

MODELO CONSTRUTIVO EM POLIESTIRENO EXPANDIDO: COMPARATIVO ENTRE CONSTRUTIVOS DE EPS E ALVENARIA CONVENCIONAL

Hávilla Briane de Souza Brito

*Bacharelada do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA
(havillabriane@hotmail.com)*

Liz Silva Ferreira Camargo

*Bacharelada do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA
(liz_sfcamargo@hotmail.com)*

Filipe Fonseca Garcia

*Professor Especialista do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás –
UniEVANGÉLICA
(filipefgarcia@hotmail.com)*

RESUMO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pela construção civil é a necessidade de acelerar o processo construtivo e reduzir os impactos ambientais gerados pelas obras. Nesse contexto, surgiram numerosos sistemas construtivos, entre eles, o sistema em poliestireno expandido, caracterizado principalmente pelos painéis de EPS que quando empregados na construção civil substituem as paredes da alvenaria convencional, mas esse sistema também pode ser utilizado em outras etapas da obra como: fundação, pisos e laje. No mercado brasileiro, o sistema em alvenaria convencional é um método construtivo consolidado e é o sistema de vedação mais utilizado no país, pois o mesmo possui inúmeras qualidades que permitem sua aplicação em obras de grande porte. No entanto, o mesmo é responsável por uma parcela significativa do tempo de execução da obra, possui índice de reaproveitamento consideravelmente baixo e grande potencial de geração de resíduos, enquanto o sistema de EPS é considerado um método de obras limpas, onde quase não há geração de resíduos e caso haja resíduos os mesmos são facilmente reaproveitados, mas por se tratar de uma tecnologia nova, o método ainda é pouco explorado no Brasil. O presente trabalho faz uma análise orçamentária em uma obra na cidade de Jaraguá-GO construída com o sistema em EPS, verificando o custo final da mesma para os dois sistemas mencionados com a finalidade de descobrir qual deles seria o mais viável economicamente para sua execução.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Construtivos. Alvenaria Convencional. Poliestireno Expandido. Orçamento.

1 INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos com a necessidade de acelerar o processo construtivo e reduzir os impactos ambientais gerados pela construção civil, surgiram numerosos modelos construtivos, visando a realização de edificações com ganho de produtividade, construtividade, economicidade e desempenho ambiental.

No Brasil, alvenaria convencional é um método consolidado no mercado e atualmente é o sistema de vedação mais utilizado. Seus materiais possuem inúmeras qualidades que permitem a aplicação desse sistema em obras de porte grandioso. No entanto, o mesmo é responsável por uma grande parcela do tempo de execução da obra, possui índice de reaproveitamento consideravelmente baixo e grande potencial de geração de resíduos, fatores que são bastante preocupantes.

Nesse contexto, o sistema construtivo em Poliestireno Expandido foi desenvolvido na Itália na década de 1980 com a finalidade de atender exigências técnicas, estruturais e climáticas de regiões caracterizadas por invernos rigorosos e com alta incidência de terremotos, fato este, que se tornou possível devido às suas características isolantes, resistência estrutural, durabilidade e estanqueidade à água (Oliveira, 2013).

Ao ser aplicado na obra, o sistema em EPS reduz significativamente a produção de resíduos e tempo de serviço quando comparado ao método convencional de construção e dependendo do porte da obra pode gerar uma economia considerável. Outro fator importante é a sobrecarga gerada sobre o edifício, que é muito menor se comparado com a vedação de blocos cerâmicos.

Suas aplicações são variadas e por essa razão pode ser encontrado em múltiplas áreas de construção, podendo ser aplicado em pequenas obras como residências familiares ou em obras que incluam grandes estruturas, como estradas, pontes e edifícios. No canteiro de obras, o material pode ser encontrado na forma de painéis compostos pelo núcleo de eps e revestidos por malhas de aço galvanizado, substituindo a parede de alvenaria comum e também como canaletas utilizadas como fôrmas para a viga baldrame, otimizando o processo construtivo e reduzindo os custos das fundações.

2 POLIESTIRENO EXPANDIDO

O EPS é o resultado da transformação de pérolas de plástico, que são expandidas e condicionadas por meio de vapor, logo então são fundidas e moldadas na forma desejada (FERREIRA, 2016). O EPS foi descoberto em 1964 pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz na Alemanha. No princípio sua popularidade esteve estagnada devido ao alto preço da matéria prima porém, em 1968, atraiu notoriedade pela previsão do concreto leve ocupar uma posição importante na construção civil em longo prazo (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Abrapex (2000), o poliestireno expandido se trata de um material plástico em forma de espuma composto por 2% de matéria-prima (poliestireno) e 98% de vazios contendo ar. Possui cor branca, é inodoro, reciclável e não poluente, excelente material isolante térmico, e com peso que varia entre 13 a 35 kg/cm³ e resistência à compressão de 1 a 2kg/cm³. Trata-se de um produto que gera economia no corte, equipamentos e principalmente no tempo de execução.

A evolução na indústria da construção civil exige cada dia mais eficiência e conforto em suas obras, e como grande consumidora de matérias-primas, isso se espelha nos requisitos impostos as características dos materiais utilizados. Por este motivo, essa espuma rígida ganhou notoriedade na construção de edifícios e residências, isso em virtude de suas características isolantes, leveza e boa trabalhabilidade. É apontado como

um dos melhores materiais para preenchimento de rebaixos ou vazios em vários procedimentos construtivos, essencialmente em lajes e painéis pré-moldados, também pode ser a solução para aterros estáveis em solos frágeis (ABRAPEX, 2000).

Desde a sua criação o EPS tem sido aplicado em diversos setores, como: embalagens industriais, conservação de alimentos, proteção para equipamentos, na indústria automobilística, entre outros. E na construção civil, Grote e Silveira (2002), apontam as seguintes aplicações: fôrmas para concreto; isolante térmico de lajes e paredes; concreto leve; drenagem em muro de arrimo e forros isolantes e decorativos.

Segundo as características exigíveis para o EPS – NBR 11752, mencionada por Abrapex (2000), é produzido em duas versões: Classe P (não retardante à chamas) e Classe F (retardante à chamas). Também em três segmentos de massa específica aparente, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Características exigíveis para o EPS – NBR 11752

Propriedades	Método de Ensaio	Unidade	Classe P			Classe F		
			I	II	III	I	II	III
Tipo de Material								
Massa específica aparente	NBR 11949	Kgm ³	13-16	16-20	20-25	13-16	16-20	20-25
Resistência à compressão com 10% de deformação	NBR 8082	Kpa	≥ 60	≥ 70	≥ 100	≥ 60	≥ 70	≥ 100
Resistência à flexão	ASTM C-203	Kpa	≥ 150	≥ 190	≥ 240	≥ 150	≥ 190	≥ 240
Absorção de água Imersão de água	NBR 973	g/cm ² x100	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Permeabilidade ao vapor d'água	NBR 8081	ng/Pa.s.m	≤ 7	≤ 5	≤ 5	≤ 7	≤ 5	≤ 5
Coefficiente de condutividade térmica a 23°C	NBR 12904	X/(m.k)	0,042	0,039	0,037	0,042	0,039	0,037
Flamabilidade	NBR 1948		Material não retardante à chama			Material retardante à chama		

Fonte: ABRAPEX, 2000 (Modificado).

2.1 MERCADO MUNDIAL

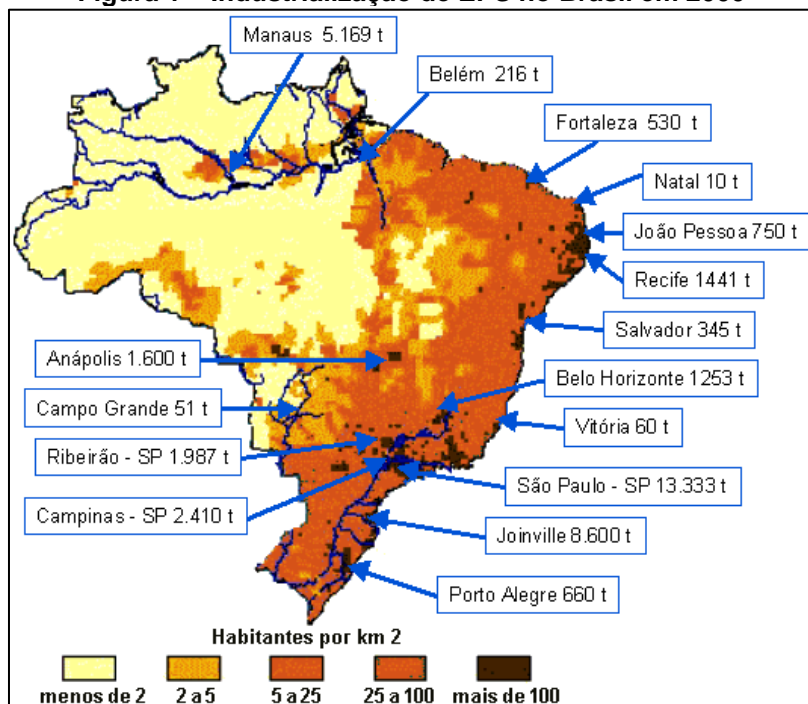
Em relação ao produto final PS, a divisão mundial de oferta e demanda encontra-se em desequilíbrio, registrando, em 2001, uma capacidade de produção de 12,2 milhões de toneladas, enquanto sua procura era de 10, 5 milhões de toneladas. Dispondo de um consumo que atingiu cerca de 86% da capacidade produzida (MONTENEGRO; SERFATY, 2002).

No ano 2000, foram produzidos 2,95 milhões de toneladas de EPS, onde conforme dito por Abrapex (2000), a Europa foi responsável por 40% dessa produção.

2.2 MERCADO NACIONAL

No ano de 2000, o mercado nacional foi responsável pela produção de 40 mil toneladas aproximadamente, partilhado em diversos municípios, com os principais sendo apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Industrialização de EPS no Brasil em 2000



Fonte: ABRAPEX, 2000.

Desde 1995, esse aumento significativo do consumo de EPS, principalmente na construção civil e nas indústrias de embalagens é consequência do desenvolvimento na construção junto com o crescimento populacional no escoar dos anos, que demanda soluções alternativas no conforto e maior padrão de aproveitamento de produtos, de acordo com Tessari (2006), isso contribuiu com a elevação do consumo nesses últimos anos.

2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS

É um material não tóxico e não nocivo. Avesani Neto (2008), menciona que os gases utilizados no seu processo de fabricação não são prejudiciais à natureza ou à camada de ozônio. A fonte de energia utilizada no seu processo de fabricação é o vapor de água, que o classifica como tecnologia limpa. Além do consumo de água em sua fabricação ser mínimo, o fato de ser um produto limpo possibilita que essa água possa ser reutilizada.

O EPS não destrói a camada de ozônio, pois não utiliza CFC's e HCFC's. Não polui o solo, ar ou água. Atende a todas legislações internacionais de saúde, pois não contamina alimentos. E seu uso como isolante térmico reflete valorosa economia de energia no resfriamento ou aquecimento de ambientes (ABRAPEX, 2000).

Durante o processo de manufatura, não são produzidos resíduos sólidos. Por ser totalmente reciclável e podendo ser inteiramente reutilizado, os desperdícios gerados são reintroduzidos no processo (AVESANI NETO, 2008).

2.4 RECICLAGEM

Os descartes de isopor advêm das sobras de embalagens, máquinas e construções. Além de causar poluição visual, quando jogado em locais inadequados,

possui impacto negativo ao meio ambiente referente ao período de tempo para sua degradação, que leva em torno de 50 anos para se concretizar (TESSARI, 2006).

Outro motivo que o faz a falta de reciclagem desse material representar um problema ambiental é a decorrência da falta de coleta seletiva do lixo por não ser considerada viável economicamente. Com isso Oliveira (2013) relata que o destino do EPS se torna o aterro sanitário, onde ocupa muito espaço por um longo período de tempo até sua decomposição, enquanto poderia ser utilizado como matéria prima para fabricação de diversos produtos.

Como dito por Tessari (2006), esses resíduos que têm como destino final os aterros, dificultam na compactação do lixo e prejudicam na decomposição da matéria orgânica e materiais biologicamente degradáveis presente nos lixões. O poliestireno expandido cria camadas impermeáveis e estas afetam o fluxo de líquidos e a dispersão dos gases gerados no processo de biodegradação da matéria existente no aterro.

O EPS não é biodegradável, ou seja, o tempo necessário para ser decomposto por agentes orgânicos é elevado, então ele pode passar anos na natureza. Por outro lado, o poliestireno expandido pode ser inteiramente reciclado e se converter em outros produtos (ABRAPEX, 2000).

Existem alguns processos utilizados na reciclagem dos materiais a base de EPS, o meio empregado é definido conforme a utilidade final do produto. Podem ser processados e moldados em blocos novamente, injetados para se tornarem peças de embalagens, utilizados como substratos para melhoramento do solo na aeração ou drenagens, reutilizados na construção civil ou serem empregados na geração de energia elétrica ou calorífica.

2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS

De acordo com Oliveira (2013), as principais vantagens desse sistema são: Baixa condutividade térmica pelo fato das células do EPS serem compostas por 98% de ar; baixa densidade o que acarreta em obras com baixo peso; baixa absorção de água; resistência a longo prazo; fácil manuseio, resistência química, mecânica e à compressão e versatilidade.

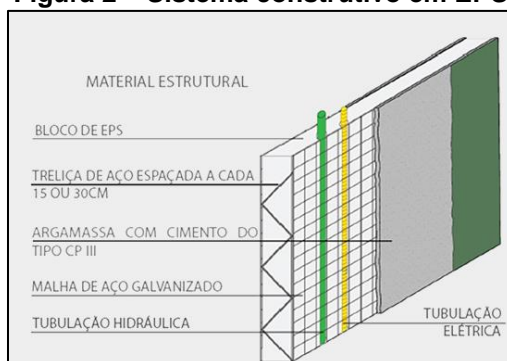
Porém o material apresenta algumas desvantagens quanto à sua utilização na construção civil, como: baixa aderência entre ele e o reboco, fato que está sendo corrigido através de blocos especiais de EPS que possuem certa rugosidade em sua superfície inferior que são capazes de proporcionar maior aderência entre o EPS e o revestimento (TESSARI, 2006), e seu despejo em aterro sanitário, pois o material ocupa um volume muito grande no aterro e interfere na degradação de outras matérias presentes, pois apesar de se tratar de um material totalmente reciclável, o ecossistema acaba sendo afetado pela carência da coleta seletiva do mesmo (OLIVEIRA, 2013).

3 POLIESTIRENO EXPANDIDO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O sistema de construção em EPS é constituído por um sistema integrado de painéis que possuem finalidade estrutural e de fechamento. Os projetos desse sistema permitem a construção de mais de um pavimento sem a necessidade de elementos estruturais como pilares e vigas. Sua composição é bastante leve, pesando aproximadamente 2,5 kg/m² a 4 kg/m², enquanto as paredes de alvenaria convencional pesam 120 kg/m² (ALVES, 2015).

Na Figura 2 pode-se observar os componentes da parede em EPS.

Figura 2 – Sistema construtivo em EPS



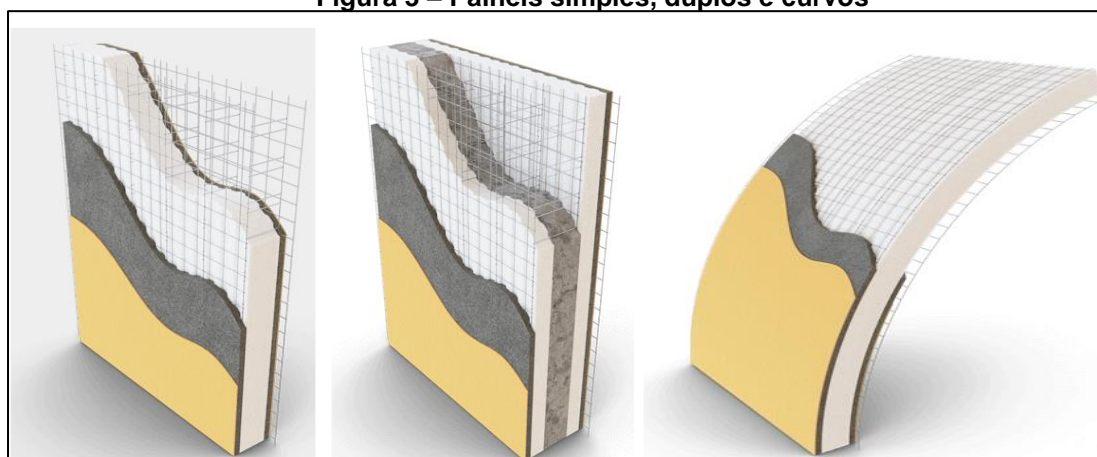
Fonte: LCP ENGENHARIA, 2015.

3.1 PAINÉIS

O processo de produção dos painéis inicia-se com a fabricação de seus elementos como o núcleo e as telas. O núcleo é produzido a partir das pérolas de EPS que são moldadas em blocos de poliestireno expandido que posteriormente são recortados de acordo com as especificações de cada projeto. As telas são eletrosoldadas, feitas de aço horizontais e verticais, podendo ser adotado diâmetros diferentes ou iguais. Tanto o espaçamento quanto à espessura varia de acordo com o padrão adotado por cada empresa. No processo de montagem, as telas revestem as placas de EPS formando um sanduíche da peça. Sua união às placas de EPS se dá através de conectores que além de proporcionar rigidez promove a união entre as telas através de solda (ALVES, 2015).

No mercado, os painéis podem ser encontrados de formas variadas, visando sempre otimizar etapas da obra de acordo com as exigências de cada projeto, podendo ser: painéis simples, duplos ou curvos, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Painéis simples, duplos e curvos



Fonte: M2 EMMEDUE, 2017.

Além dos painéis mostrados anteriormente, também são comercializados painéis para escadas e para pisos e lajes, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Painéis de escadas, lajes e pisos



Fonte: M2 EMMEDUE, 2017.

3.2 TRANSPORTE DOS PAINÉIS

O processo de transporte e armazenagem dos painéis de EPS é bem simples e pode ser realizado de forma manual. Não é necessário um espaço para estocagem dos painéis no canteiro de obras pois os mesmos podem ser levados no momento da utilização, mas se necessário, os painéis podem ser posicionados em pilhas com até 20 unidades sobrepostas em pallets de armazenamento (SILVA, 2018).

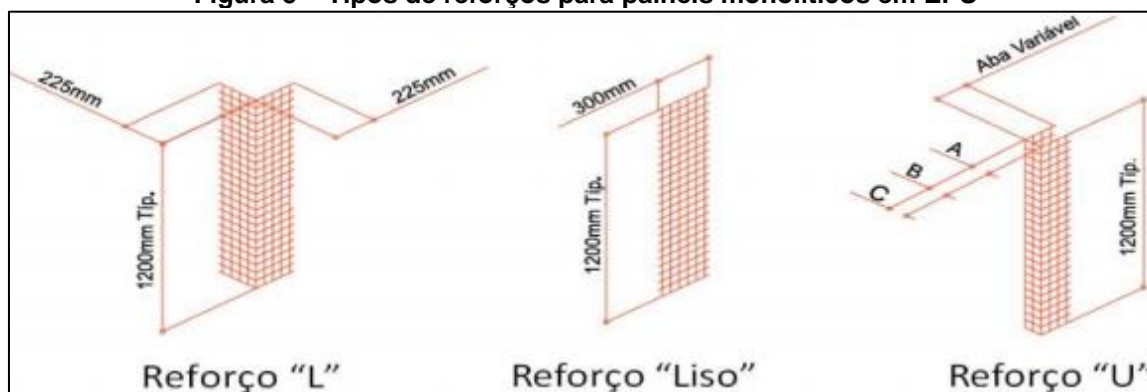
3.3 TELAS SOLDADAS

As malhas de aço utilizadas no sistema construtivo de EPS tem como objetivo garantir integridade e estabilidade à obra e são desenvolvidas com material de alta resistência, com a tensão última superando os 600 Mpa, limite de escoamento, $f_{vk} > 600$ N/mm² e limite de ruptura, $f_{tk} > 680$ N/mm². O material utilizado para a fabricação das malhas pode ser o aço convencional, galvanizado inoxidável, entre outros (SAN'T HELENA, 2009).

3.4 REFORÇOS

O sistema possui três tipos de reforços fabricados com malhas de aço semelhantes as malhas dos painéis: reforço liso, reforço em L e reforço em U, mostrados na Figura 5. O objetivo desses reforços é formar juntamente com o concreto uma estrutura única que interligue a montagem e fortaleça pontos críticos da estrutura.

Figura 5 – Tipos de reforços para painéis monolíticos em EPS



Fonte: TERMOTÉCNICA, 2014.

O reforço em L é colocado em canto de paredes perpendiculares ou paredes em T. O reforço liso é colocado na abertura de portas e janelas devido ao acúmulo de tensões naquele local e o reforço em U possui o formato de vergas e contravergas e é posicionado em todo o perímetro interno das aberturas na edificação (TECHNE, 2012).

4 SISTEMA CONSTRUTIVO EM POLIESTIRENO EXPANDIDO

As fundações diretas, como as vigas baldrame são as mais indicadas para esse sistema construtivo (Figura 6) devido ao pequeno peso transmitido pelas paredes e por se tratar de uma fundação que distribui toda a carga da edificação de maneira uniforme com processo de execução rápido não necessitando de grande mão de obra.

Figura 6 – Fundação



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Figura 7 – Arranques de aço para fixação das paredes



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Nesse sistema, após o término das instalações hidrossanitárias, de segurança e elétricas inicia-se o processo de fixação dos arranques de aço onde serão fixados os painéis de EPS (Figura 7). Esses arranques variam de 3,4 mm a 5 mm com 50 cm de

comprimento, destes, 30 cm devem estar acima do piso e dispostos a 20 cm de distância entre si (LUEBLE, 2004).

Em obras térreas é importante que antes da fixação dos painéis seja realizado o piso do pavimento tornando assim as próximas etapas da construção mais limpas e eficientes.

4.1 MONTAGEM DOS PAINÉIS

O processo de montagem dos painéis é bem simples, pois a introdução dos painéis sobre os arranques é realizada de forma manual e juntamente com um grampeador são fixados com grampos de aço CA-60.

Para garantir o prumo e alinhamento dos painéis são utilizadas réguas e escoras de alumínio ou madeira, conforme mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Escoras utilizadas para montagem dos painéis



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

4.2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS

Para a instalação dos sistemas hidráulicos e elétricos primeiro deve-se fazer marcações nos painéis como forma de prever onde será feita a colocação dos tubos. Para essa etapa utiliza-se pistolas de ar quente que derretem facilmente a espuma e abrem sulcos onde serão passadas as tubulações por trás das telas (Figuras 9 a 11). Segundo Bertoldi (2007), essa etapa pode ser realizada de forma com que não sejam produzidos entulhos e não haja de necessidade de retrabalhos.

Figura 9 – Processo de abertura para passagem de tubulações



Fonte: PAREDES BETEL, 2018.

Figura 10 – Instalação elétrica



Fonte: PAREDES BETEL, 2018.

Figura 11 – Instalação hidráulica



Fonte: PAREDES BETEL, 2018.

4.3 REVESTIMENTO

O revestimento com argamassa é feito com duas camadas e pode ser feito manualmente ou com utilização de um equipamento pneumático (Figura 12). A primeira camada tem a finalidade de preencher a superfície do EPS até facear com a tela de aço. Após a cura da primeira camada é realizado a aplicação da segunda camada até que se atinga o cobrimento estabelecido em projeto. É nessa camada que serão realizados os procedimentos de acabamento da obra como gesso, massa corrida, azuleijo, entre outros (MACHADO; PINTO, 2001).

Figura 12 – Revestimento com argamassa



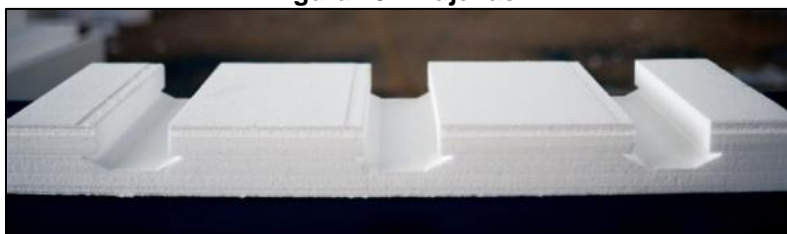
Fonte: ISOMAF, 2019.

4.4 LAJE

As lajes pré-fabricadas de EPS possuem um peso bem mais baixo do que as de alvenaria convencional, sendo um valor aproximado de 10 a 25 kg/m³. Por se tratar de um elemento leve, as lajes não geram tantas reações nos apoios horizontais e verticais da estrutura o que acarreta economia em aço e fôrmas para a estrutura, que reduz o risco de perdas e tempo de montagem nas obras (ALVES, 2015).

Um exemplo é a laje fácil fabricada pela empresa Paredes Betel demonstrada na Figura 13.

Figura 13 – Laje fácil



Fonte: PAREDES BETEL, 2018.

4.5 ACABAMENTO

Após todas as etapas estruturais serem executadas inicia-se o processo de acabamento da obra, onde são colocadas as portas e janelas, pintura, piso e outras fases características dessa etapa. O acabamento realizado nas obras em poliestireno expandido não se difere em nada com relação ao da alvenaria convencional (MACHADO; PINTO, 2001).

A Figura 14 demonstra o resultado final do acabamento de uma obra em EPS.

Figura 14 – Acabamento interno de uma obra em EPS



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

4.6 COMPORTAMENTO AO FOGO

O comportamento dos materiais ao fogo é de suma importância, pois é através desse conhecimento que se pode garantir a segurança das estruturas da edificação perante uma situação de incêndio, principalmente se tratando das construções em poliestireno expandido, pois o material perde massa e resistência quando exposto a altas temperaturas.

De acordo com Bertoldi (2007), o EPS não é inflamado por faíscas ou resíduos de brasa, somente em casos em que a chama é aplicada diretamente sobre o material. O autor ainda informa, que o oxigênio presente na estrutura do material não é suficiente para dar continuidade a queima e como o EPS é protegido por camadas de argamassa a combustão não será possível pois não haverá ar suficiente.

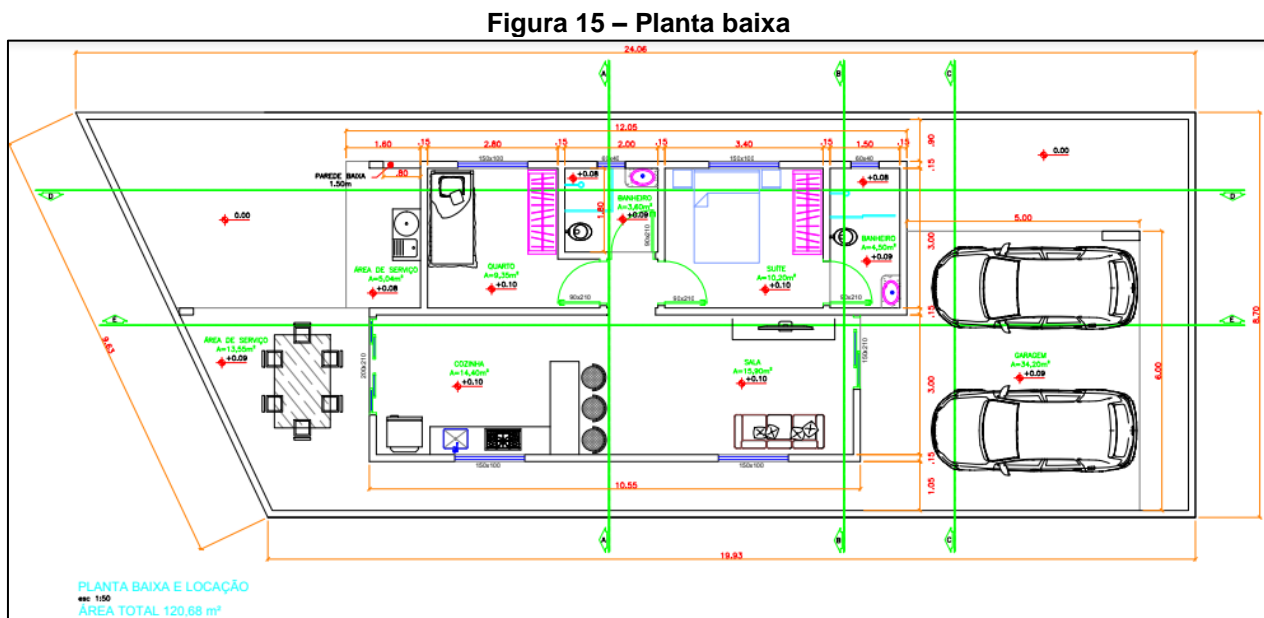
5 LEVANTAMENTO DE CUSTOS E ORÇAMENTO

O primeiro passo do estudo, se dá na escolha de uma residência na qual seja possível a adaptação dos projetos para os dois sistemas construtivos estudados: alvenaria convencional e EPS. Para isso, foi definido o projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar construída no ano de 2017 pela empresa HN ENGENHARIA na cidade de Jaraguá-GO, onde as etapas construtivas foram executadas com painéis de poliestireno expandido.

5.1 APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS

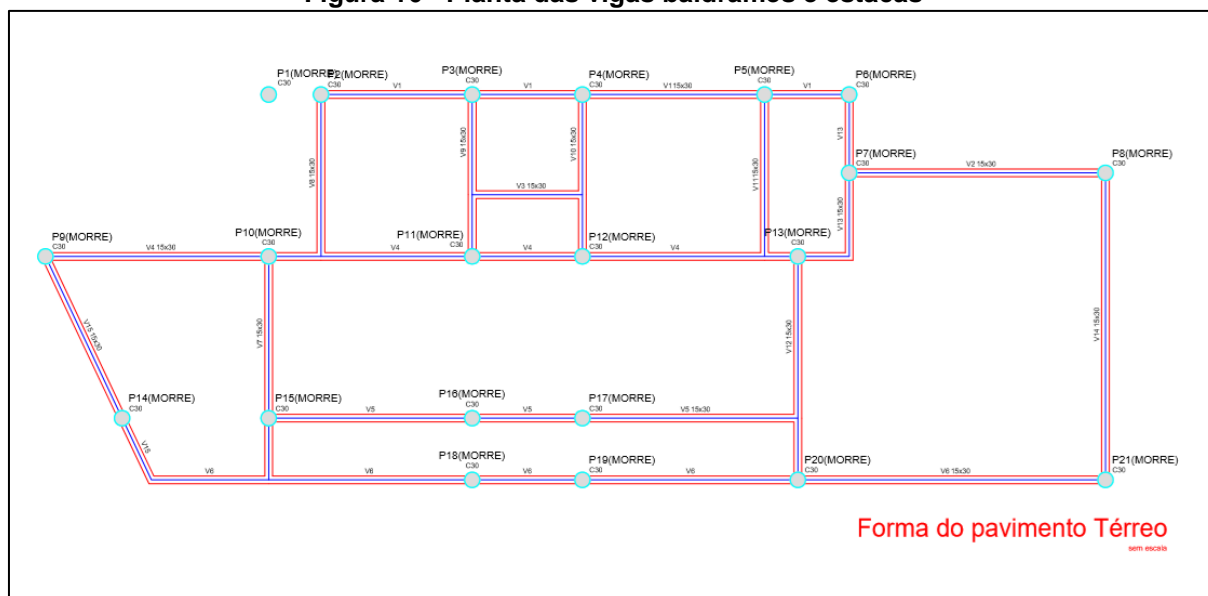
5.1.1 Projeto – Painéis de EPS

A planta baixa é composta por dois quartos, sendo um deles uma suíte, um banheiro social, cozinha americana conjugada com sala de estar, uma área de lazer, uma lavanderia e garagem para dois carros. São 120,68 m² de área construída e 110,74 m² de área útil. Além da planta baixa, o projeto estrutural também é de suma importância, visto que, é na fundação e na superestrutura onde há a maior diferença entre os dois sistemas construtivos analisados. Nas Figuras 15 a 17 pode-se observar a planta baixa e os projetos das vigas baldrame e laje.



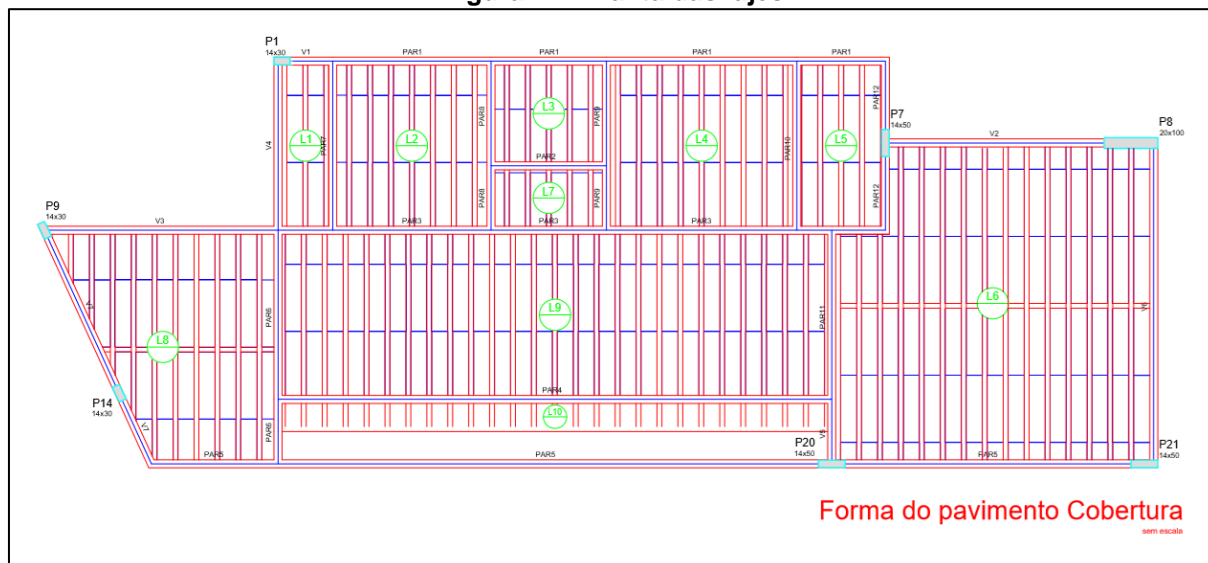
Fonte: HN ENGENHARIA, 2017.

Figura 16 - Planta das vigas baldrame e estacas



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Figura 17 - Planta das lajes



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Para a construção dessa obra optou-se pela fundação em viga baldrame com estacas escavadas a trado. Esse tipo de fundação também foi utilizado para o sistema em alvenaria convencional, não havendo assim diferença entre custo e tempo de execução para a escavação e estacas, exceto para as vigas baldrames onde foram utilizadas formas de madeira serrada em substituição às fôrmas de EPS.

Da mesma forma, utilizou-se os projetos hidráulicos e elétricos do sistema em poliestireno expandido para o sistema em alvenaria convencional.

5.1.2 Projeto – Alvenaria convencional

A partir dos projetos da obra em EPS, foi realizado a projeção da colocação dos blocos cerâmicos para a alvenaria convencional. Nesse projeto, os blocos utilizados possuem dimensões de 9x19x19cm, dispensando assim a alteração na espessura das

paredes, visto que após o acabamento as paredes terão a espessura de 15 cm assim como as paredes do projeto original.

Os projetos de fundação, instalação hidrossanitária e elétrica são os mesmos da obra em poliestireno expandido.

5.2 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

5.2.1 Fundação

Para a realização do levantamento de quantitativos necessitou-se da identificação de cada etapa e serviço a ser executado. Primeiramente, definiu-se o método de marcação da obra para o sistema em alvenaria convencional, sendo o mesmo utilizado na obra em EPS que se trata de tábuas corridas com largura de 20 cm com pontaltes espaçados a cada 1,50 metros.

Na etapa da fundação os serviços executados foram: escavação a trado das estacas e escavação manual das valas das vigas baldrames. A residência utilizada para estudo de caso possui 97,46 metros lineares de viga baldrame, os valores coletados e apresentados aqui serão utilizados para o orçamento.

Para o sistema em poliestireno expandido foram utilizadas canaletas em EPS, que não necessitam de impermeabilização, com as dimensões de 15x30cm e coluna popular com diâmetro de 8 milímetros, as canaletas foram posicionadas e estavam prontas para concretagem em meio dia de serviço, sendo de aproximadamente 5 horas. A ferragem é vendida pela mesma fábrica fornecedora das canaletas e também será utilizada para a fundação do sistema convencional pois ambas fundações tem as mesmas dimensões e assim não haverá divergências de preço para um mesmo produto. Para o sistema convencional será levado em consideração fôrmas em madeira serrada 1 utilizadas para substituir as canaletas em EPS do sistema construtivo mencionado anteriormente.

Para os cálculos foi utilizado a tabela SINAPI – Insumos Composições – GO – 08/2019 – Não Desonerado, essa tabela mostra valores para serviços específicos expondo cada custo levando em consideração a unidade de cada item (comprimento, metro quadrado, hora, Kg e etc.) e também fornece o valor de cada item multiplicados por um coeficiente e assim obtemos o valor em reais gasto por metro quadrado, no caso da montagem da fôrma para viga baldrame apresentada no quadro a seguir. Para os cálculos da montagem da viga baldrame foram utilizados os valores dados pela tabela que podem ser calculados por metro quadrado de viga independente da unidade de cada item. Só foi possível adotar esse método devido à tabela Sinapi ter disponível todos os itens necessários para essa determinada atividade, o que não foi possível para o sistema em EPS já que não foi possível encontrar esta atividade em questão utilizando esse material específico. A área utilizada para obtenção do custo total em m² foi dada a partir do produto entre 97,46 metros lineares e 30 centímetros de altura da viga.

No Quadro 1 pode-se observar o orçamento realizado para a viga baldrame no sistema de alvenaria convencional.

Para o cálculo referente a montagem da viga baldrame em EPS (Quadro 2) foram utilizados dados obtidos no orçamento fornecido pelo engenheiro responsável pela obra estudada devido a indisponibilidade de alguns materiais na tabela SINAPI. Para levantamento de custo da mão de obra, foram utilizados os valores disponíveis na tabela SINAPI multiplicados pela unidade especificada na mesma, não foi possível utilizar o valor total por metro quadrado como no sistema convencional, pois, como já mencionado, não está disponível no orçamento fornecido pelo Sistema Nacional de Índices da Construção Civil custos para esta atividade com estes materiais específicos.

A partir de dados coletados na obra, concluiu-se que foram necessárias 5 horas de mão de obra, referente a meio dia de serviço, para o posicionamento e montagem das canaletas de poliestireno expandido, esse valor foi utilizado para obtenção dos valores finais presentes no quadro 2.

Quadro 1 – Orçamento da montagem das vigas baldrame em alvenaria convencional
MONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO

DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR M2
DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM ÁGUA	L	0,11
PONTALETE DE MADEIRA NAO APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3 ")	M	9,08
PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO		
SARRAFO DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 7,5* CM (1 X 3 ")	M	3,05
PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO		
PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 17 X 24 (2 1/4 X 11)	KG	1,18
TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	32,46
PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,51
AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	9,49
CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	32,13
SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHP DIURNO	CHP	1,79
SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHI DIURNO	CHI	1,38
CUSTO TOTAL POR M2	M2	91,18
CUSTO TOTAL		R\$2.665,92

Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

Quadro 2 – Orçamento da montagem das vigas baldrame em EPS
MONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM EPS

DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL
EPS BASE 15x30	M	18,40
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,69
SERVEENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	14,19
CUSTO TOTAL		R\$1.967,66

Fonte: HN ENGENHARIA, 2017.

Pode-se notar que houve economia na etapa apresentada, os valores serão somados com as etapas subsequentes e será feito um levantamento total envolvendo todas as etapas mencionadas.

Podemos dizer também que houve uma diminuição no tempo de obra já que para montagem das canaletas em EPS foi necessário apenas 5 horas. Não será feito um cronograma para ser comparado, pois como se trata de valores reais (sistema em poliestireno expandido) e valores teóricos (sistema em alvenaria convencional) os resultados estariam propícios a erros.

Para a etapa de concretagem das vigas baldrames, de ambos sistemas, foram utilizados os mesmos dados de custos obtidos na tabela SINAPI já que não há necessidade de material ou serviço especial. A diferença entre ambos está no volume concretado devido a área útil no interior de cada viga. Para a área da viga em madeira serrada será calculada com as medidas apresentadas na sua montagem, sendo de 15x30 cm. Já para a área útil a ser concretada da viga em EPS foi descontado das dimensões laterais e inferior da canaleta 3 cm de modo a desconsiderar o volume de EPS presente na viga. Dessa forma, será necessário 4,39m³ de concreto para a viga convencional e 2,37m³ para o preenchimento das canaletas de poliestireno expandido.

Segue no Quadro 3 o orçamento para concretagem de ambas.

Quadro 3 – Concretagem das vigas baldrames em alvenaria convencional e em EPS

CONCRETAGEM DE VIGAS BALDRAME EM MADEIRA SERRADA, FCK 30 MPA, COM USO DE JERICA, LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO		
DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR M3
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	49,36
SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	35,59
VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO	CHP	0,49
VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO	CHI	0,26
CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L	M3	370,94
CUSTO TOTAL POR M3	M3	456,64
VIGA BALDRAME EM MADEIRA SERRADA - 4,39 M3		R\$ 2.004,65
VIGA BALDRAME EM EPS - 2,37 M3		R\$ 1.082,24

Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

As vigas da alvenaria convencional necessitam de impermeabilização. Como para as vigas em EPS não é necessário este passo, então será apresentado um orçamento de impermeabilização apenas para a viga baldrame referente ao sistema convencional. A área utilizada neste cálculo se dá pela soma das áreas das faces da viga, sendo duas laterais e uma superior, totalizando em 73,10m².

No Quadro 4 pode-se verificar os custos para essa etapa.

Quadro 4 – Orçamento impermeabilização das vigas baldrames em alvenaria convencional

IMPERMEABILIZAÇÃO DE BALDRAME EM CONTATO COM SOLO - UTILIZ. TINTA BETUMINOSA TIPO NEUTROLIN / 2DEMAOS		
DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR M2
TINTA ASFALTICA IMPERMEABILIZANTE DISPERSA EM AGUA, PARA MATERIAIS CIMENTICIOS	L	2,80
SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	5,81
CUSTO TOTAL POR M2	M2	8,61
CUSTO TOTAL		R\$ 629,39

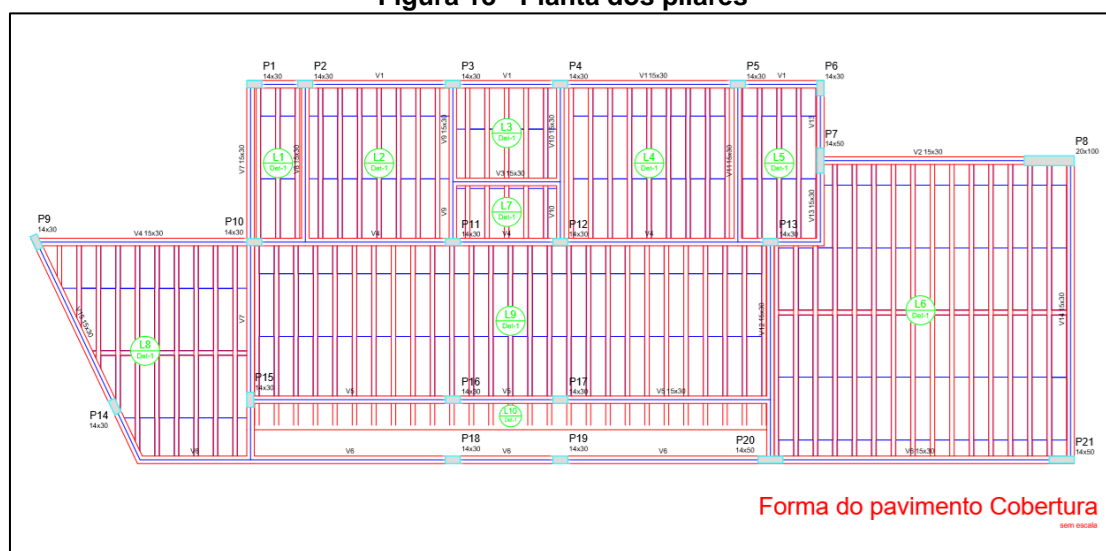
Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

5.2.2 Paredes e Platibandas

A próxima etapa se dá pelo levantamento de quantitativo das paredes e o orçamento das mesmas. Essa construção dispõe de 57,85 metros de parede corrida, como os painéis de EPS foram disponibilizadas tendo 2.80 metros de altura será considerada a mesma para as paredes em alvenaria. O sistema em poliestireno expandido só utilizou pilares em concreto armado nos locais onde não haviam paredes para apoio das lajes, apenas um pilar de dimensões 14x50 cm está entre as paredes, então descontando a medida do pilar temos 50,35 m de parede corrida em EPS, totalizando em 140,98 metros quadrados de paredes em EPS.

Já para o sistema em alvenaria convencional foram considerados pilares nos pontos onde foram escavadas estacas, com medidas padronizada de 14x30 centímetros. Para o cálculo da área será utilizado a metragem de parede corrida, descontando as dimensões dos pilares mostrados na Figura 18.

Figura 18 - Planta dos pilares



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Os números totais de pilares presentes no decorrer do encaminhamento da parede são 13 pilares de 14x30 cm e 1 pilar de 14x50cm, descontando essas dimensões dos 57,85 metros lineares de parede, ficamos com 53,45 metros corridos a serem utilizados para área total de parede.

Para o levantamento das paredes de tijolo cerâmico será necessário desconsiderar aberturas como portas e janelas de modo que o quantitativo de blocos não ultrapasse o necessário, enquanto para os painéis de EPS isso não será necessário pois os mesmos chegam na obra com os vãos. As aberturas são: 4 portas – 90x210; 1 porta – 150x210; 1 porta – 200x210; 4 janelas – 150x210; 2 janelas – 60x40.

A área líquida a ser utilizada no orçamento pode ser obtida pelo produto entre 53,45 metros lineares de parede e 2,80 metros de altura, em seguida deve-se excluir as áreas de aberturas existentes, sobrando então 128,27 metros quadrados de parede em alvenaria de vedação.

Existem também trechos de platibanda em 5 alturas diferentes, sendo eles:

- 19,41 metros lineares com 1,71 metros de altura;
- 16,05 metros lineares com 1,25 metros de altura;
- 8,80 metros lineares com 2,60 metros de altura;
- 17,90 metros lineares com 0,70 metros de altura;

- 11,05 metros lineares com 0,90 metros de altura;

Tendo em vista esses valores temos então 98,61 m² de platibanda, valor que será levado em consideração para ambos os sistemas construtivos. Serão apresentados a seguir o orçamento para as paredes e platibandas em alvenaria convencional (Quadros 5 a 10) e em seguida os valores para o sistema composto por painéis monolíticos em EPS fornecidos pelo responsável técnico da obra.

Quadro 5 – Orçamento da alvenaria de vedação com vãos

ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS DE 9X19X19CM - PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA		
DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR M2
BLOCO CERAMICO (ALVENARIA DE VEDACAO), DE 9 X 19 X 19 CM	MIL	15,1
TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	0,58
PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENT O	0,13
ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA MASSA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L	M3	3,9
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	32,06
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	11,26
CUSTO TOTAL POR M2	M2	63,03
CUSTO TOTAL		R\$ 8.084,86

Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

Quadro 6 - Orçamento de vergas pré-moldadas para janelas com até 1,5 m de vão

VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO		
DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR M
DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM ÁGUA	L	0,03
ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,84
ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L	M3	0,71
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,73
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,48
FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM	M2	8,74
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES	KG	2,85
CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L	M3	5,38
CUSTO TOTAL POR M	M	21,76
CUSTO TOTAL		R\$ 156,67

Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

Outro ponto a se considerar é a falta de necessidade da execução de vergas e contravergas para os painéis monolíticos, pois junto com os painéis também são vendidos

os reforços necessários. Por esse fato também será apresentado o orçamento para as vergas e contravergas necessárias no sistema em alvenaria convencional (Quadro 6 e 7).

Quadro 7 - Orçamento de vergas pré-moldadas para portas com até 1,5m de vão

VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO		
DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR M
DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,03
ESPADADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,84
ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L	M3	0,71
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,94
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,55
FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM	M2	6,27
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES	KG	1,95
CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L	M3	3,59
CUSTO TOTAL POR M	M	16,88
CUSTO TOTAL		R\$ 86,09

Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

Nos Quadros 8 e 9 são apresentados os levantamentos para verga e contraverga pré-moldadas.

Quadro 8 – Orçamento de vergas pré-moldadas com mais de 1,5m de vão

VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO		
DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR M
DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM ÁGUA	L	0,04
ESPADADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,84
ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L	M3	0,71
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,20
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,24
FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM	M2	11,00
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES	KG	4,89
CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L	M3	7,18
CUSTO TOTAL POR M	M	27,10
CUSTO TOTAL		R\$ 54,20

Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

Quadro 9 – Orçamento de contraverga pré-moldadas com vão de até 1,5m

CONTRAVERGA PRÉ-MOLDADA PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO		
DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR M
DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM ÁGUA	L	0,03
ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,84
ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L	M3	0,71
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,73
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,48
FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM	M2	8,43
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES	KG	2,85
CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L	M3	5,38
CUSTO TOTAL POR M	M	21,45
CUSTO TOTAL		R\$ 154,44

Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

No Quadro 10, consta o orçamento para as paredes de alvenaria da obra.

Quadro 10 – Orçamento alvenaria de vedação sem vãos

ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS DE 9X19X19CM - PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA - PLATIBANDA		
DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR M2
BLOCO CERAMICO (ALVENARIA DE VEDACAO), DE 9 X 19 X 19 CM	MIL	14,90
TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	0,58
PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	0,13
ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	3,90
PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	28,34
SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	9,95
CUSTO TOTAL POR M2	M2	57,80
CUSTO TOTAL		R\$ 5.699,66

Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

No Quadro 11 será apresentado o orçamento para a montagem dos painéis de EPS que foram entregues montados e chapiscados. O serviço durou 3 dias porém o tempo de serviço não será levado em conta pois foram pagos por serviço prestado e não por horas trabalhadas. A área total de paredes é 140,98 m², que quando somados com a platibanda resultam em 239,49 m².

Quadro 11 – Montagem e chapisco dos painéis monolíticos

MONTAGEM E CHAPISCO - PAINÉIS DE EPS		
DESCRIÇÃO ITEM	UNID.	CUSTO TOTAL POR UNID.
Painéis de EPS Espandido P/ Cosntrução Civil - Tipo 3F Material Sem Retalho, Pantografado, Auto extingüível à chama (Classe F). Painéis com 10 cm de Espessura, revestido na tela Gerdau 15x15 3.4 (EPS 2.80 + Trnsp/0.20)	M2	75,00
Mão de Obra (Montagem)	M2	15,00
Mão de Obra (Chapisco)	M2	4,00
Aditivo para chapisco	LT	6,00
COLUNAS EM L 0,45 X 0,45 X 3	PÇ	21,00
Reforço de janela e portas 0,45X0,60 m	PÇ	5,00
Verga e <i>Contra-Verga</i> 0,30X1,00 m	M	7,00
Pinos	KG	10,00
Kit Escoras (Aluguel)	KITS	15,00
CUSTO TOTAL		R\$ 25.190,06

Fonte: HN ENGENHARIA, 2017.

Não será incluso um orçamento para chapisco, emboço e reboco e revestimentos pois ambos sistemas chegaram a mesma etapa e a partir desse ponto não terá mais divergências nos serviços que seguem a partir deste ponto.

6 RESULTADOS

Os Quadros 12 e 13 mostram os orçamentos finais para os dois sistemas analisados.

Quadro 12 – Orçamento final do sistema em alvenaria convencional

ORÇAMENTO FINAL - SISTEMA EM ALVENARIA CONVENCIONAL	
MONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO	R\$ 2.665,92
CONCRETAGEM DE VIGAS BALDRAME EM MADEIRA SERRADA, FCK 30 MPA, COM USO DE JERICA-, LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	R\$ 1.082,24
IMPERMEABILIZAÇÃO DE BALDRAME EM CONTATO COM SOLO - UTILIZ. TINTA BETUMINOSA TIPO NEUTROLIN / 2DEMAOS	R\$ 629,39
ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS DE 9X19X19CM - PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR A 6M ² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA	R\$ 8.084,86
VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO	R\$ 156,67
VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO	R\$ 86,09
VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO	R\$ 54,20
CONTRAVERGA PRÉ-MOLDADA PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO	R\$ 154,44
ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS DE 9X19X19CM - PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR A 6M ² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA - PLATIBANDA	R\$ 5.699,66
TOTAL	R\$ 18.613,46

Fonte: SINAPI, 2019 (Modificado).

Quadro 13 – Orçamento final do sistema em poliestireno expandido

ORÇAMENTO FINAL - SISTEMA EM EPS	
MONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM EPS	R\$ 1.967,66
CONCRETAGEM DE VIGAS BALDRAME EM MADEIRA SERRADA, FCK 30 MPA, COM USO DE JERICA-, LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	R\$ 2.004,65
MONTAGEM E CHAPISCO - PAINÉIS DE EPS	R\$ 25.190,06
TOTAL	R\$ 29.162,37

Fonte: HN ENGENHARIA, 2017.

Como notado, apesar do sistema em EPS permitir a exclusão de algumas etapas da obra, como a impermeabilização da viga baldrame, no final deste levantamento ele saiu consideravelmente mais caro que o sistema convencional. É possível visualizar qual etapa da obra é responsável por aumentar o valor gasto na obra.

Os materiais em EPS, mais especificamente as paredes, são responsáveis pela elevação no orçamento desse sistema, isso se dá por ser um material novo no mercado e não possui muitos concorrentes. Sua popularização nos mercados levaria a queda do seu preço, pois com o aumento da demanda os comerciantes abaixam os preços para que seus produtos se sobressaiam entre os produtos da concorrência.

7 CONCLUSÃO

Por se tratar de um sistema relativamente novo e com pouca concorrência para os fornecedores o material ainda tem alto custo. Detalhando o orçamento por partes da obra pode-se notar que em relação aos serviços o custo do sistema em EPS sairia visivelmente mais barato que o sistema convencional, mas a comparação virou drasticamente quando calculado o valor dos painéis, que ainda são relativamente mais caros.

Visando apenas etapas de serviços o sistema alternativo (em EPS) seria o mais vantajoso, isso devido a possibilidade de pular etapas da obra, como montagem de fôrmas para baldrame ou execução de vergas em concreto armado, e assim economizaria em mão de obra. Outra vantagem seria o tempo gasto em cada etapa, uma obra mais rápida também reduz custos em aluguéis de materiais e containers para armazenamento dos mesmos, porém como não foi realizado um estudo detalhado de cada ponto não serão apresentados resultados em relação a isso. Outra vantagem é a limpeza do canteiro, como foi possível notar nas fotos no decorrer do andamento da obra. Por gerar menos descarte o controle da organização e limpeza no local de serviço é mais prática e simples, além de lixo em menores quantidades esses materiais são mais leves e fáceis de deslocar até a caçamba de entulhos.

O método escolhido depende do que o proprietário prioriza, se quer uma obra rápida e prefere gastar mais em material, podendo economizar em outros pontos, a melhor escolha é o sistema em poliestireno expandido. Deve-se ponderar também outras vantagens pensando no conforto do ambiente, segundo a proprietária do imóvel estudado é notável a temperatura mais amena no interior da sua casa em relação as residências vizinhas, isso pelo isopor ser um ótimo isolante térmico como já mencionado nesse trabalho.

Se o cliente preferir investir na obra mais lentamente, devido a cada etapa da obra demandar certo tempo então a melhor escolha é o sistema em alvenaria convencional. Esse sistema poderá sair mais caro com o tempo de obra, gastando mais para manter o canteiro organizado e mantendo funcionários trabalhando por mais tempo.

Porém é um gasto controlado, podendo tocar a obra na velocidade desejada de acordo com os gastos planejados para cada período.

REFERÊNCIAS

ABRAPEX. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **O EPS na Construção Civil: Características do poliestireno expandido para utilização em edificações**. São Paulo, set. 2000

ALVES, João Paulo de Oliveira. **Sistema Construtivo em Painéis de EPS**. 2015. 221f. Artigo (Graduação) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade católica de Brasília, Brasília.

AVESANI NETO, José Orlando. **Caracterização do comportamento geotécnico do EPS através de ensaios mecânicos e hidráulicos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2008. doi:10.11606/D.18.2008.tde-24062008-101540.

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) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

EMMEDUE. **Advanced Building System**. Italy, 2018. Disponível em: <<https://www.mdue.it/en/emmedue-panels>>

FERREIRA, Vinícius Soares. **A sustentabilidade como diferencial competitivo na construção civil: um estudo sobre o produto de alvenaria em poliestireno expansivo**. 2016. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

GROTE, Zimara V.; SILVEIRA, José L.. **Análise Energética e Exergética de um Processo de Reciclagem de Poliestireno Expandido (Isopor)**. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, São Paulo, v. 3, n. 3, p.9-27, 2002. Disponível em: <<http://editorarevistas.mackenzie.br>>.

ISOMAF. **Parede de EPS recoberta por argamassa**. Sapucaia do Sul, 2019. Disponível em: <https://www.isomaf.com.br/blog/5/Parede-de-EPS-recoberta-por-argamassa-armada>>

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.

MACHADO, Rosane M. A; PINTO, Taisa S. **Inovação tecnológica na construção civil: o caso dos painéis de EPS**. 27 pg. Monografia (Especialização) – CEFET – PR. Curso de Pós Graduação em Gerenciamento de Obras, VI. Curitiba, 2001.

MONTENEGRO, Ricardo Sá Peixoto; SERFATY, Moysés Elias. **Aspectos gerais do poliestireno**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 16, p. 123-136, set. 2002

OLIVEIRA, Livia Souza de. **Reaproveitamento de resíduos de poliestireno expandido (Isopor) em Compósitos cimentícios**. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de São João Del-rei, São João del Rei, 2013.

PAREDES BETEL. **Obras em poliestireno expandido**. Disponível em: <http://paredesbetel.com.br/obras.php?obra=paranoa&nome_obra=parano%C3%A1>.

SANT'HELENA, Maiko. **Estudo para aplicação de poliestireno expandido (EPS) em concretos e argamassas**. 87f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso)- Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina, 2009.

SILVA, Fernando Henrique da. **Demonstração do sistema construtivo em painéis monolíticos De eps**. 2018.

SINAPI – **Índices da Construção Civil**. Disponível em: <<http://goo.gl/ttgltv>>.

TÉCHNE. **Tecnologia: Paredes de painéis monolíticos de EPS**. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/129/artigo285706-2.aspx>>.

TERMOTÉCNICA. **Método construtivo inovador e sustentável recebe certificação**. Disponível em: <<http://www.termotecnica.ind.br/metodo-construtivo-inovador-esustentavel-recebe-certificacao/>>.

TESSARI, Janaina. **Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil**. 2006. 102 f. Dissertação (Pós-Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.