



## **PAINÉIS MONOLÍTICOS EM EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

MAZUCO, Rafael <sup>1</sup>, LIMA, Matheus <sup>2</sup>.

Prof. ( Paulo Roberto Vitiello. – Universidade São Francisco).

rafaelmazuco@hotmail.com - math10vaz@hotmail.com

### **Resumo**

O mercado busca diariamente inovações em tecnologia, sustentabilidade, agilidade e custos mais baixos, na construção civil não é diferente, podemos observar uma constante busca por materiais que geram menos resíduos em busca de canteiros de obras mais limpos, além de métodos construtivos com mais agilidade e menor preço, pensando nisto este trabalho apresenta o sistema de painéis monolíticos em EPS, que são painéis em EPS revestidos com malhas de aço treliçadas e cobertos por uma argamassa estrutural, este sistema foi comparado ao sistema convencional de fechamento em blocos de concreto para análise de custos, prazos e sustentabilidade, apresentando assim um sistema inovador que vem ganhando espaço nos orçamentos de cada empresa.

**Palavras-chave:** Painéis em EPS; Poliestireno Expandido; Construção Civil; Inovação.

### **Abstract**

The market seeks innovations every day in technology, sustainability, agility and lower costs, in construction is no different, we can observe a constant search for materials that generate less waste in search of cleaner construction sites, in addition to constructive methods with more agility This work presents the system of EPS monolithic panels, which are EPS panels coated with lattice mesh and covered by a coating mortar. This system was compared to the conventional concrete block closure system. analysis of costs, deadlines and sustainability, thus presenting an innovative system that has been gaining space in the budgets of each company

**Keywords:** EPS panels; Expanded polystyrene; Construction; Innovation.



## Introdução.

O sistema construtivo de painéis em EPS foi desenvolvido pela Monolite e por isso o é denominado de sistema Monolite, ele contempla importantes avanços para a construção civil, mais especificamente para o levante de alvenaria, o processo construtivo pode ser usado tanto como fechamento estrutural, bem como estrutura de vedação. Nas obras analisadas foram observados tanto o uso do somente dos painéis, como em um sistema misto com estruturas de concreto armado ou estruturas metálicas.

Atualmente a necessidade do mercado faz com que o sistema construtivo em painéis monolíticos em EPS seja altamente vantajoso, visto que o mesmo apresenta os requisitos: rapidez na execução, qualidade, sustentabilidade, competitividade, conforto termoacústico, 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) advém de um projeto italiano, desenvolvido em uma região sujeita a terremotos, com o intuito de criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e agregasse elementos de isolamento térmico no início dos anos oitenta.” (SOUZA, 2009 pág.43).

“Com esta finalidade, foi desenvolvido um painel modular, pré-fabricado, leve, composto de uma alma de EPS disposto entre duas malhas de aço eletrosoldadas, e em seguida recebendo revestimento em concreto e/ou argamassa aplicados nas obras.” (BERTOLDI, 2007).

Ainda segundo Bertoldi (2007) esta tecnologia foi difundida 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 do sistema construtivo. No Brasil, ela chega por volta do ano de 1990, quando o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo realiza análises dos componentes do sistema e de elementos construídos, obtendo resultados favoráveis, no que diz respeito aos principais pressupostos do mesmo (comportamento estrutural, conforto térmico e impermeabilidade). Hoje se tem várias empresas que oferecem produtos semelhantes, como o sistema Hi-Tech, empresa de origem americana e que já comercializa este produto no Brasil.

Com um mercado consagrado 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.

Essa pesquisa tem como objetivo o estudo de um novo método construtivo da construção civil que traga grandes vantagens na produtividade, qualidade, sustentabilidade e baixo custo.

Sendo assim o presente trabalho apresenta o sistema de painéis monolíticos em EPS, nomeado pela LCP Engenharia & Construções de Ecogrid, comparando-o com o sistema construtivo tradicional (blocos de concreto, para alvenaria de vedação e concreto armado, como estrutura).



## Metodologia

O estudo deste trabalho foi feito pelo método de pesquisa em campo, onde foram analisadas duas residências, ambas situadas no Estado de São Paulo, na cidade de Bragança Paulista, dentro do condomínio Fazenda Santa Helena “ Portal de Bragança”.

A primeira residência analisada situa-se na Alameda Porto, nº785, em um terreno com 660 m<sup>2</sup> e 355 m<sup>2</sup> de área construída total, vide figura 1. Esta apresenta o terreno em declive, onde foi construída uma casa composta por três pavimentos: térreo, inferior um e inferior dois. No inferior 2 foi utilizada estrutura em concreto armado, já no inferior 1 a estrutura utilizada foi mista, composta por estrutura metálica e painéis monolíticos em EPS e no térreo foi utilizado somente o sistema de painéis monolíticos em EPS.

A segunda residência analisada situa-se na Alameda Porto, nº 818, em um terreno de forte acive com 1.235m<sup>2</sup> e 516m<sup>2</sup> de área construída total, vide figura 2. A casa possui 3 pavimentos, sendo o térreo todo em alvenaria convencional, composto por blocos de concreto e estrutura em concreto armado, já o superior 2 e 3 são mistos, em estrutura metálica e painéis monolíticos em EPS.

Foi observado na primeira residência que a área total a ser utilizada com os painéis monolíticos é de 327,2 m<sup>2</sup> e na segunda 477 m<sup>2</sup>, juntas totalizam 804,2 m<sup>2</sup>.

Foram feitas diversas visitas em ambas às obras para verificar as dificuldades e praticidades do método apresentado, assim como foram realizadas reuniões no escritório da Seminari Construtora Eireli, analisando planilhas de orçamentos e cronogramas físicos financeiros, para que fosse possível comparar o sistema utilizado pela construtora, o EcoGrid (painéis monolíticos em EPS) da empresa LCP Engenharia & Construções, com o método construtivo tradicional, alvenaria de vedação em blocos de concreto e estrutura em concreto armado.



Figura 1: Projetos da Residência 1



Figura2: Projetos da Residência 2



## Desenvolvimento e Discussão.

### *Sistema Construtivo EcoGrid*

“O sistema construtivo é formado por painéis de EPS, argamassa, tela eletro soldada, treliça eletrosoldada e grampos de aço galvanizado, que unidos constituem as paredes estruturais internas e externas da edificação (SILVA, 2009 pág. 12.)”.

“Destina-se, em geral, à construção de casas e sobrados, ou outros tipos de unidades térreas. Sob condições, pode ser utilizado na construção de edifícios multi-pavimentos. Destina-se, também, à construção de edificações de usos industriais, escolares, comerciais e hospitalares “(SILVA, 2009 pág. 7)”.

Para a execução dos painéis EcoGrid são utilizadas as seguintes ferramentas (figura 3):

- \* Rebocadora pneumática;
- \* Compressor de ar;
- \* Pistola (soprador de térmico);
- \* Aprumadores, alinhadores e esquadros;
- \* Suporte de emenda;
- \* Mordedor de tela, para corte.



Figura 3: Ferramentas: Grampeadeira Pneumática, Soprador Térmico, Rebocadora pneumática ou caneca de projeção de argamassa.

### *Sistema Construtivo com Blocos de Concreto para estrutura de Vedação*

O sistema Construtivo com blocos de concreto é um dos mais utilizados no Brasil, os blocos de concreto podem ter função estrutural ou de vedação (sendo este o utilizado no trabalho como comparativo), os blocos estruturais possuem paredes mais espessas, o que lhe confere maior resistência aos esforços de compressão, portanto podem ser usados para dar sustentação às construções, diferente dos blocos de vedação, que por sua vez possuem paredes mais finas, podendo ser utilizados somente como fechamento de vãos, onde não lhes são exercidas grandes tensões.

A NBR 6136 (2006) reúne os requisitos para os blocos de alvenaria com e sem função estrutural. As classes de blocos são definidas como: A, B, C (blocos estruturais) e D (blocos de vedação).



### *Tempo de execução dos sistemas.*

Os dados apresentados como sistema EcoGRID foram coletados em campo em cada obra individualmente e comparados com o sistema convencional de blocos de concreto, onde os dados foram baseados pela tabela PINI, tabela 3 e figura 4.

A tabela 1 apresenta os comparativos em relação a produtividade dos sistemas para levantar de alvenaria/montagem e travamentos das placas em EPS e execução do reboco (chapisco e reboco) na residência 1, considerando 327,20m<sup>2</sup> (área destinada para alvenaria) e a tabela 2 os mesmos comparativos porém referentes a residência 2, que contém 477m<sup>2</sup> para execução de alvenaria.

#### **PRODUTIVIDADE DA OBRA 1- 327,20 m<sup>2</sup>.**

	<b>ALVENARIA</b>	<b>REBOCO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SISTEMA ECOGRID</b>	<b>25 DIAS</b>	<b>50 DIAS</b>	<b>75 DIAS</b>
<b>SISTEMA CONVENSIONAL</b>	<b>41 DIAS</b>	<b>94 DIAS</b>	<b>135 DIAS</b>
<b>CONVENSIONAL/ ECOGRID</b>	<b>61%</b>	<b>53,19%</b>	<b>57,10%</b>

Tabela 1: Prazo de execução da obra 1.

#### **PRODUTIVIDADE DA OBRA 2 - 477,00 m<sup>2</sup>.**

	<b>ALVENARIA</b>	<b>REBOCO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SISTEMA ECOGRID</b>	<b>37 DIAS</b>	<b>73 DIAS</b>	<b>110 DIAS</b>
<b>SISTEMA CONVENSIONAL</b>	<b>60 DIAS</b>	<b>136 DIAS</b>	<b>196 DIAS</b>
<b>CONVENSIONAL/ ECOGRID</b>	<b>61,70%</b>	<b>53,70%</b>	<b>56,12%</b>

Tabela 2: Prazo de execução da obra 2.

COMPONENTES	UNIDADE	PRODUTIVIDADE VARIÁVEL (CONSUMO/M <sup>2</sup> )		
		MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO
Pedreiro	hora	0,59	0,79	1,06
Servente	hora	0,39	0,51	0,67
Bloco cerâmico vazado estrutural	unidade	12,88	13,50	15,63
Argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar	m <sup>3</sup>	0,014	0,024	0,046

De acordo com a tabela, um pedreiro pode gastar de 0,59 hora a 1,06 hora para fazer 1 m<sup>2</sup> de alvenaria, além de gastar de 12,88 a 15,63 blocos e até 0,046 m<sup>3</sup> de argamassa. Agora, entenda na prática o porquê disso:

Tabela 3: Fonte da tabela (PINI, 2009) – Dados da M.O para o sistema convencional.



## COMPARATIVO: BASE PINI (TCPO 14) X BASE CASOS

A seguir, apresentam-se os resultados obtidos para o grupo de obras participantes do estudo e os da TCPO14.

As RUPmin, RUPmed e RUPmax para os casos de projeção mostraram-se menores que as apresentadas pelos casos de aplicação manual e na TCPO14, indicando a tendência de se ter melhor produtividade com a projeção.

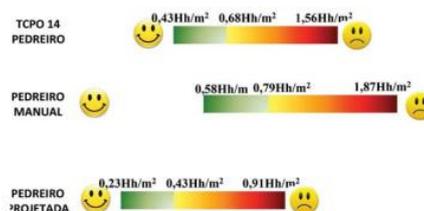


Fig. 11 - RUPmin, RUPmed e RUPmax do pedreiro para emboço da TCPO 14 e dos casos com aplicação manual e projetada.

Figura 4: Fonte Cartilha de Produtividade: Dados de reboco por m<sup>2</sup> sistema convencional.

### Montagem do EcoGrid.

O processo de montagem dos painéis em EPS tem um diferencial se comparado aos outros métodos, pois os painéis são pré fabricados conforme o projeto, como podemos ver na figura 5, que passa por um estudo e as peças são fabricadas conforme a necessidade de cada projeto, isso traz um diferencial neste método para a obra sendo prático e ágil. Outra vantagem deste método é que a instalação das tubulações elétricas e hidráulicas são práticas e não geram resíduos, visto que as placas são derretidas com o soprador térmico no lugar onde irão as tubulações e posteriormente a tela é grampeada novamente para reestruturação do painel.

Para o autor,

“Os projetos enviados aos fabricantes devem conter informações sobre as espessuras dos painéis, determinadas durante o cálculo térmico do ambiente, característica que mostra quanto se quer diminuir de temperatura de um ambiente para outro. A espessura dos painéis pode variar de 30 até 200 mm. Deve estar especificado o tipo de acabamento, se o aço é natural ou colorido. O terceiro item é o comprimento dos painéis estipulados pela engenharia.” (PANHAN, 2018 pág. 18)

Com o projeto bem ajustado e a pré-fabricação dá-se andamento ao procedimento, onde o transporte do mesmo é feito, sua leveza facilita muito o transporte, o descarregamento das peças e a montagem das mesmas, porém temos a questão do volume que é grande e requer maior espaço para armazenamento.

O armazenamento na obra é outro fator que vale destacar no método dos painéis em EPS, por ser leve e de fácil transporte o material pode ficar perto da sua origem de instalação/montagem, dando mais rapidez na instalação, sendo uma outra vantagem do sistema.

“Por fim, montam-se os painéis, que são alinhados nas guias de ferro do contra piso e montados no prumo. A fixação é feita por grampos e arames recozidos. Os painéis virão numerados pelo fabricante do sistema construtivo e as abas de malha de cada painel devem



sobrepor às abas do painel seguinte para composição do conjunto monolítico” (ISORECORT, 2016, pág. 23).

Para o autor,

“A construção das paredes requer a montagem de grandes painéis compostos de chapas EPS com densidade de  $15 \text{ kg/m}^3$  a  $16 \text{ kg/m}^3$  do tipo 4F (NBR 11949), de no mínimo 80 mm, que são cortadas de acordo com a especificação de cada projeto. Na sequência, duas telas de aço eletrosoldadas de 3,4 mm de 15 cm x 15 cm fazem um sanduíche da peça e são presas por grampos. Os painéis de EPS podem ser ondulados, retangulares ou duplos, e sua utilização, como veremos a seguir, será determinada pela capacidade de se preencher as cavidades com argamassa, para que se formem micro colunas de reforço. Na construção de prédios com vários pavimentos, os painéis principais de sustentação devem ser duplos, com espaço variável entre eles, conforme a altura do edifício, e serão preenchidos com concreto estrutural. No final, o aspecto da edificação será de construção tradicional de alvenaria. O sistema monolítico pode ser empregado para executar tanto paredes como pisos e coberturas inclinadas.” (KIESEWETTER, 2007).

“É nessa etapa que a edificação começa a criar forma, as paredes em painéis EPS com espessura de 50 mm, são montadas rapidamente, devido aos encaixes existentes nos mesmos, já pensando na facilidade de montagem.” (REIS, 2015 pág. 33).

“Os painéis chegam com as medidas já determinadas pelo projeto e prontos para serem montados de acordo com a planta de paginação e montagem, evitando recortes e desperdícios no canteiro e consequentemente a diminuição de resíduos sólidos na construção.” (REIS, 2015 pág.11).

A montagem dos painéis é um processo rápido, pois se trata de um sistema onde as peças são pré - fabricadas para cada projeto, o trabalho maior está na parte dos travamentos com madeiras, para fazer os alinhamentos e plumo.

“As esquadrias, como portas isoplanas (composta de painel EPS), janelas de alumínio também são instaladas ao mesmo tempo da montagem dos painéis, já que todos eles são enviados na medida exata e já prevendo a instalações das esquadrias.” (REIS, 2015 pág.27).



Figura 5: Montagem dos painéis monolíticos.



### *Sustentabilidade.*

De acordo com a autora Printes 2018, o sistema de painéis em Eps é uma técnica construtiva sustentável revolucionária, é 100% reciclável, sustentável, garante rapidez, eficiência e economia nas obras, 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 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.

“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” (ACEPE, 2009).

“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 (aparelhos de ar condicionado e ou aquecedores, por exemplo), contribuindo significativamente para o aumento dos índices de construções com eficiência energética” (PRINTES, 2018).

### *Instalações – Elétricas e Hidráulicas.*

Os sistemas de painéis de EPS trazem como diferencial em sua montagem no canteiro de obras a compatibilidade com as instalações elétricas e hidráulicas, com isso é tudo pensado antes de começar os serviços de argamassamento conforme os projetos além de ter um planejamento da obra, contendo a sequência de cada etapa.

De acordo com Isorecort (2016 pág.16),

A próxima etapa da construção dos painéis volta-se ao posicionamento das tubulações hidráulicas e elétricas. Inicialmente, marca-se o traçado dos tubos com um spray e, com um gerador de ar quente, abrem-se as fendas nas quais as tubulações passarão. As saídas hidráulicas e as caixas elétricas devem ser anexadas na malha de aço e alinhadas para ficarem no mesmo plano da face concluída do revestimento. A malha pode ser aterrada, criando uma gaiola Faraday.

“Ao mesmo tempo em que os painéis estão sendo montados, são passadas as instalações elétricas, hidráulicas e de ar condicionado, tal como cabos, eletrodutos, luminárias, tomadas, drenos, ramais de água, entre outros.” (REIS, 2015 pág.24).



Para o autor, as casas, normalmente de dois pavimentos, são montadas sobre um radier de concreto armado. As instalações da obra são colocadas entre a malha de aço e o isopor, dispensando quebrar a parede. Em caso de reforma, os recortes podem ser feitos com uma serra elétrica. No Brasil, a LCP Engenharia Construções treina mão de obra quando precisa construir fora do estado de São Paulo (SANTOS, 2015 pág. 23.).

No entanto no sistema de blocos de concreto normalmente as etapas são feitas em ordens diferentes, primeiro é feito todo o fechamento de paredes para depois começar a cortar as paredes para as instalações hidráulica e elétrica, o que leva mais tempo, mão de obra e gera mais resíduos para a obra.

Assim no sistema monolítico não há remendos nas paredes, como mostra a figura 6, sendo assim a possibilidade de tricas menor, sendo portanto um método mais inteligente e com ganho de tempo e diminuição de custos.

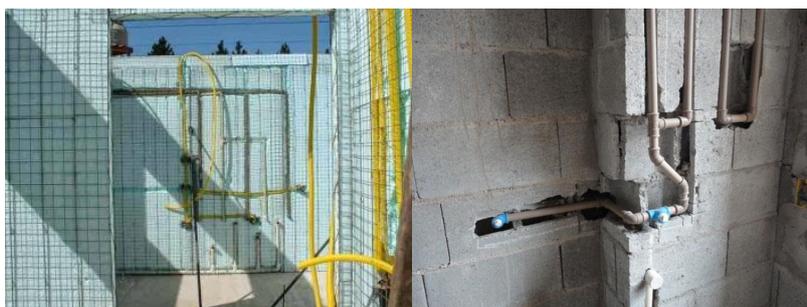


Figura 6: Instalações em ambos os sistemas.

### *Infiltração*

Um dos problemas constantes nas obras é a questão da impermeabilização, todos querem barrar a umidade, principalmente nas construções em maior contato com o solo, pois tendem a capturar mais a umidade, causando mofo, fungos, deteriorando a residência rapidamente principalmente os acabamentos como as pinturas, além de ser prejudicial para a saúde de quem lá reside.

Por mais que a impermeabilização seja bem feita existe sempre a possibilidade de acontecer às infiltrações.

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.

Um exemplo, se pegarmos uma caixa de isopor, e enchermos a caixa de gelo, o gelo vai derreter, mas não vai permitir que a umidade da água, passe pelo lado de fora.

O sistema é naturalmente impermeável isso é muito bom inclusive para saúde, em banheiros que são áreas molhadas devem ser feitos a camada de impermeabilização, para



evitar que a água chegue às camadas de argamassa, mais se por ventura a impermeabilização não ficar boa, ou se um rejunte da cerâmica falhar, a umidade do banheiro nunca vai chegar aos cômodos próximos, pois temos um miolo impermeabilizante “a camada de isopor”, conforme mostra a figura 7, isso é o conceito de isolamento em sua totalidade, isolamento termoacústico e impermeabilizante.



Figura 7: Duas camadas de argamassa e isopor no meio que é o isolante natural e impermeabilizante.

### *Elementos Decorativos*

Mais um ponto positivo para os painéis de EPS são os elementos decorativos, vide figura 8, que nem sempre são percebidos à primeira vista em sua infraestrutura, 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 de execução, leveza, menor investimento, grande resistência e qualidade, tendo muito mais eficiência do que o concreto armado, além de não precisar das trabalhosas fôrmas e ferragens, diminuindo trabalho e custos e aumento a eficiência.



Figura 8 : Exemplos de elementos decorativos sistema de eps.

### *Características dos painéis em EPS.*

Conhecido comumente como isopor, que tem como termo a sigla EPS internacionalmente conhecida como a sigla do poliestireno, ele é um polímero derivado de



petróleo é um plástico e todo plástico pega fogo se inserido uma combustão neste plástico, os painéis de EPS para construção civil possuem um aditivo antichama, que inibe essa exibição ignição e inibi a propagação da chama, sendo assim antichamas. Podemos ver o teste sendo executado na Figura 9.

A classificação do isopor é dado entre os tipo P e tipo F, o tipo P é o isopor usado para embalagens caixas de alimentos e laboratórios, e o tipo F é que caracteriza os painéis anti chama, os produtos ante chama já vem para a fabrica incorporado em sua matéria prima, quando o produto é de alta qualidade. (BARROS, 2018).

“Toda a construção modular é feita em painel isotérmico recheado de poliestireno expandido (painel EPS), e o mesmo possui a classe F o que significa que o material é retardante a chama. Garantindo uma maior segurança e conforto térmico e acústico.” (REIS, 2015).



Figura 9: Teste com o isopor Tipo F não propaga o fogo.

Nos painéis Ecogrid o isopor preenche o espaço que seria da alvenaria de vedação e dos pilares e vigas de concreto, estruturado em aço, são na verdade painéis estruturais que dão sustentação, compostos de duas malhas de aço que forma um sanduiche. O EPS no meio que é a forma que garante o isolamento termo e acústico, e as duas malhas são interligadas por eletro soldadas e rebocadas com argamassa estrutural, a malha é o que dá sustentação e alta resistência mecânica ao painel monolítico, os painéis tem uma carga de ruptura de duas vezes a carga de ruptura da alvenaria convencional.

Existe também a produção de tipos de espessura de EPS, conforme a figura 10, que varia de 50 mm a 130 mm, que vai proporcionar com o revestimento de argamassa de 11 cm a 19 cm que é o padrão para construção civil, existe mais de um fabricante dos painéis no Brasil o citado aqui é uma fabrica na cidade de Ribeirão Pires SP.

As malhas são produzidas nas tramas de 5 cm x 5 cm e na trama 5 cm x 15 cm, aonde nas malhas 5cm x 5 cm pode fazer as paredes estruturais, e nas 5 cm x 15 cm paredes com menos cargas, paredes de fechamentos economizando um pouco na malha de aço. (BARROS, 2018).



Figura 10: Produção dos painéis e eletro soldagem dos conectores formando um sanduíche.



O padrão das placas são modulares, tendo a medida de 3,00 m x 1,15 m com a malha já toda soldada e o preenchimento de isopor pode variar de 5 cm a 13 cm e depois com o recobrimento de argamassa, podendo escolher uma parede de maior ou menor isolamento com a espessura do isopor, ou conforme projeto.

Os painéis estruturais EPS têm malhas de 5 cm x 5 cm e os painéis 5 cm x 15 cm podem ser usados para fechamento de galpão, prédios, de todo tipo de parede e vai ter todos os benefícios de isolamentos térmicos e acústicos e tendo mais economia.

### *Isolamento termo acústico.*

Em teste realizado foi comprovado o alto isolamento térmico dos painéis, com ganho em média de 18 graus de isolamento da parte externa para interna podendo variar até para mais, a média é de 20 graus de diferença de temperatura, as imagens 11 e 12 dos testes realizados comprovam esses dados.

Essa é uma variação grande, normalmente as alvenarias convencionais conduzem muito mais calor para parte de dentro. O ganho em conforto termoacústico é revertido em economia para o bolso, questões energéticas com economia da conta de luz no uso de ar condicionadas e aquecedores para poder ter um ambiente em dias de isolação 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 aonde 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 ainda em temperatura mais baixa em torno de 27 graus ou menos, 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 da marca fluke 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.



Figura 11: Teste de isolamento térmico, parte externa 46.6 °C.



Figura 12: Teste de isolamento térmico, parte interna 28.4 °C.

“Além destas características, o desempenho de uma edificação também é fortemente influenciado pelo sistema de vedação vertical, pois as paredes condicionam características ligadas ao conforto acústico, hidrotérmico, segurança de utilização (devido à característica de compartimentação) e pelo desempenho estético” (FÚHR, 2017).

### *Elementos estruturais*

Os sistemas convencionais de blocos de vedação concretos dependem da estrutura de concreto armado (vigas e pilares) para sustentar a sua edificação, o sistema monolítico dispensa colunas e vigas, ele é estrutural e utiliza somente 10% de todo o aço usado no sistema tradicional.

Para Fuhr (2017),

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.



Figura 13: Painel com conectores formando estrutura treliçadas.



Outro ponto de extrema relevância no requisito resistência das paredes, a resistência mecânica dos painéis são de altíssima e comprovada capacidade estrutural, formado as paredes do sistema em verdadeiro micro pilares ao decorrer das mesmas, composto por malha de aço eletro soldadas fazer o papel de distribuir as cargas e aumentar sua resistência estrutural, trazendo confiabilidade ao sistema. Como pode ser verificado na figura 13.

### *Processo de fabricação do Isopor*

A fabricação do Eps é um processo aonde os polímeros perfeitamente esféricos que são derivados do petróleo entram em um equipamento chamado pré - expensor aonde tem um agitador que é dado uma forte de calor de energia, que é o vapor a partir que o pentano que é o agente expensor sai da perola cria uma zona de depressão e entra o ar, o produto final contém 98 % de ar e 2% de matéria plástica, por isso que o eps é tão isolante térmico e tão leve e acústico. A figura 14 mostra o processo de transformação do isopor.

Curiosidade no m<sup>3</sup> tem aproximadamente de 3 a 6 bilhões de esferas de isopor, o equipamento pré - expensor pequeno ele faz 400 quilos horas.



Figura 14: O processo de transformação do isopor.

Os painéis são uma tecnologia que dizemos que é “nova e inovadora”, apesar de já ter chegado há anos no Brasil, mas necessita ainda de maior conhecimento na construção civil brasileira, é necessária uma mudança cultural entre os métodos tradicionais, a qualidade, as vantagens e os resultados que o EcoGRID pode oferecer são excelentes, os comparativos desse artigo demonstram que o método pode se tornar um método do futuro, melhor custo-benefício para o homem e para o planeta.

### *Comparativos de custos dos sistemas*

A especulação dos valores de m<sup>2</sup> de cada sistema construtivo é considerada como um fator determinante para comparação e escolha do sistema construtivo, mas nenhuma construção é igual a outra, cada projeto e terreno tem suas particularidades e sistema construtivo ideal para que seja eficiente e viável financeiramente, não é possível padronizar o



preço de um produto personalizado como o sistema de painéis monolíticos em EPS, é possível fazer um comparativo considerando todas as suas vantagens e desvantagens e através da análise, definir a escolha do ideal buscado em cada construção.

No Brasil as estruturas convencionais em blocos de vedação em concreto e estrutural em concreto armado é o tipo mais utilizado, portanto com maior mão de obra qualificada para executá-la, já a alvenaria estrutural em EPS, necessita de um maior cuidado tanto na escolha de uma mão de obra especializada, quanto na elaboração de um projeto específico, além do mais a mesma não pode sofrer mudanças drásticas nas paredes estruturais, sendo que essas mudanças devem ser analisadas por engenheiro estrutural responsável para ver se é possível a realização das mesmas, mudanças essas que são muito mais flexíveis nas paredes de fechamentos, por isso concluímos que o método dos painéis monolíticos em Eps é muito vantajoso, para uma equipe bem gerenciada e treinada, para poder executá-la com atenção e qualidade, caso contrário será melhor optar pelo método convencional.

Podemos ter uma obra mais barata se a obra for mais simples, e vice e versa, uma obra mais cara se for mais complexa, através do comparativo podemos confiar que o sistema Ecogrid mencionado nesta monografia é a forma mais econômica e os dados comprovam, sendo de 12,16 % mais barato que a média do sistema convencional. Se o projeto for mais simples esta porcentagem pode aumentar.

Os valores mais baixos (economicamente) do sistema monolítico de isopor estão ligados aos custos indiretos e também na mão de obra (quanto mais rápido a execução menor será os gastos com a mão de obra – economia), porém o valor do material em si quando comparado ao sistema tradicional se torna mais alto, devido à qualidade dos materiais empregados no sistema Ecogrid.

O ponto chave desse sistema de construção em Eps é uma obra mais rápida e inteligente conseguindo atingir os percentuais de 12,16% de economia em custos, se o projeto for mais complexo este percentual pode cair e se o projeto for mais simples pode chegar a 30%, mais a média para ter noção boa é considerar 15%.

O passo a passo e a dica inteligente para conseguir atingir os valores que sejam viáveis para executar sua obra, é fazer o projeto com profissionais que estudam o melhor caminho através de levantamentos de custos para então assim priorizar o que é importante e necessário para sua obra, e ai tem a reais condições de tirar estes projetos do papel e realizar suas obras.

A tabela 4 abaixo apresenta os custos comparativos das etapas dos sistemas padrão convencional e custos do sistema ecogrid dados obtidos pela empresa Seminari Construtora que gerenciou as obras analisadas nesta monografia.

	m <sup>2</sup> por projeto	total		m <sup>2</sup> de painel	total painel		R\$ / m <sup>2</sup> MDO + consumos LCP	R\$ / m <sup>2</sup> de painel
Area a ser construída com o panel Ecogrid LeA	327,2	804,2	41%	474,27	1098,88	43%	326,79	208,47
Area a ser construída com o panel Ecogrid CeE	477		59%	624,61		57%		



Descrição	Qtde	und	Custos por etapa padrão convencional		Custos por etapa Sistema Ecogride		Custo LeA	Custo CeE
			unit	Total	unit	Total	Total	Total
MDO levantar e cobrir Térreo e Superior	804	m2	300,00	241.260,00	446,65	359.106,60	154.988,39	204.118,21
MDO acabamentos Térreo e Superior	804	m2	350,00	281.470,00	350,00	281.470,00	121.480,87	159.989,13
Estrutura	804	m2	550,00	442.310,00	100,00	80.420,00	32.720,00	47.700,00
Alvenaria	1099	m2	50,00	54.944,13	208,47	229.084,70	98.871,67	130.213,03
Revestimento Argamassa	2198	m2	17,00	37.362,01	13,60	13.328,00	5.752,29	7.575,71
Caçambas e Andaimos	1	vb		40.000,00		15.000,00	6.102,96	8.897,04
				1.097.346,13		978.409,30	419.916,17	558.493,13
Custo por m <sup>2</sup>				1.364,52		1.216,62	1.283,36	1.170,85

Tabela 4: Dados da Fonte: SEMINARI Construtora Eireli.

## CONCLUSÃO

Concluimos que o método de painéis monolíticos de poliestireno (EPS), é um sistema novo e inovador no Brasil, substitui as paredes convencionais, pois é um sistema pré-fabricado, modular, leve, composto de poliestireno expandido EPS, o painel estrutural possibilitou 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 logos das paredes resultando em edificações uno-líticas, resistentes até os abalos sísmicos.

Principais Vantagens:

- 1 Redução no tempo de execução;
- 2 Ideal para residências, prédios comerciais, escolas, hospitais, galpões e outros;
- 3 Até 50% mais leve; (Fundação do tipo radier mais barata e simples).
- 4 Resistência antissísmica, tremor de terra (terremoto);
- 5 Menor custo e economia de material;
- 6 Isolamento térmico e acústico;
- 7 Rapidez e facilidade na aplicação;
- 8 Flexibilidade de projeto podendo assumir as mais diversas formas;
- 9 Limpeza no canteiro, sem desperdício de material.

As vantagens da utilização dos painéis monolíticos na construção civil é que eles agregam pontos positivos em relação às alvenarias e vedações convencionais, diversos fatores que são não só facilitadores a sua montagem mais como também, alta produtividade na sua execução, fora as questões dos serviços complementares: (Instalações elétrica, hidráulica e outras instalações), devida as características do material, facilidade em armazenamento do material sendo o mais próximo possível do local de montagem.



O EPS está presente também nas lajes, os blocos são dotados de sucros e linhas salientes, isso proporciona maior resistência na concretagem e aderência.

As instalações ficam mais práticas, com uso dos blocos em EPS nas lajes pré-fabricadas, possibilitando a abertura de forma fácil (com soprador térmico), passagem de conduítes e tubulações com utilização de soprador térmico ou instrumento de corte.

O EPS contribui para racionalização do uso da eletricidade, promovendo maior isolamento térmico da edificação gerando economia de energia.

Pontos positivos relevantes:

- 10 Diminui as cargas nas vigas, pilares e fundação;
- 11 Lajes em EPS são leves;
- 12 Menor uso de aço e concreto;
- 13 Economia na mão de obra;
- 14 Menor escoramento e formas;
- 15 Montagem rápida;
- 16 Facilidade em manuseio e transporte;
- 17 Elimina quebra de peças,
- 18 Melhor aderência dos revestimentos;
- 19 Mais precisão;
- 20 Proporciona a cura correta do concreto.

O sistema Ecogrid na 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.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus pela força e fé, aos nossos pais que são a nossa base familiar, as nossas namoradas, amigos e orientador e professores responsáveis pela nossa formação. A todos aqui não mencionados que direta ou indiretamente colaboraram para conclusão deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2006 **Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural** – 6136. Rio de Janeiro. Acesso 10 de outubro 2018.

BARROS, M 2018; **Casa de Isopor – sua casa rápida e segura**. Acesso em 13 abril 2018.

ACEPE, 2009 **ASSOCIAÇÃO INDUSTRIAL DO POLIETIRENO EXPANDIDO –EPS**. Disponível em: < [http:// www.acepe.pt/eps](http://www.acepe.pt/eps)>. Acesso em 09 ou. 2018.



BERTOLDI, R. H; 2007 **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Acesso em 10 de abril de 2018.

FÜHR, A.G 2017; **Análise estrutural e de custos de estruturas de concerto armado com vedações verticais com painéis monolíticos em EPS e com blocos cerâmica**. São Leopoldo, Julho de 2017. Acesso em 18 de abril de 2018.

ISORECORT, 2016; **Construção com EPS**; Disponível em: <[www.construcaocomeps.com.br/painéis-autoportantes-com-eps/](http://www.construcaocomeps.com.br/painéis-autoportantes-com-eps/)> Acesso em 20 abril 2018

KIESEWETTER, 2007; **Paredes de painéis, monolíticos em EPS**. Revista Techne, edição 129-Dezembro/2007; Disponível em: <[www.techne17.pini.com.br/engenharia-civil/129/artigo285706-2.aspx](http://www.techne17.pini.com.br/engenharia-civil/129/artigo285706-2.aspx)> Acesso em 20/05/2018.

LUEBLE, A. R. C. P, 2004 - **Construção de Habitação Com Paineis de EPS e argamassa armada**. 2004. (1) UNERJ - Centro Universitário de Jaraguá do Sul. Acesso em 20 de abril de 2018.

MONOLITE, 2013; **Sistema Construtivo**; Disponível em <[www.monolite.com.br/](http://www.monolite.com.br/)> Acesso em 20 de abril de 2018.

PANHAN, R.; **Painéis de EPS para construção: vantagens e desvantagens**. Disponível em: <[www.normaseregras.com/normas-abnt/referencias](http://www.normaseregras.com/normas-abnt/referencias)>. Acesso em 03 mar.2018.

PINI. **Tabelas de Composições de Preços Para Orçamento - TCPO**, Editora PINI, 13° ed São Paulo. 2009. Acesso em 04 out.2018.

REIS. C, 2015; **Painel Monolítico em EPS, Poliestireno Expandido**; Disponível: <[www.guiadaobra.net/painel-monolitico-eps-poliestireno-expandido-718/](http://www.guiadaobra.net/painel-monolitico-eps-poliestireno-expandido-718/)> Acesso em 01 de abril 2018.

SANTOS. A 2015; **Parede de EPS recoberta por concreto: tecnologia evolui**; Disponível em: <[www.cimentoitambe.com.br/parede-de-eps-recoberta-por-concreto/](http://www.cimentoitambe.com.br/parede-de-eps-recoberta-por-concreto/)>. Acesso em 25 de março 2018.

SILVA. F.B, 2009; **Paredes estruturais com painéis de EPS**, Edição 151 - Outubro/2009; Disponível em: <[www.techne17.pini.com.br/engenharia-civil/151/artigo287692-2.aspx](http://www.techne17.pini.com.br/engenharia-civil/151/artigo287692-2.aspx)> Acesso em 10 de abril 2018.

SOUZA. A.C.A.G 2009; **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares**. Monografia Recife. Acesso em 04 de outubro 2018.