

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
RAFAEL DA SILVA KOWALSKI

**ANÁLISE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL
ENTRE UMA CASA CONSTRUÍDA EM
PAINEL MONOLÍTICO
E UMA CASA CONVÊNACIONAL DE ALVENARIA**

LAGES
2020

RAFAEL DA SILVA KOWALSKI

**ANÁLISE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL
ENTRE UMA CASA CONSTRUÍDA EM
PAINEL MONOLÍTICO
E UMA CASA CONVÊNACIONAL DE ALVENARIA**

Trabalho de conclusão de curso referente ao curso de graduação de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIFACVEST, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Tutor: Aldori Batista dos Anjos

LAGES

2020

RAFAEL DA SILVA KOWALSKI

**ANÁLISE DE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL
ENTRE UMA CASA CONSTRUÍDA EM
PAINEL MONOLÍTICO
E UMA CASA CONVÊNACIONAL DE ALVENARIA**

**Trabalho de Conclusão de Curso aprovado no
Curso de Licenciatura em Educação Física,
sendo atribuída a nota "_____"
(_____) pela banca
examinadora formada por:**

Professor M.e Aldori Batista dos Anjos
Eng. Sanitarista e Ambiental

Professora D.ra Maria Benta Cassetari Rodrigues
Eng. Agrônoma

Professor Samuel Garcia Schmuller
Eng. Civil.

LAGES /SC

2020

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho aos familiares em geral, minha esposa Bruna e pais Joelma e Volmir que sempre estiveram presente me dando força e incentivo na busca dos meus sonhos, dedico também ao meu grande amigo Jhony Vagner que me acompanhou nessa caminhada e que hoje considero um irmão que a faculdade me deu e a todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho.

**ANÁLISE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL
ENTRE UMA CASA CONSTRUÍDA EM PAINEL MONOLÍTICO
E UMA CASA CONVÊNACIONAL DE ALVENARIA**

Rafael Da Silva Kowalski¹

Aldori Batista dos Anjos²

RESUMO

Esse trabalho traz um diferencial de prazo, materiais, e técnicas de construção, de um sistema construtivo de uma residência popular construída pelo sistema convencional de construção em alvenaria e outra construída com sistema de painéis monolíticos em EPS (isopor). Com o sistema convencional se tem uma obra mais demorada, com mão de obra com um custo de até 50% a mais do que a de isopor, sem contar ainda a questão da sustentabilidade onde a construída em isopor se destaca ao reutilizar os descartes da obra. Com isso o sistema de Painel monolítico acaba se tornando um sistema construtivo econômico, rápido e sustentável em comparação com uma construção convencional em alvenaria.

Palavras-Chave: Painéis em EPS, Sistema Construtivo, Isopor.

ANÁLISE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL

¹ Acadêmico do curso de Engenharia, 10ª fase, disciplina TCC II, do Centro Universitário UNIFACVEST.

² Professor e coordenador geral dos cursos de Engenharia UNIFACVEST.

ENTRE UMA CASA CONSTRUÍDA EM PAINEL MONOLÍTICO E UMA CASA CONVÊNACIONAL DE ALVENARIA

Rafael Da Silva Kowalski³

Aldori Batista dos Anjos⁴

ABSTRACT

This work brings a differential of time, materials, and construction techniques, of a building system of a popular residence built by the system conventional construction and another built with of monolithic EPS panels (Styrofoam). With the conventional system has a longer work, with labor cost up to 50% more than that of Styrofoam, not to mention the issue of sustainability where the built in Styrofoam stands out by reusing the waste of the work. This makes the monolithic panel system an economical, fast and sustainable building system compared to a conventional masonry construction.

Keywords: EPS Panels, Construction System, Styrofoam.

LISTA DE FIGURAS

³ Acadêmico do curso de Engenharia, 10^a fase, disciplina TCC II, do Centro Universitário UNIFACVEST.

⁴ Professor e coordenador geral dos cursos de Engenharia UNIFACVEST

<i>Figura 1</i>	20
<i>Figura 2</i>	21
<i>Figura 3</i>	22
<i>Figura 4 :Painel de EPS na fábrica</i>	24
<i>Figura 5: Fundação radier para casa de isopor</i>	25
<i>Figura 6: Escoras utilizadas nos painéis</i>	26
<i>Figura 7: Casa de isopor: exemplo de caixa de passagem</i>	28
<i>Figura 8: Sistema construtivo em painel de argamassa armada com miolo de EPS, chamado ECOGRIDE, da LCP Engenharia & Construções</i>	29
<i>Figura 9:Casa de isopor: parede com revestimento</i>	30
<i>Figura 10: Casa de isopor: parede com revestimento</i>	31
<i>Figura 11: Laje treliçada de isopor</i>	32
<i>Figura 12</i>	33
<i>Figura 13: Sala decorada com EPS</i>	35
<i>Figura 14: Fundação para casa de alvenaria</i>	40
<i>Figura 15</i>	42
<i>Figura 16</i>	43
<i>Figura 17</i>	45
<i>Figura 18</i>	46
<i>Figura 19</i>	47
<i>Figura 20: laje EPC x laje cerâmica</i>	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	23
Tabela 2- Características exigíveis pelos usuários para satisfação dos mesmos	53
Tabela 3– comparativo geral entre os métodos Monolite e Convencional.....	54

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
2 METODOLOGIA	11
3 REVISÃO LITERÁRIA	12
3.1 Seleção de sistema construtivo	12
3.2 Análise técnica, econômica e ambiental entre uma casa construída em painel monolítico e uma casa convencional de alvenaria	18
3.3 Elementos Decorativos	34
3.4 Importância em nível tecnológico	37
3.5 Normas ABNT	38
3.6 Construção De Alvenaria.....	39
3.7 Processo Construtivo	39
3.8 Acabamentos / Revestimento	48
3.9 Laje.....	50
3.10 Conforto Térmico E Acústico	51
3.11 Vantagens da Construção em Alvenaria.....	51
3.11.1 Desvantagens da Construção em Alvenaria	51
4 RESULTADOS	53
5 DISCUSSÃO	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	61

O sistema construtivo de painéis em Poliestireno Expandido - EPS foi criado pela Monolite e por isso o é chamado de sistema Monolite, nele consta importantes avanços na área da construção civil, mais especificamente para o levante de alvenaria, esse processo construtivo pode ser utilizado tanto como fechamento estrutural, e também como estrutura de vedação.

Nos dias de hoje a necessidade do mercado faz do sistema construtivo em painéis monolíticos em EPS uma opção altamente vantajosa, tendo em vista que dispõe dos requisitos para uma obra bem sucedida: rapidez na execução, qualidade, sustentabilidade, competitividade, conforto termo acústico, impermeabilidade, altíssima resistência e fácil transporte (devido os painéis serem leves se comparados aos blocos de concreto).

A origem dos painéis com poliestireno expandido (EPS) vem de um projeto italiano, desenvolvido em uma região sujeita a terremotos, com o objetivo de criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e juntamente tivesse elementos de isolamento térmica no início dos anos oitenta.

Com a ideia formada, foi desenvolvido um painel modular, leve, pré-fabricado, composto de uma alma de EPS colocado entre duas malhas de aço eletro soldadas, onde em seguida recebe revestimento em concreto ou argamassa aplicados nas obras.

Ainda segundo Bertoldi (2007) esta tecnologia foi aderida em diversos países, entre eles: Itália, Portugal, Espanha, Rússia, Turquia, Líbia, Egito, Argentina, Chile, Venezuela, Guatemala, Costa Rica, México, França, países onde foram implantadas unidades de produção desse sistema construtivo.

Com um mercado aprovado nos países por onde passou, o sistema vem crescendo muito no mercado brasileiro, trazendo uma nova tecnologia e uma solução inovadora, enriquecendo ainda mais o mercado da construção civil, visto que o método apresenta diversas vantagens frente ao método convencional de estruturas de concreto armado e blocos de concreto utilizado como vedação. Por fim esse trabalho traz como objetivo específico:

- Um comparativo entre o método construtivo de painel monolítico com o de alvenaria tradicional;
- Conscientizar sobre a sustentabilidade gerada ao optar por esse método;
- Mostrar todas as vantagens do painel monolítico quando comparada a uma casa convencional.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi feito em base de revisão bibliográfica pesquisada em artigos e temas relacionados ao assunto escolhido, onde os mesmos abordam toda a importância de se utilizar meios sustentáveis na construção civil, tendo em vista preservar o meio ambiente e priorizar as próximas gerações.

3 REVISÃO LITERÁRIA

3.1 Seleção de sistema construtivo

Martins (2013), salienta um dos primeiros aspectos a serem considerados no desenvolvimento da metodologia para seleção de sistemas construtivos. Trata-se da determinação das exigências do usuário definidas na Norma de Desempenho, a NBR 15575 de 2013.

Segundo a NBR 15575:1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), os requisitos considerados essenciais no processo são divididos em três grupos: segurança, habitabilidade e sustentabilidade.

1. Segurança: Aborda os itens a serem executados em sua plenitude pois colocam em risco a segurança dos usuários ou inviabilizam a produção da edificação.
 - Segurança estrutural;
 - Segurança contra o fogo;
 - Segurança no uso e na operação;
2. Habitabilidade: Apresenta características indispensáveis a fim de estabelecer uma escala de satisfação atrelada às necessidades do usuário:
 - Estanqueidade;
 - Desempenho térmico;
 - Desempenho acústico;
 - Desempenho lumínico;
 - Saúde, higiene e qualidade do ar;
 - Funcionalidade e acessibilidade;
 - Conforto tátil e antropodinâmico;
3. Sustentabilidade: Discorre a respeito do controle sobre impacto ambiental das obras:
 - Durabilidade;
 - Manutenibilidade;

- Impacto ambiental;

3.1.1 Segurança

3.1.1.1 Segurança estrutural

Refere-se ao nível de estabilidade do modelo de construção definido e a sua capacidade de resistência as cargas estabelecidas para sua utilização, sem atingir o “estado limite último”, que corresponde a ruína do elemento ou parte dele, nem comprometer sua durabilidade (GONÇALVES, 2003).

A NBR 15575:1 (2013, p. 14-15) detalha abaixo os componentes e solicitações do item em questão:

Estabilidade e resistência estrutural: Evitar a ruína da estrutura pela ocorrência de algum estado-limite último. Os estados-limites últimos (ELU) determinam a paralisação, no todo ou em parte, do uso da construção, por sua simples ocorrência. * Deformações, fissurações ocorrência de outras falhas: Circunscrever as deformações resultantes das cargas de serviço e as deformações impostas ao edifício habitacional ou sistema a valores que não causem prejuízos ao desempenho de outros sistemas e não causem comprometimento da durabilidade da estrutura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 14-15).

3.1.1.2 Segurança contra o fogo

Gonçalves (2003) aborda este requisito enfatizando a relação não apenas ao controle do risco de início de incêndio em decorrência dos equipamentos existentes (que podem ser fontes acidentais de fogo), como também à reação ao fogo dos materiais constituintes da edificação (formação de fumaça e/ou geração de gases tóxicos). De acordo com NBR 15575:1 (2013, p. 14-15) as exigências que pautam essa norma são as seguintes:

Proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio; Dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio; Proporcionar meios de controle e extinção do incêndio; Dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p 14-15).

Os objetivos principais de garantir a resistência ao fogo dos elementos estruturais são:

Possibilitar a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança; Garantir condições razoáveis para o emprego de socorro público, onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção); Evitar ou minimizar danos à própria edificação, às outras adjacentes, à infraestrutura pública e ao meio ambiente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p.16).

3.1.1.3 Segurança no uso e na operação

Devem ser previstas no projeto e na execução conforme a NBR 15575:1 (2013, p.18) formas de minimizar durante o uso da edificação o risco de:

Queda de pessoas em altura: telhados, áticos, lajes de cobertura e quaisquer partes elevadas da construção; [...] Ferimentos ou contusões em função da dessolidarização ou da projeção de materiais ou componentes a partir das coberturas e das fachadas, tanques de lavar, pias e lavatórios, com ou sem pedestal, e de componentes ou equipamentos normalmente fixáveis em paredes; Ferimentos ou contusões em função de explosão resultante de vazamento ou de confinamento de gás combustível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 18).

3.1.2. Habitabilidade

3.1.2.1 Estanqueidade

Este requisito aborda o nível de estanqueidade à água, ao ar, ao pó, alguns tipos de materiais, além de insetos e pequenos animais. O nível estanque da água tem sido a principal preocupação nos estudos direcionados a definição dos parâmetros de avaliação (PAYAO; SCHMIDT; SCHROEDER, 2000). A exposição à águas pluviais, à umidade oriunda do solo e aquela vinda do uso das moradias habitacionais, devem ser consideradas em projeto, afinal a umidade tende a acelerar os processos de deterioração e acaba por gerar a perda das condições de habitabilidade e higiene do ambiente construído (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). A norma citada no parágrafo acima

completa frisando um princípio essencial neste requisito, que é a estanqueidade das fontes de umidade internas e externas à edificação.

3.1.2.2 Desempenho térmico

As exigências de conforto térmico procuram limitar as sensações impertinentes geradas pela perda considerável de calor pelo corpo, através da disparidade de temperatura entre as inúmeras partes do corpo, pela dificuldade de expulsar o calor oriundo do organismo e pela presença de superfícies frias (SILVA, 2009). O processo de avaliação do desempenho térmico segundo consta na NBR 15575:1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) é composto pelas seguintes etapas:

- Caracterização das demandas humanas de conforto térmico;
- Caracterização das condições costumeiras de exposição ao clima;
- Caracterização da edificação e da sua ocupação;
- Caracterização do funcionamento térmico da edificação;
- Avaliação da performance térmica da edificação.

3.1.2.3 Desempenho acústico

De Freitas (2006) relaciona a compatibilidade do nível sonoro com as atividades a serem realizadas no interior da edificação, ao ruído de impacto e de equipamentos no interior e exterior da edificação além da exigência de sonoridade (que é expressa no tempo de reverberação nos compartimentos) e de intimidade. Na sequência são elencados os requisitos mínimos para o desempenho acústico ideal, conforme a NBR 15575:1:

Propiciar condições mínimas de desempenho acústico da edificação, com relação a fontes normalizadas de ruídos externos aéreos; Propiciar condições de isolamento acústica entre as áreas comuns e ambientes de unidades habitacionais e entre unidades habitacionais distintas; Propiciar condições mínimas de desempenho acústico do interior da edificação, com relação a fontes padronizadas de ruídos de impacto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 23)

3.1.2.4 Desempenho lumínico

O requisito estabelece os níveis mínimos de luminosidade natural. É recomendado que a iluminação natural oriunda das salas de estar e dormitórios sejam geradas através de vãos das esquadrias. Em relação as janelas, é recomendado que a altura do parapeito esteja a 100 centímetros do piso interno em sua amplitude, enquanto a altura da testeira do vão no máximo a 220 centímetros a partir do piso interno no máximo (SORGATO, 2014). As premissas esperadas neste quesito da normativa são:

Os requisitos de iluminância natural podem ser atendidos mediante adequada disposição dos cômodos, (arquitetura), correta orientação geográfica da edificação, dimensionamento e posição das aberturas, tipos de janelas e de envidraçamentos, rugosidade e cores dos elementos (paredes, tetos, pisos etc), inserção de poços de ventilação / iluminação, eventual introdução de domus de iluminação, etc; A presença de taludes, muros, coberturas de garagens e outros obstáculos do gênero não podem prejudicar os níveis mínimos de iluminância especificados; Nos conjuntos habitacionais integrados por edifícios, a implantação relativa dos prédios, de eventuais caixas de escada ou de outras construções, não podem prejudicar os níveis mínimos de iluminância especificados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 26).

Já a iluminação artificial deve propiciar condições de iluminação internas satisfatórias segundo as Normas Brasileiras vigentes, para ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e segurança (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013)

3.1.2.5 Saúde, higiene e qualidade do ar

Conforme a NBR 15575:1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), esse requisito deve proporcionar garantias de salubridade dentro da edificação, levando em conta as condições de umidade e temperatura nas áreas internas das construções, aliadas ao tipo dos modelos empregados na construção. A norma complementa informando que os materiais, equipamentos e sistemas empregados na edificação não podem liberar produtos que poluam o ar em ambientes confinados, originando níveis de poluição acima daqueles verificados no entorno. Enquadram -se nesta situação os aerodispersóides, gás carbônico e outros.

3.1.2.6 Funcionalidade e acessibilidade

Neste quesito a NBR 15575:1 (2013, p. 30) define:

A altura mínima de pé direito, não podendo ser inferior a 2,50 m. Em vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas admite-se que o pé-direito se reduza ao mínimo de 2,30m. Nos tetos com vigas, inclinados, abobadados ou, em geral, contendo superfícies salientes altura piso a piso e ou o pé-direito mínimo, devem ser mantidos, pelo menos, em 80 % da superfície do teto, admitindo-se na superfície restante que o pé-direito livre possa descer até ao mínimo de 2,30m. Além disso garante a adequação aos deficientes físicos, bem como o processo de ampliação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 30).

3.1.2.7 Conforto tátil e antropodinâmico

Não deve interferir negativamente nas atividades diárias dos usuários, das edificações habitacionais, como caminhar, apoiar, limpar, brincar e semelhantes. Além de que não deve conter rugosidades, contundências, depressões ou outras anormalidades nos elementos, componentes, equipamentos e quaisquer acessórios ou partes da construção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

3.1.3 Sustentabilidade

3.1.3.1 Durabilidade

Em relação a esse requisito a NBR 15575:1 (2013, p. 26) apresenta a seguinte exigência:

A durabilidade do edifício e de seus sistemas é uma exigência econômica do usuário, pois está diretamente associada ao custo global do bem imóvel. A durabilidade de um produto se extingue quando ele deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas, quer seja pela degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja por obsolescência funcional. O período de tempo compreendido entre o início de operação ou uso de um produto e o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário pre-estabelecidas é denominado vida útil (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 26).

3.1.3.2 Manutenibilidade

A durabilidade do edifício e de seus sistemas é uma exigência econômica do usuário garantida pela NBR 15575:1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) pois está intimamente atrelada ao custo global do imóvel. A durabilidade de um produto se esvaiu uma vez que o mesmo passa a não cumprir as funções que lhe forem delegadas, quer seja pela degradação que o leva a um estado insuficiente de desempenho, ou então por obsolescência funcional.

O período de tempo que vai do início de operação ou uso de um produto e o momento em que o seu desempenho peca no atendimento às exigências do usuário pré-estabelecidas é denominado vida útil. A normativa alerta também que é extremamente aconselhável os projetos serem desenvolvidos de forma que a edificação e os sistemas projetados possuam vantagem em relação as condições de acesso para inspeção do prédio através da instalação de suportes para fixação de andaimes ou outro meio que permita a manutenção periódica.

3.1.3.3 Impacto ambiental

A NBR 15575:1 (2013, p.32) aponta o intuito desse requisito:

A implantação do empreendimento deve considerar os riscos de desconfinamento do solo, deslizamentos de taludes, enchentes, erosões, assoreamento de vales ou cursos d'água, lançamentos de esgoto a céu aberto, contaminação do solo ou da água por efluentes ou outras substâncias, além de outros riscos similares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 32).

3.2 Análise técnica, econômica e ambiental entre uma casa construída em painel monolítico e uma casa convencional de alvenaria

Uma casa construída em isopor tem um sistema construtivo rápido, econômico e inteligente quando comparada a uma obra de alvenaria convencional. Trata-se de um painel

monolítico, que é uma parede pré-moldada, composta por uma treliça de aço galvanizado eletro soldada, com preenchimento de isopor. Esses painéis recebem uma camada de argamassa estrutural, que possui uma quantidade de cimento muito maior do que a usada em paredes de tijolos.

O uso desse material, conhecido também como EPS, é mais comum do que muita gente imagina. Para se ter uma noção, há mais de 30 anos os especialistas já optam por esse meio construtivo, agora altamente popular em paredes, seja no ambiente interno ou externo.

O EPS, conhecido popularmente como isopor, é um material constituído por pequenos grânulos de poliestireno expandido, que juntos dão forma a uma estrutura expandida que pode ser moldada e utilizada em uma série de atividades, seja na construção, em câmaras frigoríficas, para proteção de produtos frágeis, no artesanato entre outras demandas.

Tal material apresenta uma ótima resistência à compressão, além de baixa absorção de água, pouca condutibilidade térmica, alta resistência química e a agentes maliciosos. Além disso, é uma opção extremamente adaptável a outros tipos, como madeira, ferro, alumínio, etc.

Quando se trata da construção civil, sua aplicação é vista em diferentes utilizações, desde a estabilização do solo até na estrutura de forros, molduras, lajes e paredes. A parede de isopor é utilizada em larga escala no exterior, principalmente em países como Estados Unidos e China. Sua eficácia é comprovada e chama atenção de muitos especialistas aqui no Brasil, uma opção que substitui a alvenaria e pode ser aplicada facilmente de casas populares até galpões e mansões de luxo.

Em um primeiro momento, o preço de uma casa de isopor pode parecer maior do que de um projeto tradicional devido a algumas especificações. Mas para que o cliente entenda a economia de uma casa de isopor é necessário mostrar uma visão geral da obra. A redução de custo aparece no tipo de fundação, na redução das ferragens utilizadas nas lajes, no consumo reduzido de concreto e, claro, no custo do material. Diante desse contexto, o preço de uma casa de isopor torna-se bem interessante para o cliente que busca uma obra mais barata e sustentável.

Segundo especialistas, o uso do EPS pode gerar uma economia incrível de mais de 50% em relação aos padrões tradicionais, tanto pelo material em si quanto pela mão de obra. É bem simples de fixar e capaz de trazer ótimos benefícios para qualquer projeto, desde casas pequenas a grandes estruturas, além de ser leve e evitar grandes deslocamentos, uso de andaimes e até acidentes.

Para construir com o EPS, é preciso utilizar painéis com duas grelhas aramadas no

lugar de uma parede tradicional de tijolos. Assim, utiliza menos vigas, ferro, cimento, madeira e pilares de sustentação, tornando a obra mais barata, com rápida execução, além da redução na geração de resíduos. O número de painéis é vendido de acordo com o potencial e necessidade da construção, por isso depende sempre da análise de um especialista.

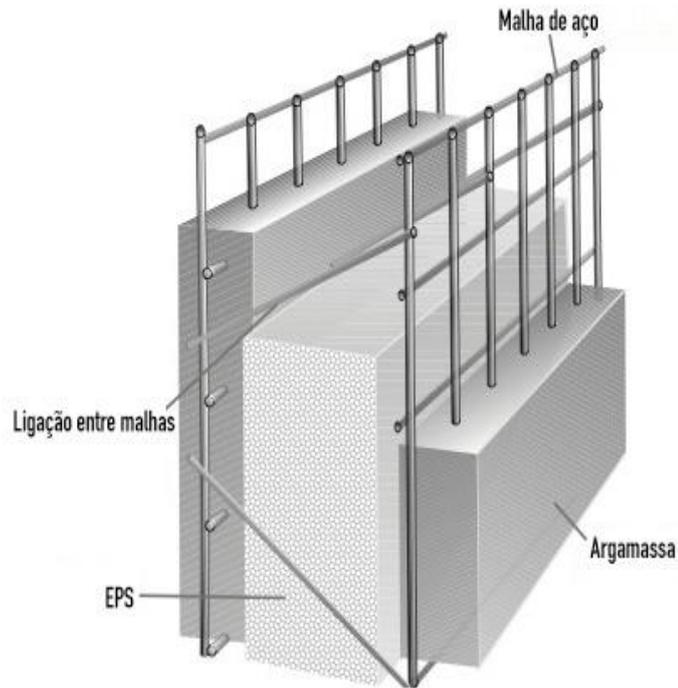


Figura 1

Fonte: <http://construcaocomeps.com.br/paineis-autoportantes-com-eps/>

Após instalados, usa-se argamassa para fazer o acabamento. É de extrema importância deixar os vãos para as fiações elétricas e de tubulações. Mesmo que o isopor aparente ser frágil, nessa junção com as grelhas e a argamassa forma-se uma estrutura altamente resistente cerca de 30% maior que a parede de tijolos, isolante e totalmente firme, suportando chuva e quaisquer eventos do ambiente.



Figura 2

Fonte: <https://www.temsustentavel.com.br/casa-economica-basf-alternativa-de-habit/>

3.2.1 Conceito estrutural

Diferente dos blocos de vedação convencionais que dependem de partes estruturais como vigas e pilares, o sistema monolítico não necessita de colunas e vigas, ele é estrutural e utiliza somente 10% de todo o aço usado no sistema tradicional.

Esta tecnologia pode substituir alguns elementos estruturais, necessários no sistema convencional, como estruturas de concreto armado, com suas fôrmas e armaduras, alvenarias, revestimentos argamassados e isolações horizontais e verticais. Logo, facilita-se a execução, pois os elementos citados possuem interação complexa entre as uniões. O sistema com painéis monolíticos em EPS apresenta característica de carregamento distribuído e economia nas fundações, devido à redução do peso próprio.

Desenvolvido com objetivo de distribuir uniformemente as cargas sobre as fundações, os projetos utilizando esse sistema construtivo permitem construções de mais de um

pavimento sem a necessidade de pilares ou vigas. (ALVES, 2015). Variando de 2,5 Kg/m² a 4,0 Kg/m², o sistema se destaca por sua leveza, ficando ainda mais evidente quando se compara ao sistema de alvenaria convencional, que pode chegar de 100 Kg/m² a 120 Kg/m².



Figura 3

Fonte: Estrutural Engenharia 11/10/2018 <https://www.automatichouse.com.br/imprensa/casa-em-isopor-voce-ja-viu/20181011-145903-q099>

3.2.2 Tipos de EPS

O mundo do isopor (2018) indica que a escolha do tipo de matéria prima e do processo de transformação física, permite alcançar uma ampla gama de tipos de EPS com densidades, massa e volume específicos. A partir dessas especificidades é que surgem diferentes classes e tipos de EPS, cada qual com suas determinadas resistências e rigidez.

Com relação aos tipos segundo Barreto (2017), são fabricados sete diferentes tipos de EPS, sendo que para os painéis monolíticos, se utilizam o tipo 7 que possui maior densidade aparente, maior resistência e menores valores de condutividade térmica. No quadro 1 são

apresentados os sete tipos de painel EPS fabricados e seus respectivos valores em relação as suas características básicas.

TIPOS DE EPS									
PROPRIEDADES	NORMAS método	Unid	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7
Densidade Aparente Nominal	NBR 11949	Kg/m ³	10	12	14	18	22,5	27,5	32,5
Densidade Aparente Mínima	NBR 11949	Kg/m ³	9	11	13	16	20	25	30
Condutividade Térmica máxima (23°C)	NBR 12094	w/m.K	-	-	0,042	0,039	0,037	0,035	0,035
Tensão por Compressão com Deformação de 10%	NBR 8082	Kpa	≥33	≥42	≥65	≥80	≥110	≥145	≥165
Resistência Mínima à flexão	ASTM C203	Kpa	≥50	≥60	≥120	≥160	≥220	≥275	≥340
Resistencia Mínima ao cisalhamento	EM- 12090	Kpa	≥25	≥30	≥60	≥80	≥110	≥135	≥170
Flamabilidade (se material Classe F)	NBR 11948	Material Retardante a Chama							

Tabela 1

Fonte: adaptado de ABRAPEX (2018)

3.2.3 Processo Construtivo

Painéis formados por blocos de poliestireno expandido compõem o processo construtivo em questão. Dispostos na ordem: tela – poliestireno expandido – tela, os materiais

citados formam o conjunto que é a base do sistema estrutural. Suas dimensões são alternadas, variando de acordo com cada projeto, porém, seu tamanho mais usado como padrão é de 100mmX1000mmX2600mm, sendo considerado um material leve ao se comparar com outros materiais de vedação, potencializando a produção com seu fácil manuseio e aplicação.

Além do manuseio fácil, destaca-se a facilidade do transporte do material da fábrica até o local da obra, pois não exige equipamentos grandes e robustos para manuseio dos painéis. Madeiras ou régua metálicas auxiliam o travamento dos painéis montados, feito de forma sequencial cuja determinação deve-se encontrar no projeto. Instalações são embutidas no poliestireno após seu travamento, e posteriormente, é executado o revestimento.

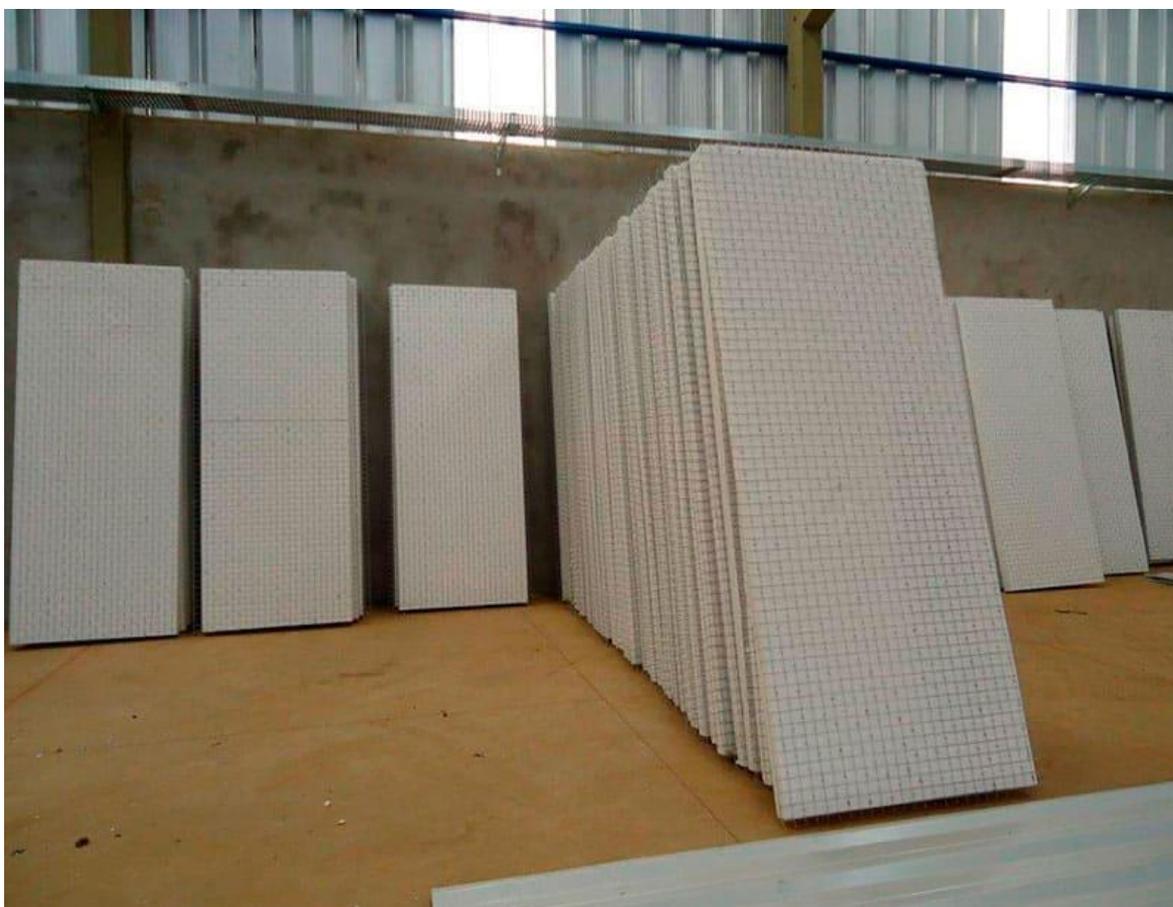


Figura 4 :Painel de EPS na fábrica

Fonte: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/casa-de-isopor/>

3.2.4. Fundação e Preparação do Solo

Antes do início da obra se procedem aos serviços comuns de limpeza, como capina, escavação e aterro, se necessários. A preparação das fundações é feita, de acordo com o cálculo estrutural. À depender do tipo de terreno, podem ser adotados diferentes tipos de

fundação: fundação tipo laje radier com (18 cm de altura, por exemplo); sapata corrida de 40 cm de largura e 15 cm de profundidade nos projetos simples, ou então uma fundações especial se as condições de sondagem do terreno ou arquitetônicas não forem favoráveis. (TECHNE, 2012).



Figura 5: Fundação radier para casa de isopor

Fonte: https://fotos.habitissimo.com.br/foto/fundacao-radier_340513

A fundação geralmente é do tipo radier, executado com concreto $f_{ck} = 20$ MPa, com espessura de 18 cm, obedecendo as especificações de projeto, assentado sobre lastro drenante de 5 cm de brita no 1, impermeabilizada com manta de PAD de 200 g/m². A resistência característica do concreto é definida em razão dos aspectos de durabilidade e resistência estrutural, conforme NBR 6.118. A armadura do radier é geralmente constituída por tela de aço CA-60 soldada com malha de 10 cm x 10 cm. Pode ser simples ou dupla, dependendo do projeto estrutural, que considera as tensões atuantes e as condições do solo no local de implantação da obra. (TECHNE, 2012).

3.2.4.1 Fixação de Barras e Estabilização Inferior

Após a concretagem da fundação, se inicia o processo de montagem da base e alinhamento e aprumo dos painéis para o levantamento de paredes. O montador deve fixar os painéis nos arranques previamente colocados com o auxílio de um grampeador com grampos de aço CA 60 (o mesmo que prende a malha aos painéis) ou simplesmente com arame recozido e torquês. Os painéis têm abas de malha de aço que se sobrepõem, para que sejam solidarizadas ao painel vizinho (MONOLITE, 2017).



Figura 6: Escoras utilizadas nos painéis

*Fonte: <https://www.automatichouse.com.br/imprensa/casa-em-isopor-voce-ja-viu/20181011-145903-q099>
11/10/2018*

Para garantir o prumo e alinhamento das paredes, utilizam-se réguas que são fixadas, horizontalmente nos painéis, a cerca de 2 m do piso, escoras reguláveis são colocadas na diagonal e perpendicular às réguas, reguladas para garantir a verticalidade dos painéis. Segundo Monolite (2017) é recomendável o uso de réguas de alumínio, que também podem

ser substituídas, sem qualquer prejuízo, por sarrafos de madeira. Caso os painéis sejam aplicados num segundo piso, os processos se repetem, não havendo necessidade de arranques (a própria tela dos painéis verticais poderá fazer essa função). (COELHO, 2015)

3.2.4.2 Amarração dos Painéis

É feito a amarração dos painéis por meio de transpasse das abas da malha de aço eletro soldada, que devem ser sobrepostas ao painel ao lado. Em relação às aberturas de vão e esquadrias, os painéis, sob consulta, são fornecidos com qualquer tipo de abertura de portas e janelas, conforme projeto arquitetônico. No entanto, as aberturas podem ser feitas no canteiro obra, que são realizados cortando-se o painel com a maquita na medida desejada. Neste último caso, os reforços devem ser projetados para que ocorram estes cortes, (MONOLITE, 2017).

3.2.5 Passagens para Instalações

Em uma obra de alvenaria convencional, nessa parte é necessário que ocorra o corte nas paredes internas para passagens de instalações elétricas e hidrosanitárias. Para essa metodologia construtiva não ocorre quebras de divisórias e tampouco sujeira e resíduos, pois sua passagem é realizada através do soprador térmico. Para disposição das instalações elétrica e hidráulica, deve-se projetar o posicionamento das passagens.

Primeiramente é desenhado o percurso das instalações na placa de EPS por spray. Com o ar quente, o EPS se funde com facilidade e utilizando-se um soprador térmico (pistola de ar quente). Seguindo o traçado feito no painel, abrem-se os sulcos - cavidades por onde são passados, na parte posterior da malha de aço, os materiais que compõem a instalação, (ALVES, 2015). Como alternativa ao gerador de ar quente, pode-se utilizar também um maçarico a gás, que recebe um tubo metálico na ponta (objetivando cobrir a chama viva que poderá queimar o EPS). (MONOLITE,2017).

Como todos os encaminhamentos de instalações já realizados, a tubulação deverá ser colados sob da tela de aço, montando-se todo o conjunto antes da etapa de revestimento, de maneira que o diâmetro dos tubos embutidos nas paredes não pode ser maior que a espessura interna do EPS. Para garantir o nivelamento de acordo com a parede, as saídas de hidráulica e

caixas para instalação elétrica devem ser fixadas na malha de aço e reguladas para que fiquem no mesmo plano da face concluída do revestimento.

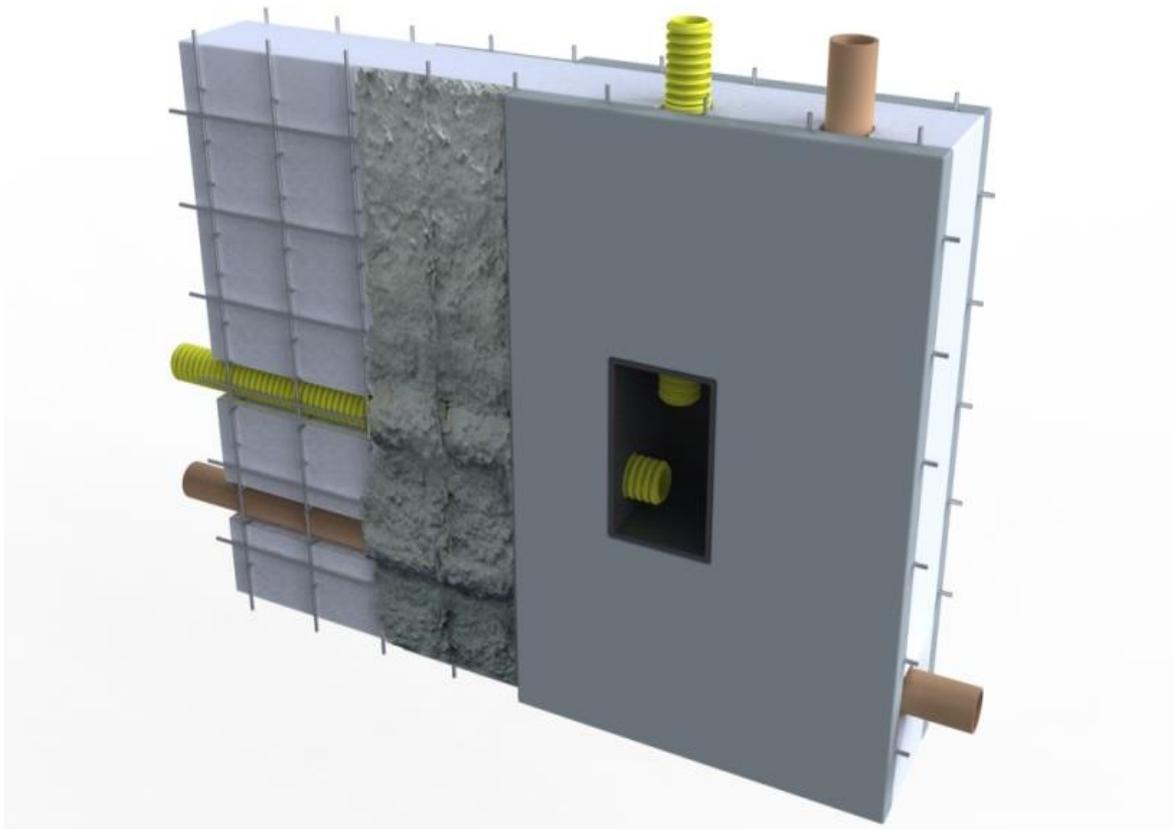


Figura 7: Casa de isopor: exemplo de caixa de passagem

Fonte: <https://www.temsustentavel.com.br/eps-uma-tendencia-na-construcao-futuro/>

3.2.6 Revestimento

Para essa fase é necessário a cobertura em duas camadas. No início a primeira camada serve para preencher a superfície do EPS com micro cimento. Na segunda camada, é feito a finalização do acabamento. Durante esse processo, é necessário que se espalhem as mestras (responsáveis pelo nivelamento correto), delimitando a espessura final do microconcreto, e como apoio para a régua utilizada no sarrafeamento. As mestras devem estar alinhadas e apuradas para garantir o acabamento da camada de microconcreto até facear com a malha de aço (espessura mínima de 3,5 cm), nas duas faces do painel. Esse cuidado é importante para que a parede não apresente retração diferencial nas faces revestidas. O microconcreto é projetado no espaço definido pelas mestras. A projeção deve começar sempre de baixo para

cima e a espessura de 3,5 cm do microconcreto é obtida por camadas: cada camada de projeção deve ter espessura de no mínimo 0,5 cm e no máximo 2,0 cm, sem excesso e de forma a evitar o retrabalho. (TECHNE, 2012).

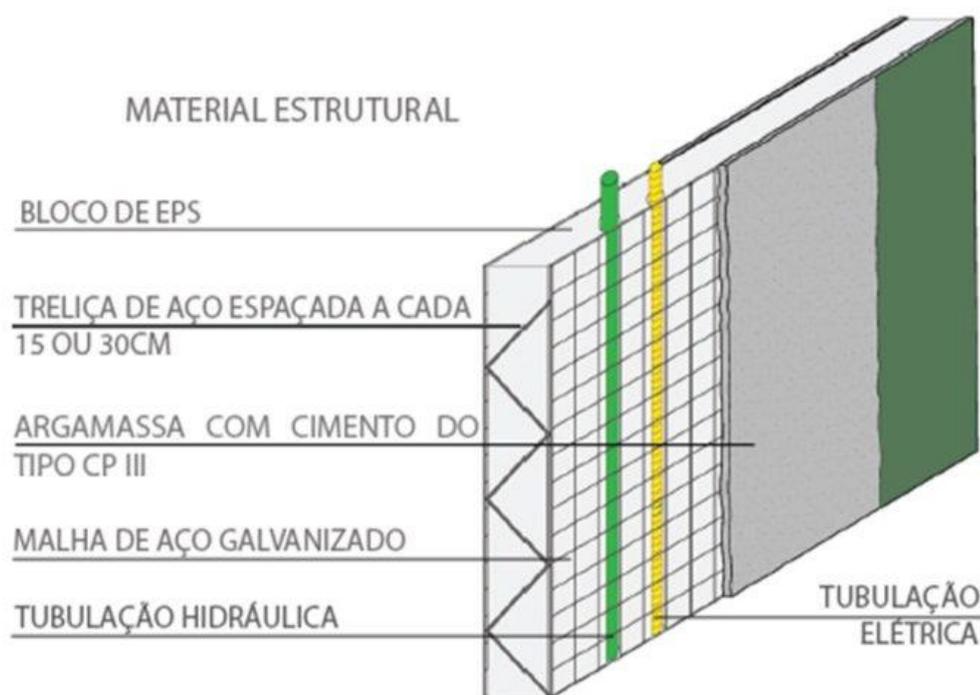


Figura 8: Sistema construtivo em painel de argamassa armada com miolo de EPS, chamado ECOGRIDE, da LCP Engenharia & Construções

Fonte: <https://www.temsustentavel.com.br/eps-uma-tendencia-na-construcao-futuro/>

Após a injeção do microcimento é feito todo o sarrafeamento, afim de se obter uma superfície mais regularizada. Para o sarrafeamento é necessário que seja utilizada régua de alumínio e que o sentido desse processo seja baixo para cima. Após a cura total dessa primeira camada, inicia-se a colocação dos batentes e caixilhos, nesse momento as escoras podem ser retiradas, pois as paredes já possuem característica autoportante. Uma vez fixados, nivelados e apurados, os batentes e caixilhos devem ser protegidos, para que não sejam danificados pela argamassa projetada da segunda e última camada.

Os revestimentos seguem os mesmos procedimentos comuns a maiorias dos sistemas construtivos, seja em áreas secas, com aplicação de textura nas paredes externas; gesso ou massa corrida com pintura nas internas; ou ainda, nas áreas molhadas, o assentamento de

qualquer tipo de revestimento, por exemplo (LUEBLE, 2004).



Figura 9: Casa de isopor: parede com revestimento

Fonte: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/casa-de-isopor/>



Figura 10: Casa de isopor: parede com revestimento

Fonte: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/casa-de-isopor/>

3.2.7 Laje

Depois de fase de acabamento, interna e externa, é colocada a laje de cobertura, ou do pavimento seguinte. Uma das possibilidades para coberturas é a laje treliçada unidirecional de EPS de 10 cm, em alguns casos, empregam uma malha de 3,4 mm de 15 cm x 15cm em pontos onde o vão é maior , mas não há necessidade do uso da malha em todas as peças da obra -deve-se seguir, em todo caso, a orientação do calculista.

Os painéis de cobertura inclinados, podem receber as telhas diretamente sobre o concreto desempenado e em processo de cura, evitando assim todo o madeiramento de sustentação do telhado (MONOLITE,2017).



Figura 11: Laje treliçada de isopor

Fonte: <https://www.refran.com.br/laje-trelicada/>

A maior vantagem da laje de isopor é a diminuição da carga na estrutura. O material é leve sem oferecer riscos à segurança da obra. Quando o material comprado é de qualidade, não existe perigo nenhum no deslocamento sobre a laje. A vantagem da construção com esse material também envolve sustentabilidade, já que é 100% reciclável.

Segundo profissionais da área, a desvantagem da laje de isopor é na hora do acabamento como, chapisco e gesso, já que esta precisa de uma cola especial para aderir ao material. E em algumas localidades, a laje de isopor é muito mais cara do que a de cerâmica.



Figura 12

Fonte: By Redator | <http://www.msdesigns.com.br/curiosidades-sobre-a-laje-de-isopor-e-seus-cuidados/>

3.2.8 Isolamento Térmico e Acústico

Realizados testes foi comprovado um alto isolamento térmico dos painéis, com um ganho médio de 18 graus de isolamento da parte externa para interna podendo variar até para mais, sua média é de 20 graus de diferença de temperatura.

Isso é considerado uma grande variação, normalmente as alvenarias convencionais conduzem muito mais calor para parte interior. O ganho em conforto termo acústico é revertido em economia, questões energéticas com economia da conta de luz no uso de ar condicionados e aquecedores para poder ter um ambiente em dias de isolamento fresco, e no inverso um ambiente mais quente.

Nas alvenarias convencionais o calor é conduzido para parte de dentro da edificação, depois o ambiente tem que ser refrigerado para poder compensar o calor, isso é uma baixíssima eficiência energética gerando gastos e muita redução do conforto térmico, com o

sistema de painéis de EPS, conseguimos inverter esse processo, sendo muito mais inteligente eficiente e viável tendo um isolamento térmico onde a temperatura da parte de dentro varia muito menos que a da parte de fora.

Mesmo nos finais da tarde as paredes de dentro da casa continuam em temperatura mais baixa em torno de 27 graus ou abaixo, a temperatura do interior da casa varia muito pouco, enquanto na parte externa tem uma grande variação de temperatura, essa temperatura constante dentro da casa é o que entrega o conforto.

Teste realizado com termômetro a laser com qualidade de precisão, as aferições foram realizadas na parte externa e depois na parte interna, e assim vem a real diferença do sistema de painéis monolíticos em Eps.

O sistema vai além, é um isolante térmico, impermeabilizante, isolante acústico, e ainda conta com uma resistência que é monolítica, uma gigante resistência estrutural muito próximo ao concreto armado.

3.3 Elementos Decorativos

Outro ponto a se ressaltar quando falamos em painéis de EPS são os elementos decorativos, que nem sempre são percebidos logo à primeira vista, mas sempre aparecem nas obras, os arquitetos gostam muito de empregar nos projetos esses elementos decorativos, que não tem função estrutural, mas precisam se estruturar, usando o Ecogrid encontramos soluções fáceis e rápidas de execução, leveza, grande resistência e qualidade, menor investimento, tendo muito mais eficiência do que o concreto armado, além de não precisar das trabalhosas formas e ferragens, logo diminuindo o trabalho, custos e tendo um aumento significativo na eficiência.



Figura 13: Sala decorada com EPS

*Fonte: <https://www.mundoisopor.com.br/curiosidades/5-aplicacoes-do-poliestireno-expandido-na-arquitetura>
01/05/2019*

3.3.1 Infiltração

Um dos grandes problemas encontrados nas obras é a questão da impermeabilização, é preciso barrar a umidade, especialmente nas construções em maior contato com o solo, pois tendem a acumular mais a umidade, causando mofo, fungos, assim deteriorando a residência rapidamente, principalmente os acabamentos como as pinturas, além de ser prejudicial para a saúde de quem reside nesse tipo de ambiente.

O comportamento do sistema monolítico, “casa de isopor”, neste caso é de impermeabilizante, onde a umidade da parede do lado de fora não passa para parte de dentro, pois a camada de argamassa externa não tem comunicação nenhuma com a camada de argamassa da parte interior, isso permite que o sistema de painéis de EPS seja um isolante termoacústico e impermeável, por mais que a parede externa não esteja impermeabilizada, e camada esteja completamente encharcada a umidade não passará pelo isopor e não chegará do

outro lado; pois o isopor é naturalmente impermeabilizante.

3.3.2 Sustentabilidade

O EPS é uma técnica construtiva sustentável revolucionária, é 100% reciclável, as obras ficam mais limpas com baixa produção de resíduos, principalmente de madeira, visto que não se utiliza caixarias, permitindo que residências e prédios que são construídos pelo sistema atinjam os mais altos índices de certificações sustentáveis, incluído SKA Ranting (Sistema Britânico), Leed for Homes (USGBC) e Referencial Casa (BRGBC).

A questão da sustentabilidade do sistema Ecogrid é o fator de maior importância do método, pois na questão de impactos ao meio ambiente, pois tem todas as certificações ambientais, ele é o que menos agride a natureza se comparados aos outros métodos, sendo o mais limpo e não gerando grande número de resíduos no canteiro de obra, todavia os resíduos gerados são 100 % recicláveis e totalmente ecológicos, reduz o gasto de energia e gera uma economia de até 75% no consumo de água, reduz também a emissão de CO₂ em mais de 40% do que em uma obra convencional.

O EPS não contém qualquer produto tóxico ou perigoso para o ambiente e camada de ozônio (está isento de CFCs). O gás contido nas células é o ar. Para sua produção é necessária pouca energia por se tratar de um plástico e por ser muito leve, assim como provoca pouquíssimos resíduos sólidos ou líquidos.

Com estas características de isolamento térmico, além do conforto térmico e acústico sua utilização em processos construtivos, produz edificações que contribuem para uma menor utilização dos recursos energéticos do planeta como aparelhos de ar condicionado e aquecedores, contribuindo para o aumento dos índices de construções com eficiência energética.

3.3.3 Economia

Em um primeiro momento, o preço de uma casa de isopor pode parecer maior do que de um projeto tradicional devido a algumas especificações.

Mas para que o cliente entenda a economia de uma casa de isopor é necessário mostrar uma visão geral da obra.

A redução de custo aparece no tipo de fundação, na redução das ferragens utilizadas nas lajes, no consumo reduzido de concreto e, claro, no custo do material. Diante desse contexto, o preço de uma casa de isopor torna-se bem interessante para o cliente que busca uma obra mais barata e sustentável.

Segundo especialistas, o uso do EPS pode gerar uma economia incrível de mais de 50% em relação aos padrões tradicionais, tanto pelo material em si quanto pela mão de obra. É bem simples de fixar e capaz de trazer ótimos benefícios para qualquer projeto, desde casas pequenas a grandes estruturas, além de ser leve e evitar grandes deslocamentos, uso de andaimes e até acidentes.

3.3.4 Estanqueidade

Este requisito aborda o nível de estanqueidade à água, ao ar, ao pó, alguns tipos de materiais, além de insetos e pequenos animais. O nível estanque da água tem sido a principal preocupação nos estudos direcionados a definição dos parâmetros de avaliação (PAYAO; SCHMIDT; SCHROEDER, 2000). A exposição à águas pluviais, à umidade oriunda do solo e aquela vinda do uso das moradias habitacionais, devem ser consideradas em projeto, afinal a umidade tende a acelerar os processos de deterioração e acaba por gerar a perda das condições de habitabilidade e higiene do ambiente construído (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). A norma citada no parágrafo acima completa frisando um princípio essencial neste requisito, que é a estanqueidade das fontes de umidade internas e externas à edificação.

3.4 Importância em nível tecnológico

A evolução do mundo e da sociedade avança com o passar do tempo e a tecnologia faz parte dessa evolução, sendo uma ferramenta bastante útil, através de tantas inovações e melhorias que tem apresentado a todos os setores do mercado, inclusive da construção civil.

A construção civil é um setor econômico brasileiro que está em constante crescimento e a cada dia que passa tem-se investido mais em inovações, novos métodos e técnicas construtivas para melhor atender o mercado, sendo o sistema monolítico um exemplo dessa inovação.

O sistema construtivo monolítico veio para substituir a alvenaria convencional, com suas características vantajosas, e está ganhando cada vez mais espaço no mercado de trabalho

levando em consideração que o mercado da construção civil é bastante conservador, sendo necessário que novos horizontes sejam abertos ao tentar introduzir novos materiais e métodos construtivos no mercado. (ALVES 2015)

3.4.1 Vantagens

Nos dias de hoje a necessidade do mercado faz do sistema construtivo em painéis monolíticos em EPS uma opção altamente vantajoso, tendo em vista que dispõe dos requisitos para uma obra bem sucedida: rapidez na execução, qualidade, sustentabilidade, competitividade, conforto termo acústico, impermeabilidade, altíssima resistência e fácil transporte (devido os painéis serem leves se comparados aos blocos de concreto).

3.4.2 Desvantagens

Mesmo com vários benefícios, o painel monolítico não é indicado em alguns casos. É necessário verificar se ele atende os requisitos específicos da obra. Um dos problemas do seu uso, é relacionado aos incêndios, o que exige a inclusão de substâncias que retardem as chamas durante a sua fabricação, além do cuidado com as instalações elétricas.

Outra desvantagem a ser citada seria a falta de mão de obra especializada.

3.5 Normas ABNT

Dentre as normas da ABNT que se aplicam ao uso do EPS na construção civil, é possível citar:

- **NBR 7973/2007** – Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação de absorção de água;
- **NBR 8081/2015** – Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica – Permeabilidade ao vapor de água;
- **NBR 8082/1983** – Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica – Resistência à compressão – Método de ensaio;
- **NBR 11752/2007** – Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial;

- **NBR 11948/2007** – Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação da flamabilidade;
- **NBR 11949/2007** – Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação da massa específica aparente;
- **NBR 12094/1991** – Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico – Determinação da condutividade térmica – Método de ensaio.

(<https://engenharia360.com/painel-monolitico/>)

3.6 Construção De Alvenaria

O tipo de construção mais tradicional que existe no Brasil é a alvenaria. Quando pensamos na construção de uma casa ou de um estabelecimento, o primeiro formato que nos vem à cabeça é esse. As casas de alvenaria são construções feitas com cimento, tijolos ou blocos de concreto, argamassa, vigas e colunas de ferro e água, é claro. A alvenaria é um dos tipos mais seguros de construção e é perfeita para quem sonha em ter uma casa moderna, que pode seguir tanto uma linha tradicional e clássica, quanto um modelo mais rústico ou até industrial, uma vez que há a possibilidade de inserir junto com a alvenaria materiais como madeira, pedra, metal e vidro, além da opção de deixar os tijolos aparentes. (por revista redação - 9 de maio de 2019)

3.7 Processo Construtivo

3.7.1 Fundação

É a base de qualquer construção. Ele é responsável por transferir os esforços feitos na estrutura para uma área maior no solo e, assim, garantir que o imóvel se sustente. Ele é feito, normalmente, de aço e concreto.

Seja como elemento estrutural ou como simples vedação, as alvenarias são sempre assentadas em cima de uma base. Esta pode ser o baldrame, alicerce ou algum outro elemento estrutural, acompanhe:

- **Baldrame** – Dá-se este nome à viga da fundação que serve justamente de base para a alvenaria, ficando ao rés do chão. O baldrame deve ser devidamente impermeabilizado, sendo preciso esperar ao menos um dia para a secagem

completa da camada de impermeabilização antes de se iniciar a alvenaria sobre ele.

- Alicerce – Em pequenas obras, com fundação rasa, ou mesmo em obras que utilizam vigas baldrame, é preciso fazer levantar algumas fiadas de tijolos, devidamente impermeabilizadas, para interligar a fundação às paredes. Esta pequena parede costuma-se chamar de alicerce, frequentemente confundida com o baldrame, mas são coisas distintas.
- Elemento estrutural -- São vigas ou lajes de concreto armado, podendo também ser algum elemento da estrutura metálica. Em qualquer destes casos provavelmente estaremos falando de paredes longe do solo, no primeiro pavimento ou acima dele. (por Arq. Iberê M. Campos em Alvenaria Estrutural).



Figura 14: Fundação para casa de alvenaria

Fonte: <https://www.custodaconstrucao.com/fundacao-alicerce/>

3.7.2 Paredes

A construção da parede de alvenaria é feita em três etapas, que serão apresentadas a seguir: a marcação, a elevação e o encunhamento. (CONSTRUFACIL Rj , 2017)

- **MARCAÇÃO:** O primeiro passo a ser feito na construção de uma parede é verificar a modulação.

Modulação é a compatibilidade (casamento) entre as dimensões da parede que vai ser construída com as dimensões do componente (tijolo ou bloco). É desejável que o componente caiba na dimensão da parede sem necessidade de quebras ou enchimentos. Para fazer essa verificação devem-se enfileirar os componentes no piso, sem argamassa, acomodando-os no trecho de parede que será executada, com juntas (espaços entre eles) de aproximadamente 1 cm.

3.7.3 Definir Juntas

Outra coisa importante na modulação das alvenarias é a definição do tipo de junta entre as fiadas e os componentes. Pode-se usar a chamada “junta amarrada”, em que cada fiada fica defasada meio comprimento do tijolo ou bloco em relação à fiada de baixo, ou a “junta a prumo”, em que todas as juntas ficam alinhadas (veja o desenho a seguir). A primeira é a mais comum e é recomendada, pois causa um travamento dos componentes, o que favorece muito o aumento da resistência da parede. A junta a prumo é usada em condições especiais, quando a alvenaria fica aparente e pretende-se conseguir um efeito visual, sendo necessário, no entanto, alguns reforços, para evitar trincas nas juntas.

3.7.4 Assentar a Primeira Fiada

Depois de verificada a modulação, inicia-se o assentamento da primeira fiada. O local deve estar completamente limpo (muito bem varrido) e molhado. Os tijolos ou blocos devem ser também previamente molhados (não encharcados), pouco antes do assentamento.

O assentamento deve ser iniciado pelos cantos, espalhando-se uma camada de argamassa no piso com a colher de pedreiro.

A espessura dessa camada normalmente é maior que as das demais (mais de 1 centímetro), para acertar o nível da primeira fiada, pois o piso sempre tem alguma irregularidade. Para isso é conveniente verificar o nivelamento do piso, com a mangueira de nível, para já se saber de antemão qual será a espessura aproximada da camada.

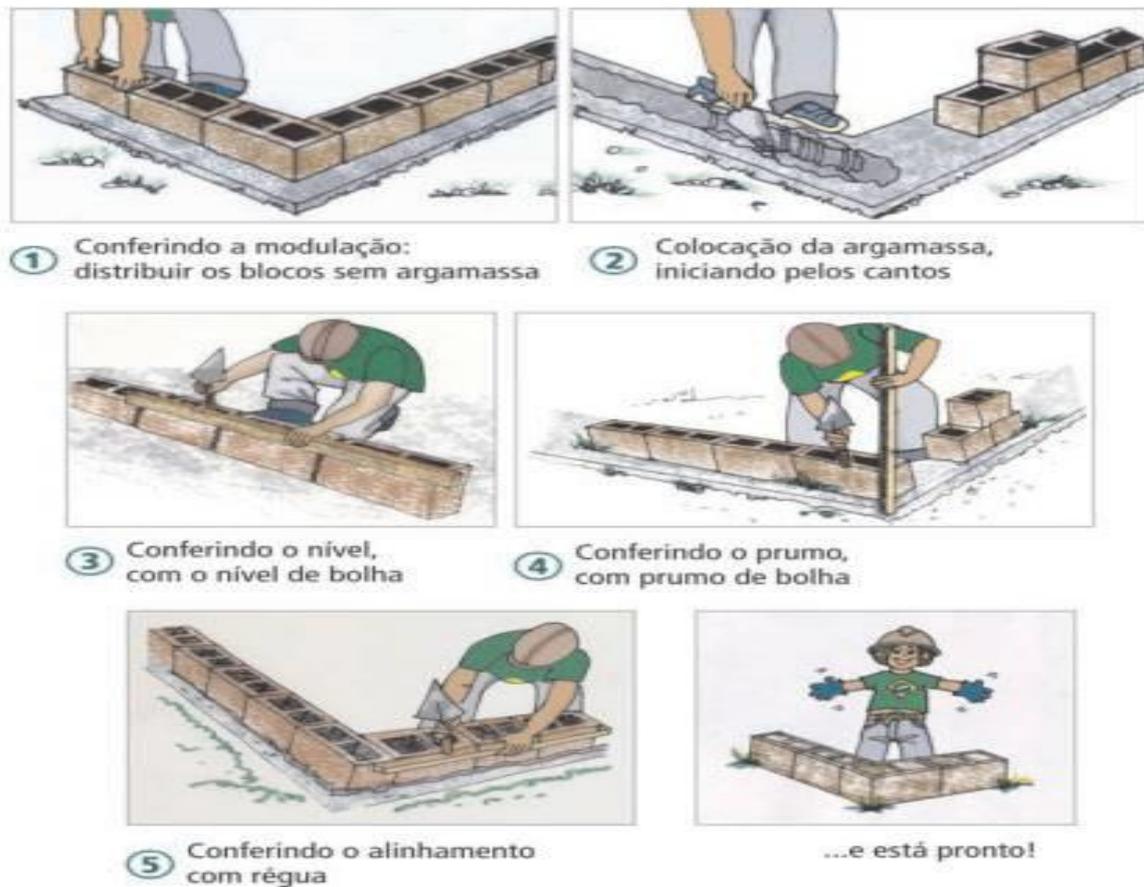


Figura 15

Fonte: ConstruFacil RJ 30 De Janeiro De 2017

Cada bloco, depois de assentado, deve ter seu alinhamento, nível e prumo conferidos. Para isso devem ser usados a régua e o nível de bolha (veja no desenho e, no final, quais são as ferramentas do pedreiro). O ajuste do bloco na posição correta é feito com pequenas batidas com o cabo da colher de pedreiro. Veja o desenho:

3.7.5 Elevação

Inicia-se pelos cantos, executando-se primeiramente o início e o fim de algumas fiadas, o que se chama “castelo”. As fiadas dos castelos servirão de base para o alinhamento das fiadas da parede. Para o controle das alturas das fiadas do “castelo” deve ser usado o “escantilhão”, que é uma haste de madeira, ou haste metálica, apoiada no piso, onde são previamente marcadas as alturas das fiadas.

Para o controle das alturas das fiadas do “castelo” deve ser usado o “escantilhão”, que é uma haste de madeira, ou haste metálica, apoiada no piso, onde são previamente marcadas as alturas das fiadas, como mostram os desenhos. A elevação do castelo deve ser feita observando-se a planeza da face da parede (com a régua), o nível e o prumo de cada bloco assentado. Para a conferência escolhe-se um dos lados da parede, sendo que se a parede for externa, deve ser escolhido o lado externo.

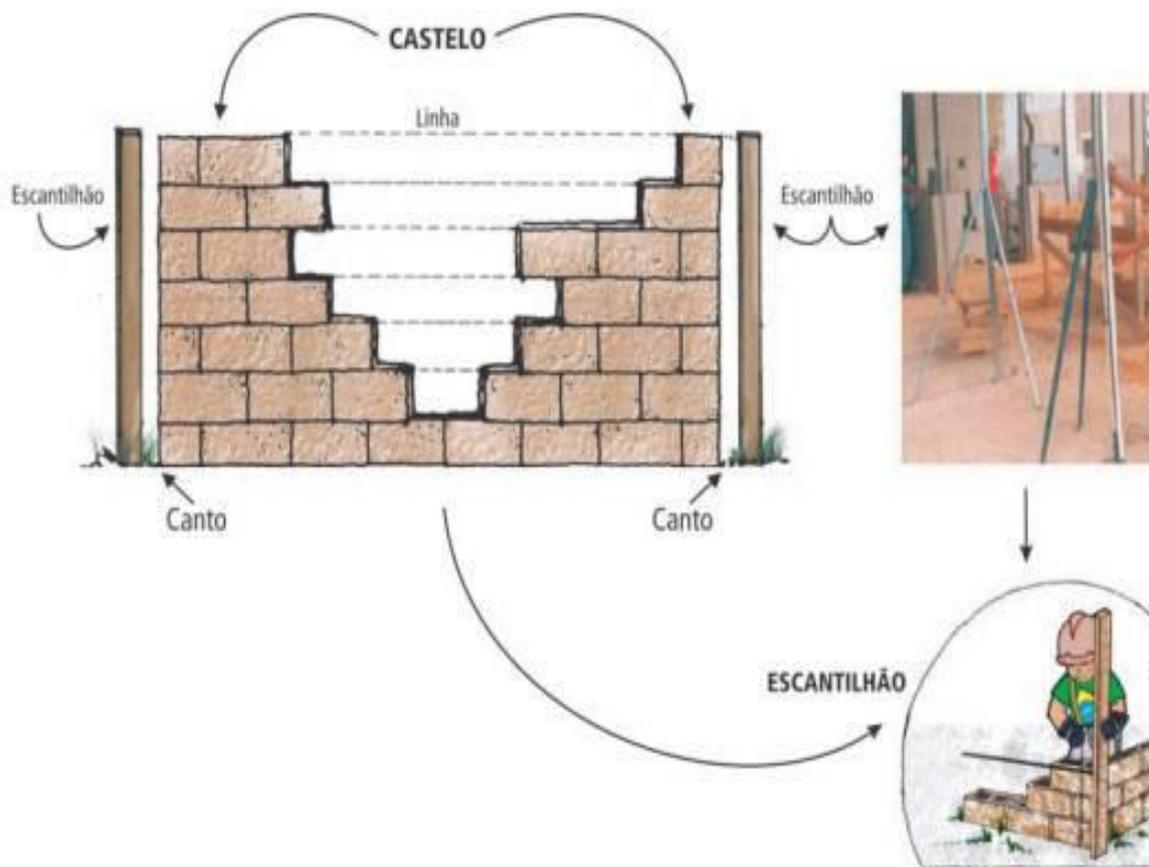


Figura 16

Fonte: ConstruFacil RJ 30 De Janeiro De 2017

Depois de executados os castelos, preenche-se o interior das paredes, fiada por fiada. Para o alinhamento das fiadas usa-se uma linha-guia, presa em pequenos pregos fixados nas extremidades de cada fiada, nos castelos, como se observa no desenho.

A argamassa deve ser estendida sobre a superfície da fiada anterior e na face lateral do bloco ou tijolo que será assentado. A quantidade de argamassa deve ser suficiente para que um excesso seja expelido quando o bloco for pressionado para ficar na posição correta. Esse excesso deve ser raspado e pode ser reutilizado. Ainda que as linhas-guia facilitem bastante o controle do alinhamento, do nível e do prumo, a cada 3 ou 4 fiadas, no máximo, deve ser conferida a planeza, o nível e o prumo da parede. O prumo agora deve ser conferido com o fio de prumo, em 3 ou 4 posições ao longo da parede, como mostram os desenhos. Recomenda-se a elevação máxima, num dia, de meio pé-direito, ou uma altura entre 1,20 e 1,50 m aproximadamente.

A técnica vista é a utilizada para o assentamento com argamassa convencional, feita na obra com cimento, cal e areia.

3.7.6 Encunhamento

O encunhamento é a ligação entre o topo da parede de alvenaria e a viga ou laje de concreto armado que se situam acima, que ocorre em paredes de vedações de edifícios de mais de um pavimento que são feitos em estruturas de concreto armado.

A técnica mais comum é o encunhamento com tijolos comuns, assentados inclinados e pressionados entre a última fiada e a viga ou laje superior, como pode ser visto no desenho. Podem ser utilizadas também cunhas pré-moldadas de concreto, ou então uma argamassa com expansor.



Encunhamento com tijolos maciços

Figura 17

Fonte: ConstruFacil RJ 30 De Janeiro De 2017

Para evitar esforços não previstos nas alvenarias, principalmente em edifícios altos, o encunhamento deve ser feito somente depois de executada a elevação do último pavimento, iniciando o encunhamento por este último andar e descendo-se na direção do térreo.

Dependendo também das definições adotadas no projeto estrutural do edifício, podem ser adotadas outras técnicas que substituem o encunhamento, como a fixação (feita somente com argamassa) e a ligação flexível, feita com produtos elásticos. Deve ser observado o que está definido no projeto sobre este assunto.

3.7.7 Detalhes Construtivos

Ligação entre paredes e entre paredes e pilares: quando há um encontro entre duas paredes de alvenaria deve haver uma ligação entre elas, pois caso contrário poderá ocorrer uma trinca entre as duas.

Há duas formas de se fazer isso. A primeira é “amarrando” ou cruzando os blocos das duas paredes. Essa técnica, embora bastante eficiente do ponto de vista da rigidez da ligação, dificulta a modulação, dependendo das dimensões dos ambientes e dos componentes.

A outra forma, mais prática e hoje mais utilizada, é fazer as paredes sem amarração dos componentes (uma encosta simplesmente na outra) e, a cada duas ou três fiadas são inseridas pequenas barras de aço nas juntas, dentro da camada de argamassa, ligando as duas paredes. Essa ligação pode ser feita também através de tela metálica, como se vê nos desenhos.

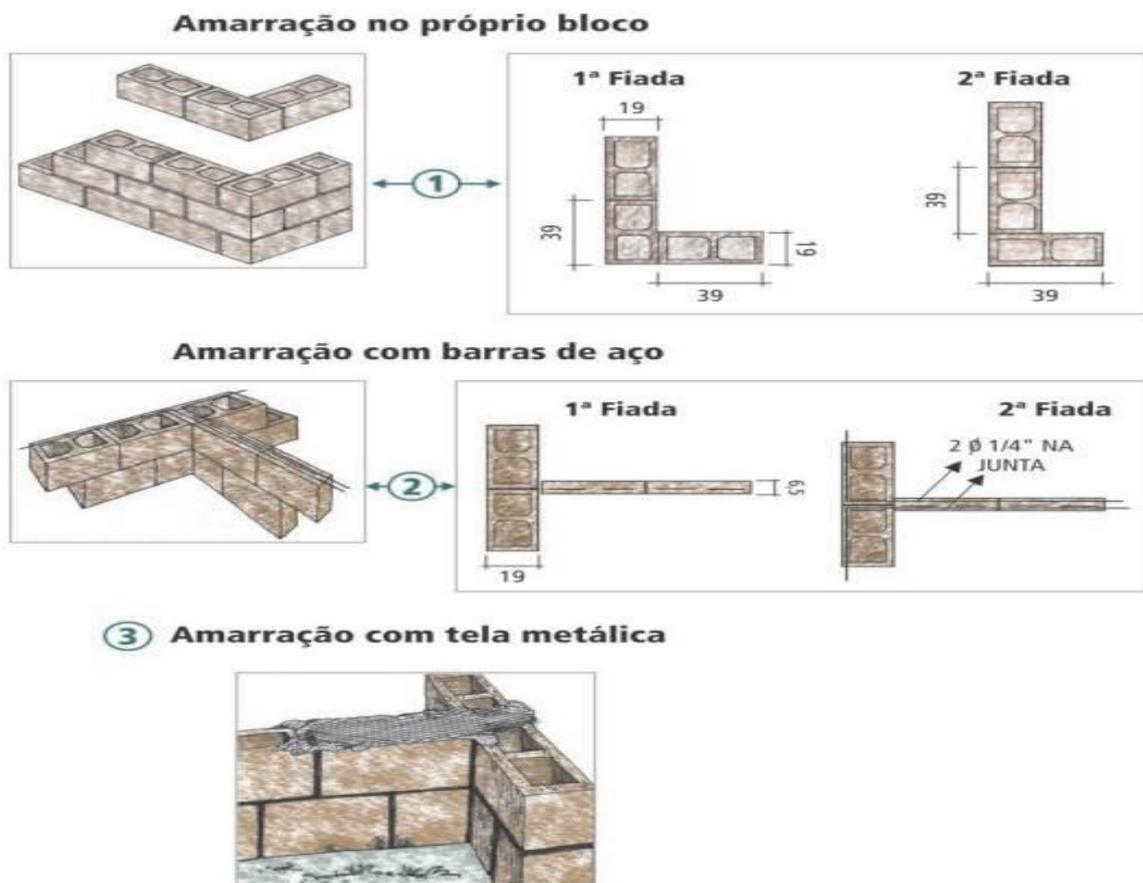


Figura 18

Fonte: ConstruFacil RJ 30 De Janeiro De 2017

A ligação também precisa ser feita quando a parede encosta num pilar, a fim de evitar uma trinca ou fissura entre os dois. Também nesse caso costuma-se usar pequenas barras de aço inseridas no pilar e na junta da alvenaria (chamadas também de “ferros-cabelo”), ou a mesma tela metálica citada no item anterior, parafusada no pilar.



Figura 19

Fonte: ConstruFacil RJ 30 De Janeiro De 2017

3.7.8 Vergas e Contra Vergas

São pequenas vigas de concreto armado, que devem ser feitas em cima e em baixo das aberturas da alvenaria, como vãos de portas e janelas, para evitar trincas nos cantos desses vãos. Devem avançar no mínimo 20 em de cada lado do vão, e ter pelo menos duas barras de aço de diâmetro de 5 mm. A altura pode ser de 5 cm, ou mais alta, para combinar com a modulação dos componentes. As vergas e contra vergas podem ser feitas também usando-se o próprio componente da alvenaria (blocos canaletas preenchidos com concreto e com barras de aço no seu interior), ou podem ser pré-moldadas na própria obra.

3.7.9 Passagens Para Instalações

A forma mais tradicional de se embutir as instalações em alvenarias de vedação é através do corte da parede, com posterior preenchimento com argamassa. Os tijolos comuns resistem melhor aos cortes, ao passo que os furados são mais frágeis e costumam estilhaçar, causando grandes rombos na parede e gerando entulhos na obra. Por isso, devem-se usar tijolos comuns em paredes ou trechos de paredes onde serão embutidas as tubulações de maior diâmetro, como as de banheiros, que concentram tubulações hidráulicas. É recomendável também riscar previamente a parede, demarcando-se com precisão os cortes e fazendo-os com disco de serra diamantado.

3.8 Acabamentos / Revestimento

O acabamento é sem dúvida a etapa mais trabalhosa, isto porque envolve muitos profissionais, há uma infinidade de opções de produtos e processos, os custos geralmente são altos e tudo isto ao mesmo tempo. Acabamento exige atenção e planejamento para que o orçamento não estoure.

Chapisco, emboço e reboco são fundamentais para a boa qualidade final da obra. Para que o trabalho gere o resultado esperado, as paredes devem ser preparadas com a aplicação de três camadas de argamassa: chapisco, emboço e reboco. “O chapisco é aplicado com pequena espessura, da ordem de 5 ou 6mm. Já o emboço, ou massa de regularização, tem espessura que depende da qualidade dos componentes e da execução da obra bruta (estrutura + alvenaria), resultando, geralmente, entre 2 e 4 cm. Por fim, o reboco, ou a camada de acabamento, apresenta espessura em torno de 5 ou 6mm”, explica o engenheiro Ercio Thomaz, pesquisador do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

3.8.1 Chapisco

É a primeira argamassa aplicada à base e que fica em contato direto com a alvenaria. É ele que torna a superfície da parede mais áspera e porosa, segurando com maior facilidade a segunda camada, que é o emboço. O chapisco pode ser dividido em quatro categorias:

- Chapisco convencional – tem a função de aumentar o atrito;

- Chapisco industrializado – indicado para superfícies lisas;
- Chapisco rolado – conta com aditivos para melhorar sua aderência;
- Chapisco com pedra britada – utilizado em decoração externa;

Emboço – É composto por areia, cimento, água e cal, e sua função principal é fazer o nivelamento do chapisco, deixando a superfície mais lisa para receber o reboco. Quando uniforme, apresenta ainda a função de vedação, dificultando a chegada de água e agentes agressivos à alvenaria. Essa segunda camada é a base para o bom acabamento;

Reboco – É a última camada de argamassa do acabamento. Essa etapa é dispensável quando utilizado processo industrializado de nivelamento – o papel do emboço. O reboco tem função de impermeabilização e caracterização do ambiente por ser a última camada. A etapa, que deve ser realizada após as janelas e portas estarem instaladas, pode também remover as imperfeições deixadas pelo emboço diz o engenheiro Ercio Thomaz, pesquisador do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

3.8.2 Cuidados ao Aplicar

1- Preparação da base – as argamassas para chapisco, emboço e reboco podem ser produzidas na obra ou em usina. Na segunda opção há maior possibilidade de escolha dos materiais mais adequados, estudos de dosagem, maior emprego de aditivos, mais efetivo controle da produção, entre outras vantagens. “Além das argamassas convenientemente dosadas, para que o revestimento cimentício apresente adequado desempenho, é preciso que a base esteja limpa, sem gordura ou outras impregnações, com poros abertos, com higroscopicidade corrigida, entre outras providências”, recomenda o engenheiro Ercio Thomaz, pesquisador do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

2- Aplicação – após a preparação, a base não deve estar sob forte insolação, saturada ou muito ressecada. A aplicação ocorre projetando o material sobre a superfície e realizando a compactação com o auxílio da colher de pedreiro, ação desnecessária no caso de argamassa aplicada por projeção mecânica. “No caso de camadas muito espessas, o emboço deve ser aplicado em etapas, aguardando pelo menos três ou quatro dias entre uma e outra. Nesse caso, o revestimento deve ser reforçado com tela metálica, adequadamente ancorada na base. Argamassas boas podem resultar em revestimentos ruins, nos casos de aplicação sobre bases inadequadas, camadas muito finas ou espessas demais”, destaca o pesquisador do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

3.9 Laje

As lajotas cerâmicas, conhecidas também como lajes de tijolo ou lajota, que são guias para a medição da distância entre as vigotas, estruturam a laje antes de preenchida com concreto. As vigotas servem como suporte para treliças metálicas que garantem a forma e resistência. A laje pode ser moldada dentro do canteiro de obras ou então comprada pronta.

A facilidade na colocação de eletrodutos, esgoto e canos d'água é grande, as lajotas de cerâmica não precisam de material especial para garantir a aderência do acabamento e podem ser rebocadas. Ela é menos resistente a quebras durante o transporte, na hora de aplicar e na concretagem, podendo causar desperdício. Essa perda pode ser evitada com o cuidado na aplicação e a simples verificação do atendimento do produto às normas de qualidade.



Figura 20: laje EPC x laje cerâmica

Fonte: <https://www.inovaconcreto.com.br/blog/laje-de-isopor-x-laje-com-ceramica/>

Apesar de muitos acharem que a laje de cerâmica é mais resistente e por isso, optam por ela se a construção tiver mais andares, vale a análise ao citar que o seu peso é bem superior comparado ao EPS e não é a cerâmica nem o isopor que garante essa resistência e sim o concreto e as ferragens, assim como as colunas, as vigas, etc... (<https://www.inovaconcreto.com.br/blog/laje-de-isopor-x-laje-com-ceramica/>, 2020)

3.10 Conforto Térmico E Acústico

As camadas internas e externas de revestimento aumentam a isolação e a capacidade térmica das paredes. Quanto maior a massa por metro quadrado, maior a capacidade de armazenar calor, funcionar como termorregulador e melhorar as condições de desempenho térmico, exceto em locais onde o conforto térmico depende mais do sombreamento, ventilação ou adequado tamanho das aberturas. “Do ponto de vista acústico, quanto maior a massa da parede por metro quadrado, melhor será a isolação.

Função mais importante ainda dos revestimentos é eliminar as frestas entre blocos sucessivos ou entre alvenaria e estrutura, já que a presença destes pequenos espaços reduz substancialmente a isolação acústica das paredes, independentemente da sua massa”, finaliza Thomaz. do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

3.11 Vantagens da Construção em Alvenaria

- Técnica executiva simplificada;
- Facilidade de encontrar mão-de-obra;
- Organização do processo de produção;
- Menor diversidade de mão-de-obra na fase de estrutura (não é necessária equipe de carpintaria, armação);
- Integração com os sistemas de instalações elétricas e hidrossanitárias;
- Os materiais que compõe uma casa de alvenaria também são mais fáceis de serem encontrados.

3.11.1 Desvantagens da Construção em Alvenaria

- Condiciona a arquitetura (devido a paginação de acordo com o tamanho dos blocos);
- Restringe futuras mudanças e intervenções na edificação;
- Inibe a mudança do uso dos edifícios (exemplo: de uso residencial para uso comercial);
- Com relação às desvantagens, a principal é o desperdício de material que é constante nesse tipo de construção, além do acúmulo de entulho, devido à quebra de blocos do sistema: as paredes são normalmente erguidas e depois rasgadas para receberem a tubulação – inclusive, esta é sua principal desvantagem econômica e ambiental, calculada em cerca de 20 a 30% de prejuízo em mão de obra e materiais;
- Outra desvantagem é o tempo de construção que é muito maior comparado aos outros métodos.

4 RESULTADOS

Martins (2013), salienta um dos primeiros aspectos a serem considerados no desenvolvimento da metodologia para seleção de sistemas construtivos. Trata-se da determinação das exigências do usuário definidas na Norma de Desempenho, a NBR 15575 de 2013. Segundo a NBR 15575:1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), os requisitos considerados essenciais no processo são divididos em três grupos: segurança, habitabilidade e sustentabilidade. A partir desta norma foi criado o quadro 2, apresentado abaixo.

Tabela 2- Características exigíveis pelos usuários para satisfação dos mesmos

EXIGÊNCIAS DO USUÁRIO		
SEGURANÇA	HABITALIDADE	SUSTENTABILIDADE
<ul style="list-style-type: none"> – Segurança estrutural – Segurança contra o fogo – Segurança no uso e operação 	<ul style="list-style-type: none"> – Estanqueidade – Conforto térmico – Conforto acústico – Conforto luminoso – Saúde, higiene e qualidade do ar – Funcionalidade e acessibilidade – Conforto tátil e antropodinâmico 	<ul style="list-style-type: none"> – Durabilidade – Manutenibilidade – Impacto ambiental

Fonte: adaptado de NBR 15575 – parte 1 (2010)

Tabela 3– comparativo geral entre os métodos Monolite e Convencional

COMPARATIVO ENTRE MÉTODO DE ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINEL EPS		
CARACTERÍSTICAS	ALVENARIA CONVENCIONAL	PAINEL EPS
RESISTÊNCIA MECÂNICA	Configura uma excelente resistência mecânica, porém inferior ao sistema em painéis EPS	Por conta de suas células fechadas, o material proporciona altíssimo poder de absorção de impactos, quedas e vibrações, caracterizando em uma elevada resistência mecânica.
RESISTÊNCIA AO FOGO	Excelente. Para uma parede com bloco de 9 cm e argamassa de 6 cm de espessura, tem-se um tempo de 150 min	Baixa. Para um parede com painel de 9 cm de espessura e argamassa de 6 cm espessura tem-se um tempo 40 min
ISOLAMENTO TÉRMICO K (W/m.k) coeficiente de transmissão térmica (CCT)	Constitui-se por um bom isolamento, porém o bloco cerâmico possui capacidade resistiva inferior à do EPS. Seu coeficiente varia entre 0,9 à 1,2	Excelente, sendo essa uma de suas principais características. O EPS apresenta alta capacidade de resistir a passagem de calor devido a sua estrutura celular fechada. Seu coeficiente varia entre 0,035 à 0,042
ISOLAMENTO ACÚSTICO. Rw (db) resistência sonora	Para uma parede de 15 cm (9 tij. + 6 arg.) se obtém um Rw=38 db	Para uma parede de 14 cm (8 EPS + 6 arg.) se obtém um Rw=38 db
ARMAZENAMENTO	Suas pilhas ocupam muito espaço, reduzindo o índice de mobilidade na obra	Facilitado devido ao seu caráter industrial. Pode ser empilhado na horizontal sobreposto com no máximo 20 painéis. Reduz a ocupação de espaço, gerando maior mobilidade na obra

COMPARATIVO ENTRE MÉTODO DE ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINEL EPS		
CARACTERÍSTICAS	ALVENARIA CONVENCIONAL	PAINEL EPS
PESO	Maior, de modo que nas mesmas dimensões que o painel com espessura de 15 cm podem chegar a 250kg/m ²	Menor, devido aos materiais que o compõem. O painel acabado com 15 cm espessura tem seu peso em torno de 120kg/m ²
MÃO DE OBRA	Não se faz necessária uma mão de obra especializada	Devido a simplicidade de execução não necessita mão de obra especializada, porém se faz necessário uma qualificação da mesma por meio de treinamento
RAPIDEZ DE APLICAÇÃO (PRODUTIVIDADE)	Por conta de seu sistema totalmente artesanal, se caracteriza por um método bem mais lento e menos produtivo	Devido ao fácil manuseio e simplificada aplicação caracterizada pela modularidade, apresenta elevada produtividade executiva
PREÇO	Baixo custo unitário inicial, por conta da abundância de seus materiais e simples fabricação	Maior custo unitário inicial, porém, se levar em consideração todo o contexto envolvido o preço pode vir a ser tornar menor
DURABILIDADE	Maior que em qualquer outro material, podendo superar 100 anos	Não são conhecidos os limites de idade do EPS, porém entende que o material tem ótima durabilidade, pois mantem invictas suas propriedades com o passar dos anos.

COMPARATIVO ENTRE MÉTODO DE ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINEL EPS		
CARACTERÍSTICAS	ALVENARIA CONVENCIONAL	PAINEL EPS
ESTANQUEIDADE	Menor. Devido ao seu maior grau de porosidade o material possui maior índice de absorção de água.	Maior. Devido ao baixo nível de absorção de água que o EPS apresenta. Por ser um material não higroscópico o EPS não absorve a umidade do ar. Mesmo quando submerso apresenta baixíssimos níveis de absorção
EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	Menos eficiente, devido a necessidade de retrabalho para executar	Facilitada, devido a não necessidade de recortes das paredes
DESPERDÍCIO DE MATERIAL	Por se tratar de um conceito totalmente artesanal, onde o processo executivo é totalmente voltado para uma mão de obra quase sempre desqualificada, há um enorme índice de desperdício nesse sistema	Devido ao seu caráter modular, onde as peças já vem prontas de acordo com as necessidades dimensionais, é possível que haja uma redução de praticamente 100% no desperdício
ADERÊNCIA DO REBOCO	Sua capacidade de aderência é bem maior, por conta de uma maior porosidade que o material apresenta	Há dificuldade de adesão nesse material, por conta de sua altíssima impermeabilidade
MERCADO	Tem-se nesse uma melhor aceitação por parte de seus usuários	Limitado, devido a fatores como desconhecimento do material quanto a suas vantagens, cultura conservadora e insegurança com o novo.

COMPARATIVO ENTRE MÉTODO DE ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINEL EPS		
CARACTERÍSTICAS	ALVENARIA CONVENCIONAL	PAINEL EPS
LIMITAÇÃO DE PAVIMENTOS	Não apresenta limitações podendo ser conferidos nas mais diversas quantidades	Nesse modelo a uma limitação de até 4 pavimentos. Sendo que para obtenção de números maiores, é necessário recorrer a estruturas auxiliares como vigas e pilares
SUSTENTABILIDADE	Gera grandes quantidades de entulho para posterior despejo, utiliza-se de muita água e energia desde sua fabricação até execução.	Material 100% reciclável e reaproveitável. Com seu uso diminui-se o consumo de água e energia desde a sua fabricação até sua execução e diminui a geração de resíduos para a natureza.

Fonte: [https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7533/Tcc%20-](https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7533/Tcc%20-%20Bruno%20A.%20Elibio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[%20Bruno%20A.%20Elibio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7533/Tcc%20-%20Bruno%20A.%20Elibio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

5 DISCUSSÃO

Analisando-se os dados do Quadro 2 é possível, perceber que devido a seu caráter industrial, o sistema com painel em EPS traz uma série de ganhos para as construções habitacionais. Um desses ganhos se reflete na questão produtiva, influenciado diretamente pela rapidez e simplicidade de execução do método. O sistema Monolítico reduz em até 70% o tempo de execução se comparado ao Convencional. Observa-se também que o peso de uma obra com os painéis EPS é muito menor que o peso de uma obra convencional de alvenaria em blocos cerâmicos, tendo em vista que, esse fator se reflete pela densidade apresentada pelos materiais (bloco em torno de 1100 kg/m³ e EPS entre 10 a 30 kg/m³). Entretanto pode se perceber que essa aparente leveza do painel não traduz a uma baixa resistência, pelo contrário, a resistência da parede monolítica de EPS pode ser até 30% maior que a parede de alvenaria.

Em relação ao conforto do usuário, através do estudo e análise pode se denotar a superioridade que o sistema monolítico apresenta sobre a alvenaria convencional. Em se tratando de conforto térmico, por exemplo, o EPS apresenta baixo coeficiente de condutividade térmica devido a sua composição fechada das células com ar, ou seja, do calor que é recebido pela parede externa monolítica pouco será transferido para dentro do ambiente gerando uma melhor satisfação climática para o morador. Em seu trabalho Bertoldi (2007), apresenta no quadro 4, a seguir, comparações entre as espessuras requeridas por um painel EPS e uma alvenaria de bloco cerâmico para obter as mesmas transmitâncias térmicas.

Outro fator importante que destaca a superioridade do sistema monolítico é questão da estanqueidade, pois o EPS apresenta baixa absorção de água e assim evita que haja infiltrações na parede como também evita o apodrecimento e a geração de mofo que traz sensação de desconforto ao usuário. O EPS devido a essa excelente estanqueidade, bloqueia a passagem de umidade da parede exterior para a interior, já que a argamassa nas faces não são interligadas entre si, sendo seu elo de ligação o EPS.

Com relação aos custos pode se perceber que para uma monetização inicial e preliminar a alvenaria convencional leva vantagem, devido a abundância de seu material disponível e sua simplicidade de fabricação, porém se denota que o sistema monolítico pode vir a ter um m² acabado com menores custos, pois denota economia em diversas atividades, tais como, no dimensionamento da fundação por conta leveza do sistema, no consumo de concreto por conta da não necessidades de estruturas auxiliares, em encargos com mão de obra por conta da redução do tempo de obra, no desperdício de materiais e geração de entulho, no consumo de água e energia, entre outras tantas. Que no final pode fazer com que

haja uma economia total para o proprietário de até 30% no final da obra se comparado ao sistema convencional.

Todavia, percebe-se que o painel em EPS apresenta uma pior adesão ao reboco do que a alvenaria convencional, esse fato se dá pela questão da porosidade do EPS ser bem pequena. De Sá (2017) relata que, pôr o material ser impermeável tem-se dificuldade de adesão, e que como solução recomenda-se utilizar junto a primeira camada de argamassa um selante a base de poliuretano ou similar para suprir essa condição. Assim denota-se que o painel EPS em correlação com a alvenaria apresenta um pior índice de resistência ao fogo devido ao caráter plástico de seu material base, por isso é usado em sua composição um aditivo que inibem a propagação da chama como visto na revisão bibliográfica, mesmo assim a ser exposto longamente a temperaturas acima de 80 °C o material começa a se degradar, podendo gerar perda da estabilidade da habitação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que o método de painéis monolíticos de poliestireno (EPS), é um sistema inovador que tem várias vantagens em relação a construções convencionais, pois é um sistema pré-fabricado, leve e modulado, esse painel estrutural possibilita um novo e avançado sistema de construção, ao sintetizar as vantagens do sistema tradicional e do pré-fabricado, dispensa vigas e pilares, pois é rebocado em argamassa estrutural. Com a aplicação das massas os painéis formam verdadeiros micros pilares, ao longo das paredes resultando em edificações uno-líticas, resistentes até os abalos sísmicos.

O sistema Ecogrid na área da construção civil proporciona mais liberdade de criação e execução com mais economia e qualidade no acabamento, trazendo o que há de melhor em todo seu projeto, rapidez, praticidade e a sustentabilidade, que propiciam um futuro melhor para o planeta.

REFERÊNCIAS

ABNT 2013 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:1: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais Referências.** Rio de Janeiro, 2013.

ABRAPEX - Associação brasileira de poliestireno expandido. **O que é EPS.** Disponível em: < <http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html> >. Acesso em: 2 de abril de 2020.

ABRAPEX. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **Aplicações do EPS na construção civil.** Disponível em: < <http://www.abrapex.com.br/31Constru.html> >. Acesso em: 3 de Abril de 2020.

ALVES, João Paulo de Oliveira. **Sistema construtivo em painéis de EPS.** 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

BARRETO, Monalisa Nogueira. **Casa EPS:** edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis.** 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

Como construir uma casa de isopor barata e sustentável. Disponível em <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/casa-de-isopor/>. Acesso em 05 de junho de 2020.

FEREGUETTI, Larissa. **Painel Monolítico:** Entenda O Que É O Seu Uso Na Construção Civil. Disponível em <https://engenharia360.com/painel-monolitico/>. Acesso em 05 de junho de 2020

Fundação/Alicerce. Disponível em <https://www.custodaconstrucao.com/fundacao-alicerce/>. Acesso em 05 de junho de 2020.

GONÇALVES, Orestes M. et al. **Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações.** Coletânea habitare, v. 3, p. 42-53, 2003

ISORECORT. **Construção com EPS.** 2016.. Disponível em: <www.construcaocomeps.com.br/painéis-autoportantes-com-eps/>. Acesso em 12 de Maio de 2020.

LUEBLE, Ana Regina Ceratti Pinto. **Construção de habitações com painéis de EPS e argamassa armada**. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, SP. 2004.

MARTINS, José Carlos. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

MONOLITE. **Sistema Construtivo**. 2013. Disponível em <www.monolite.com.br/> Acesso em 6 de Abril de 2020.

Parede de Isopor / EPS: O que é, preço, vantagens e fotos surpreendentes <https://casaconstrucao.org/decoracao/parede-de-isopor/>. Acesso em 23 de Maio de 2020.

PAYAO, J. C.; SCHMIDT, W.; SCHROEDER, G. **Fundamentos de ensaio de vazamento e estanqueidade**. Forschungszentrum Juelich GmbH, Jülich, 2000.

SILVA, Sandra Monteiro. **A Sustentabilidade e o Conforto das Construções**. 2009. Tese de Doutorado

Sistema MONOLITE. [online]. Disponível em: . Acesso em: 08 de Abril de 2020. SOUZA, L, G. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame**. Revista Online Especialize Ipog, Florianópolis, SC, 26-04-2012.

SORGATO, Márcio José; MELO, Ana Paula; LAMBERTS, Roberto. **Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15.575**. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo, n. 12, 2014.

SOUZA, L, G. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame**. Revista Online Especialize Ipog, Florianópolis, SC, 26-04-2012.

SOUZA. A.C.A.G. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares**. Monografia Recife, 2009. Acesso em 13 de Abril de 2020.