

**AMANDA BARBOSA DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA SUBSTITUIÇÃO DA FORMA DE MADEIRA PARA FORMA DE EPS (ISOPOR) EM RESIDÊNCIAS POPULARES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp como parte dos requisitos para obtenção do título de engenheira civil.

**Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio de Moraes Alcântara**

Oliveira, Amanda .  
O48a Análise de viabilidade econômica na substituição da forma de madeira para forma de eps (isopor) em residências populares / Amanda Oliveira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022  
57 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso ( Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Marco Antonio De Moraes Alcântara  
Inclui bibliografia

1. Orçamento. 2. Poliestireno expandido. 3. Viga baldrame.

  
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção  
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação  
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação  
CRB/8 - 9999

**DISCENTE:** Amanda Barbosa de Oliveira

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

1. Prof. Dr. Marco Antônio de Moraes Alcantara - UNESP/Ilha Solteira (Orientador)
2. Prof. Dr. Adriano Souza - UNESP/Ilha Solteira (Examinador)
3. Prof. Dr. Artur Pantoja Marques - UNESP/Ilha Solteira (Examinador)

**TÍTULO:** “Análise de viabilidade econômica na substituição da forma de madeira para forma de EPS (isopor) em residências populares”.

**LOCAL:** WEB – Via google Meet

**HORÁRIO DE INÍCIO:** 16h

Em sessão pública, após exposição em torno de 40 (quarenta minutos), o discente foi arguido oralmente, e no final da exposição foi “**APROVADO**” pelos membros componentes da Comissão Examinadora.

Ilha Solteira, 02 de fevereiro de 2022.



Prof. Dr. Marco Antônio de  
Moraes Alcantara UNESP/FE  
Ilha Solteira (Orientador)



Prof. Dr. Adriano  
Souza UNESP/Ilha  
Solteira (Examinador)



Prof. Dr. Artur  
Pantoja Marques  
UNESP/Ilha Solteira  
(Examinador)

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais por serem minha base e darem a mim a oportunidade e todo o apoio para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Por todo amor, carinho, paciência e dedicação ao longo de todo meu trajeto até o presente momento e que, juntamente com minha irmã, não me deixaram desistir. Obrigada por tanto.

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente, agradeço à minha instituição de ensino superior UNESP por ter proporcionado a mim os conhecimentos teóricos e disponibilizado o acervo de biblioteca online neste momento de pandemia, no qual não foi possível utilizar a biblioteca física. Segundamente, ao meu orientador, prof. Dr. Marco Antonio, pela assistência durante a execução deste trabalho de conclusão de curso. Agradeço também à empresa Brio Incorporadora por me oferecer a oportunidade de exercer minha profissão e colaborar com dados empresariais, os quais permitiram que esse trabalho trouxesse informações reais.

## RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso, traz uma análise de comparação de orçamento e sustentabilidade por métodos construtivos de viga baldrame e propõe um novo modelo ao unir o contra barranco com forma de EPS em residências populares em comparação ao método tradicional de formas de madeira. Para este orçamento foi necessário analisar de forma completa a mão de obra, materiais e consumo de concreto com base em cotação e dados históricos encontrados na plataforma utilizada pela empresa Brio Incorporadora, denominada SIENGE. Os resultados mostraram uma economia teórica por este novo método, em 7,15% comparado ao método tradicional o que torna uma alternativa boa em termos econômicos. Ambientalmente também fornece benefícios ao fornecer um destino final ao EPS e evitar o corte de árvores. O EPS devido as suas propriedades químicas, pode fornecer uma vantagem de proteção a viga baldrame, exercendo uma barreira impermeabilizante.

**Palavras chaves:** orçamento; poliestireno expandido; viga baldrame.

## **ABSTRACT**

The present study for undergraduate thesis gives an analysis comparison construction budget methods of grade beam and proposes a new model by uniting excavated grade beam with polystyrene form in popular residences, in comparison to the traditional method of forms of wood. For this budget, was necessary a complete analyze of labor, materials and consumption of concrete by cotes and historical data by platform utilized by Brio Incorporadora company, called SIENGE. The results show a theoretical economy for this new method, at 7,15% compared to the traditional method, which makes a good alternative in economic terms. Also, this can be sustainable option by providing a final destination for polystyrene and avoiding cutting down trees. And the material due to its chemical properties, can provide a protection advantage to the baldrame beam, exerting a waterproofing barrier.

**Keys word:** budget; expanded polystyrene; grade beam.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Laje Apoiada diretamente sobre o solo com isolamento externo. ....	17
<b>Figura 2</b> - Etapas produção Poliestireno. ....	20
<b>Figura 3</b> - Nivelamento de lajes. ....	21
<b>Figura 4</b> - Telha termoacústica de EPS. ....	22
<b>Figura 5</b> - Blocos vazados de EPS. ....	23
<b>Figura 6</b> - Aterro para estradas com EPS. ....	24
<b>Figura 7</b> - EPS em junta de dilatação. ....	25
<b>Figura 8</b> - Comparativo resistência à compressão axial. ....	26
<b>Figura 9</b> - Comparativo massa específica. ....	26
<b>Figura 10</b> - Dimensões das peças de madeira. ....	28
<b>Figura 11</b> - Escoramento metálico. ....	30
<b>Figura 12</b> - Forma removível de madeira. ....	32
<b>Figura 13</b> - Forma para viga baldrame. ....	32
<b>Figura 14</b> - Modelo contra barranco. ....	33
<b>Figura 15</b> - Insumos para forma. ....	33
<b>Figura 16</b> - Projeto vigas e blocos Lar Portugal Torre 1 e Torre 2. ....	35
<b>Figura 17</b> - Projeto vigas e blocos Lar Portugal Torre 3. ....	36
<b>Figura 18</b> - Modelo proposto para executar a viga baldrame. ....	40
<b>Figura 19</b> - Análise de Contrato Lar Suécia. ....	41
<b>Figura 20</b> - Análise de Contrato Lar Portugal. ....	41
<b>Figura 21</b> - Contrato Lar Austrália. ....	42
<b>Figura 22</b> - Contrato NC Amorim para obra Lar Portugal. ....	43
<b>Figura 23</b> - Madeira pinus pontalete para viga baldrame. ....	44
<b>Figura 24</b> - Tabua mista para viga baldrame. ....	44

<b>Figura 25</b> - Madeira sarrafo para viga baldrame.....	45
<b>Figura 26</b> - Pregos 17x21 para viga baldrame. ....	45
<b>Figura 27</b> - Pregos 18x27 para viga baldrame. ....	45
<b>Figura 28</b> - Obtenção do preço unitário para madeira pinus pontalete.....	46
<b>Figura 29</b> - Pedido de compra desmoldante.....	48
<b>Figura 30</b> - Placas de isopor consumidor final.....	50

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Características exigíveis para o poliestireno expandido. ....	20
---	----

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Características exigíveis para o poliestireno expandido (continua). .....	36
<b>Quadro 2</b> - Faróis de consumo de concreto. ....	38
<b>Quadro 3</b> - Mão de obra método contra barranco. ....	43
<b>Quadro 4</b> - Mão de obra método formas. ....	43
<b>Quadro 5</b> - Materiais utilizados nas formas viga baldrame para o Lar Portugal. ....	46
<b>Quadro 6</b> - Materiais orçados nas formas viga baldrame para o Lar Portugal.....	47
<b>Quadro 7</b> - Resumo materiais para forma de madeira Lar Portugal. ....	49
<b>Quadro 8</b> - Cotação fornecedores placas EPS.....	50
<b>Quadro 9</b> - Valor concreto por métodos diferentes para viga baldrame. ....	51
<b>Quadro 10</b> - Resumo métodos construtivos para viga baldrame.....	52

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Construção civil e a sustentabilidade .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Fundações .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Poliestireno expandido (EPS) .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 Madeiras.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5 Formas .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6 Orçamento .....</b>	<b>33</b>
<b>3. PROCEDIMENTO .....</b>	<b>35</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>54</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista as pautas de sustentabilidade na construção civil, diversos processos na construção civil têm sido estudados com o objetivo de aprimorar sua execução de modo a tornar uma construção cada vez mais verde. Evitar o uso de insumos que degradem e poluam o meio ambiente, reforçado nos últimos anos com a pandemia do COVID no qual em uma das suas consequências, foi o aumento do valor das matérias primas. Contudo, analisar somente no contexto das pautas ambientais não é suficiente para tornar tal projeto viável em sua realização. É necessário também verificar todo o processo construtivo para tornar viável tanto economicamente quanto ambientalmente sua execução.

Este trabalho tem como objetivo estudar o impacto da substituição da forma de madeira por contra barranco pela forma de EPS, no caso das vigas baldrames. Essa fundação é comum no caso de residências com baixas cargas. Portanto, ao melhorar este processo construtivo em vigas baldrames (fundações muito comuns) esperam-se diminuir a perda no consumo de insumos, como madeira e concreto desperdiçados e, desta forma, trazer um empreendimento mais sustentável para o cliente e viável economicamente para a empresa construtora afetando, portanto, toda a sociedade.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Com o intuito de melhorar o entendimento do trabalho, é necessário obter um embasamento teórico elencado nos tópicos a seguir.

### **2.1 Construção civil e a sustentabilidade**

O consumo de grandes quantidades de recursos terrestres e de energia está ligado à construção civil, a qual é responsável também por grande geração de poluição ambiental. Há uma grande variedade de sistemas construtivos (convencionais e não convencionais) e no Brasil, por exemplo, há grande uso do sistema composto por alvenaria convencional e da alvenaria estrutural. Ao escolher um sistema construtivo deve-se levar em conta os impactos ambientais causados durante o uso e a demolição da construção (ABITANTE, 2017, p. 20)

Para BERTOLINI (2010, p. 26) a sustentabilidade no cotidiano da construção civil depende dos seguintes procedimentos:

- a) desenvolver materiais com menor consumo energético com fonte de matéria prima naturais;
- b) utilizar reciclagem de materiais descartados e, dessa forma, reduzir a quantidade de resíduos;
- c) priorizar materiais e tecnologias construtivas que aumente a vida útil das estruturas.

O resíduo da construção civil é equivalente a duas vezes em massa ao dos resíduos domiciliares e compõe cerca de 60% dos resíduos sólidos dos municípios. A logística reversa faz uma gestão dos resíduos através do planejamento, operação e controle de bens após sua vida útil ao encaminhá-los a um mesmo fabricante ou mercados secundários, agregando valor. Um exemplo disso são das latas de alumínio que, após serem descartadas, são coletadas por catadores de materiais recicláveis e destinadas às cooperativas, onde as latas são prensadas e reenviadas para a fábrica de origem. Para o estudo de viabilidade torna-se necessário, além de questões ambientais ou sustentáveis, um planejamento econômico-financeiro, pois instalar uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil demandariam altos investimentos. (SANTOS, 2013, p. 106).

A maioria da madeira nativa comercializada no Brasil é de origem ilegal e somente a certificação do FSC fornece garantias em relação à sua legalidade, sendo que a oferta de madeira certificada ainda é bastante limitada. A indústria de construção civil não foi fundada a partir de princípios ecológicos, mas econômicos, e é responsável por consumir cerca de 40% a 75% dos recursos naturais do planeta. Por essa razão, é interessante tornar os materiais da construção civil sustentáveis, mas é um trabalho complexo, pois depende da combinação de critérios ambientais, sociais e econômicos. Além disso, ao selecionar um produto mais ecoeficiente deve-se considerar todo seu ciclo de vida, desde a produção da matéria prima, fabricação, transporte, uso, manutenção e até o fim de sua vida útil. (CBCS, 2009, p. 2).

## **2.2 Fundações**

PINHEIRO (2007, p. 7) relata que a parte resistente da construção com função de resistir às ações e transmiti-las ao solo é denominada estrutura. Os elementos principais de um edifício são:

- a) lajes: placas que além de receber cargas permanentes, recebem as ações de uso e transmite aos apoios;
- b) vigas: suportam paredes, recebem ações das lajes ou outras vigas e transmitem aos apoios;
- c) pilares: recebem ações das vigas, composta por barras verticais que transmitem os esforços para elementos inferiores ou para a fundação;
- d) fundação: elementos que transferem os esforços para o solo.

Existem dois tipos de fundações: as rasas ou diretas e as profundas ou indiretas. A primeira transmite a carga ao terreno por pressões distribuídas sob a base da fundação e a profundidade de assentamento é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação. (ALBUQUERQUE, 2020, p. 5).

Na escolha da fundação, é necessário que o risco de recalque seja pequeno, que ela não esteja sujeita a eventuais rompimentos do solo e seja segura aos executores e viável economicamente. Quando os solos superficiais apresentarem boa resistência, as fundações rasas são as utilizadas. Caso haja um lençol freático alto, pode ser necessário utilizar fundações profundas ou que seja realizado o rebaixamento do lençol freático. (BOTELHO, 2014, p. 91).

Como exemplo de fundações rasas ou diretas temos os blocos, radiers e sapatas, com profundidade de no máximo 3 metros e que são executadas sobre valas segundo a ABNT NBR 6122-2010. Em estudos preliminares pode-se incluir mais de um tipo de fundação superficial e/ou profunda. A fundação escolhida deve ser baseada em menor custo e menor prazo de execução, considerando escavações e aterros. Quanto maior a profundidade da fundação, maior será o volume de concreto armado e, conseqüentemente, maior movimentação de terra. (GUIMARÃES, 2018, p. 24).

Viga Baldrame é um tipo de fundação muito utilizada em pequenas edificações. Ela faz parte do grupo de fundações rasas e constitui-se de uma viga que pode ser de alvenaria, concreto simples ou armado e realizada diretamente no solo. Sua estrutura transversal pode ser do tipo bloco e é utilizada quando há cargas leves construídas sobre solo firme. (MARANGON, 2018, p. 73).

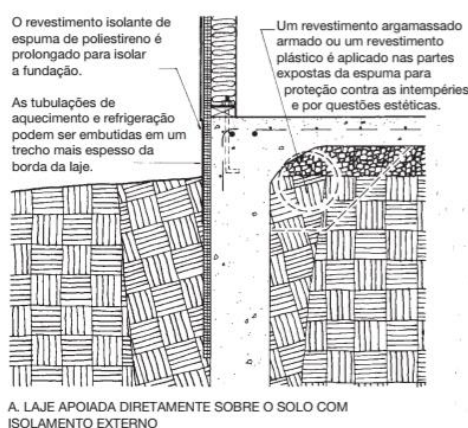
Para a escolha correta da fundação a ser utilizada, é necessário, além do conhecimento das cargas atuantes no solo, conhecer as características do solo que vai suportar tais esforços. Para esta finalidade, são realizadas sondagens que realizam uma prospecção das camadas dos solos a fim de verificar seu tipo e suas características, além da verificação da presença de água. Vigas baldrame são vigas com formato retangular, trapezoidal ou quadrado em que são assentados os pilares da estrutura no mesmo alinhamento. Esse tipo de fundação recebe armaduras conforme for necessário, podendo ter apenas a armadura inferior. (SALGADO, 2020, p. 24).

Ao utilizar a escavação de viga baldrame por contra barranco, deve-se garantir o alinhamento da escavação do baldrame, a fim de se evitar perdas excessivas de concreto e garantir o cobrimento da armadura exigida em projeto. Esse modelo não é indicado quando há necessidade de impermeabilizar o baldrame e deve-se executar o chapisco nas paredes laterais. Para o caso de escavação com uso de formas, deve-se escavar com folga para montagem e travamento da forma. (RIBEIRO, 2015, p. 4).

A infiltração necessita ser impedida no caso de subestrutura dos edifícios devido ao fato do concreto sozinho não ser adequado para esta finalidade, pois a umidade pode migrar nos seus poros microscópicos. Para isso, há dois métodos que podem ser utilizados: drenagem e impermeabilização. A primeira

retira água subterrânea próxima da fundação, o que reduz a pressão e volume de água atuante nas paredes e lajes de fundação. A segunda trabalha como uma barreira ao impedir que a água atinja a fundação, sendo o geotêxtil um componente bem utilizado para esta finalidade. (ALLEN e IANO, 2013, p. 72)

Figura 1 - Laje Apoiada diretamente sobre o solo com isolamento externo.



Fonte: ALLEN e IANO (2013).

A impermeabilização de vigas baldrame devem ser feita após correção de eventuais defeitos, podendo ser utilizada uma argamassa polimérica impermeabilizante rígida ou semiflexível em duas demãos. A impermeabilização é dispensada na face que estiver completamente aterrada, caso contrário, deve seguir a impermeabilização completa. A face superior deve ser sempre impermeabilizada e no embasamento da torre também deve ser realizada a impermeabilização. (GODOY, 2021)

Muitas vezes o solo em canteiro não é totalmente adequado para estruturas de apoio, podendo apresentar, por exemplo, grande recalque elástico. Nessas situações, o solo necessita ser densificado, aumentando seu peso específico e, assim, aumenta sua resistência ao cisalhamento. Uma forma de aumentar essa resistência é através da compactação em campo composta por (DAS, 2016, p.334):

a) cilindro de roda lisa: utilizados para concluir a construção de aterros com solos arenosos ou argilosos. Proporcionam uma cobertura de 100% sob as

rodas, no entanto, não produzem um peso uniforme de compactação em camadas espessas;

b) cilindros de pneus: melhores do que os de roda lisa. Usados na compactação de solos arenosos e argilosos ao combinar pressão e ação de amassar;

c) cilindros pé de carneiro: eficientes na compactação de solos coesivos. São feitos por tambores com grande número de projeções;

d) cilindros vibratórios: eficazes na compactação de solos granulares. Podendo ser de roda lisa, de pneus ou de pé de carneiro.

### **2.3 Poliestireno expandido (EPS)**

O poliestireno expandido é um material celular rígido pertencente ao grupo dos termoplásticos (material que pode ser remoldado em altas temperaturas). No Brasil, o segmento de embalagens é o que mais consome EPS, com 50% da produção total, seguido com 35% da construção civil e 15% pelas utilidades domésticas. Ele é um material inerte quimicamente, não é biodegradável (não se desintegra), não contamina quimicamente o solo, água ou o ar, porém, caso não seja reciclado, torna-se um problema ambiental por ocupar muito espaço devido à sua baixa densidade. (SILVEIRA, 2002, p. 12).

O Poliestireno possui como matéria base o monômero de estireno, sendo um subproduto do petróleo e da nafta produzida durante a refinação de petróleo. Em relação a oferta e demanda, o balanço em 2001 do estireno encontrava-se superofertado, sendo a construção civil responsável por grande parte do consumo. Na transformação da matéria prima ocorre uma transformação física que não altera as propriedades químicas do material. As etapas dessa transformação são compostas por (TESSARI, 2006) e são ilustradas na figura 2:

a) pré-expansão: Ocorre com aquecimento com contato do vapor de água. Isso faz com que o poliestireno expanda cerca de 50 vezes em relação ao seu estado inicial. Desta etapa resulta um granulado de partículas com pequenas células fechadas;

b) armazenamento intermediário: Fase de estabilização em que o granulado arrefece, criando uma depressão no interior das células. Neste momento seu interior é preenchido por ar circundante;

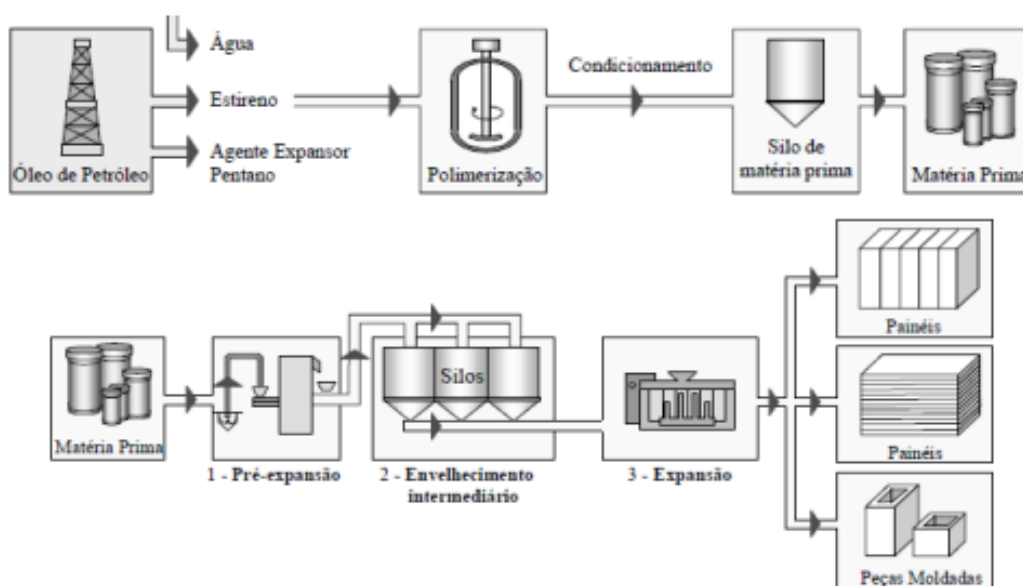
c) moldagem: Em moldes o granulado é exposto ao vapor de água. As pérolas incham e soldam umas às outras ao serem comprimidas no molde.

Ainda segundo TESSARI (2002), o EPS pode ser reciclado e utilizado novamente como matéria prima ao moer os resíduos e reincorporar no processo de fabricação ao misturar com material virgem. Outra forma de reutilizar esse material para reduzir o volume em aterros seria através da combustão dos resíduos de EPS, recuperando a energia liberada. Esse processo de incineração é semelhante à queima de outros combustíveis, gerando vapor de água, dióxido de carbono e cinzas não tóxicas.

De acordo com a ABRAPEX (Associação Brasileira de Poliestireno Expandido), o EPS consiste num plástico celular rígido, resultante da polimerização do estireno em água. Sua produção não provoca danos ambientais, pois em seu processo de fabricação não é utilizado o gás CFC (clorofluorcarboneto). Um gás denominado pentano é usado como um agente de expansão, não-CFC, para conduzir o poliestireno ao seu estado final de baixo peso e forma celular expandida, originando a espuma de poliestireno, o material bruto de partida para a fabricação de espuma de poliestireno expandido. Durante esse processo de produção, o pentano, que tem baixa volatilidade, é rapidamente decomposto em dióxido de carbono e água através da reação fotoquímica pelos raios solares. Ele foi descoberto em 1949 na Alemanha e, no Brasil, é mais conhecido como “isopor”. É composto por até 98% de ar e 2% de poliestireno e as pérolas possuem até 3 milímetros de diâmetro. Como vantagens possui:

- a) alta resistência mecânica;
- b) fácil de recortar;
- c) leve e durável;
- d) baixa condutividade térmica;
- e) baixa absorção de água;
- f) absorção de choques;
- g) versatilidade.

Figura 2 - Etapas produção Poliestireno.



Fonte: GROTE e SILVEIRA (2002)

Em seguida, tem-se as normas brasileiras referentes ao uso do EPS na construção civil.

NBR 7973 – Determinação de absorção d'água – Método de ensaio

NBR 8081 – Permeabilidade ao vapor d'água – Método de ensaio

NBR 8082 – Resistência à compressão – Método de ensaio

NBR 11949 – Determinação da massa específica aparente – Método de ensaio

NBR 12094 – Determinação da condutividade térmica – Método de ensaio

O transporte e armazenamento do poliestireno deve ser suficiente de tal forma a proteger das intempéries e ações de produtos químicos. A divisão das classes é mostrada na tabela a seguir, de acordo com a NBR 11752.

Tabela 1 - Características exigíveis para o poliestireno expandido.

Propriedades	Método de ensaio	Unidade	Classe P			Classe F		
			I	II	III	I	II	III
Tipo de material		-						
Massa específica aparente	NBR 11949	kg/m <sup>3</sup>	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	ASTMC-203	kPa	~ 150	~ 190	~ 240	~ 150	~ 190	~ 240
Absorção de água	NBR 7973	g/cm <sup>2</sup> x 100	- 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 12094	W/(m.k)	0,042	0,039	0,037	0,042	0,039	0,037
Flamabilidade	NBR 11948		Material não-retardante à chama			Material retardante à chama		

Fonte: NBR 11752-2017

A ABRAPEX traz alguns usos para o poliestireno na construção civil como:

### 2.3.1 Nivelamento de lajes e formas para concreto

Pode ser usado até 10 kg/m<sup>3</sup> e oferecer até 50 KPa devido sua leveza e resistência. Devido sua característica de ser um bom isolante térmico aliado à baixa absorção de água, a cura do concreto torna-se mais eficiente. Neste caso, é utilizado em lajes nervuradas como forma, economizando no cimbramento, mão de obra e tempo. A figura 3 ilustra o uso do EPS para esta finalidade.

Figura 3 - Nivelamento de lajes.

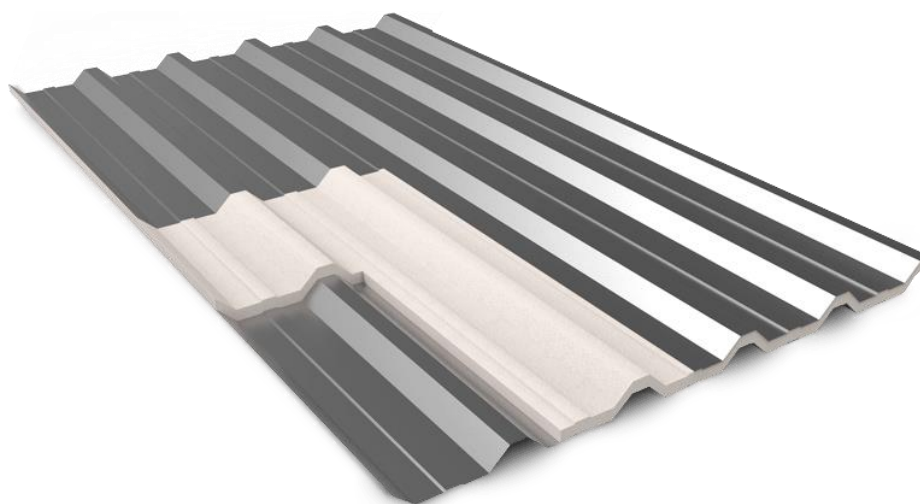


Fonte: Isofort

### 2.3.2 Isolamento térmico e acústico

No Brasil, há diferenças climáticas muito grandes, necessitando proteger a edificação pelo isolamento térmico das paredes e telhados como mostrado na figura 4, tanto devido ao conforto como também para economizar energia, pois cerca de 70% da troca de calor ocorre no telhado. O EPS em placas em espessuras corretas fornece um bom isolamento térmico que pode ser realizado diretamente sob as telhas. Outro uso do EPS, ocorre em pavimento flutuante que consiste em colocar sobre a laje placas de poliestireno expandido e, sob estas placas, fazer aplicação de papel alcatroado, o que resulta em um bom isolamento contra o ruído de passos ao evitar união rígida entre ambos.

Figura 4 - Telha termoacústica de EPS.



Fonte: Thermo-Iso

### 2.3.3 Blocos vazados de EPS

É um sistema de alvenaria com EPS de alta densidade. Essa configuração permite economia de tempo devido ao seu sistema de encaixe dos blocos armados e utilização da concretagem nos vazios, resultando em uma estrutura monolítica. Além de reduzir mão de obra, tempo e desperdícios, aumenta o alinhamento das paredes, há maior controle das dimensões e promove isolamento térmico, acústico e térmico. Após preencher os vazios com concreto,

o EPS é recortado para a instalação de tubulações elétrica e hidráulicas conforme exposto na figura 5.

Figura 5 - Blocos vazados de EPS.



Fonte: Atos Arquitetura

#### 2.3.4 Aterro para estradas

Como o EPS possui baixo peso específico e alta resistência mecânica (aproxima-se de um solo compactado), proporciona a diminuição da sobrecarga do maciço para cerca de 1%, com alta resistência mecânica, o que elimina a possibilidade de lavagem de finos pela água e, além disso, promove facilidade, controle e rapidez na obra. No seu dimensionamento, deve-se compatibilizar as deformações admissíveis. Na figura 6 pode-se verificar a sua utilização para este fim.

Figura 6 - Aterro para estradas com EPS.



Fonte: Feller (2015)

#### 2.3.5 Juntas de dilatação

É necessário ter juntas de dilatação em toda estrutura de concreto com mais de 35 metros de extensão. Como o EPS é elástico, resistente, impermeável e de baixo custo e pode permanecer no local após a concretagem, é muito utilizado para este fim. A figura a seguir mostra sua utilização em uma obra residencial.

Figura 7 - EPS em junta de dilatação



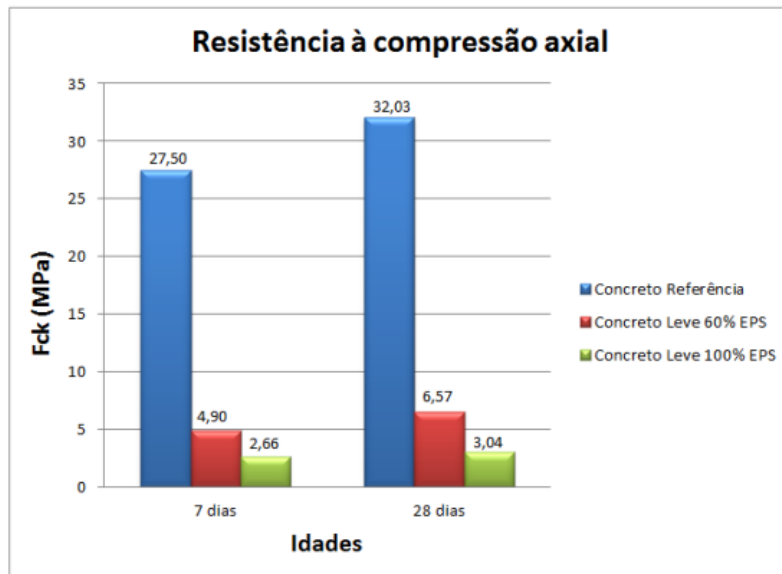
Fonte: Elaborado pela autora

ABRAPEX fornece como exemplo um edifício comparando as diferenças de cargas na fundação ao substituir uma alvenaria convencional por uma composta por Poliestireno Expandido. A primeira teve uma carga de 6561,74 toneladas, enquanto a última resultou em 5130,96 toneladas. SILVA, CARVALHO e SILVA (p.16) com base neste exemplo, relata que essa diferença de carga impacta diretamente nos custos de obras ao reduzir a área de aço utilizada no projeto em conjunto de uma menor resistência do concreto, tornando a obra mais barata.

Utilizar o poliestireno expandido na composição do concreto aumenta sua porosidade, devido ao maior índice de vazios, resultando em maiores fissuras em virtude de o EPS não possuir rigidez como a brita. Os resultados laboratoriais do concreto leve, retratado na figura 2, mostra uma queda da resistência se comparado ao concreto convencional. Ainda segundo esses resultados, a massa específica do concreto leve é reduzida como mostrado na figura 3. Conclui-se

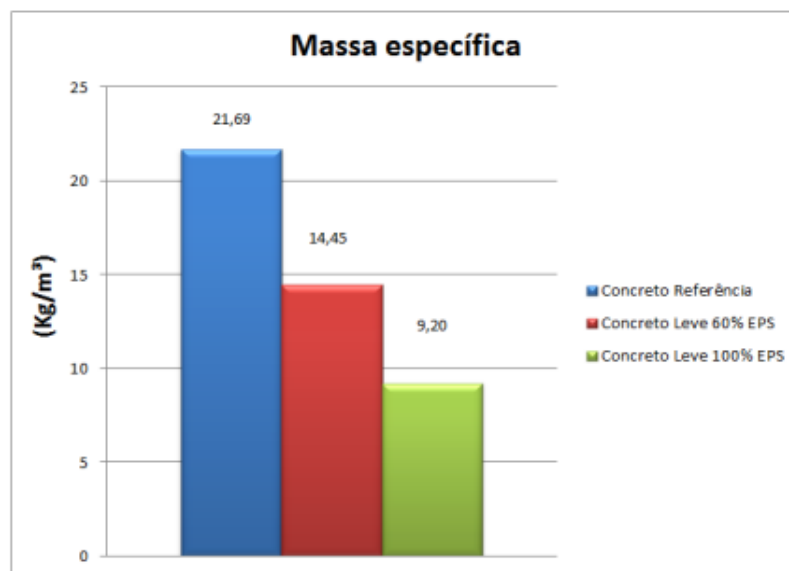
que o concreto leve é uma boa alternativa em casos em que não há função estrutural (fundações, pilares, vigas e lajes). (SCHUH, 2017).

Figura 8 - Comparativo resistência à compressão axial.



Fonte: SCHUH (2017)

Figura 9 - Comparativo massa específica.



Fonte: SCHUH (2017).

Após ser utilizado, o poliestireno expandido geralmente é descartado em aterros sanitários ou lixões, o que compromete o meio ambiente por demandar grande área para sua deposição. Como o monômero é solvente do polímero,

MACHADO (2005) estudou como a adição de poliestireno reciclado na carga do reator simula a pré-polimerização e reduz o custo final do produto. Outro benefício é que a execução da reciclagem do EPS provoca um crescimento econômico e gera empregos aos que dependem da captação dos resíduos sólidos recicláveis. Em contrapartida, o custo com o transporte de polímeros de baixa densidade é muitas vezes um impedimento nas decisões da reciclagem desse material.

## **2.4 Madeiras**

Extraído do caule das árvores, possui diversas vantagens como (LARA, 2013):

- a) resistir a esforços de tração, compressão, flexão, torção e cisalhamento;
- b) produção de grandes dimensões estruturais com possibilidade de desdobrar em peças menores;
- c) manuseada com ferramentas simples e pode ser reempregada;
- d) bom isolamento térmico e acústico.

Como desvantagens há:

- a) material anisotrópico, heterogêneo;
- b) vulnerável a microrganismos com durabilidade limitada quando não se utiliza impermeabilização;
- c) sensível em variações de temperaturas e absorção de umidade;
- d) formas limitadas;
- e) produção demorada e, se mal produzida, compromete a fauna e flora.

Figura 10 - Dimensões das peças de madeira.

Quadro 10.1: Dimensões das peças aparelhadas e respectivas seções			
Nome	Espessura (cm)	Largura (cm)	Seções (sem escala)
Pranchão	> 8	> 20	
Prancha	4 – 8	> 20	
Viga	> 4	11 – 20	
Vigota	4 – 8	8 – 11	
Caibro	4 – 8	5 – 8	
Tábua	1 – 4	> 10	
Sarrafo	2 – 4	2 – 10	
Ripa	< 2	< 10	

Fonte: LARA (2013)

Ainda segundo LARA (2013), as propriedades das madeiras são:

a) teor de umidade: a madeira é formada por fibras de paredes celulósicas hidrófilas, tendo capacidade de absorver água quando há elevada umidade e de perder água em situações contrárias;

b) retratilidade e dilatação: a madeira altera suas dimensões e volume no caso da temperatura e o teor de umidade do ambiente variar;

c) massa específica: espécies diferentes geram massas específicas diferentes na madeira. Essa propriedade é principalmente alterada pelo teor de umidade presente.

d) características mecânicas: resistência que a madeira apresenta quando solicitada por ações externas. Está relacionada diretamente com sua massa específica. É estudada através de ensaios laboratoriais.

Devido ao desenvolvimento da árvore, ou processos de secagem ou produção de pelas, a madeira pode desenvolver defeitos como:

- a) nó: emaranhamento de ramos por sucessivos anéis de crescimento;
- b) rachadura: abertura de tamanhos ao longo da peça;
- c) abaulamento: empeno ocorrente no sentido da largura;
- d) arqueamento: empeno na direção do comprimento;
- e) curvatura: empeno no mesmo plano.

Para aumentar a vida útil da madeira utilizam-se técnicas de beneficiamento, e este processo inicia-se com uma secagem eficaz. O beneficiamento também pode ocorrer pela impregnação sem pressão, que pode

ser desde a imersão da peça em tanque com preservativos, no qual o produto adentra na madeira pela pressão atmosférica.

Tipos de madeiras:

- a) MDF: madeira ligadas com uma resina sintética. Possui peso específico de  $0,5 \text{ kgf/dm}^3$  à  $0,90 \text{ kg/dm}^3$ ;
- b) MDP: utiliza partículas no lugar de fibras de madeira;
- c) OSB: consiste por uma chapa com feixes orientados com multicamadas feitas de aparas de madeira. A união é feita por adesivo;
- d) madeira compensada: feita pela superposição de lâminas muito finas;
- e) madeira aglomerada: utiliza madeiras reduzidas a pequenos fragmentos com substâncias tratadas e reaglomerados sob pressão.

## 2.5 Formas

Escolher determinado material para compor uma obra envolve critérios e indicadores apresentados a seguir, em ordem de prioridade (PINHEIRO, 2016):

- a) critério de segurança: os indicadores são formas padronizadas e a análise de suas propriedades químicas e propriedades físicas;
- b) critério de economia: os indicadores compõem a oferta do material no local que será utilizado, valor de adquiri-lo, custo da aplicação (envolve custo da mão de obra e seus equipamentos) e os custos de logística, como o transporte e o armazenamento;
- c) critérios de estética: indicadores subjetivos como o tato e a visão.

Todos os materiais utilizados devem possuir certificados de qualidade e atender os regulamentos das normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A forma é a peça estrutural utilizada quando há uso de concreto. Para compor a forma o material deve ter as seguintes características (CUNHA, 2017):

- a) resistência: Suportar toda a carga acidental solicitada;
- b) contra-flecha: a cada metro de vão conter 0,5 cm de contra-flecha para que a viga ou a laje fique horizontal após ocorrer a deformação total;
- c) estanqueidade: as formas precisam estar completamente vedadas para não haver fuga de material. Antes da concretagem recomenda-se molhar a forma

até a saturação para evitar absorção de água e desta forma a alteração do fator água/cimento, que ocasiona a diminuição da resistência do concreto;

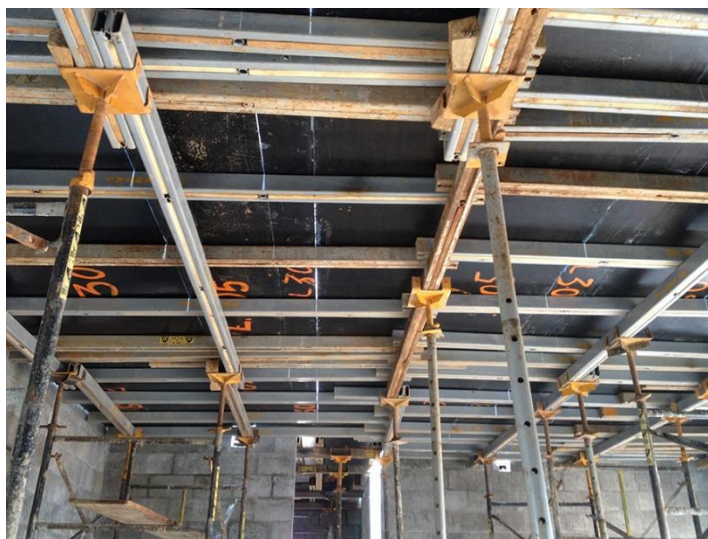
d) reaproveitamento: O material utilizado deve proporcionar seu reaproveitamento com o maior número de vezes possível. Para isto, usa-se um desmoldante (lubrificante) para impedir a aderência do concreto na forma;

e) material apropriado: Caso seja concreto aparente, utilizar chapas compensadas à prova d'água. No caso das madeiras, estas não podem ser muito duras e nem pesadas, e devem apresentar módulo de elasticidade considerável (por isto prefere-se chapas de compensado ao invés de tábuas);

f) escoramento: Não utilizar emendas no terço médio. Escoras com mais de 3 m devem ser contraventadas. A figura 11 mostra uma forma de madeira com escora metálica;

g) nivelamento e prumagem: Antes da concretagem é necessário realizar um novo nivelamento das formas, pois com a movimentação de pessoas e a ação dos ventos as cunhas podem sair do local.

Figura 11 - Escoramento metálico.



Fonte: Sua obra

Conforme a NBR 6118: 2004, o prazo mínimo para a desmoldagem para pilares e faces laterais das vigas e fundação é de 3 dias. No caso das lajes de até 10 cm de espessura o tempo de desforma é de 7 dias.

GOTO (2018) define a estrutura do molde como a parte que fornece sustentação, travamento e o enrijecimento. São normalmente constituídos por gravatas, sarrafos acoplados aos painéis e travessões. Feitos em madeira,

materiais metálicos ou misto desses dois materiais. Outras funções das formas são:

- a) dar forma ao concreto armado;
- b) suporte para o posicionamento das armaduras, possibilitando o posicionamento dos espaçadores e garantir o cobrimento especificado;
- c) suporte ao posicionamento de elementos de instalações;
- d) estrutura provisória para armação e concretagem. Deve resistir as cargas do seu peso próprio, pessoas, materiais e equipamentos;
- e) proteger o recém concreto de choques mecânicos;
- f) favorecer as reações químicas de cura do concreto ao limitar a perda de água de amassamento;
- g) baixa aderência ao concreto, possibilitando a desforma sem causar danos na superfície do concreto.

MILITO (2013) explica que as formas normalmente necessitam de encarregados de carpintaria ou mestres de obras para sua execução, o que resulta num consumo intenso de materiais e mão de obra. As formas podem ficar superdimensionada ou subdimensionadas. Pode variar cerca de 40% do custo total das estruturas de concreto armado, representando em média 20% do custo de um edifício. Quando analisado o ciclo de execução da estrutura (forma, armação e concretagem), a forma geralmente é o caminho crítico responsável por aproximadamente 50% do prazo da execução.

Os tipos de formas encontrados na construção civil são (SALGADO, 2020, p.28):

- a) removíveis: após a cura do elemento concreto pode ser retirada, podendo ser reaproveitadas. É utilizada em lajes, painéis, vigas e pilares. A figura 12 e 13 trazem o exemplo de forma removível;
- b) perdidas: são embutidas nos elementos estruturais e dessa forma, não podem ser retiradas, sua visualização é possível na figura 3. Ocorre em lajes nervuradas em que os materiais que a compõem são as de menor peso específico possível como o papelão e o poliestireno expandido;
- c) contra barranco: utilizada quando o solo é bem consistente, estável e livre de água para estruturas de blocos de fundação e baldrame. Seu processo construtivo consiste em escavar o solo, recortando-o pelo menos 1 cm a mais nas larguras e aplicar um chapisco de cimento e areia nas laterais. O chapisco

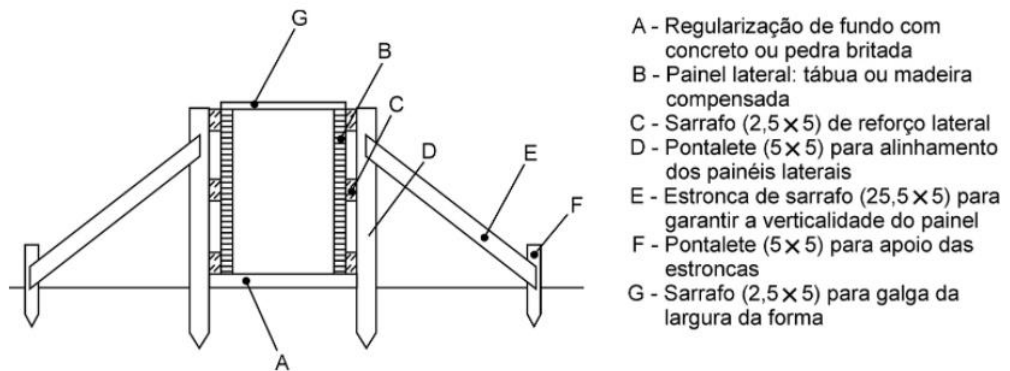
tem como função evitar a fuga da água do concreto para o solo e o seu desbarrancamento. Sua vantagem é evitar a desforma e não necessitar de refazer aterros. Em contrapartida, suas beiradas são frágeis. O modelo de contra barranco é mostrado na figura 14.

Figura 12 - Forma removível de madeira.



Fonte: Elaborado pela autora.

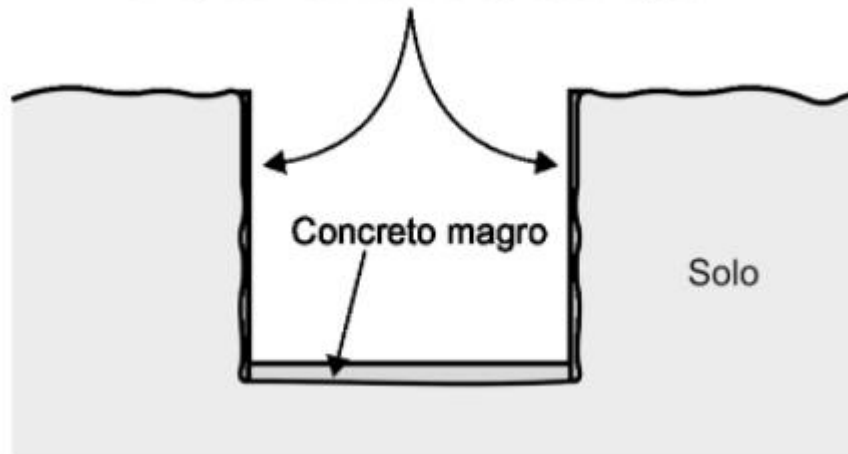
Figura 13 - Forma para viga baldrame.



Fonte: SALGADO (2020).

Figura 14 - Modelo contra barranco.

**Chapisco nas laterais da escavação**



Fonte: SALGADO (2020).

## 2.6 Orçamento

SALGADO (2020) estima em média 12m<sup>2</sup> de consumo de forma para cada m<sup>3</sup> de concreto. Na figura seguinte há os insumos para a forma.

Figura 15 - Insumos para forma.

Material base	Unidade	Tábua de 3ª	Chapa plastificada 12 mm	Chapa resinada 12 mm
Reaproveitamento		2X	5X	3X
Chapa compensada resinada 12 mm	m <sup>2</sup>	-	-	0,43
Chapa compensada plastificada 12 mm (1 face)	m <sup>2</sup>	-	0,26	-
Tábua de 3ª (2,5 x 30 cm)	m	2,84	1,17	1,60
Sarrafo (2,5 x 10 cm)	m	1,53	1,53	1,53
Pontaleta (7 x 7 cm)	m	3,00	1,20	2,00
Prego 18 x 27	kg	0,20	0,25	0,25
Desmoldante	l	0,17	0,08	0,10
Carpinteiro	h	1,50	1,20	1,40
Ajudante	h	1,50	1,20	1,40

Observação: A TCPO apresenta vários quantitativos para diferentes tipos de forma.

Fonte: SALGADO (2020)

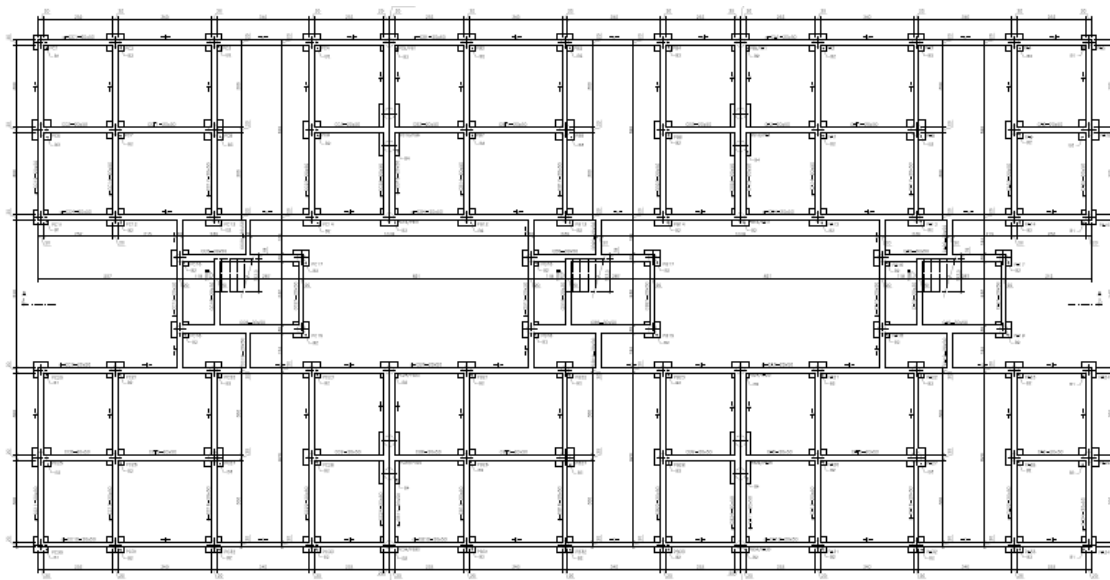
MATTOS (2019) lista as seguintes utilidades ao realizar um orçamento: levantamento dos materiais e serviços, obtenção de índices para acompanhamento, dimensionamento de equipes, facilidade no ajuste de preços e produtividade, realização de simulações, geração de cronogramas físicos e financeiro, análise da viabilidade econômico-financeiro. Para execução de um serviço há custos que envolvem: mão de obra, material e equipamento. Realizar a composição de custos antes de iniciar a obra serve para o construtor saber como será o custo da obra no futuro. Saber o custo da obra, somado ao lucro e impostos teremos o preço da venda do produto, no qual o multiplicador em percentual é chamado de BDI, que consiste no fator a ser multiplicado ao custo direto para a obtenção do preço de venda. Existem diversas fontes de composição de custos unitários, como exemplo temos o Sinapi e o TCPO.

A primeira etapa de orçamentação consiste no estudo dos projetos e documentações disponíveis para o local da obra. Logo após, elaboram-se os custos advindos das definições técnicas em projeto como infraestrutura e logística da execução de obra e, assim, o quantitativo de serviço com dados de produtividade e cotação de insumos. Com o custo total advindo da soma de quantitativos definidos e insumos cotados junto aos impostos, é possível definir a margem de lucro desejado. (XAVIER, 2008, p. 23).

### 3. PROCEDIMENTO

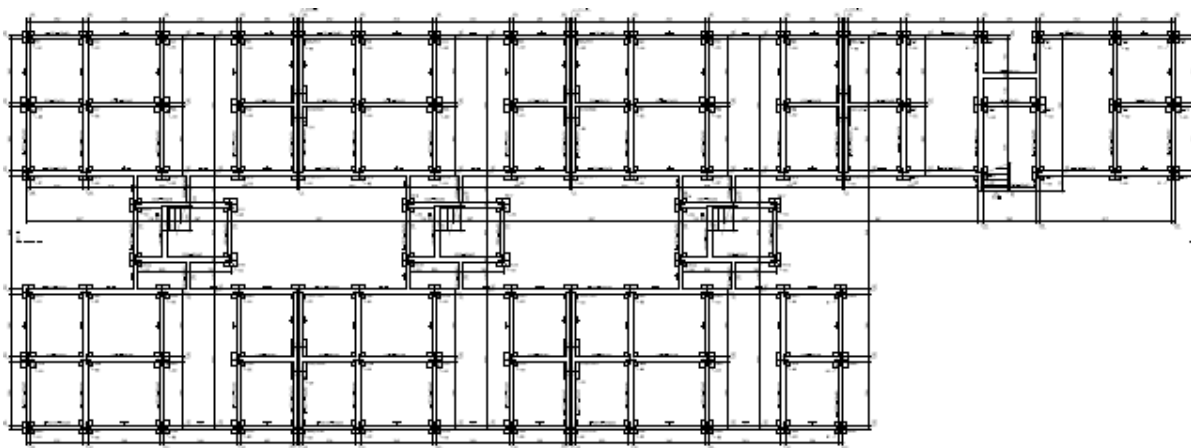
O orçamento da fundação executada em viga baldrame pelo método tradicional do sistema de formas de madeira será comparado com o novo sistema proposto pela união do contra barranco em conjunto com a forma de EPS. Como ponto de partida, temos o projeto executado na obra intitulada “Lar Portugal” da empresa Brio Incorporadora situada na cidade de Ribeirão Preto no estado de São Paulo, composto por três torres padrão do programa Casa Verde e Amarela. Em seguida, tem-se a planta do projeto de blocos e vigas baldrames para esta obra.

Figura 16 - Projeto vigas e blocos Lar Portugal Torre 1 e Torre 2.



Fonte: Brio Incorporadora

Figura 17 - Projeto vigas e blocos Lar Portugal Torre 3.



Fonte: Brio Incorporadora

A empresa Brio Incorporadora ao cravar o orçamento para cada obra, dispõe de uma planilha dividida em categorias sendo: projetos, despesas indiretas, torres, anexos, implantação, infra não incidente e taxas. Para a comparação de viabilidade da viga baldrame, utiliza-se a planilha de torres na qual a descrição para a fundação de blocos e vigas baldrames é exposto no quadro 1.

Quadro 1 - Características exigíveis para o poliestireno expandido  
(continua).



## TORRES - BLOCOS E VIGAS BALDRAMES

Nº	Insumo	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)	Total (R\$)
	ESCAVAÇÃO DOS BLOCOS				R\$ 28.266,30
12354	BRITA 2 (19,0 A 25,0 MM) - m3	m <sup>3</sup>	4,28	R\$ 52,00	R\$ 222,30
31618	SERVICO DE EXECUCAO ESCAVACAO BLOCO DE FUNDAÇÃO	und	285,00	R\$ 98,40	R\$ 28.044,00
	FORMA				R\$ 30.598,88
18187	MADEIRA DE PINUS TABUA 300X20X3000MM NBR 11700/15696	und	661,58	R\$ 12,90	R\$ 8.534,38
18167	MADEIRA DE PINUS PONTALETE 70X70MM NBR 11700/15696	und	378,17	R\$ 6,79	R\$ 2.567,80

Quadro 1 - Orçamento para blocos e vigas baldrame obra Lar Portugal  
(continuação).

31403	SARRAFO DE PINUS 70X35X300MM	und	496,26	R\$ 6,79	R\$ 3.369,61
28391	PREGO DE ACO CARBONO GALVANIZADO COM CABECA 17X21	kg	76,40	R\$ 8,18	R\$ 624,96
28381	PREGO DE ACO CARBONO GALVANIZADO COM CABECA 18X27	kg	45,19	R\$ 8,18	R\$ 369,63
26009	SERVICO DE EXECUCAO DE FORMA E DESFORMA	m <sup>2</sup>	1.405,06	R\$ 10,77	R\$ 15.132,50
	ARMAÇÃO				R\$ 133.139,16
25373	VERGALHAO DE ACO CARBONO NERVURADO CA50 06,3MM - CORTADO/DOBRADO (0,245KG/M) NBR 7480	kg	3.554,90	R\$ 5,74	R\$ 20.405,13
25375	VERGALHAO DE ACO CARBONO NERVURADO CA50 08,0MM - CORTADO/DOBRADO (0,395KG/M) NBR 7480	kg	985,60	R\$ 5,74	R\$ 5.657,34
25377	VERGALHAO DE ACO CARBONO NERVURADO CA50 10,0MM - CORTADO/DOBRADO (0,617KG/M) NBR 7480	kg	202,20	R\$ 5,49	R\$ 1.110,08
25379	VERGALHAO DE ACO CARBONO NERVURADO CA50 12,5MM - CORTADO/DOBRADO (0,963KG/M) NBR 7480	kg	5.557,40	R\$ 5,36	R\$ 29.787,66
25381	VERGALHAO DE ACO CARBONO NERVURADO CA50 16,0MM - CORTADO/DOBRADO (1,578KG/M) NBR 7480	kg	5.181,90	R\$ 5,36	R\$ 27.774,98
25383	VERGALHAO DE ACO CARBONO NERVURADO CA50 20,0MM - CORTADO/DOBRADO (2,466KG/M) NBR 7480	kg	1.474,10	R\$ 5,36	R\$ 7.901,18
25391	VERGALHAO DE ACO CARBONO NERVURADO CA60 05,0MM - CORTADO/DOBRADO (0,154KG/M) NBR 7480	kg	1.220,10	R\$ 5,74	R\$ 7.003,37
23488	ARAME DE ACO CARBONO RECOZIDO LISO TORCIDO BWG 18 FIO 1,24MM NBR 6207	kg	728,00	R\$ 13,80	R\$ 10.046,40
13930	ESPAÇADOR DE PVC PARA ARMAÇAO DE FERRO S 20 - mlh	und	2.811,00	R\$ 0,39	R\$ 1.096,29
25919	SERVICO DE EXECUCAO DE ARMAÇAO/CORTE/DOBRA/MONTAGEM	kg	18.176,20	R\$ 1,23	R\$ 22.356,73
	CONCRETO				R\$ 62.144,68
13496	CONCRETO BOMBEAMENTO COM BOMBA LANCA	m <sup>3</sup>	229,35	R\$ 30,00	R\$ 6.880,50
29311	CONCRETO FCK 25 - BRITA 0/1 - SLUMP 10+-2	m <sup>3</sup>	229,35	R\$ 240,96	R\$ 55.264,18
	REATERRO				R\$ 38.075,52
12358	PO DE PEDRA	m <sup>3</sup>	63,23	R\$ 44,00	R\$ 2.782,21
27578	LOCAÇAO MENSAL DE MINI CARREGADEIRA COM OPERADOR	mês	2,00	R\$ 13.000,00	R\$ 26.000,00
29601	SERVICO DE EXECUCAO REATERRO COMPACTADO	m <sup>3</sup>	906,67	R\$ 10,25	R\$ 9.293,32

Quadro 1 - Orçamento para blocos e vigas baldrame obra Lar Portugal (conclusão).

	IMPERMEABILIZAÇÃO				R\$ 30.219,50
16395	ARGAMASSA POLIMÉRICA BICOMPONENTE CX (18 KG) - TECPLUS QUARTZOLIT	cx	235,00	R\$ 24,38	R\$ 5.729,30
26490	SERVICO DE IMPERMEABILIZACAO - ARGAMASSA POLIMERICA	m²	1.405,06	R\$ 17,43	R\$ 24.490,20
	RESUMO				R\$ 322.444,04
	SOMATORIA DOS SERVIÇOS				R\$ 125.316,73
	SOMATORIA DOS MATERIAIS				R\$ 197.127,31

Fonte: Brio Incorporadora

Para o parâmetro de perdas de concreto, utilizam-se os índices históricos de perda do Quadro 2, fornecido pela empresa Brio Incorporadora. No caso, serão adotados os valores na faixa dos faróis verde “meta” com o objetivo de uma obra mais econômica.

Quadro 2 - Faróis de consumo de concreto.

INSUMO	UNIDADE	PREÇO MÉDIO	FARÓIS			
			META	ACEITÁVEL		PLANO DE AÇÃO
			%	% VARIAÇÃO		%
TORRE - CONCRETO - ESTACA HÉLICE	m³	R\$ 252,79	≤ 33,0%	> 33,0%	≤ 37,0%	> 37,0%
TORRE - CONCRETO - ESTACA ESCAVADA	m³	R\$ 250,00	≤ 8,5%	> 8,5%	≤ 10,0%	> 10,0%
TORRE - CONCRETO - BALDRAME C. BARRANCO	m³	R\$ 275,00	≤ 30,0%	> 30,0%	≤ 35,0%	> 35,0%
TORRE - CONCRETO - BALDRAME FORMA	m³	R\$ 275,00	≤ 5,0%	> 5,0%	≤ 8,0%	> 8,0%
TORRE - ARGAMASSA ASSENTAMENTO	m³	R\$ 210,00	≤ 63,6%	> 63,6%	≤ 81,8%	> 81,8%
TORRE - GRAUTE	m³	R\$ 223,00	≤ 7,0%	> 7,0%	≤ 10,0%	> 10,0%
TORRE - CONCRETO - LAJE	m³	R\$ 250,00	≤ 5,0%	> 5,0%	≤ 6,5%	> 6,5%
TORRE - CONCRETO - PISO TÉRREO	m³	R\$ 251,00	≤ 7,0%	> 7,0%	≤ 10,0%	> 10,0%
TORRE - BLOCO CERÂMICO	unid	R\$ 0,65	≤ 10,0%	> 10,0%	≤ 15,0%	> 15,0%
TORRE - ARGAMASSA REBOCO	m³	R\$ 210,00	≤ 40,0%	> 40,0%	≤ 60,0%	> 60,0%
TORRE - ARGAMASSA COLANTE ACII	kg	R\$ 0,51	≤ 20,0%	> 20,0%	≤ 25,0%	> 25,0%
TORRE - ARGAMASSA CONTRA PISO	m³	R\$ 207,48	≤ 15,0%	> 15,0%	≤ 20,0%	> 20,0%
TORRE - PISO CERÂMICO	m²	R\$ 11,50	≤ 5,0%	> 5,0%	≤ 6,5%	> 6,5%
TORRE - AZULEJO CERÂMICO	m²	R\$ 11,75	≤ 5,0%	> 5,0%	≤ 6,5%	> 6,5%
TORRE - REJUNTE BEGE	kg	R\$ 1,19	≤ 5,0%	> 5,0%	≤ 6,5%	> 6,5%
TORRE - REJUNTE BRANCO	kg	R\$ 1,19	≤ 5,0%	> 5,0%	≤ 6,5%	> 6,5%
TORRE - BLOCO DE CONCRETO	und	R\$ 1,25	≤ 4,0%	> 4,0%	≤ 6,0%	> 6,0%

Fonte: Brio Incorporadora

#### 4. RESULTADOS

A obra Lar Portugal possui duas torres com a configuração mostrada na figura 8 e uma torre conforme a figura 9. Para iniciar a comparação entre os orçamentos com métodos executivos diferentes, necessita-se saber o comprimento linear para executar a viga baldrame, que será a mesma independentemente do modelo executivo. Com esta finalidade, foi utilizado a ferramenta AutoCAD para facilitar e encontrar o comprimento com exatidão.

$$1 \text{ bloco com formato de } H = 29652 \text{ cm}$$

$$9 \text{ blocos com formato de } H = 9 \times 29652 = 266868 \text{ cm}$$

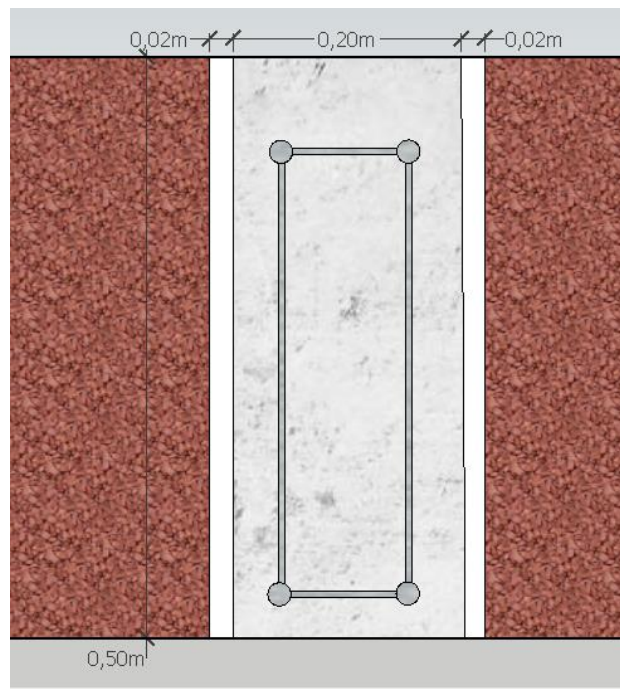
$$1 \text{ bloco com formato de } I = 15236 \text{ cm}$$

$$\text{Comprimento total viga baldrame} = 266868 + 15236$$

$$\text{Comprimento total viga baldrame} = 282104 \text{ cm} = 2821,04 \text{ m}$$

Como a altura da viga baldrame para esta obra é 0,50 m, tem-se também o comprimento quadrado de viga baldrame total correspondente a 1410,52 m<sup>2</sup>. Para a análise de substituição da forma utilizando EPS, foram consideradas placas com 1 m de comprimento por 0,5 m de altura e 0,02 m de largura com a viga em contra barranco escavado com 0,50 m de altura e largura 0,24 m. Para melhor ilustração, temos a seção transversal modelada na ferramenta SketchUp mostrada em sequência.

Figura 18 - Modelo proposto para executar a viga baldrame.



Fonte: Elaborado pela autora.

O próximo passo para obter o orçamento, corresponde na cotação dos valores de mão de obra equivalentes a escavação da viga baldrame em contra barranco, comparado ao sistema de formas por madeira que utiliza serviços de carpintaria. No caso da escavação, foi utilizado como base o contrato do empreiteiro prestador de serviço para a empresa Brio Incorporadora. Essa informação encontra-se no sistema utilizado por esta empresa na plataforma SIENGE. A plataforma é importante para auxiliar o(a) engenheiro(a) responsável ao fornecer informações históricas de outras obras e empreiteiros e, conseqüentemente, poder ter base para a sua cotação e poder de negociação. É importante também salientar a diferença entre mão de obra própria e mão de obra terceirizada, no caso estudado como a mão de obra configura-se como a segunda opção por ser negociado diretamente com o empreiteiro, o valor é desonerado, ou seja, o valor pago não considera os encargos sociais como o INSS.

Pela plataforma do SIENGE, foi gerado uma análise de contrato de obras recentes da Brio Incorporadora na cidade de Ribeirão Preto com o intuito de diminuir as diferenças de custos por fatores externos, ao utilizar o fator tempo e local semelhantes. As obras são nomeadas Lar Suécia, Lar Portugal e Lar

Austrália e o item de escavação de viga baldrame, incluindo a aplicação do lastro de brita e execução da concretagem, é mostrado na sequência de figuras a seguir.

Figura 19 - Análise de Contrato Lar Suécia.

<b>brio</b> incorporadora		<b>Análise de Contratos</b>							
<b>Contrato</b> CT/1423				<b>Data do contrato</b> 06/09/2018					
<b>Situação do contrato</b> Parcialmente medido									
<b>Fornecedor</b> 972 - L.A. Pereira Empreiteira				<b>CNPJ/CPF</b> 18.966.748/0001-09					
<b>Obra</b> 2804 - OBRA Lar Suécia				<b>Centro de custo</b> 2804 - OBRA Lar Suécia					
<b>Autorizado por</b> Leonardo Tomio Katayama									
Itens									
Unidade construtiva 1 - ORÇAMENTO									
		Contrato			Medição			Saldo do Contrato	
Unidade	Quantidade	Valor total	Quantidade	Valor total	Quantidade	Valor total	Quantidade	Valor total	
00.000.000.001 - M.O. Escavação vigas baldrame muros, incluso lastro de Brita e concretagem	m	23,0000	81,3100	1.870,13	81,3100	1.870,13	0,0000	0,00	00.003.001.001

Fonte: briosieng.com.br

Figura 20 - Análise de Contrato Lar Portugal.

<b>brio</b> incorporadora		<b>Análise de Contratos</b>								
<b>Contrato</b> CT/3381				<b>Data do contrato</b> 11/09/2020						
<b>Situação do contrato</b> Parcialmente medido										
<b>Fornecedor</b> 972 - L.A. Pereira Empreiteira				<b>CNPJ/CPF</b> 18.966.748/0001-09						
<b>Obra</b> 3004 - OBRA Lar Portugal				<b>Centro de custo</b> 3004 - OBRA Lar Portugal						
<b>Autorizado por</b> Alex Dorta										
Itens										
Unidade construtiva 6 - IMPLANTAÇÃO										
Insumo	Un.	Preço unitário	Contrato		Medição		Saldo do Contrato		UC	Apropriação
			Quantidade	Valor total	Quantidade	Valor total	Quantidade	Valor total		
00.000.000.004 - ESCAVAÇÃO DE BALDRAME INCLUSO LASTRO DE BRITA E CONCRETAGEM (ORÇ)	m	23,0000	112,0000	2.578,00	64,7500	1.489,25	47,2500	1.088,75	3	05.001.001.001

Fonte: brio.sieng.com.br

Figura 21 - Contrato Lar Austrália.

<b>brio</b> incorporadora		<b>Análise de Contratos</b>								
Contrato		CT/3175			Data do contrato			11/08/2020		
Situação do contrato		Parcialmente medido								
Fornecedor		972 - L.A. Pereira Empreiteira			CNPJ/CPF			18.966.748/0001-09		
Obra		4404 - OBRA Lar Austrália			Centro de custo			4404 - OBRA Lar Austrália		
Autorizado por		Fábio Vilas Boas								
Itens										
Unidade construtiva 4 - TORRES										
Insumo	Un.	Preço unitário	Contrato		Medição		Saldo do Contrato		UC	Apropriação
			Quantidade	Valor total	Quantidade	Valor total	Quantidade	Valor total		
00.000.000.001 - SERVIÇOS DE ESCAVACAO DE BLOCOS 90/70/80CM COM ESCARIACAO/CHAPISCO E CONCRETAGEM	und	80,0000	594,0000	47.520,00	534,0000	42.720,00	60,0000	4.800,00	4	01.002.003.001
00.000.000.002 - MAO DE OBRA - AJUDANTE	diari	150,0000	30,0000	4.500,00	15,0000	2.250,00	15,0000	2.250,00	4	01.001.001.001
00.000.000.003 - ESCAVAÇÃO DE BALDRAME INCLUSO LASTRO DE BRITA E CONCRETAGEM (ORÇ)	m	23,0000	112,7500	2.593,25	112,7500	2.593,25	0,0000	0,00	4	01.002.001.001

Fonte: brio.sienge.com.br

Por meio das figuras mostradas anteriormente, constata-se uma constância entre o valor unitário em contrato enquanto a quantidade para o item “ESCAVAÇÃO DE BALDRAME INCLUSO LASTRO DE BRITA E CONCRETAGEM” varia. O valor constante pode ser explicado devido ao fato de serem obras em datas próximas em sua execução e em virtude de utilizarem o mesmo empreiteiro intitulado “L.A Pereira Empreiteira” para a execução da viga baldrame, o que aumenta a capacidade de negociação com o empreiteiro. As quantidades são divergentes em cada contrato em razão de que cada obra possui seu projeto específico arquitetônico e especificações de solo, o que necessita de projetos particulares de fundação.

No caso da obra Lar Portugal, somente as vigas baldrames dos anexos (portarias, salão de festas e administrativo) foram realizadas pelo método do contra barranco. Por isto, a quantidade orçada no contrato de 112m da figura 12.

Com o propósito comparativo entre os dois processos (contra barranco com EPS e sistema de formas de madeira) unem-se os dados de comprimento de viga baldrame do Lar Portugal calculado anteriormente, junto ao preço unitário por metro pelo método de contra barranco e formas de madeira. O valor unitário do último foi retirado do contrato do empreiteiro NC AMORIM, exibido na figura 14, e o resultado da comparação entre a mão de obra deste método executivo é exposto no quadro 3.

Figura 22 - Contrato NC Amorim para obra Lar Portugal.

Contrato	CT/3379			Data do contrato	01/10/2020		
Situação do contrato	Parcialmente medido						
Fornecedor	284 - NC Amorim Empreiteira Ltda - Me			CNPJ/CPF	13.008.118/0001-79		
Obra	3004 - OBRA Lar Portugal			Centro de custo	3004 - OBRA Lar Portugal		
Autorizado por	Fábio Villas Boas						

Itens										
Unidade construtiva 3 - DI										
Insumo	Un.	Preço unitário	Contrato		Medição		Saldo do Contrato		UC	Apropriação
			Quantidade	Valor total	Quantidade	Valor total	Quantidade	Valor total		
00.000.000.001 - DIARIA DE CARPINEIRO	dia	150,0000	2,0000	300,00	2,0000	300,00	0,0000	0,00	3	05.001.001.001
00.000.000.002 - SERVIÇO DE EXECUCAO DE ABRIGO PARA BEBEDOURO E TANQUE	vb	700,0000	1,0000	700,00	1,0000	700,00	0,0000	0,00	3	05.001.001.001
00.000.000.003 - DIARIA DE CARPINEIRO	dia	200,0000	7,0000	1.400,00	7,0000	1.400,00	0,0000	0,00	3	05.001.001.001
00.000.000.004 - SERVIÇO DE EXECUCAO DE LIXEIRA PROVISÓRIA OBRA (M.O.)	vb	200,0000	1,0000	200,00	1,0000	200,00	0,0000	0,00	3	05.001.001.001
00.000.000.005 - SERVIÇO DE EXECUCAO DE BAIAS DE TUBOS (M.O.)	vb	2.000,0000	1,0000	2.000,00	1,0000	2.000,00	0,0000	0,00	3	05.001.001.001
00.000.000.006 - SERVIÇO DE EXECUCAO PRATELEIRAS, MESAS, BANCOS, ALMOXARIFADO	vb	3.000,0000	1,0000	3.000,00	1,0000	3.000,00	0,0000	0,00	3	05.001.001.001
00.000.000.007 - SERVIÇO DE EXECUCAO E INSTALACAO DE ESTRUTURA DE MADEIRA PARA TELHADO	m2	20,0000	474,2300	9.484,60	474,2300	9.484,60	0,0000	0,00	3	02.001.002.001 05.001.001.001
00.000.000.008 - SERVIÇO DE INSTALACAO DE TAPUME	m2	20,0000	388,7000	7.774,00	388,7000	7.774,00	0,0000	0,00	3	02.001.002.001 05.001.001.001
00.000.000.009 - SERVIÇO DE EXECUCAO CRAVACAO DE PONTALETES	und	10,0000	78,0000	780,00	78,0000	780,00	0,0000	0,00	3	02.001.002.001 05.001.001.001
00.000.000.010 - SERVIÇO DE EXECUCAO GUARITA DE MADEIRA PORTEIRO - (M.O.)	vb	870,0000	1,0000	870,00	1,0000	870,00	0,0000	0,00	3	05.001.001.001
00.000.000.011 - MAO DE OBRA - CARPINEIRO	vb	2.600,0000	1,0000	2.600,00	1,0000	2.600,00	0,0000	0,00	3	05.001.001.001
00.000.000.012 - SERVIÇO DE EXECUCAO DE BAIAS/DEPÓSITO PARA ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS (O.C.)	vb	800,0000	1,0000	800,00	1,0000	800,00	0,0000	0,00	3	05.001.001.001
00.000.000.013 - SERVIÇO DE EXECUCAO DE FORMA E DESFORMA	m2	25,0000	44,5500	1.113,75	44,5500	1.113,75	0,0000	0,00	3	05.001.001.001

Fonte: brio.sienge.com.br

Quadro 3 - Mão de obra método contra barranco.

Método contra barranco		
Comprimento viga Baldrame (m)	Preço unitário (R\$/m)	Valor total (R\$)
2821	R\$ 23,00	R\$ 64.883,00

Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 4 - Mão de obra método formas.

Método formas		
Comprimento viga Baldrame (m)	Preço unitário (R\$/m)	Valor total (R\$)
2821	R\$ 25,00	R\$ 70.525,00

Fonte: Elaborado pela autora.

No momento, temos uma economia para a fundação da obra calculada em R\$ 5642,00. Contudo, esta não é uma análise completa. Para concluir a investigação, é necessário também avaliar e comparar os materiais utilizados em

cada método e, finalmente, levar em consideração a perda de concreto com base nos dados históricos coletados pela empresa do quadro 2.

Ao partir do orçamento do quadro 1, temos os levantamentos dos itens necessários para execução das formas de viga baldrame na obra Lar Portugal. Com cada item do orçamento, foi pesquisado no SIENGE o mapa de controle de compras para a obra Lar Portugal, que é gerado automaticamente após o(a) responsável da obra solicitar os materiais com base no orçamento e no quantitativo advindo dos projetos. Esse mapa de controle permite pesquisar cada item solicitado na compra, sendo importante ao(à) engenheiro(a) responsável da obra monitorar a quantidade solicitada de cada item e a data planejada para sua entrega, de forma a cumprir com o cronograma da obra.

Como no mapa de controle, podemos ter o mesmo insumo com diversas finalidades. Também é necessário conferir o número do pedido na plataforma do SIENGE e verificar sua devida apropriação. A apropriação correta do insumo é importante para que seja possível acompanhar durante a execução se a obra está de acordo com o orçamento ou se ocorrerão estouros orçamentários. Nas próximas quatro imagens tem-se destacado o insumo com a apropriação para a viga baldrame.

Figura 23 - Madeira pinus pontalete para viga baldrame.

Item	Nº da SC	Cód. Obra	Cód. insumo	Descrição do insumo	Qt. solicitada
186	9233	3004	18163	MADEIRA DE PINUS PONTALETE 60X60MM	700,0000
194	9235	3004	18163	MADEIRA DE PINUS PONTALETE 60X60MM	100,0000
295	9303	3004	18161	MADEIRA DE PINUS PONTALETE 60X50MM	40,0000
534	9542	3004	18163	MADEIRA DE PINUS PONTALETE 60X60MM	30,0000
542	9544	3004	18163	MADEIRA DE PINUS PONTALETE 60X60MM	230,0000
654	9627	3004	18163	MADEIRA DE PINUS PONTALETE 60X60MM	115,0000

Fonte: brio.sienge.com.br

Figura 24 - Tabua mista para viga baldrame.

Item	Nº da SC	Cód. Obra	Cód. insumo	Descrição do insumo	Qt. solicitada
10	8639	3004	31605	TABUA MISTA 3,00X0,25X0,03M	90,0000
190	9233	3004	28595	TABUA MISTA 300X20MM	1.040,0000
192	9233	3004	31742	TABUA MISTA 200X20MM	1.040,0000
197	9235	3004	28595	TABUA MISTA 300X20MM	256,0000
658	9627	3004	28595	TABUA MISTA 300X20MM	105,0000

Fonte: brio.sienge.com.br

Figura 25 -Madeira sarrafo para viga baldrame.

Item	Nº da SC	Cód. Obra	Cód. insumo	Descrição do insumo	Qt. solicitada
191	9233	3004	31336	MADEIRA DE PINUS SARRAFO 10X25X3000MM	1.040,0000
195	9235	3004	18171	MADEIRA DE PINUS SARRAFO 50X20MM	86,0000
198	9235	3004	31336	MADEIRA DE PINUS SARRAFO 10X25X3000MM	171,0000
296	9303	3004	18174	MADEIRA DE PINUS SARRAFO 70X20X3000MM	60,0000
535	9542	3004	18174	MADEIRA DE PINUS SARRAFO 70X20X3000MM	30,0000
543	9544	3004	18174	MADEIRA DE PINUS SARRAFO 70X20X3000MM	265,0000

Fonte: brio.sienge.com.br

Figura 26 - Pregos 17x21 para viga baldrame.

Item	Nº da SC	Cód. Obra	Cód. insumo	Descrição do insumo	Qt. solicitada
187	9233	3004	23515	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 17X21	50,0000
536	9542	3004	23515	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 17X21	10,0000
545	9544	3004	23515	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 17X21	25,0000

Fonte: brio.sienge.com.br

Figura 27 - Pregos 18x27 para viga baldrame.

Item	Nº da SC	Cód. Obra	Cód. insumo	Descrição do insumo	Qt. solicitada
9	8639	3004	23521	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 18X27	15,0000
96	9201	3004	23521	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 18X27	20,0000
188	9233	3004	23521	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 18X27	150,0000
196	9235	3004	23521	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 18X27	10,0000
537	9542	3004	23521	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 18X27	15,0000
546	9544	3004	23521	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 18X27	25,0000
656	9627	3004	23521	PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABECA 18X27	35,0000

Fonte: brio.sienge.com.br

Ao possuir o número da solicitação e do pedido, foi possível encontrar o valor pago para cada material também na plataforma do SIENGE, de acordo com o exemplo na figura 19. Os materiais com seus valores reais pagos e orçados são mostrados nos quadros 5 e 6, respectivamente.

Figura 28 - Obtenção do preço unitário para madeira pinus pontalete.

CADASTRO DE PEDIDOS DE COMPRA

Pedidos de Compra | Cadastro | **Insumos** | Totalização | Previsão Financeira | Endereços | Observação | Envio | Faturamento Direto | Anexos

INFORMAÇÕES DO PEDIDO [↗](#)

Pedido: 16656

Obra: 3004 OBRA Lar Portugal

Fornecedor: 258 DEPOSITO DE MADEIRA E ESCORAMENTO IPIRANGA LTDA - EPP

PROMOÇÕES CONTATOS AVALIAÇÃO

INSUMOS

Insumo	Quantidade	Unidade	Preço unitário	% IPI
18163 - MADEIRA DE PINUS PONTALETE 60X60MM	700,0000	und	10,9500	0,00
31336 - MADEIRA DE PINUS SARRAFO 10X25X3000MM	1.040,0000	und	6,0600	0,00

Quantidade de registros: 2

Fonte: brio.sienge.com.br

Quadro 5 - Materiais utilizados nas formas viga baldrame para o Lar Portugal.

Pedido Real			
	Quantidade	Preço unitário	Valor total
MADEIRA DE PINUS TABUA 300X20	1040	R\$ 11,08	R\$ 11.523,20
MADEIRA DE PINUS PONTALETE 60X60MM	700	R\$ 10,90	R\$ 7.630,00
MADEIRA DE PINUS SARRAFO 10X25X300MM	1040	R\$ 6,06	R\$ 6.302,40
PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABEÇA 17X21	75	R\$ 15,80	R\$ 1.185,00
PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABEÇA 18X21	50	R\$ 15,80	R\$ 790,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 27.430,60</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 6 - Materiais orçados nas formas viga baldrame para o Lar Portugal.

<b>Orçamento</b>			
	Quantidade	Preço unitário	Valor total
MADEIRA DE PINUS TABUA 300X20X3000MM	661,58	R\$ 12,90	R\$ 8.534,38
MADEIRA DE PINUS PONTALETE 70X70MM	378,17	R\$ 6,70	R\$ 2.533,74
MADEIRA DE PINUS SARRAFO 70X35X300MM	496,26	R\$ 6,79	R\$ 3.369,61
PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABEÇA 17X21	76,4	R\$ 8,18	R\$ 624,95
PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABEÇA 18X21	45,19	R\$ 10,77	R\$ 486,70
		<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 15.549,37</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao verificar o valor total encontrado nas duas tabelas acima percebe-se um aumento de 76,40 % entre o material orçado e aquele que foi realmente utilizado obra. Este aumento pode ser explicado pelos seguintes fatores:

- a) volatilidade dos preços: os materiais da construção civil estão sujeitos a variações do mercado. No caso das últimas obras executadas pela empresa, tem-se verificado um grande aumento no preço dos materiais como uma das consequências da pandemia causada pelo COVID-19;
- b) quantidade: durante a execução de uma obra deve-se levar em consideração a quantidade por três fatores. O primeiro fator consta no poder de negociação, no qual o preço torna-se diretamente mais negociável conforme maior a quantidade comprada. Enquanto o segundo fator leva em consideração que o material comprado não pode ser igual ao levantado pelo projetista devido ao fator perda de material como, por exemplo, a quebra de um material e, dessa forma, normalmente o(a) engenheiro(a) responsável solicita quantidades superiores de projeto. O último fator a ser considerado é o fato de que a mesma construtora

executa várias obras em Ribeirão Preto, o que pode ocasionar uma sobra de materiais que podem ser reutilizados em outra obra.

Embora não conste na tabela de orçamento o cálculo de reaproveitamento, é importante levar em consideração o fato das formas de viga baldrame de madeira serem reutilizáveis, o que diminui a metragem de forma na hora da compra. Para ser possível a sua reutilização é obrigatório utilizar o desmoldante para não danificar a madeira. Consultando o SIENGE foi verificado a compra de 400 L, totalizando R\$ 780,00 para este fim na figura abaixo.

Figura 29 - Pedido de compra desmoldante.

Insumo	Quantidade Unidade	Preço unitário
16409 - DESMOLDANTE BASE MINERAL/VEGETAL EMULSIONADO PARA FORMAS DE MADEIRA 200L	2,0000und	390,0000

Fonte: brio.sienge.com.br

Com objetivo de comparar a forma de madeira de viga baldrame substituída por forma de EPS em contra barranco, foi realizada o quadro abaixo. O primeiro material comparado, foi escolhido utilizar a quantidade orçada, por levar em consideração que o pedido real realizado para os materiais pode ter sobrado e utilizados para outras finalidades e, desta forma, atrapalharia a comparação entre os dois métodos. Porém, foi ajustado o valor real pago acrescentado do desmoldante pelo fato de que o EPS será cotado em sequência e, por conseguinte, o fator tempo será o mesmo nos dois casos.

Quadro 7 - Resumo materiais para forma de madeira Lar Portugal.

<b>Forma de madeira viga Baldrame Lar Portugal</b>			
	Quantidade	Preço unitário	Valor total
MADEIRA DE PINUS TABUA 300X20X3000MM	661,58	R\$ 11,08	R\$ 7.330,31
MADEIRA DE PINUS PONTALETE 70X70MM	378,17	R\$ 10,90	R\$ 4.122,05
MADEIRA DE PINUS SARRAFO 70X35X300MM	496,26	R\$ 6,06	R\$ 3.007,34
PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABEÇA 17X21	76,4	R\$ 15,80	R\$ 1.207,12
PREGO DE AÇO CARBONO LISO COM CABEÇA 18X21	45,19	R\$ 15,80	R\$ 714,00
DESMOLDANTE BASE MINERAL	2	R\$ 390,00	R\$ 780,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 17.160,82</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

O próximo passo é composto por encontrar a quantidade e valor unitário para a forma de EPS. Por ser um método proposto de construção, não serão utilizados dados históricos da empresa. Para melhor exatidão de escolha entre preços, fez-se uma cotação com três fornecedores.

No momento da cotação foi levado em consideração a região de Ribeirão Preto para evitar custos de envio de frete. Também é importante salientar a importância de se identificar como comprador CNPJ da construtora, pois, neste caso, a chance de negociação aumenta ao reduzir o preço unitário pelo poder de compra em grande escala que uma construtora possui. Para melhor exemplificar este fato, temos a figura a seguir com o preço caso fosse consumidor final.

Figura 30 - Placas de isopor consumidor final.



Fonte: <https://www.artlimpbrasil.com.br/placa-isopor-2cm.html>. Acesso em 01/11/2021 às 13:00 hrs.

Segundo a imagem anterior, o preço unitário por isopor seria de R\$ 8,23. Na sequência, temos a cotação de três fornecedores de isopor com base no cálculo anterior de comprimento de viga baldrame, resultante em 2821m. Como a placa possui dimensões de 1 x 0,02 x 0,5 m, seriam necessárias 2821 placas.

Quadro 8 - Cotação fornecedores placas EPS.

Cotação fornecedores placas de 1x0,5x0,02 m		
Empresa	Valor unitário	Valor total
Styro	R\$ 3,74	R\$ 10.550,54
Kiistotherm	R\$ 5,80	R\$ 16.361,80
Paulínea isopor	R\$ 3,50	R\$ 9.873,50

Fonte: Elaborado pela autora.

A empresa escolhida foi a terceira (Paulínea isopor). Como essa empresa não é de Ribeirão Preto, também é necessário levar em consideração o valor de frete negociado em R\$ 500,00. Logo, o valor total seria R\$ 10373,50. Em comparação do quadro 8 com a forma de madeira levantada no quadro 7, forneceria uma economia em 65,40 %, totalizando em R\$ 7287,32.

O último parâmetro a ser analisado é sobre o consumo de concreto nos quais os parâmetros encontram-se no quadro 2. Como levantado inicialmente, temos 2821,04 m de comprimento de viga baldrame e, dado a viga baldrame em projeto de 0,5 m de altura e largura 0,2 m fornecidos no projeto de fundação, tem-se o volume de concreto necessário para a viga em 282,1 m<sup>3</sup> para realizar toda a viga baldrame das torres na obra. De acordo com o fornecedor de concreto para a obra Lar Portugal chamado REGHIMIX, o valor unitário por m<sup>3</sup> é R\$ 291,00 para o FCK 25 brita 1 slump 10 +/-2 especificados no projeto de

fundações. O quadro 9 a seguir mostra os consumos de concreto com os parâmetros de perdas históricas consideradas econômicas pela empresa.

Quadro 9 - Valor concreto por métodos diferentes para viga baldrame.

<b>Método</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Perda (%)</b>	<b>Valor unitário (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor total de concreto (R\$)</b>
Contra barranco	282,1	30	291	106718,43
Formas	282,1	5	291	86195,655

Fonte: Elaborado pela autora

Nesta situação do quadro anterior, se adotássemos o sistema de forma de madeira ou EPS haveria uma economia de 23,80 % o que resulta em R\$ 20522,78.

A partir desse ponto, temos o mesmo quantitativo de armação conforme o projetista determinou pelos métodos construtivos não alterarem a seção transversal dada em projeto, que respeitará o cobrimento mínimo necessário. Logo, para diferenciarmos os métodos com os dados levantados, já é possível encontrar a economia para cada modelo.

Antes de seguir o comparativo, um fato que se deve levar em consideração é a impermeabilização necessária para evitar a entrada de água e, conseqüentemente, a danificação da armação. De acordo com a literatura, as vigas baldrames de formas de madeira sem o contra barranco devem ser impermeabilizadas nos lados externos, internos e acima delas. No caso do contra barranco, a impermeabilização ocorre na parte superior da viga e na canaleta de marcação no momento da alvenaria. Como o estudo presente é um novo modelo de forma de EPS com o contra barranco, foi considerado a referência bibliográfica de ALLEN, que utiliza a espuma de poliestireno para isolar a fundação externamente e vale ressaltar que esse material não polui o meio ambiente. Com base nessas vertentes, ter-se-ia uma economia na impermeabilização externa e interna da viga baldrame ao utilizar a propriedade química do EPS de possuir baixa absorção a água, ser inerte e não poluente. O quadro final a seguir resume o estudo orçamentário entre os métodos.

Quadro 10 - Resumo métodos construtivos para viga baldrame.

<b>Método utilizado</b>	<b>Mão de obra (R\$)</b>	<b>Material (R\$)</b>	<b>Concreto (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Forma madeira	70.525,00	17.160,32	86.195,66	173.880,98
Contra barranco com Forma EPS	64.883,00	10.373,50	86.195,66	161.452,16
Contra barranco	64.883,00	-	106.718,43	171.601,43

Fonte: Elaborado pela autora.

Com os resultados obtidos, pode-se dizer que o sistema de viga baldrame realizado por contra barranco e forma de EPS pode ser uma boa alternativa, tanto em termos econômicos, por fornecer uma redução de R\$ 12428,82 ao ser comparado pelo sistema de formas de madeira e de R\$ 10149,28 ao utilizar o parâmetro de contra barranco; como também em termos ambientais, pelo material EPS não ser poluente, não ser biodegradável (o que mantém sua propriedade de isolamento da viga em relação ao solo), evitar o corte de madeira além de não haver a preocupação do descarte em aterros, porque não há necessidade de ser retirado da viga baldrame, exercendo uma barreira à entrada de água.

No caso do EPS como barreira na entrada de água, recomenda-se o uso de espaçadores plásticos, de modo a garantir a cobertura da armadura e evitar o rasgo da superfície do EPS ao entrar em contato com o aço. Por ser um estudo teórico, sugere-se a testagem do procedimento para encontrar com maior exatidão o quantitativo de placas de EPS, pela possibilidade de quebra desse material durante o manuseio e assim, melhor avaliar as perdas ao analisar a produtividade e consumo de concreto e também se haverá possibilidade de garantir a estanqueidade como impermeabilizante.

## 5. CONCLUSÃO

Diante da necessidade de obras cada vez mais sustentáveis, o que envolve englobar economia, ambiental e social, novos processos construtivos são gerados, como a alvenaria estrutural, e novas técnicas são desenvolvidas com fins de obter uma obra mais verde. O presente trabalho ao analisar a viga baldrame por contra barranco e o sistema de formas (métodos tradicionais e muito utilizado como fundação rasa) em conjunto com um material já conhecido em suas diversas propriedades, o EPS, é viável economicamente por fornecer uma redução de custos em aproximadamente 7,15 % em relação ao tradicional sistema de formas de madeira no caso da obra Lar Portugal em Ribeirão Preto. Ambientalmente, também fornece benefícios que além de poupar o corte de madeira também fornecer um destino final ao EPS sem ocupar os aterros, e em virtude a sua propriedade hidro-repelente em relação a água podendo atuar como impermeabilizante natural.

Por ser um estudo teórico, o ideal para este novo processo construtivo seria testá-lo para encontrar informações mais exatas de consumo e produtividade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) **10 mandamentos da concretagem de uma laje, série de dicas sobre concreto do portal da construção.** Disponível em: <<https://suaobra.com.br/dicas/inicio-da-obra/10-mandamentos-da-concretagem-de-uma-laje-serie-de-dicas-sobre-concreto-do-portal-da-construcao-wwwsuaobra.com.br>>. Acesso em: 10/01/2022.
- (2) ABITANTE, A. L.; WEIMER, B. F.; ADORNA, D. L.; CENTOFANTE R. **Processos construtivos.** Porto Alegre: SAGAH, 2017.
- (3) ABRAPEX. **Manual de utilização EPS na construção civil.** São Paulo: Pini, 2006.
- (4) ALBUQUERQUE, P. J. R; GARCIA, J. R. **Engenharia de Fundações.** Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- (5) ALLEN, E. IANO, J. **Fundamentos da Engenharia de Edificações.** 5ª ed. Bookman, 2013.
- (6) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11752: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial.** Rio de Janeiro. 2007.
- (7) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11949: Poliestireno expandido para isolação térmica- Determinação da massa específica aparente.** 2018.
- (8) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12094: Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico – Determinação da condutividade térmica.** 2020.
- (9) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações.** Rio de Janeiro, 1996.
- (10) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7973: Poliestireno expandido para isolação térmica- Determinação de absorção d'água.** 2018.
- (11) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8081: Espuma rígida de poliuretano para fins de isolação térmica.** 2019.

(12) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8082: Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica – Resistência à compressão.** 2016.

(13) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2004.

(14) BERTOLINI, L. **Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

(15) BOTELHO, M. H. C. **Princípios da mecânica dos solos e fundações para a construção civil.** São Paulo: Editora Blucher, 2014.

(16) CUNHA, A. M. *et al.* **CONSTRUCAO CIVIL** Construção Civil. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

(17) DAS, B. M. **Princípios de engenharia de fundações: Tradução e adaptação da 8ª edição norte-americana.** Cengage Learning, 2016.

(18) **Dicas para quem vai construir sua casa – Construção em EPS.** Atos arquitetura. Disponível em: <<https://atosarquitetura.com.br/noticias/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-em-eps/>>. Acesso em: 10/01/2022.

(19) FELLER, V. **Poliestireno expandido, você já ouviu falar?** Renderblog, 2015. Disponível em: <<https://blog.render.com.br/construcao/poliestireno-expandido-voce-ja-ouviu-falar/>>. Acesso em: 10/01/2022.

(20) GODOY, V. **Procedimento de execução de serviço: impermeabilização externa.** Brio Incorporadora, 2021.

(21) GOTO, H.; CAIXETA, J.P. R.; CENTOFANTE, R. **Materiais da construção.** Porto Alegre: SAGAH, 2018.

(22) GROTE, Z. V.; SILVEIRA, J. L. **Análise energética e exérgica de um processo de reciclagem de poliestireno expandido (isopor).** Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, v. 3, n. 3, 2010.

(23) GROTE, Z. V.; SILVEIRA, J.L., **Estudo Energético e Econômico Aplicado a um Processo de Reciclagem de Poliestireno**

**Expandido (Isopor).** Proceedingsofthe ENCIT, Caxambu - MG, Brasil, 2002.

(24) GUIMARÃES, D; PETER, E. A. **Fundações.** Porto Alegre: SAGAH, 2018.

(25) **Laje nervurada com EPS(Isopor) Grupo Isofort.** Grupo Isofort. Disponível em: <<https://isofort.com.br/p/lajes/#nervurada>>. Acesso em 10/01/2022.

(26) LARA, L. A. M. **Materiais de Construção.** Minas Gerais: IFMG, 2013.

(27) MACHADO, R. A. F. et al. **Reciclagem de poliestireno expandido e estrutura da cadeia logística.** Florianópolis, 2005.

(28) MARANGON, M. **Unidade 04 Fundações Diretas.** 2018.

(29) **Materiais, componentes e a construção sustentável.** Conselho Brasileiro de construção sustentável. São Paulo, 2009.

(30) MATTOS, A. **Como preparar orçamento de obras.** 3ª edição. Editora Oficina de Textos, 2019.

(31) MILITO, J. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios.** Campinas: Faculdade de Ciências Tecnológicas da PUC Campinas, 2013.

(32) PINHEIRO, A. C. F. B.; CRIVELARO, M. **Materiais de Construção.** Editora Saraiva, 2016.

(33) PINHEIRO, L. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios.** Universidade de São Paulo, 2007.

(34) RIBEIRO, J. **Procedimento de Execução de Serviço: Fundação – blocos e baldrame.** Brio Incorporadora, 2015.

(35) SALGADO, J. **Técnicas e práticas construtivas para edificação.** 2003.

(36) Salgado, J.C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação.** Editora Saraiva, 2020.

(37) SANTOS, F. **Logística reversa de resíduos da construção civil: uma análise de viabilidade econômica.** Americana, 2013.

(38) SHUH, P. D. M. **O uso do EPS na construção civil: estudo comparativo entre o concreto leve com EPS e o concreto convencional.** Santa Rosa, 2017.

(39) SILVA, B.; CARVALHO, L.; SILVA R. **As diversas utilizações do poliestireno expandido (EPS) na construção civil.**

(40) **Telhas termoacústicas de EPS.** Thermo-isso. Disponível em: <<https://www.thermo-iso.com.br/produtos/tr-40-980-3/>>. Acesso em: 10/01/2022.

(41) TESSARI, J. **Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil.** Florianópolis, 2006.

(42) XAVIER, I. **Orçamento, planejamento e custo de obras.** Universidade de São Paulo, 2008.