limitações em sua execução. Já o sistema monolítico tem uma limitação onde é estabelecido que deve ser construído até 3 pavimentos, podendo obter mais pavimentos se recorrido a estruturas auxiliares como pilares e vigas, além de que as paredes do método monolítico podem alcançar até 12 metros de extensão, sem a utilização de pilares (ALVES, 2015).

Diante de todos os fatores que foram comparados entre os dois métodos construtivos, pode-se realizar a tabela 1 abaixo para melhor analisar os resultados. Os símbolos foram utilizados conforme abaixo:

- ▲ - para critérios onde foram predominantemente mais vantajosos.
- ▼ - para critérios onde foram predominantemente menos vantajosos.
- - para critérios onde os mesmos empataram.

Tabela 1 – Comparativo entre os métodos construtivos.

Propriedades	Sistema convencional em tijolo cerâmico	Sistema monolítico em EPS
Resistência Mecânica	▼	▲
Resistência ao Fogo	—	—
Isolamento térmico	▼	▲
Isolamento acústico	—	—
Impacto ambiental	▼	▲
Durabilidade	—	—
Estanqueidade	▼	▲
Transporte e armazenamento	▼	▲
Peso	▼	▲
Produtividade e mão de obra	▼	▲
Preço	▼	▲
Execução das instalações complementares	▼	▲
Mercado e aceitação	▲	▼
Limitações	▲	▼

Fonte: Próprio autor.

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados na Tabela 1 acima, pode-se verificar que por diversos fatores o método construtivo em EPS é mais vantajoso que o método construtivo convencional.

CONCLUSÕES

A construção civil está em um constante processo de eficiência e desenvolvimento, sendo assim surge a necessidade de buscar melhorias para a implantação de novos projetos e inovação. Em vista disso, o presente trabalho apresenta uma comparação entre o método construtivo convencional e o sistema monolítico de EPS, baseando-se em referências bibliográficas e estudos para determinar ambas as vantagens e custo-benefício e com isso, pode-se afirmar que o objetivo proposto do trabalho foi atingido, uma vez que a Tabela 1 mostra a comparação entre ambos os métodos e suas características exigidas pela NBR 15575: (Edificações habitacionais – Desempenho).

Com base nos dados coletados e analisados, podemos concluir que o sistema de painéis monolíticos em EPS é mais econômico devido a rapidez e agilidade na execução, sustentável e menor gerador de resíduos e entulhos na obra durante as instalações complementares, possui melhor isolamento térmico, resistência mecânica, estanqueidade e tem seu peso próprio consideravelmente menor. Mas este método ainda é visto com certo medo devido a sua matéria prima - o EPS, e também o pouco conhecimento da existência do mesmo no mercado, mas esse



cenário deve mudar em breve, a medida em que existe uma grande necessidade e exigência por processos mais eficientes e com mais rapidez na execução, qualidade e sustentabilidade.

O método convencional de concreto armado com alvenaria de bloco cerâmico, apresenta baixa resistência mecânica na alvenaria, porém sua estrutura de concreto armado possibilita ao método grande capacidade de suportar cargas, deixando ilimitada a questão de vãos livres e pavimentos. Em contrapartida, o painel monolítico em EPS apresenta maior resistência mecânica com menor capacidade de suportar cargas, sendo limitado a três pavimentos. Mas, se tratando de construções residenciais, este método é o mais vantajoso nesse quesito.

Com relação a resistência ao fogo, o sistema convencional suporta por mais tempo, mas os dois sistemas atendem as exigências estabelecidas e apresentam bom comportamento quando submetidos a situações extremas. O isolamento acústico, os dois métodos performam semelhantemente e também atendem os requisitos da norma de desempenho.

O método monolítico possui algumas características que superam com mérito o sistema convencional, sendo elas, o isolamento térmico, onde pudemos ver que uma parede em EPS de 15 cm gera o mesmo conforto que uma parede de 98 cm de tijolo cerâmico, a facilidade de manuseio e transporte, por conta de seu baixo peso, que também é vantajoso quando pensamos no peso próprio da construção sobre a fundação, o ganho de produtividade, podendo reduzir até 50% do tempo de uma obra, o preço, devido à redução de custos por não utilizar estrutura de pilares e vigas, a estanqueidade, pois é um material higroscópico, ou seja, apresenta baixo nível de absorção de água e a facilidade na execução das instalações complementares, que além de ser muito mais rápido e prático, não gera resíduos.

REFERÊNCIAS

MILITO, J. A. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios**. Apostila. Faculdade de Ciências Tecnológicas da P.U.C. Campinas e Construção Civil da FACENS-Faculdade de Engenharia de Sorocaba. 284p. 2009.

ALVES, João Paulo de Oliveira. **Sistema Construtivo em Painéis de EPS**. 2015. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

EMMEDUE, Advanced Building System, Italy. Disponível em: < www.mdue.it/ >. Acesso em: 18 out. 2022.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificações**. 3. ed. São Paulo: Érica, 2014.

ASTRA. **Conheça os 4 sistemas de construção mais utilizados**. Disponível em: <www.astrasa.com/>. Acesso em 18 out. 2022.

MILITO, J. A. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios**. Apostila. Faculdade de Ciências Tecnológicas da P.U.C. Campinas e Construção Civil da FACENS-Faculdade de Engenharia de Sorocaba. 284p. 2009.

BARBOSA, Iutah Cristal Dezidério de Veras. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE CONCRETO ARMADO E MADEIRA EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NO TOCANTINS** – Palmas, TO, 2019.



BASTOS, Paulo Sergio. **LAJES DE CONCRETO ARMADO**. Disponível em: <<https://www.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Lajes.pdf>>. UNESP - Bauru/SP, 2021. Acesso em 18 out. 2022.

BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização de Sistema Construtivo com Vedações Constituídas por Argamassa Projetada Revestindo Núcleo Composto de Poliestireno Expandido e Telas de Aço: Dois Estudos de Caso em Florianópolis**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: **Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro. 2021.

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

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. INSTRUÇÃO TÉCNICA n ° 08/2019: Segurança estrutural contra incêndio. São Paulo. 2019

ISORECORT. **MONOPAINEL®**. Disponível em: < <https://www.isorecort.com.br/>>. Acesso em 08 jun. 2022.

ANEXO DA PORTARIA INMETRO N° 50/ 2013 - ANEXO GERAL V – **Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros**. 2013.

CASSAFORMA, **Sistema Construtivo**. Argentina. Disponível em: < <http://cassaforma.com/>>. Acesso em: 22 jan. 2022.

CELERE, **Painéis monolíticos: o que são e quais são suas vantagens**. 2021. Disponível em: <<https://celere-ce.com.br/>>. Acesso em: 08 jun. 2022.

MENDES, Janaina Moreira; PEREIRA, Brenda dos Santos. **COMPARATIVO DE CUSTO E PRODUTIVIDADE DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS EM EPS E CONCRETO ARMADO**. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia. 2012.

BALBINO, Matheus de Souza. **SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS: UMA SOLUÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL**. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2020.