



**COMPARATIVO ENTRE SISTEMA CONVENCIONAL EM CONCRETO
ARMADO E A PAREDE ESTRUTURAL EM ARGAMASSA ARMADA
COM EPS – ESTUDO DE CASO**

CURITIBA
2020



LUÍSA PATSIS ALVES
MILENE REGINA LIMBERG JANISKI

**COMPARATIVO ENTRE SISTEMA CONVENCIONAL EM CONCRETO
ARMADO E A PAREDE ESTRUTURAL EM ARGAMASSA ARMADA
COM EPS – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós Graduação em Sistemas Estruturais de Concreto, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Sistemas Estruturais de Concreto.

Orientador: Prof. Kirke Andrew Wrubel
Moreira

CURITIBA
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela fé e pela vida.

Aos meus pais, Ketí Patsis e Nelson Alves, que me proporcionaram a oportunidade de estudar, seguir meus sonhos e me que amparam sempre que preciso.

E a minha colega de longa data e coautora deste trabalho, Milene Regina Limberg Janiski, pelo companheirismo, paciência e amor nesses últimos 10 anos de caminhada. Que nossa jornada perdure por mais algumas décadas. Obrigada.

Agradeço a Deus pela oportunidade de ter vencido mais um projeto em minha vida, ao meu esposo Douglas Janiski por toda ajuda e paciência neste período, e aos meus pais, Regina e Rodolfo Limberg, que me deram força para finalizar mais um sonho.

Agradeço a Luísa Patsis Alves pelo companheirismo em dividir esta árdua tarefa comigo.

FOLHA DE APROVAÇÃO**COMPARATIVO ENTRE SISTEMA CONVENCIONAL EM CONCRETO
ARMADO E A PAREDE ESTRUTURAL EM ARGAMASSA ARMADA
COM EPS – ESTUDO DE CASO**

Por

LUÍSA PATSIS ALVES

MILENE REGINA LIMBERG JANISKI

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM SISTEMAS
ESTRUTURAIS DE CONCRETO, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO
FORMADA PELOS PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Curitiba (PR) ____ de ____ de ____.

Nome do Professor Orientador

Nome do Prof. Co-orientador

Nome do terceiro professor integrante da banca

RESUMO

Em meio a problemas como o déficit habitacional, o crescimento da competitividade no setor da construção civil e a necessidade cada vez maior de se reduzir os impactos ambientais, faz-se necessária a busca por materiais e tecnologias construtivas mais eficientes que proporcionem melhores resultados em relação à produtividade, custos e qualidade geral das edificações. Partindo de tais premissas, este trabalho possui como objetivo comparar o sistema convencional e a parede estrutural em argamassa armada com EPS em relação às características técnicas e orçamentárias, com intuito de verificar a viabilidade econômica desse novo sistema. Estão apresentados os materiais utilizados, etapas construtivas e principais vantagens e desvantagens de cada sistema, bem como o levantamento geral de custos da obra para cada tipologia construtiva, apresentados por meio de tabelas de curvas ABC dos insumos de material e mão de obra. Com os resultados obtidos, concluiu-se que o sistema monolítico apresenta menores custos globais quando comparado ao sistema convencional, o que o torna uma alternativa viável tanto tecnicamente quanto economicamente para utilização em construções residenciais.

Palavras chave: Parede estrutural com eps, alvenaria convencional, construção civil, sistema modular, poliestireno expandido, orçamento, curva abc, estudo de caso.

ABSTRACT

In the mindset of problems such as the habitation deficit, the growth of competitiveness in the construction sector and the increasing need to reduce environmental impacts, it is necessary to search for more efficient materials and construction technologies that provide better results in relation to productivity, costs and overall quality of buildings. Based on these premises, this work aims to compare the conventional system and the structural wall in mortar armed with EPS in relation to the technical and budgetary characteristics, in order to verify the economic viability of this new system. The materials used, constructive steps and main advantages and disadvantages of each system was presented, as well as the general survey of labor costs for each constructive typology, presented through tables of ABC curves of material and labor inputs. With the results obtained, it will be concluded that the monolithic system has lower overall costs when compared to the conventional system for this case, which makes it a viable alternative both technically and economically for use in residential buildings.

Keywords: Structural wall with EPS, conventional masonry, civil construction, modular system, expanded polystyrene, budget, abc curve, case study.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – PÉROLA DE POLIESTIRENO ANTES E APÓS SUA EXPANSÃO (ACEPE, 2006)	17
FIGURA 2 – REVESTIMENTOS DE TIJOLOS ROMANOS KAEFER (1998)	23
FIGURA 3 – PRÉ EXPANSOR DE EPS (NKL CHINA)	26
FIGURA 4 – FORMATOS DO PAINEL (MONOLITOS)	27
FIGURA 5 – MÁQUINA DE CORTE CNC PARA EPS (NKL-CHINA)	28
FIGURA 6 – TIPOS DE EPS (DIAS-ISOPOR, 2020)	29
FIGURA 7 – PAREDE DE EPS (MEDIEROS, 2017)	30
FIGURA 8 – MÉTODOS CONSTRUTIVOS TRADICIONAIS AINDA SÃO PREDOMINANTES (REVISTA “GRANDES CONSTRUÇÕES”, 2012)	37
FIGURA 9 – FATORES QUE LIMITAM O USO DE NOVOS MÉTODOS ((REVISTA “GRANDES CONSTRUÇÕES”, 2012)	38
FIGURA 10 – MÓDULOS DE PLACAS DE PAINEL MONOLITICO (HTTPS://WWW.BONIZ.COM.BR/)	39
FIGURA 11 – DETALHE ARRANQUES DO PAINEL (CALURE ENGENHARIA, 2019)	39
FIGURA 12 – COLOCAÇÃO DO PAINEL (EMPRESA PRIVADA, 2018)	40
FIGURA 13 – LINHAS DE ESCORAMENTO (CALURE ENGENHARIA, 2019)	41
FIGURA 14 – MODELO DE REFORÇOS (CALURE ENGENHARIA, 2019)	42
FIGURA 15 – PASSAGEM DE ELÉTRICA E HIDRÁULICA PELO PAINEL (CALURE ENGENHARIA, 2019)	43
FIGURA 16 – PASSAGEM DE ELÉTRICA E HIDRÁULICA PELO PAINEL (BETEL, 2018)	43
FIGURA 17 – CHAPISCO NO PAINEL (CALURE ENGENHARIA, 2019)	45
FIGURA 18 – CHAPISCO NO PAINEL (BETEL, 2018)	45
FIGURA 19 – DETALHES DE MONTAGEM DO PAINEL (CALURE ENGENHARIA, 2019)	47
FIGURA 20 – CENÁRIOS ESTUDO EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (EMPRESA PRIVADA, 2019)	48
FIGURA 21 – COMPARAÇÕES DAS ESPESSURAS DAS COM ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO PARA UMA MESMA TRANSMITÂNCIA TÉRMICA. (MONOPLAC, 2006)	49
FIGURA 22 – CONCEITO DO CONCRETO ARMADO (MEDEIROS, 2017)	50
FIGURA 23 – EXEMPLO DE FUNDAÇÃO PROFUNDA (ALVA, 2007)	50
FIGURA 24 – EXEMPLO DE FUNDAÇÃO SUPERFICIAL (ALVA, 2007)	51
FIGURA 25 – ELEMENTOS ESTRUTURAIS E SUAS AÇÕES (ALVA, 2007)	52
FIGURA 26 – PROJEÇÃO 3D DA ESTRUTURA (CALURE ENGENHARIA, 2019)	55
FIGURA 27 – PLANTAS ARQUITETÔNICAS DA ESTRUTURA (CALURE ENGENHARIA, 2019)	56

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – CUSTO TOTAL DA AMBAS TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	65
GRÁFICO 2 – CURVA ABC DO INSUMO MATERIAL E MÃO DE OBRA DO SISTEMA MONOLÍTICO (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	69
GRÁFICO 3 – CURVA ABC DO INSUMO MATERIAL E MÃO DE OBRA DO SISTEMA CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	70
GRÁFICO 4 – CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL PARA SISTEMA MONOLÍTICO E CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	74
GRÁFICO 5 – CIMENTO PORTLAND PARA SISTEMA MONOLÍTICO E CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	74
GRÁFICO 6 – CURVA ABC DO INSUMO MATERIAL DO SISTEMA MONOLÍTICO (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	76
GRÁFICO 7 – CURVA ABC DO INSUMO MATERIAL DO SISTEMA CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	76
GRÁFICO 8 – COMPARATIVO DE HORAS DO INSUMO MÃO DE OBRA ENTRE O SISTEMA MONOLÍTICO E O CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	79
GRÁFICO 9– CURVA ABC DO INSUMO MÃO DE OBRA PARA O SISTEMA MONOLÍTICO (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	80
GRÁFICO 10 – CURVA ABC DE INSUMO MÃO DE OBRA SISTEMA CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	80
GRÁFICO 11– CURVA ABC DO INSUMO DE MÃO DE OBRA (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	81

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ORÇAMENTO DA SUPRAESTRUTURA PARA O SISTEMA MONOLÍTICO (AUTORIA SIENGE/SOFPLAN, 2019)	61
TABELA 2 – ORÇAMENTO DA SUPRAESTUTURA PARA O SISTEMA CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	64
TABELA 3 – CURVA ABC DOS PRINCIPAIS ITENS DOS INSUMOS MATERIAIS E MÃO DE OBRA DO SISTEMA MONOLÍTICO (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	66
TABELA 4 – CURVA ABC DOS PRINCIPAIS ITENS DOS MATERIAIS E MÃO DE OBRA SISTEMA CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	67
TABELA 5 – CURVA ABC DO INSUMO MATERIAL PARA O SISTEMA MONOLÍTICO (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	71
TABELA 6 – CURVA ABC MATERIAIS DO SISTEMA CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	72
TABELA 7 – INSUMOS SISTEMA CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	73
TABELA 8 – CURVA ABC DO INSUMO MÃO DE OBRA PARA O SISTEMA MONOLÍTICO (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	77
TABELA 9 – CURVA ABC DE INSUMO MÃO DE OBRA SISTEMA CONVENCIONAL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	78
TABELA 10 – COMPOSIÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	82
TABELA 11 – COMPOSIÇÃO DO PAINEL MONOLÍTICO (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	82
TABELA 12 – COMPOSIÇÃO DE MONTAGEM DO PAINEL (AUTORIA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	83
TABELA 13 – COMPOSIÇÃO DE CHAPISCO E REBOCO (AUTORA SIENGE/SOFTPLAN 2019)	83
TABELA 14 – COMPOSIÇÃO DE REBOCO (AUTORA SIENGE/SOFTPLAN, 2019)	84

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
FOLHA DE APROVAÇÃO	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	7
LISTA DE GRÁFICOS	8
LISTA DE TABELAS.....	9
SUMÁRIO.....	10
1 INTRODUÇÃO	12
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
1.2. OBJETIVOS.....	15
1.2.1. Objetivo Geral	15
1.2.2. Objetivos Específicos	15
1.3. JUSTIFICATIVAS	15
1.3.1. Tecnológicas.....	16
1.3.2. Econômicas	16
1.3.3. Sociais	17
1.3.4. Ecológicas	17
1.4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1. BREVE HISTÓRICO	19
2.1.1. Parede Estrutural Em Argamassa Armada Com EPS	19
2.1.2. Concreto Armado	20
2.2. TIPOS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS	23
2.2.1. Parede Estrutural Em Argamassa Armada Com EPS	24
2.2.2. Concreto Armado Com Alvenaria De Vedação.....	31

2.3. BENEFÍCIOS DA INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	33
2.4. SOFTWARE	34
2.4.1. CYPECAD	35
2.4.2. Sienge	35
2.5. PROJETO – SISTEMAS ESTRUTURAIS	36
2.5.1. Métodos Construtivos	36
2.5.1.1. Painel Monolítico	38
2.5.1.2. Alvenaria Convencional	49
2.5.2. Vantagens e Desvantagens	52
3. ESTUDO DE CASO.....	54
3.1. PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO	57
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	58
4.1. Custos Dos Sistemas Construtivos.....	59
4.1.1. Material	70
4.1.2. Mão De Obra	77
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	87
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ANEXO 1	93
ANEXO 2	95
ANEXO 3	98
ANEXO 4	100

1 INTRODUÇÃO

Na construção civil existem diversos sistemas construtivos que podem ser utilizados para a execução de uma edificação, sendo os mais utilizados a alvenaria convencional, também conhecida como alvenaria ou também conhecida como alvenaria de vedação, segundo THOMAZ; *et al.*, 2009, e a alvenaria estrutural.

A alvenaria convencional é aquela destinada a dividir espaços e preencher vãos de estruturas aço, concreto armado entre outras. Ela não trabalha de maneira a suportar cargas verticais calculadas na estrutura e preencher vãos de estruturas de aço, concreto armado entre outras. Ela não trabalha de maneira a suportar cargas verticais calculadas na estrutura, e sendo assim, precisam servir de suporte apenas para seu peso próprio e para as cargas de utilização do ambiente ao qual está sendo empregada.

Lado outro, na alvenaria estrutural, segundo PRUDÊNCIO *et al.*, 2002, é a estrutura onde as paredes trabalham como elementos portantes unidos por argamassa e compostos de alvenaria, sendo e são capazes de resistir a outras cargas além do peso próprio. Porém novas tecnologias estão surgindo e começando a ser empregadas de maneira mais habitual.

Estima-se que, anualmente, são consumidos 11 bilhões de toneladas de concreto no mundo segundo PEDROSO, 2009. No Brasil, apesar da construção civil possuir grande valor econômico, ela é considerada atrasada em comparação ao mundo, segundo REIS *et al.*, 2015. Novas tecnologias estão surgindo e começando a ser empregadas de maneira mais habitual.

“Durante muitos anos a construção civil fez a utilização de sistemas construtivos convencionais em habitações devido à disponibilidade no mercado, como blocos cerâmicos, tijolos prensados de argila e blocos de concreto” ALVES, 2013. Já segundo explicita SANTIAGO, 2008 *apud* GARCIA, 2013, em razão de novas tecnologias e materiais passou a ser necessário o desenvolvimento

de novas práticas construtivas, procurando-se novas soluções para atender demandas crescentes.

O sistema construtivo mais utilizado no Brasil, trata-se da alvenaria convencional, composta por vigas, pilares e lajes de concreto armado, que integram a estrutura de sustentação, sendo que a alvenaria possui função única de vedação, e de acordo com o CETESB, 2010, referido sistema gera um grande impacto ambiental.

Segundo BERTOLDI, 2007, isto não significa que os processos sejam obsoletos, ou que possuam técnicas inadequadas, mas, na maioria dos casos, observa-se que o desperdício de materiais ainda atinge índices preocupantes, como por exemplo o diminuto reaproveitamento e extenso desperdício no uso da madeira na execução de fôrmas e cimbramentos.

De acordo com a Norma DIN ISSO-1043/78, EPS é a sigla internacional do Poliestireno Expandido. No Brasil, é mais conhecido como "Isopor®", marca registrada da Knauf Isopor Ltda. O EPS foi descoberto em 1949 pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz, quando trabalhavam nos laboratórios da Basf, na Alemanha, segundo a associação brasileira do poliestireno expandido, a ABRAPEX.

Nos últimos 35 anos este material ganhou uma posição estável na construção civil, sendo sua aplicação variada, pois além de ser um material de isolamento térmico, também pode ser utilizado como sistema construtivo. São exemplos de emprego do EPS sistemas isolantes de coberturas, paredes e pavimentos, em todos os tipos de obras, desde pequenas moradias, a grandes viadutos e edifícios, segundo a associação industrial do poliestireno expandido a ACEPE.

Dentre as principais características do EPS podem ser destacadas a leveza, resistência, facilidade de manuseio e baixo custo, conforme afirma a ABRAPEX, além de desempenhar um papel de sustentabilidade devido à

possibilidade de reciclagem, tornando-o um material muito apropriado para utilização em diversos segmentos.

Com o fim de se reduzir ou então ao menos minimizar os impactos ambientais advindos da utilização de diversificados materiais que são empregados na construção civil, pois é consabida a geração de inúmeros resíduos decorrentes de tal processo, faz-se necessário, cada vez mais, valer-se de métodos que possibilitem aumentar a eficiência e estancar os malefícios que são gerados à natureza como um todo.

Se põe em destaque a necessidade de que, em um contexto de constantes mudanças e atualizações visando à otimização dos serviços e dos resultados, a indústria da construção civil se valha de novas tecnologias que propiciem melhor rentabilidade às empresas (por exemplo com a redução da mão de obra e aumento da produtividade), melhor custo benefício aos consumidores finais (por exemplo com a redução do custo final), e melhore o impacto socioambiental (por exemplo com a melhor gestão de recursos naturais).

Neste cenário, então, surge a viabilidade, e mesmo a necessidade, cada vez mais iminente de que seja aberto espaço para métodos construtivos mais eficazes e eficientes, que possibilitem extrair o máximo de proveito em diversos segmentos, para assim as construções se tornarem cada vez mais ecológicas, tendo em vista a escassez de produtos naturais, e também mais baratas, possibilitando que famílias de baixa renda usufruam de tal tecnologia.

Frente à importância de se estudar e conhecer novos métodos construtivos, como o da alvenaria com EPS, é que esse trabalho se justifica, e assim restaram destacadas as principais características técnicas e econômicas de sua utilização, além de ser efetivada uma comparação entre o seu custo frente ao método tradicional – alvenaria convencional –, possibilitando com isto verificar se referido sistema possui viabilidade econômica.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Comparar os custos, por meio de análises de orçamentos globais, dos dois sistemas construtivos – monolítico e convencional – para que se possa avaliar qual dos sistemas é mais vantajoso, utilizando-se como referência quando construído um espaço gourmet com dois pavimentos e aproximadamente 100m².

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Por meio da presente pesquisa será realizada comparação de custos entre o sistema construtivo em concreto armado e a parede estrutural em argamassa armada com EPS.

1.2.2. Objetivos Específicos

Este estudo possui como objetivos específicos:

- a) Apresentar vantagens e desvantagens do projeto e execução dos sistemas construtivos;
- b) Levantar custos comparativos;
- c) Comparar os dois sistemas construtivos;
- d) Apresentar, levando em consideração os parâmetros analisados, a nova tecnologia na construção civil.

1.3. JUSTIFICATIVAS

A avaliação de custos para a idealização de uma construção habitacional é uma questão que envolve diversos fatores, e de tal forma se constitui no principal tema do presente estudo.

Além das justificativas elencadas a seguir, ao longo do trabalho restarão evidenciadas as principais diferenças entre os modelos de construção convencional e a parede estrutural em argamassa armada com EPS.

1.3.1. Tecnológicas

O setor da construção civil se força a superar novos desafios de forma constante, e para isto o uso de tecnologias inovadoras é crucial para atender à necessidade mercadológica, com vistas a ser possível realizar a construção de forma mais célere e eficaz, prezando-se pela qualidade e segurança da edificação por meio do aprimoramento de conhecimento, novas técnicas e sistemas construtivos (BERTOLDI, 2007).

1.3.2. Econômicas

A execução do sistema monolítico, conforme será demonstrado, gera menor custo, em comparação com sistema convencional, pois emprega material mais leve com economia na estrutura e na fundação, propiciando uma execução mais célere.

No presente trabalho será apresentado um comparativo de custos que, levando em conta distintos parâmetros, mostra que a parede estrutural em argamassa armada com EPS. é mais econômica

1.3.3. Sociais

Visando uma tipologia de construção que seja acessível para a população de todas as classes e faixas etárias de forma mais efetiva e concreta.

1.3.4. Ecológicas

Os produtos formados por EPS são inodoros, não contaminam o ar, solo e nem a água, sendo 100% reaproveitáveis e recicláveis, podendo voltar à condição de matéria-prima (MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2006).

Em sua fabricação o gás utilizado como agente expensor não é prejudicial ao meio ambiente. Segundo NETO, 2008, a fonte de energia utilizada no processo de fabricação do poliestireno é o vapor de água, tornando sua tecnologia limpa, além do consumo de água ser mínimo, esta pode ser reutilizada, sendo que apenas 0,1% do consumo total de petróleo é destinado à fabricação de EPS.

A figura 1, reproduzida a seguir, mostra uma pérola de poliestireno antes e após sua expansão.



Figura 1 – Pérola de poliestireno antes e após sua expansão (ACEPE, 2006)

1.4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da presente pesquisa é o estudo de caso, constituída de uma abordagem fundamentada em análise explicativa de situações problemas reais (YIN, 2005). Para tal, foram escolhidas duas tipologias construtivas – concreto armado com alvenaria de vedação e parede estrutural em argamassa armada com EPS.

A escolha destes sistemas se justificou em razão de o primeiro ser conhecido desde o século XVIII e ser largamente utilizado no Brasil, já o segundo por ter sido difundido em vários países somente a partir da década de 80 e, no Brasil, aproximadamente 10 anos após.

Construções com painel monolítico podem ajudar na redução do déficit habitacional do país, pois seu custo de implementação tende a ser mais baixo do que outros métodos. Neste trabalho serão apresentadas justificativas, orçamentos e comparações para se chegar a tal desfecho.

Este trabalho será dividido, e assim constituído, de cinco partes. Na primeira restará explicitada a motivação – e relevância – para a realização do estudo, tendo-se como base quatro âmbitos: tecnológico, econômico, social e ecológico, mencionando-se a pertinência na difusão da construção com painel de EPS.

Na segunda parte, serão analisadas as tipologias escolhidas – painel monolítico e alvenaria convencional –, seus usos e aplicações, bem como materiais e execução, através de revisões bibliográficas.

Já na terceira parte será elucidado o objeto de estudo, para que no capítulo posterior seja possível aferir e comparar o custo de cada construção. As análises de custos serão realizadas por meio de orçamentos detalhados.

Como parte desfecho, na quarta parte, serão apresentadas as tabelas dos orçamentos e se apresentará discussões sobre o tema Os orçamentos completos seguirão vinculados no item ANEXOS.

Já na parte 5 serão apresentadas as considerações finais e considerações para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em referido capítulo serão apresentados os temas relacionados a este trabalho, onde o enfoque se dará com a comparação estrutural e orçamentária de uma construção realizada em alvenaria estrutural e a mesma efetivada com parede estrutural em argamassa armada com EPS. Ainda, serão apresentados softwares de cálculo estrutural e suas distinções.

2.1. BREVE HISTÓRICO

2.1.1. Parede Estrutural Em Argamassa Armada Com EPS

No ano de 1849 Wilian Fairbairn, por meio de ensaios com vigas compostas utilizando madeira e concreto para compor a estrutura de pontes (COLLINS, 1954), trouxe a primeira ideia de sistema estrutural tipo sanduíche para a construção civil.

A primeira patente de sistema construtivo de paredes sanduíche foi apresentada em 1967 nos Estados Unidos, por Victor Weisman, e tal sistema é bastante semelhante aos que, hoje em dia, são encontrados no mundo inteiro (BERTOLDI, 2002, *apud* PICKARD, 1990). É constituído de material isolante, poliestireno ou poliuretano, armados com uma tela soldada disposta em cada uma das faces e interligadas por meio de barras soldadas numa disposição que eleva a rigidez do sistema.

A origem dos painéis com poliestireno expandido (EPS) sobrevém de um projeto italiano, no início dos anos oitenta, desenvolvido em uma região sujeita a terremotos com o intuito de criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e agregasse elementos de isolamento térmico. Com esta finalidade foi

desenvolvido um painel modular, pré-fabricado, leve, composto de uma alma de EPS disposto entre duas malhas de aço eletrossoldadas, 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 ele chegou por volta do ano de 1990, quando o instituto de pesquisas tecnológicas (IPT) de São Paulo realizou análise de componentes do sistema e de elementos construídos obtendo resultados favoráveis, isto no que diz respeito aos principais pressupostos do mesmo: comportamento estrutural, conforto térmico e impermeabilidade.

Hoje existem várias empresas que oferecem produtos semelhantes, podendo-se citar o sistema Hi-Tech, advindo de empresa de origem americana e que comercializa este produto no Brasil (BERTOLDI, 2007).

2.1.2. Concreto Armado

O concreto moderno, utilizado atualmente para a construção dos mais diversos tipos de estrutura, é fruto do trabalho de inúmeros homens, que durante milhares de anos observaram a natureza e se esmeraram por aperfeiçoar materiais, técnicas, teorias e formas estruturais. Desta forma, constata-se que a história do concreto armado não começou no século passado, mas sim com a própria civilização humana, pois a partir do momento que o homem existe sobre a terra, ele tem a necessidade básica de morar e morar melhor a cada dia, desenvolvendo novas tecnologias para tanto.

Os primeiros registros são por volta do ano de 1756, quando John Smeaton fez concreto misturando agregado gráúdo e cimento. Ele construiu o

Eddystone Lighthouse in Cornwall (Inglaterra) em 1793, com o uso de cimento hidráulico. Outro grande desenvolvimento se deu no ano 1824, quando o inventor inglês Joseph Aspdin desenvolveu o cimento portland. Ele fez concreto queimando giz com terra e argila em um forno, até que o dióxido de carbono evaporasse, resultando em um cimento muito forte (CONSTRUCAOCIVILPET, 2017).

Foi Joseph Monier quem inventou o primeiro concreto armado, em 1849, tendo realizado cubas e tubos de concreto armado com o uso de aço. O concreto armado, portanto, combina a capacidade à tração do metal e à compressão do concreto para suportar elevadas cargas. Joseph Monier recebeu a patente por esta invenção no ano de 1867 (KAEFFER, 1998).

Conhecido como o mais resistente material de construção, o concreto encontrou maior emprego em represas, rodovias, prédios, entre outros diferentes tipos de edificações e construções.

KAEFER, 1998 menciona que o primeiro registro histórico da união do cimento com o aço ocorreu na França, o chamado “cimento-armado”, onde um construtor de barco e hoje considerado o ‘pai’ do concreto armado – Joseph Louis Lambout, construiu um barco utilizando massa de concreto com ferragens entrelaçadas.

As primeiras manifestações do surgimento do ferro na humanidade que se tem notícia, são objetos encontrados no Egito, por volta de 2500 a.C. Foram construídas fogueiras a base de rochas de minério de ferro, com o intuito de promover a sua temperatura elevada, mesmo ainda não a temperatura de fusão para a época, e contato do carbono com o ferro em estado de óxido, fazendo assim com que se resulte em uma massa moldável através do forjamento (NOLDIN JUNIOR, 2002).

Com a revolução industrial iniciada no século XVIII, foi aprimorado o aço utilizado e concebido o modo em que é utilizado hoje, através de invenção de fornos que puderam corrigir as impurezas do ferro bem como adicionar propriedades ao mesmo com a inserção de outros minérios. Propriedades como

resistência ao desgaste, a corrosão, ao impacto fez com que o aço passasse a ser cerca de 90% de todos os materiais consumidos pela civilização da “era industrial”, aliado ainda com seu baixo custo (FELÍCIO, 2012).

Mais para o final do século XVIII, com o aprimoramento da tecnologia de elementos estruturais em aço, surgiram os primeiros edifícios altos, chamados na época de arranha-céus. Com capacidade de resistir as solicitações de forma tão surpreendente para a época, iniciou-se a projeção de elementos de estrutura com maiores aplicabilidades, com maiores vãos e de altura inferiores as antes existentes, assemelhando-se mais as edificações dos tempos modernos, conforme explicitado por BASTOS, 2006.

Hoje, na engenharia moderna, utiliza-se o concreto em campos diversificados, sendo até mesmo considerado como o segundo material mais consumido no mundo, por sua maleabilidade e aplicabilidade em distintos meios e ambientes inóspitos, sem que se perca a confiabilidade e resistência.

Em 3.000 a.C. com a união de barro e palha sem tem a fabricação de tijolo, conforme ilustra a figura 2, e é um material empregado em larga escala nesta época devido a escassez de material em determinadas regiões como no Egito. Bem como no império romano, onde o tijolo e o concreto foram vastamente utilizados para a construção de casas e prédios. Kaefer ainda relata:

Na construção de muros, o concreto romano era em alguns aspectos simplesmente argamassa, utilizada para assentar tijolos nas faces externas dos muros e preencher os vazios entre pedaços de pedra ou tijolos quebrados que eram colocados no espaço entre as faces de alvenaria. Diferentemente da prática moderna, que emprega fôrmas metálicas ou de madeira temporárias para suportar o concreto fresco até que ele endureça, os romanos frequentemente empregaram na construção de seus muros e pilares fôrmas de pedras ou tijolos, classificadas de acordo com o padrão do revestimento usado. Os três principais tipos foram opus incertum, um revestimento irregular de pequenos paralelepípedos, opus reticulatum, pedras quadradas assentadas diagonalmente e opus testaceum, revestimento de tijolos. (KAEFER, 1998)

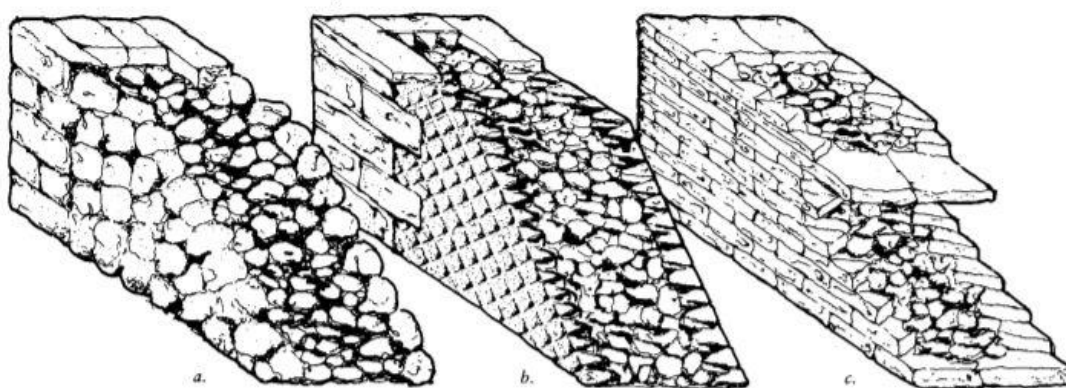


Figura 2 – Revestimentos de tijolos Romanos KAEFER (1998)

Hoje os blocos cerâmicos têm como matéria-prima a argila, que passa pelo processo de queima, com temperaturas que variam entre 9000C e 11000C. São empregados para alvenaria de vedação e possuem baixo custo, havendo ainda blocos cerâmicos especiais 21 utilizados em alvenaria com função estrutural (SALGADO, 2009).

De acordo com a NBR 15270-1- Componentes cerâmicos parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos (ABNT, 2005) os requisitos gerais quanto a sua fabricação são: o bloco cerâmico de vedação deve ser fabricado por adequação plástica de matéria-prima argilosa, podendo conter ou não aditivos, queimado a elevadas temperaturas.

2.2. TIPOS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS

No capítulo em questão as características dos sistemas construtivos empregados, objeto deste trabalho, serão exemplificadas com base em informações de literaturas sobre seus componentes estruturais, suas aplicações como estrutura, tudo com o enfoque de melhor compreensão no assunto.

2.2.1. Parede Estrutural Em Argamassa Armada Com EPS

BERTOLDI, 2007 define as paredes sanduíche como *“Uma estrutura mista do tipo sanduiche é composta por duas ou mais camadas de materiais diferentes, fazendo com que o conjunto ganhe em termos estruturais.”*

Com o crescimento da construção civil, diversas técnicas foram desenvolvidas, sendo estas as mais variadas na execução, indo desde processos artesanais, como tijolos de barro, até a utilização de blocos industrializados com alta tecnologia. A busca por elementos que sejam capazes de conciliar a capacidade de resistência, conforto termo acústico, materiais que não são extraídos do meio ambiente e que possuam um baixo custo, está cada vez maior (MEDEIROS, 2017).

MEDEIROS, 2017 também diz que as paredes estruturais em argamassa armada com EPS, além de possuírem função estrutural, tem uma característica bem expressiva de vedação, de modo que a estrutura formada apresenta característica monolítica e com boa rigidez. Referida característica é obtida devido ao afastamento das camadas resistentes, conseguindo-se ainda estruturas mais leves devido ao seu núcleo (geralmente a camada mais espessa do painel) constituído pelo EPS.

No mercado atual existem diversos tipos de painel, sempre trabalhados no mesmo princípio dos materiais, mas com características específicas de formatos do EPS, sendo também distintos o formato e espessura da tela bem assim sua forma fixação. Com uma redução significativa no desperdício de materiais no processo de construção – se comparado ao sistema convencional –, além da redução de mão de obra para a produção, a utilização deste sistema construtivo trás racionalização no processo de fabricação e também no custo final da obra, por ser um sistema muito mais leve que o concreto armado com vedação em bloco cerâmico, trazendo uma redução nas cargas totais da estrutura, aliviando assim a fundação (ARAÚJO, 2004).

Também, há a minimização do desperdício por se tratar de painel pré fabricado, o que aumenta o controle de execução, com a devida qualidade. Ainda, diminui o custo com mão-de-obra, face o emprego de equipamentos que proporcionam ganho de produtividade e qualidade, reduzindo, conseqüentemente, o tempo necessário para a execução.

Segundo BERTOLDI (2007), um painel argamassado, com 80mm de espessura, tendo uma chapa em seu núcleo, possui uma transmitância térmica de $1,266 \text{ W/m}^2\text{K}$, e para que se tenha essa mesma transmitância térmica com parede de alvenaria de tijolo cerâmico, seria necessária uma espessura de 280mm, representando aproximadamente 3 vezes mais a espessura do painel.

Em junho de 2014, o Ministério das Cidades, através do seu Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), lançou a diretriz do Sistema Nacional de Avaliação Técnica – SINAT – referente ao sistema monolítico.

O Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT) é uma iniciativa de mobilização da comunidade técnica nacional para dar suporte à operacionalização de um conjunto de procedimentos reconhecidos por toda a cadeia produtiva da construção civil, com o objetivo de avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção.

O SINAT possui o escopo de suprir, provisoriamente, lacunas da normalização técnica prescritiva, ou seja, avaliar produtos não abrangidos por normas técnicas prescritivas (PBQP-HÁBITAT).

A operacionalização do SINAT representa, efetivamente, a criação de uma infraestrutura fundamental para o desenvolvimento tecnológico do setor da construção civil (PBQP-HÁBITAT).

As diretrizes do SINAT contribuem para a elaboração de projetos com avaliações técnicas e controles de qualidade, sendo assim um processo de suma importância, visto que hoje só existem normas estrangeiras referente ao sistema.

O sistema é caracterizado por painéis que são compostos pelo seu núcleo central em poliestireno expandido EPS, que foi descoberto na Alemanha em 1949 pelos químicos Fritz Stasny e Karl Bochholz, sendo no Brasil popularmente conhecido como Isopor®, marca registrada da empresa Knauf Isopor Ltda.

Esse material, de acordo com a norma DIN ISSO 1043/78, é um plástico celular rígido, resultado da polimerização do estireno, produto derivado do petróleo, em água. Esta transformação se dá em um processo de três etapas: pré expansão, armazenamento intermediário e moldagem.

Em sua primeira etapa, a expansão ocorre com uma densidade aparente de 600 a 700 kg/m³, e é efetuada através de aquecimento por contato com vapor de água em um pré-expansor – figura 3. O agente expensor infla o poliestireno para um volume cerca de 20 a 50 vezes maior que o original, transformando assim em granulados de partículas de EPS, constituídas por pequenas células fechadas, que ficam armazenadas para estabilização (MEDEIROS, 2017).



Figura 3 – Pré expansor de EPS (NKL CHINA)

O granulado estabilizado é colocado em moldes e exposto novamente ao vapor d'água, o que resulta na união entre eles, obtendo-se assim um material expandido e rígido com uma grande concentração de ar (MEDEIROS, 2017).

A construção civil utiliza muito este material, desde blocos de lajes pré-fabricadas, telhas térmicas sanduíches até placas de painéis monolíticos.

Os painéis podem ser retangulares, simples ou duplos, e ondulados, sendo sua utilização determinada pela capacidade de preencher as cavidades de argamassa e conferindo resistência e estabilidade à estrutura, podendo ser aplicados em casas de um ou mais pavimentos e também em prédios.

Conforme ilustra a figura 4, abaixo, referido sistema pode ser empregado para executar tanto paredes como pisos e lajes inclinada:

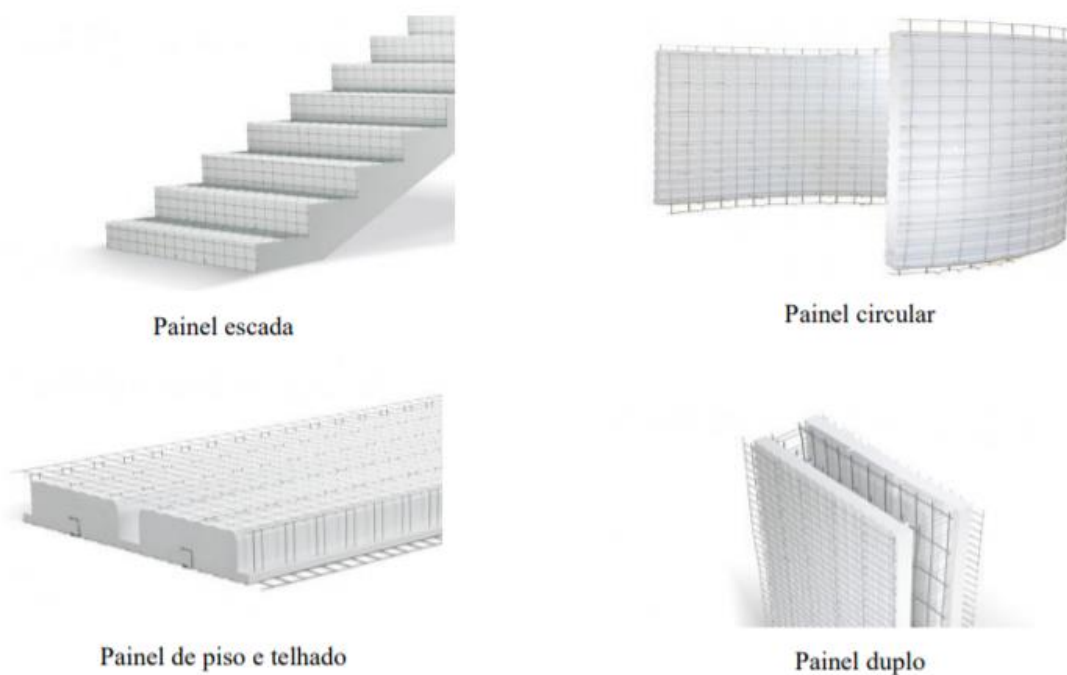


Figura 4 – Formatos do painel (MONOLITOS)

A construção das paredes requer a montagem de grandes painéis compostos por blocos em formato de paralelepípedo de EPS, onde as peças são

recortadas – figura 5, a seguir – ou em determinados casos é feita uma moldagem direta, já no formato final do produto (MEDEIROS, 2017).



Figura 5 – Máquina de corte CNC para EPS (NKL-CHINA)

Existem sete diferentes tipos de EPS, cujas características, ou propriedades básicas, se adaptam as aplicações previstas, diretamente ligadas a escolha do tipo de matéria prima e a regulação no processo de fabricação, revelando assim que o isopor possui uma gama de variações e densidades ao seu dispor. A figura 6 a seguir explicita estas diferenças.

PROPRIEDADES	NORMA Método Ensaio	UNID.	TIPOS DE EPS						
			TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	TIPO 7
Densidade Aparente Nominal	NBR 11949	kg/m ³	10,0	12,0	14,0	18,0	22,5	27,5	32,4
Densidade Aparente Mínima	NBR 11949	kg/m ³	9,0	11,0	13,0	16,0	20,0	25,0	30,0
Condutividade Térmica Máxima (23° C)	NBR 12094	W/m.K	-	-	0,042	0,039	0,037	0,035	0,035
Tensão por Compressão c/ deformação de 10%	NBR 8082	Kg/cm ²	≥ 0,34	≥ 0,43	≥ 0,66	≥ 0,82	≥ 1,12	≥ 1,48	≥ 1,68
Resistência Mínima à Flexão	ASTN C-203	KPa	≥ 50	≥ 60	≥ 120	≥ 160	≥ 220	≥ 275	≥ 340
Resistência Mínima ao Cisalhamento	EN 12090	KPa	≥ 25	≥ 30	≥ 60	≥ 80	≥ 110	≥ 135	≥ 170
Flamabilidade (se material Classe F)	NBR 11948	-	Mat. Retard. à Chama	Mat. Retard. à Chama	Mat. Retard. à Chama	Mat. Retard. à Chama	Mat. Retard. à Chama	Mat. Retard. à Chama	Mat. Retard. à Chama

Figura 6 – Tipos de EPS (DIAS-ISOPOR, 2020)

O processo produtivo do EPS não utiliza nenhum tipo de gás agressivo à camada de ozônio, resultando em um produto sustentável, uma vez também que não polui o solo, a água e nem o ar.

Os produtos finais do EPS são inodoros, não poluentes, fisicamente estáveis, 100% recicláveis e reaproveitáveis sem perder suas propriedades físicas e mecânicas (ABRAPEX, 2000).

Após o núcleo do painel estar com suas dimensões e formato corretos, são colocadas telas soldadas em suas duas faces. As telas em questão foram desenvolvidas após a primeira guerra mundial, com o foco no desenvolvimento da construção civil em novos materiais, atendendo diversos tipos de projeto, sendo um dos materiais mais utilizados naquela época.

No Brasil, ela foi introduzida na década de 50, com muitas dificuldades na fabricação devido à falta de informação do material e a resistência dos construtores em promover mudanças nos seus processos construtivos (HANAI, 1992).

Com a invenção das telas, advieram vantagens técnicas e econômicas para o dia a dia na construção civil, e assim, como na Europa e Estados Unidos, as telas passaram a fazer parte da obra (IBTS, 2017).

As malhas com dimensões de 50x50 a 150x150 mm e diâmetros de 3,4 a 10 mm, são produzidas com aço de alta resistência, com tensão última superior a 600Mpa, com limite de escoamento de $f_y > 680$ MPa, utilizando-se aço galvanizado, zincado e inoxidável ou o comum, dependendo da necessidade de aplicação, garantindo-se com isto a durabilidade do material ao longo do tempo. (MEDEIROS, 2017).

Ao final do painel pronto e já no local de aplicação, é realizada a projeção da argamassa, que em contato com a armadura dá origem a uma união de elementos estruturais, formando um sistema resistente e eficaz, conforme mostra a figura 7, a seguir.

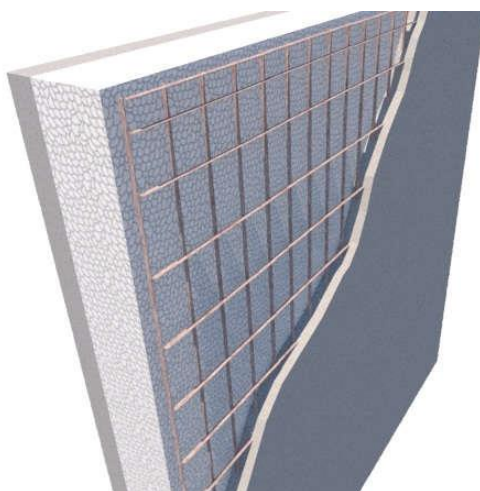


Figura 7 – Parede de EPS (MEDIEROS, 2017)

No ponto, pertinente se referenciar que a argamassa surgiu em 1850, chamada de fer-ciment pelo seu criador, Joseph Louis Lambot, sendo considerada como antecessor do atual concreto armado, onde foi patenteada nesta época na França, relatado por MEDEIROS, 2017.

CAMPOS, 1994, define a argamassa armada como microconcreto armado, resultante da associação de cimento, areia, brita e água, com uma

armadura de aço formada de fios de pequeno diâmetro e com espaçamentos pequenos entre si.

Segundo BERTOLDI, 2007, a composição estrutural deve possuir resistência mecânica adequada para suportar esforços atuantes, rigidez para evitar deformações excessivas, estabilidade física, química e dimensional para que durante sua vida útil se mantenha dentro dos limites mínimos de projeto. Ainda se faz necessário, segundo BERTOLDI, 2007, observar a relação cimento e areia entre 2 a 4,5, com a quantidade de cimento Portland variando em função da granulometria dos agregados existentes na mistura. Já a relação água/cimento (A/C), pode variar de acordo com a resistência característica (f_{ck}) necessária.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas editou a NBR11.173 (Projeto e execução de argamassa armada – Procedimento) como recomendação a relação água/cimento máxima de 0,45. No entanto, LIBÓRIO, 1989 sugere limitar a relação em 0,40. Com um traço variando 1:3 e 1:4:5 em peso, deve-se observar a umidade da areia, pois é preciso ser descontado no traço, fazendo com que a relação água cimento fique correta. Para melhorar a trabalhabilidade da argamassa, é utilizado na composição aditivo plastificante, reduzindo a água e melhorando na resistência final da argamassa.

Contribuindo também na permeabilidade, funciona como barreira eficiente a passagem de líquidos e gases no seu interior, que possam prejudicar a proteção da armadura.

2.2.2. Concreto Armado Com Alvenaria De Vedação

O conjunto chamado alvenaria convencional é composto por concreto, aço e bloco cerâmico.

O termo alvenaria pode ser definido como componente complexo, conformado em obra, constituído por tijolos ou blocos unidos por si por juntas de argamassa formando um conjunto rígido e coeso. Os blocos cerâmicos têm como

matéria prima a argila, um material inorgânico, não metálico e cujas propriedades físicas são obtidas após queima a uma temperatura de 850°C. Segundo a NBR 15270, os blocos cerâmicos para vedação constituem as alvenarias externas ou internas que não tem a função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte. Esta vedação vertical protege o edifício de agentes externos como chuvas e ventos, além de dividir ambientes internos promovendo segurança e conforto dentro de um sistema estruturado. Este processo de fechamento de vãos de paredes é utilizado na maioria das edificações (THOMAZ, 2001).

Segundo RODRIGUES, 2010 a alvenaria é o conjunto de elementos da construção civil, destinados a suportar principalmente esforços de compressão ou simplesmente a vedação de uma área.

O concreto, mesmo que não seja tão resistente e nem tão coeso quanto o aço, sozinho é o material mais utilizado para realização de construções no Brasil. MELO, 2013 relata ainda que dentre alguns fatores para tanto, podem ser citados: a facilidade na produção e no manejo, pois se trata de uma substância que pode ser moldada, a durabilidade, a economia – é um dos materiais mais baratos e comumente disponível em todo o mundo – e a alta resistência à água. Porém o concreto é um material que apresenta alta resistência às tensões de compressão, porém, apresenta baixa resistência à tração (cerca de 10 % da sua resistência à compressão), por isso a necessidade de se juntar ao concreto um material que tenha alta resistência à tração – o aço. Com isso, a união desses dois elementos, concreto e aço, corresponde a um melhor resultado, resistindo a diversas solicitações de carga.

Para a execução das alvenarias têm-se diversos tipos de elementos que podem ser utilizados para a execução das paredes, dentre os quais destacam: os tijolos cerâmicos, os blocos cerâmicos ou blocos de concreto, havendo outros tipos de elementos como os blocos sílico-calcários, blocos de concreto celular, entre outros (MARINOSK, 2011).

Conforme SOARES, 2002 parte da indústria cerâmica possui processo ainda artesanal no que diz respeito à produção de blocos cerâmicos. As principais causas são: baixa utilização de tecnologia, a falta de padronização de produtos e a inadequada utilização de equipamentos e técnicas de produção, dentre outras

Os blocos devem estar em conformidade com as normas vigentes no que diz respeito a caracterização geométrica (forma e dimensão), resistência mínima à compressão, entre outros (ABNT NBR 7171,1992; NBR 8042 – Bloco cerâmico para alvenaria – Formas e dimensões- padronização,1992; NBR 8043 – Bloco cerâmico portante para alvenaria – Determinação da área líquida,1993; NBR 6461 – Bloco cerâmico para alvenaria – verificação da resistência à compressão,1983).

Segundo SPOSTO, 2004 a conformidade do bloco cerâmico com as normas vigentes torna-se importante, pois poderá haver um acréscimo no custo do serviço e consumo de argamassa, no caso do bloco cerâmico não apresentar as formas e dimensões padronizadas.

2.3. BENEFÍCIOS DA INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Inovar é algo muito parecido como enfrentar novos desafios, servindo como exemplo a escolha da especialização em uma carreira. Essa atitude pode facilitar e viabilizar soluções para o cumprimento de objetivos, seja na vida pessoal, como acadêmica ou profissional. (IBEC, 2019).

O gerenciamento inovativo na construção civil possui algumas vantagens, podendo-se destacar entre elas: aumento de produtividade, economia de tempo e dinheiro, criação de novos mercados ou inserção nos já existentes, melhorias de matérias e equipamentos, além de ser capaz de elevar as receitas, face a redução de custos (SEBRAE, 2020)

Novas tecnologias são formadas e/ou descobertas a todo momento em universidades e empresas com pesquisas avançadas. Na construção civil isso não

é diferente, já que é sempre possível melhorar qualquer âmbito com a aplicação de novos recursos (IBEC, 2019).

Desde a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada em 1992 no Rio de Janeiro, conhecida como ECO-92, o mundo entendeu as necessidades de atender objetivos sustentáveis para um futuro melhor.

A construção sustentável possui papel fundamental, pelo fato de ser uma das indústrias que mais consome recursos naturais. E neste sentido, o poliestireno expandido (EPS) vêm se tornando uma solução e uma tendência no mercado brasileiro.

Os painéis em EPS apresentam diversas vantagens que o tornam uma solução sustentável. O engenheiro Ricardo Panhan, diretor Comercial para América Latina na Isoeste Construtivos Isotérmicos comenta sobre tais vantagens.

Diminui-se muito o uso de água e energia quando se opta pela solução. Para executar um metro quadrado de alvenaria, gasta-se muita água desde a fabricação das matérias-primas até a instalação, com uso de água para preparação da argamassa, limpeza, entre outros processos. Na fabricação do painel, a água não é utilizada e também não são necessários produtos auxiliares que dependem do líquido (PANHAN)

Com o uso do produto, a economia é de até 75% no consumo de água da obra. A solução não gera resíduos, já que todas as peças são projetadas e fabricadas sob medida para cada empreendimento.

2.4. SOFTWARE

Com as novas tecnologias que o mercado vem lançando, ocorreu uma grande mudança na forma como os empresários controlam e gerenciam seus negócios, trazendo-se com isso maior eficiência e redução nos custos operacionais.

Os avanços nas tecnologias que tem surgido no mercado são aplicados em diversos setores, inclusive, é certo, na construção civil.

Com o uso de plataformas tecnológicas os empreendedores podem ter maior controle sobre o canteiro de obras, gerenciando os funcionários e estoques, reduzindo assim os custos, diretos e indiretos. Por isto, o uso de softwares e a implantação de automação de processos é uma tendência mundial, permitindo um alcance de melhores resultados com a redução dos custos operacionais.

2.4.1. CYPECAD

A empresa de softwares técnicos MULTIPLUS criou o CYPECAD, que se trata de um programa utilizado para calcular estruturas em concreto armado, pré moldado, protendido e estruturas mistas, englobando as etapas de lançamento de projeto, análise e cálculos estrutural com o dimensionamento e detalhamento final dos elementos, em observância às normas de concreto armado NBR 6118:2014), fundações (NBR 6122/96), carregamentos (NBR 6120/80), barras (NBR 7480/96), ventos (NBR 6123/88), ações e combinações (NBR 8681/03).

O programa em questão dispõe de um editor gráfico próprio que possui todos os recursos para desenvolver projetos estruturais (locação de pilares, detalhamento de vigas, lajes, fôrmas, armação e etc.).

Uma das principais vantagens da utilização do CYPECAD está na facilidade do lançamento da estrutura, dispondo de diversas ferramentas como o lançamento automático a partir da leitura de arquivos DWG/DXF, que reconhece o pré-dimensionamento da seção do pilar assim como a continuidade entre os andares, identificando o ponto fixo.

2.4.2. Sienge

Desenvolvido especialmente para a indústria da construção civil, o Sienge é um software de gestão criado pela Softplan, em 1990. Por meio dele é possível acompanhar e direcionar todos os passos de um projeto. (SIENG, 2020)

Dispõe de ERP, que significa *Enterprise Resource Planning*, em tradução para português: Planejamento dos Recursos da Empresa, o que no campo da construção civil possibilita que se tenha, em um único lugar, todas as informações relacionadas aos projetos, desde o canteiro de obras até o departamento financeiro. De tal modo, o software cuida da gestão de processos.

Com a implantação de referido sistema, é viável se ter um controle maior de custos e gestão de estoque, gerenciando-se mão de obra e acompanhando diferentes canteiros de obra ao mesmo tempo, trazendo assim, por meio de indicadores como orçado x realizado e cronograma físico financeiro, uma gestão empresarial mais alinhada (SIENG, 2020).

Os orçamentos que compõem o presente trabalho foram desenvolvidos por meio do software em questão, utilizando-se a base da tabela SINAPI, para apresentação de resultados mais precisos e concretos.

No ponto, importa destacar que SINAPI é a sigla para Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Trata-se de tabela muito utilizada no orçamento de obras, mantida pela Caixa Econômica Federal (CEF) e pelo IBGE, informando acerca dos custos e índices da construção civil no Brasil (ESCOLA ENGENHARIA, 2018).

Os preços de insumos e custos de composição do SINAPI são coletados pelo IBGE, que realiza o tratamento dos dados e a formação dos índices, e na sequência estes são disponibilizados pela CEF, que realiza a especificação de insumos, composições de serviços e orçamentos de referência (ESCOLA ENGENHARIA, 2018).

2.5. PROJETO – SISTEMAS ESTRUTURAIS

2.5.1. Métodos Construtivos

O presente capítulo se prestará à abordagem e aprofundamento dos métodos construtivos que são objeto deste trabalho.

A constante exigência por menores prazos, maior eficiência e otimização de processos, faz com que novos métodos sejam estudados. Em razão da ausência de estudos mais pontuais e específicos relacionados ao painel monolítico, houve a necessidade de se elencar as principais funcionalidades, bem como tipologia e aplicações.

O método convencional de construção é largamente o mais empregado no Brasil, o que segundo SOUZA, 2012 se atribui à própria cultura do país, apesar da sua baixa produtividade, grande desperdício e geração de resíduos.

Já VASQUES, 2014 afirma que o país já mostra indícios de dominar a tecnologia de obras industrializadas, possibilitando a execução de construções com rapidez e qualidade. Uma pesquisa realizada em 2012 pela revista “Grandes Construções”, referenciou que o sistema tradicional ainda é o mais visto, seguido por construções mistas de pré fabricado e aço e outros, como exemplifica a figura 8 a seguir. A pesquisa também apontou que o principal fator limitante para o uso de novos métodos é a cultura em primeiro lugar, seguido de planejamento e custo, conforme sinaliza a figura 9.

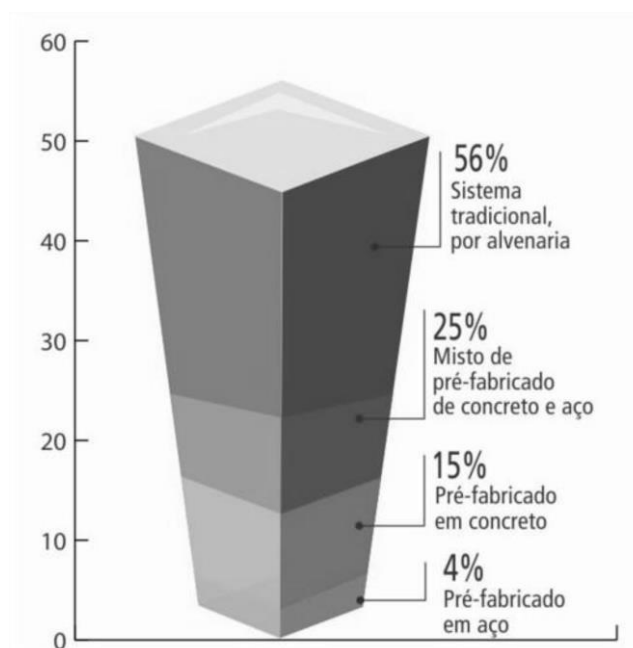


Figura 8 – Métodos construtivos tradicionais ainda são predominantes (revista “Grandes Construções”, 2012)

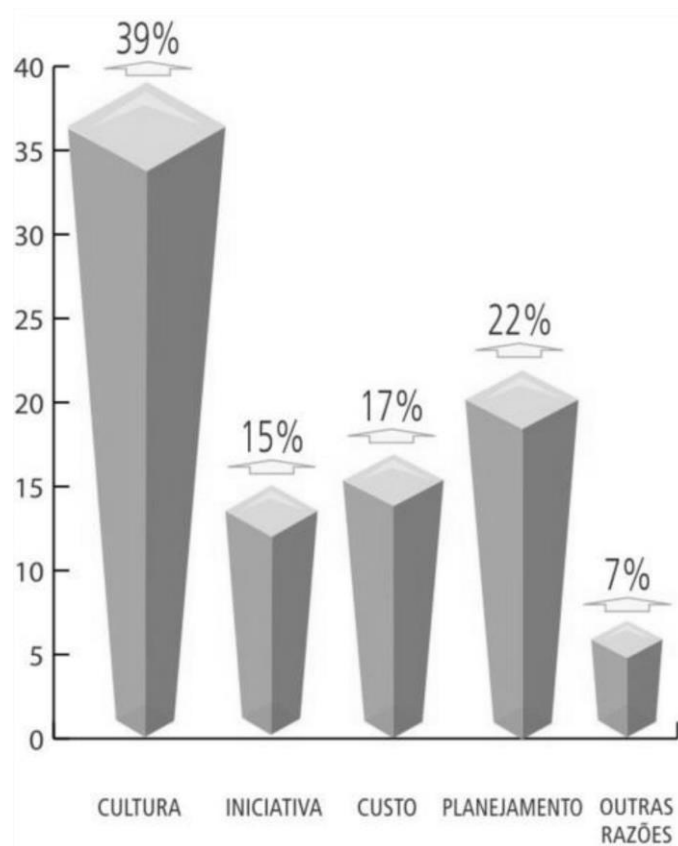


Figura 9 – Fatores que limitam o uso de novos métodos ((revista “Grandes Construções”, 2012)

2.5.1.1. PAINEL MONOLÍTICO

Os painéis são produtos industrializados, compostos de placas de EPS com malhas, presas através de grampos que atravessam o painel, necessitando apenas a projeção da argamassa e revestimento estrutural, o que dinamiza o processo construtivo. A linha de produção que integra as partes mecânica, elétrica e petroquímica, são controlados por computadores, realizando-se a conformação delas com as modelagens e cortes específicos, conforme o projeto que estiver sendo elaborado.

Essa modulação, como ilustra a figura 10, embora bem flexível para cada projeto, possui dimensões características trabalhando com largura, comprimento e altura em média de 100mm x 1200mm x 2800mm,

respectivamente, com o que é facilitada a produção em série e também se evita ao máximo o desperdício de matéria prima.



Figura 10 – Módulos de placas de painel monolitico
(<https://www.boniz.com.br/>)

Com um peso bruto baixo, a facilidade de transporte destes painéis é facilitada para os montadores do sistema, não demandando de equipamentos específicos para elevação de cargas, como guias e guindastes.

A montagem não requer mão de obra especializada, sendo feita de forma sequencial, iniciando-se com a locação prévia e numeração dos painéis para que após o início da montagem se tenha uma ordem na aplicação, tornando o processo rápido e eficaz.

O sistema começa a ser executado através da fixação dos arranques de barras de aço – figura 11. Eles variam de espessuras, conforme o projetista determinar. Usualmente são utilizadas barras de 8mm com comprimento de 50 cm.

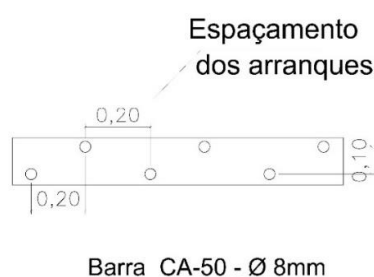


Figura 11 – Detalhe arranques do painel (Calure Engenharia, 2019)

Após executada a etapa supra, deve ser realizada a introdução dos painéis sobre os arranques (figura 12) e a amarração das barras de arranque com as telas do painel. Pode-se ver que o painel é manuseado por apenas uma pessoa, o que acelera a montagem e também, como referido anteriormente, dispensa o uso de mão de obra especializada, reduzindo-se tempo e custo.



Figura 12 – Colocação do painel (empresa privada, 2018)

O processo de montagem igualmente é muito rápido e não requer maior especialização técnica, porém após isto se deve ter uma atenção com relação ao alinhamento e prumo das paredes. Com o intuito de obtê-los, são utilizadas régulas metálicas, ou de madeira, fixadas na horizontal, em duas linhas de escoramento conforme apresentado na figura 13, abaixo.



Figura 13 – Linhas de escoramento (Calure Engenharia, 2019)

Sequencialmente é efetivada toda a marcação e abertura das portas e janelas do projeto, realizando nessas aberturas um trabalho de reforço, colocando-se pedaços de malha sobreposta, conforme também ilustra a figura 13, na posição diagonal em relação aos fios da malha do painel, que absorvem as tensões e evitam o surgimento de trincas.

Na execução das paredes, os painéis podem se encontrar de várias formas, de topo, sendo locados lado a lado, de canto, formando um “L” e perpendicular, formando um “T”.

Quando o encontro ocorre de topo é realizado um transpasse com as próprias telas dos painéis. Já no encontro de canto, a tela do painel não é suficiente para realizar o transpasse, sendo colocadas malhas auxiliares, chamadas de reforço L. Quando ocorre um encontro perpendicular entre painéis (“T”), deve-se executar o mesmo reforço “L” em ambas as faces (BERTOLDI, 2007).

De acordo com BERTOLDI, 2007, nos vãos em que serão colocadas esquadrias, ao longo do perímetro exposto do painel que foi recortado, deve ser colocada uma malha de reforço tipo “U”. Desta forma, haverá continuidade entre as malhas das faces interna e externa e o vão terá resistência para receber as esquadrias. O mesmo deve ser feito nos vãos de portas, para que o núcleo de EPS esteja protegido e reforçado. Estes três tipos de armaduras de transpasse estão apresentadas na figura 14, a seguir.

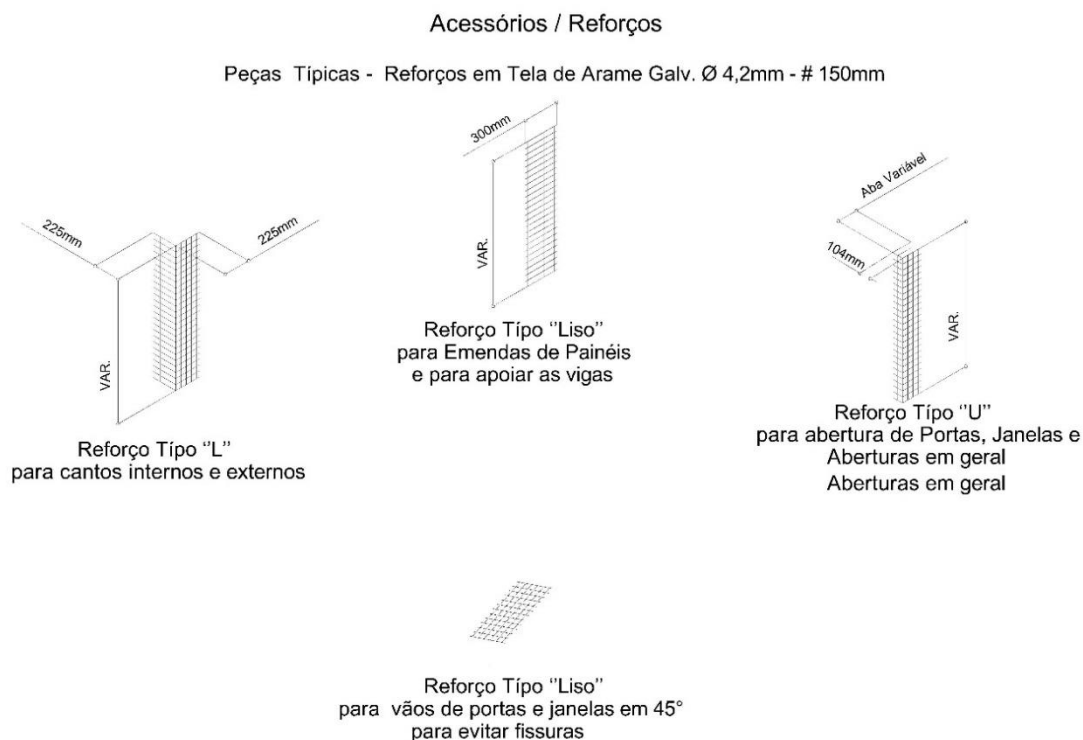


Figura 14 – Modelo de reforços (Calure Engenharia, 2019)

Após todos os painéis estarem instalados, pode-se embutir as tubulações de elétrica, hidráulica e sanitária. De acordo com BERTOLDI, 2007, a execução das instalações é realizada de forma simples e rápida, sem produção de entulhos e necessidade de retrabalhos, mantendo o ambiente construído limpo.

Esta é uma das vantagens deste sistema em comparação ao convencional de alvenaria, pois conforme LUEBLE, 2004, na etapa de colocação dos dutos e tubulações, uma construção convencional apresenta um elevado desperdício de materiais, pois a alvenaria é quebrada e recortada, gerando entulho, o qual deve ser recolhido a uma central de reciclagem.

Nesta etapa, primeiramente é feito na parede o trajeto das instalações, e com o auxílio de um gerador de ar quente são abertos sulcos no EPS, que permitem a passagem das tubulações, que são colocadas por trás das telas (BERTOLDI, 2007), conforme se vê nas figuras 15 e 16, abaixo.



Figura 15 – Passagem de elétrica e hidráulica pelo painel (Calure Engenharia, 2019)



Figura 16 – Passagem de elétrica e hidráulica pelo painel (BETEL, 2018)

Ainda vale destacar, conforme refere (MACHADO; PINTO, 2001), que tubulações flexíveis podem ser colocadas com maior facilidade por trás da tela nos rasgos abertos. Para tubos rígidos é necessário que a tela de aço seja cortada, e posteriormente receba um reforço constituído por uma faixa de tela fixada à tela do painel.

As tubulações são colocadas sob a malha, conforme é possível ver nas figuras 15 e 16, e fixadas à mesma com arame recozido e uma torquês, processo que ocorre de forma rápida.

Há que se ter cuidado com as saídas de hidráulica e as caixas de instalações elétricas, pois devem ser fixadas na malha de aço e reguladas para que fiquem no mesmo plano da face concluída do revestimento (MACHADO; PINTO, 2001).

Após a montagem dos painéis, com alinhamento e prumo conferidos e toda a instalação hidráulica e elétrica realizada, é executado o revestimento com argamassa, que pode ser aplicado por meio de processo manual ou por meio de dispositivo pneumático de projeção, com espessuras predeterminadas de acordo com o projeto.

De acordo com BERTOLDI, 2007, o uso do equipamento pneumático confere maior produtividade, qualidade de compactação do revestimento e ocasiona baixa vibração aos painéis, isto se comparado ao processo manual. O revestimento é aplicado em duas camadas, possuindo a primeira a função de preencher a superfície do EPS até facear com a malha das telas de aço, como se observa nas figuras 17 e 18. O revestimento deve ser feito sempre em ambas as faces do painel, evitando que o sistema apresente retração diferencial (MACHADO; PINTO, 2001).



Figura 17 – Chapisco no painel (Calure Engenharia, 2019)



Figura 18 – Chapisco no painel (BETEL, 2018)

Após a cura da primeira camada se procede à aplicação da segunda, seguindo os mesmos procedimentos da primeira, até que se atinja a espessura de projeto, a qual é desempenada para receber o acabamento. Os acabamentos são os mesmos que de uma alvenaria convencional, como azulejos, gesso ou massa corrida (MACHADO; PINTO, 2001).

De acordo com BERTOLDI, 2007, o revestimento de argamassa aplicado aos painéis deste sistema construtivo deve ter alta resistência, apresentar baixa retração e ter facilidade de aplicação, com fluidez e plasticidade adequadas, acrescentando que este revestimento é aplicado em camadas que variam de 1,5 a 2 cm.

Já conforme LUEBLE, 2004, este revestimento possui uma espessura total de 3 cm, sendo 1,5 cm da primeira camada e os outros 1,5 cm da segunda.

A divergência quanto à espessura da camada de revestimento se deve às variedades apresentadas por este sistema construtivo, que possui diferentes características de acordo com as empresas que o produzem.

A figura 19, a seguir, elucida em uma concepção geral todos os detalhes a ser considerados em uma construção em paredes estruturais de painel monolítico, desde seus arranques para a fixação dos painéis até o detalhe para a colocação da laje.

Como resultado se viu-se que o painel monolítico apresentou menor perdas térmicas, e consequentemente aumentando o tempo de conforto do ambiente, e reduzindo o consumo com climatização.

Cenário	Características		
	Paredes	Vidros	Lajes
Cenário 0	Exterior – 19cm tijolo cerâmico e revestimento textura $\alpha \leq 0,60$	Esquadria alumínio Vidro Cebrace FS = 0,87 TL = 0,84 U = 5,7	Laje concreto armado moldado in loco 200mm + isolante + regularização argamassa 40mm – forro em gesso 12,7mm + entre forro 30cm ar
Cenário 1	Exterior – 19cm tijolo cerâmico e revestimento textura $\alpha \leq 0,60$	Esquadria alumínio Vidro Cebrace FS = 0,23 TL = 0,20 U = 5,7	Laje concreto armado moldado in loco 200mm + isolante + regularização argamassa 40mm – forro em gesso 12,7mm + entre forro 30cm ar
Cenário 2	Exterior – parede monolítico* revestimento textura $\alpha \leq 0,60$	Esquadria alumínio Vidro Cebrace FS = 0,87 TL = 0,84 U = 5,7	Laje concreto armado moldado in loco 200mm + isolante + regularização argamassa 40mm – forro em gesso 12,7mm + entre forro 30cm ar
Cenário 3	Exterior – parede monolítico* revestimento textura $\alpha \leq 0,60$	Esquadria alumínio Vidro Cebrace FS = 0,23 TL = 0,20 U = 5,7	Laje concreto armado moldado in loco 200mm + isolante + regularização argamassa 40mm – forro em gesso 12,7mm + entre forro 30cm ar

Figura 20 – Cenários estudo eficiência energética (empresa privada, 2019)

A figura 21, a seguir, indica as diferentes espessuras de vedações necessárias para se obter uma mesma transmitância térmica em painéis monolíticos e seu equivalente com alvenaria de blocos cerâmicos.

Descrição	Espessura EPS (mm)	Densidade EPS (kg/m ³)	Espessura Painei Argamassado (mm)	Espessura equivalente Alvenaria cerâmica (mm)	Transmitância Térmica (W/m ² °C)
Painel Parede Ondulado-25	25	10	80	280	1,26633
Painel Parede Ondulado-50	50	10	110	550	0,720
Painel Parede Ondulado-90	90	10	150	980	0,430
Painel Parede Ondulado-140	140	10	200	1510	0,289
Painel Piso Nervurado-100	100-40	15	150	-	0,470

Figura 21 – Comparações das espessuras das com alvenaria de bloco cerâmico para uma mesma transmitância térmica. (Monoplac, 2006)

Além do conforto térmico, podem ser citadas como vantagens na implantação de referido método pode-se citar o conforto acústico, a rapidez no processo construtivo na implantação e o conceito de construção limpa, isto é, ou seja, vê-se um canteiro de obras com pouco desperdício de material e com geração de resíduos diminuta.

2.5.1.2. Alvenaria Convencional

Uma estrutura edificada em concreto armado consiste em elementos caracterizados como pilares, vigas e lajes, podendo estar nas fundações, sendo chamados de estacas, blocos e vigas baldrame, como também na cobertura, denominando-se pilaretes e cintas, segundo MEDEIROS, 2017. A figura 22 a seguir ilustra tais aplicações.

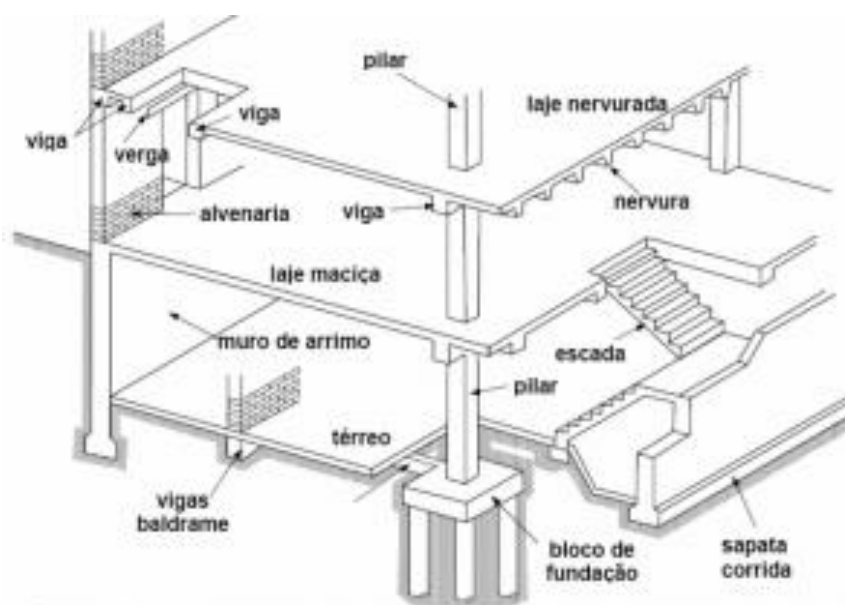


Figura 22 – Conceito do concreto armado (MEDEIROS, 2017)

Uma obra pode ser dividida em supraestrutura e infraestrutura.

Fundações são exemplos de supraestruturas e existem distintos tipos de fundação, sendo que cada uma delas possui uma função específica, dividindo-se em dois grupos principais: profundas e superficiais. As profundas possuem como tipo comum as estacas e tubulões, como ilustra a figura 23. As superficiais possuem como tipo comum as sapatas e radiers, como mostra a figura 24.

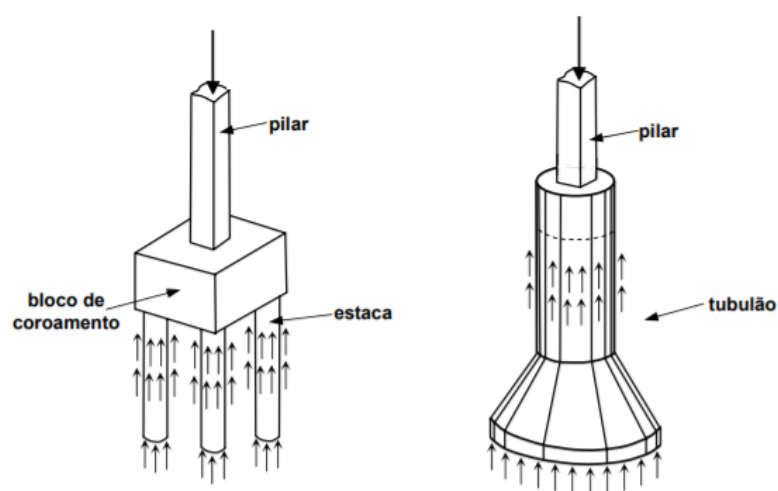


Figura 23 – Exemplo de fundação profunda (ALVA, 2007)

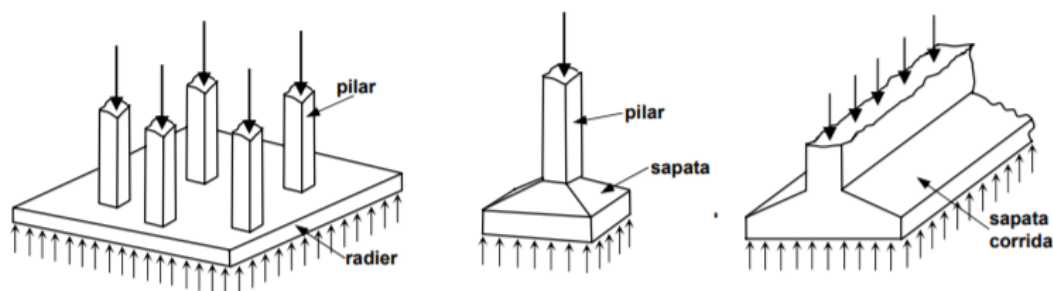


Figura 24 – Exemplo de fundação superficial (ALVA, 2007)

Para a execução do radier é necessário realizar a limpeza do terreno com o nivelamento e compactação, na sequência a infraestrutura da parte elétrica e hidráulica da obra, que ficara locada no solo sob o radier, e logo após, coloca-se um lastro de brita para a proteção da armadura e se finaliza com a caixaria em madeira, para realizar a delimitação do radier.

Já na supraestrutura temos lajes, vigas, pilares e blocos cerâmicos. Para ALVA, 2007 as lajes: são elementos apoiados em seu contorno nas vigas, constituindo os pisos dos compartimentos; recebendo as cargas (ações gravitacionais) do piso, transferindo-as para as vigas de apoio e é submetida, predominantemente, à flexão nas duas direções ortogonais. As vigas são elemento de barra sujeito predominantemente à flexão, apoiada em pilares e, geralmente, embutida nas paredes, e transfere para os pilares o peso da parede apoiada diretamente sobre ela e as reações das lajes. Os pilares são elementos de barra sujeitos à flexo compressão, fornecendo apoio às vigas, e transferem as cargas para as fundações. O bloco cerâmico, por sua vez, tem função apenas de vedação. Segundo RODRIGUES, 2001 os blocos cerâmicos têm bom isolamento térmico e acústico, devido ao ar que permanece aprisionado no interior dos seus furos.

Cada um desses elementos possui sua própria função estrutural e deve ser compatível com os esforços solicitantes da estrutura e a correlação entre eles é muito importante para a segurança do projeto. A figura 25 a seguir exemplifica

como os esforços em lajes, vigas e pilares, acima citados, são transferidos até a fundação passando por cada elemento.

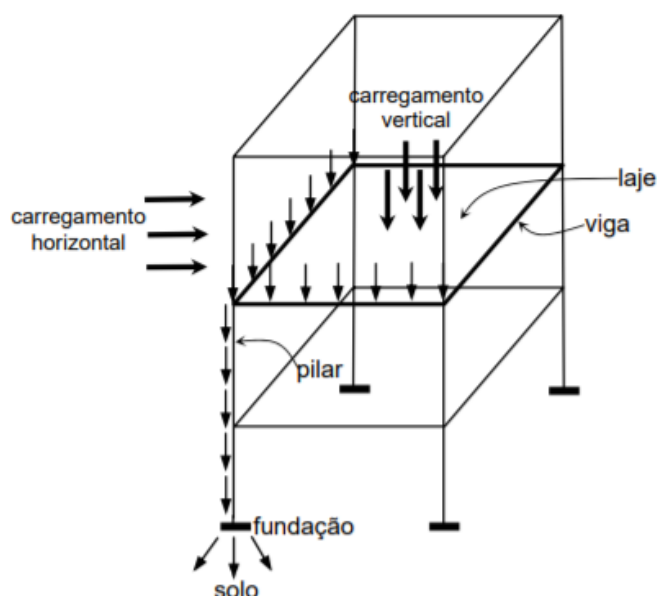


Figura 25 – Elementos estruturais e suas ações (ALVA, 2007)

Na alvenaria convencional seguem-se as seguintes etapas de execução:

- I. Formas – confecção e montagem;
- II. Redes embutidas – instalação e marcação criteriosa antes da concretagem;
- III. Armaduras – corte, dobra, montagem e colocação;
- IV. Concreto – preparo, aplicação, cura e controle tecnológico
- V. Retirada e limpeza das formas;
- VI. Conserto de falhas e chapisco da estrutura.

2.5.2. Vantagens e Desvantagens

No Brasil os componentes do concreto armado são facilmente encontrados na natureza, tratando-se de um material que apresenta boa

durabilidade, e desde que seja feito na dosagem correta e bem adensado, sua resistência aumenta com o tempo.

Permite variados tipos de modelagem e resiste relativamente bem a choques e vibrações. O concreto armado é utilizado em grande parte das obras modernas e, apesar de muitas vantagens, sua principal desvantagem o torna com peso específico muito elevado – 2500 kg/m^3 – tornando as solicitações de carga das obras excessivas, resultando em uma limitação prática dos vãos das vigas – 30 a 40 metros.

Para obras que adotam o concreto armado como principal componente, o uso de formas de madeira é imprescindível, o que acarreta uma maior geração de resíduos, e com o pensamento ecológico cada vez mais presente na construção civil, referida prática pode ser vista como não sustentável. Reformas e adaptações de peças já prontas se tornam um desafio com este tipo de material.

Com relação aos painéis em argamassa armada com EPS, estes são produzidos em fábricas e já levados para o canteiro de obra pré acabados, implicando em limpeza no canteiro de obras, sem desperdício de material, rapidez na execução e na aplicação.

Ele tende a ser até 50% mais leve do que outros sistemas construtivos, e comparado com a alvenaria estrutural é um bom isolante térmico. Explica o engenheiro Ricardo Panhan, diretor Comercial da América Latina na Isoeste Construtivos Isotérmicos:

“Quanto mais denso o material, mais rígido será e com características diferentes, como melhor reflexão do som e melhor isolamento térmica. A fabricação funciona à base de equipamentos que realizam a junção do revestimento externo e o núcleo de poliestireno expandido, através de colagem utilizando produtos especiais” (PANHAN).

Porém, este material apresenta algumas restrições de uso ao fogo, conforme citação abaixo do Corpo de Bombeiros.

“O Corpo de Bombeiros não recomenda a especificação da solução para alguns tipos de construções, pois quando o poliestireno expandido é exposto a temperaturas acima de 80°C, o núcleo começa a se degradar. Em caso de incêndio, esses valores são facilmente superados e, com o núcleo danificado, há perda de estabilidade da edificação” (CORPO DE BOMBEIROS).

De acordo com o exposto, nota-se que ambos os materiais apresentam vantagens e desvantagens para cada porção da obra. As com painéis tendem a ser mais limpas e com isso, ter um tato sustentável, que é algo discutível atualmente. Já o concreto apresenta maior maleabilidade quando se faz necessário projetos mais robustos e com muito vãos, por exemplo.

Entende-se que para cada tipo de obra, juntamente com suas peculiaridades, o sistema construtivo deve ser analisado antes de sua escolha.

3. ESTUDO DE CASO

Trata-se da construção de um espaço gourmet com área total de 97,78m², dividido em dois pavimentos com 48,89m² cada, com pé direito de 2,80 metros na parte inferior, e 2,70 metros na superior e platibanda de 0,6 metros. Referidos elementos compõe a parte estrutural, com uma altura total de pouco mais de 6 metros.

A seguir, nas figuras 26 e 27, estão ilustradas o projeto da fachada em 3D da construção, as plantas e projeção, respectivamente.



Figura 26 – Projeção 3D da estrutura (Calure engenharia, 2019)

Foram realizadas aberturas voltadas para a face com maior incidência solar, perpendiculares à torre de apartamentos, minimizando assim o som produzido em dias de utilização do espaço. Há duas porta janelas no térreo, e no mesmo alinhamento, no piso superior, duas janelas, com ventilação natural no banheiro, localizado abaixo da escada de acesso ao pavimento superior.

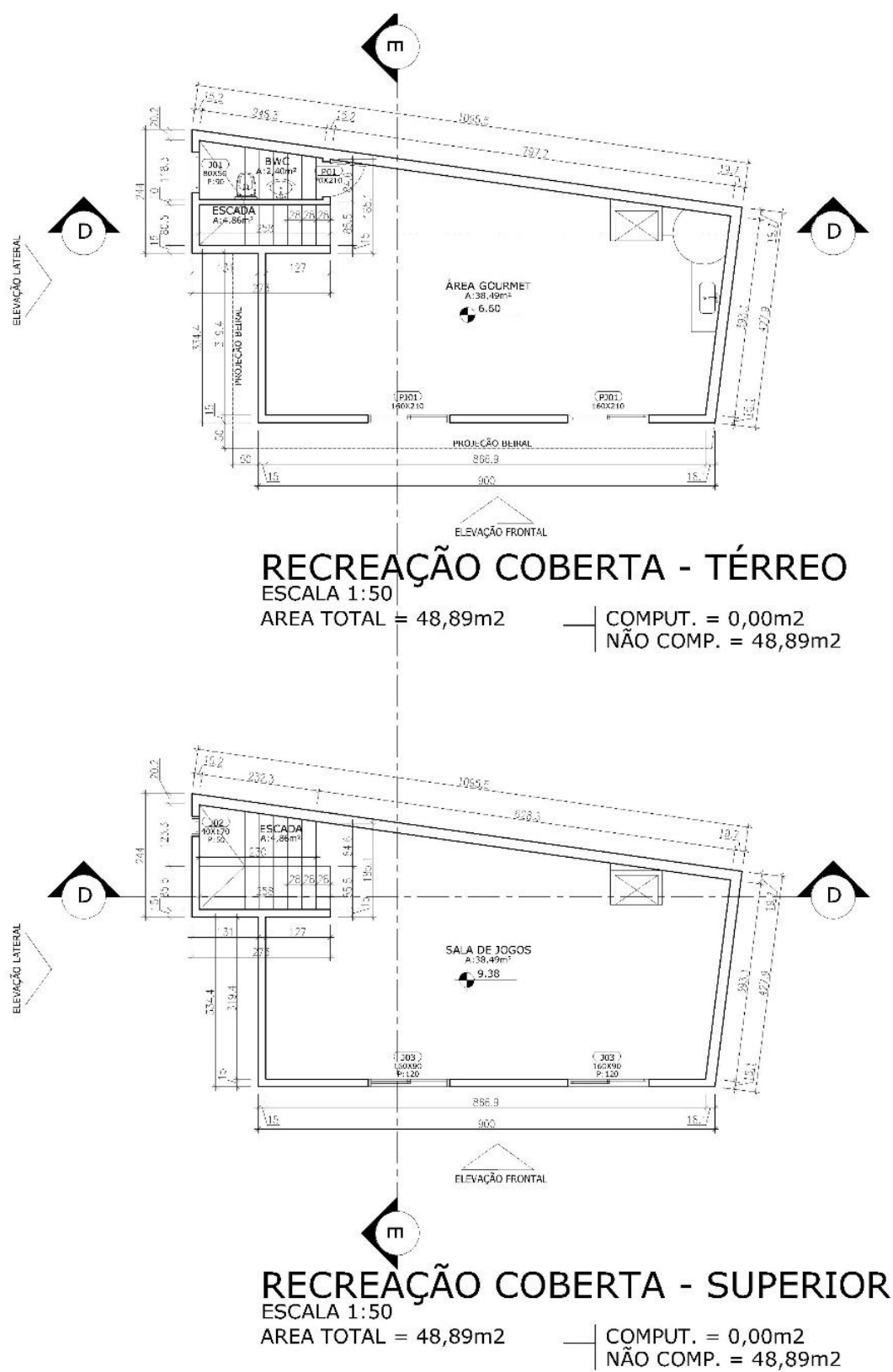


Figura 27 – Plantas arquitetônicas da estrutura (Calure engenharia, 2019)

A edificação foi construída em um local com difícil acesso de material, pois fica localizada na parte posterior do prédio contendo um desnível de dois metros e meio de altura.

A empresa que executou a obra, CALURE Engenharia, com a preocupação de realizar um projeto que trouxesse uma área de lazer aos moradores, com conforto acústico, boa iluminação e sem prejudicar a insolação de nenhum apartamento, chegou-se à arquitetura reproduzida acima, após o que foi realizada a escolha do método construtivo.

Como explicitado anteriormente no item 2.2 TIPOS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS, passa-se à comparação, com relação ao custo da obra, tempo de execução e vantagens que cada sistema trás, da construção por meio de parede estrutural em argamassa armada com EPS e o sistema convencional de concreto armado.

Ao término deste trabalho pretende-se comparar o sistema de argamassa armada com EPS com o sistema de alvenaria convencional, por meio de levantamentos dos custos construtivos dos dois métodos. Para fazer essa comparação utilizou-se a tabela do SINAPI e o software CYPECAD. Espera-se avaliar as vantagens técnicas e econômicas entre os dois processos. Com base em todo o estudo espera-se ter resultados dos diferentes custos para cada método construtivo. Para os materiais que não constam no SINAPI foi utilizado o preço médio de mercado para composição dos orçamentos.

3.1. PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

A análise comparativa dos custos foi realizada levando em conta os valores unitários dos materiais e mão de obra. Para tanto foram elaborados projetos estruturais em ambos os sistemas por meio do software CYPECAD.

Para atender o objetivo foi desenvolvido um estudo de caso, em que se adotou como método de pesquisa a investigação documental de fonte primária,

constituído por especificações de materiais, orçamentos e relatórios de insumos analisados.

O método de desenvolvimento da pesquisa teve caráter qualitativo e quantitativo. A análise dos dados obedeceu ao método de análise estritamente quantitativa.

Para efeito do presente trabalho foi optado pela utilização de uma fundação superficial – o radier. Como se trata de uma obra de pequeno porte, o radier foi escolhido por apresentar vantagens como baixo custo e velocidade na execução, além de reduzir a mão de obra se comparado a outros tipos de fundação. Para ambos os sistemas construtivos foi adotada a fundação do tipo radier sem a finalidade de analisar as cargas exercidas pela estrutura e sem analisar o impacto financeiro que este tipo de fundação traz para o preço global da obra.

Materiais elétricos e hidráulicos não foram considerados na análise comparativa de custos, pois entende-se que para ambos os sistemas suas colocações são similares e utilizam-se dos mesmos insumos – tubos de PVC, metais, conexões, cabos, fios, entre outros. Bem como acabamentos como luminárias, cerâmicas e vedações, tais como telhado, janelas, pintura, também não foram considerados na análise comparativa, pois a partir da finalização da parte estrutural dos dois sistemas, o acabamento se dará com os mesmos materiais e mão de obra especializada, sendo que o objetivo geral do levantamento de custos é mostrar as diferenças entre os principais materiais empregados em cada obra e suas respectivas mãos de obra.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foi realizada no presente trabalho uma comparação entre dois métodos construtivos: sistema estrutural em argamassa armada com EPS e o sistema em concreto armado convencional com blocos de vedação.

4.1. Custos Dos Sistemas Construtivos

Visando à obtenção de resultados mais assertivos, foi utilizado o software SIENGE, que auxilia na elaboração de orçamentos referentes aos dois métodos construtivos que são objeto do presente trabalho. Foi exportada para referido software a tabela SINAPI, trabalhando-se com as composições de cada serviço a ser realizado.

Apresenta-se a seguir, nas tabelas 1, 2 e no gráfico 1, a somatória dos custos dos dois sistemas construtivos, na parte de superestrutura, englobando no que diz relação da estrutura da edificação e da vedação, assim como seus respectivos quantitativos de materiais e mão de obra utilizados.

Na tabela 1 está representado o orçamento do sistema monolítico, que totaliza R\$ 38.456,91, com a atribuição de material e mão de obra para a plena execução, e na tabela 2 o orçamento do sistema convencional, com um valor total de R\$ 48.994,51, também para execução dos itens apresentados.

Chegou-se a uma diferença total nos orçamentos de R\$10.537,57 ou 27,4%, sendo que R\$5.451,17 para material e R\$5.086,40 para mão de obra. Neste cenário, conclui-se que, para este estudo de caso, o sistema monolítico se apresentou vantajoso economicamente.

As tabelas com os orçamentos gerais estão representadas a seguir.

Orçamento Sistema Monolítico

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Unidade construtiva	1 - SISTEMA MONOLÍTICO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Endereço da obra	Curitiba/PR
BDI	não aplicado
Preços expressos em	R\$ (REAL)

Código	Descrição	Un.	Quantidade orçada	Preço unitário	Preço total
01	SALÃO DE FESTAS COND. STA. RITA DE CÁSSIA				38.456,91
01.001	ESTRUTURA TÉRREO				15.311,37
01.001.001	PAINEL				8.368,63
01.001.001.001	ARRANQUE DE PAINÉIS	kg	35,00	6,30	220,40
01.001.001.002	PAINEL MONOLÍTICO	m2	91,74	68,00	6238,32
01.001.001.003	FRETE - CAMINHÃO 3x10m	un	1,00	350,00	350,00
01.001.001.004	ESCORAMENTO DE PAINEL MONOLÍTICO	vb	1,00	449,75	449,75
01.001.001.005	MONTAGEM DE PAINEL MONOLÍTICO	m2	91,74	12,10	1110,16
01.001.002	REBOCO INTERNO				3.522,82
01.001.002.001	REBOCO APLICADO EM PAINEL MONOLÍTICO (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m2	94,50	6,42	606,54
01.001.002.002	CHAPISCO DE PAINEL MONOLÍTICO	m2	94,50	30,86	2.916,28
01.001.003	REBOCO EXTERNO				3.419,92
01.001.003.001	REBOCO APLICADO EM PAINEL MONOLÍTICO (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m2	91,74	6,42	588,82
01.001.003.002	CHAPISCO DE PAINEL MONOLÍTICO	m2	91,74	30,86	2.831,10
01.002	ESTRUTURA SUPERIOR				16.185,44
01.002.001	PAINEL				8.479,96
01.002.001.001	ARRANQUE DE PAINÉIS	kg	32,00	6,30	201,50
01.002.001.002	PAINEL MONOLÍTICO	m2	103,35	68,00	7.027,80
01.002.001.003	MONTAGEM DE PAINEL MONOLÍTICO	m2	103,35	12,10	1.250,66
01.002.002	REBOCO INTERNO				3.852,74
01.002.002.001	REBOCO APLICADO EM PAINEL MONOLÍTICO (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m2	103,35	6,42	663,35
01.002.002.002	CHAPISCO DE PAINEL MONOLÍTICO	m2	103,35	30,86	3.189,39
01.002.003	REBOCO EXTERNO				3.852,74
01.002.003.001	REBOCO APLICADO EM PAINEL MONOLÍTICO (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m2	103,35	6,42	663,35
01.002.003.002	CHAPISCO DE PAINEL MONOLÍTICO	m2	103,35	30,86	3.189,39
01.003	SUPRAESTRUTURA				6.520,61
01.003.000.001	VIBRADOR	dia	1,00	70,00	70,00

01.003.001	ESCADA				1.791,88
01.003.001.001	FORMA DE ESCADA - 15 ESPELHOS	vb	1,00	370,75	370,75
01.003.001.002	ESCORAMENTO	un	3,00	4,00	12,00
01.003.001.003	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 mm - MONTAGEM. AF_01/2017	kg	11,76	19,64	230,99
01.003.001.004	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 mm - MONTAGEM. AF_01/2017	kg	18,96	17,42	330,30
01.003.001.005	CONCRETAGEM - 25MPA COM BOMBA ESTACIONÁRIA	m3	2,00	423,92	847,84
01.003.002	LAJE				4.658,73
01.003.002.001	ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-92, ACO CA-60 4,2mm MALHA 15 x 15 cm	m2	42,77	15,89	679,40
01.003.002.002	VIGUETAS DE LAJE	vb	1,00	2450,00	2.450,00
01.003.002.003	ESCORAMENTO	un	22,00	4,00	88,00
01.003.002.004	CONCRETAGEM - 25MPA COM BOMBA ESTACIONÁRIA	m3	3,40	423,92	1.441,33
01.004	LIMPEZA FINAL				440,00
01.004.001	CAÇAMBA				440,00
01.004.001.001	CAÇAMBA 7m³	un	2,00	220,00	440,00
Total da unidade construtiva					38.456,91

Tabela 1 – Orçamento da supraestrutura para o sistema monolítico (Autoria sienge/sofplan, 2019)

Orçamento Sistema Convencional

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Unidade construtiva	2 - SISTEMA CONVENCIONAL
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Endereço da obra	Curitiba/PR
BDI	não aplicado
Preços expressos em	R\$ (REAL)

Código	Descrição	Un.	Quantidade orçada	Preço unitário	Preço total
01	SALÃO DE FESTAS COND. STA. RITA DE CÁSSIA				48.994,51
01.001	PAVIMENTO TÉRREO				20.080,98
01.001.001	PILARES TÉRREO				4.604,82
01.001.001.001	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	134,50	8,61	1.158,26
01.001.001.002	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	45,58	18,42	839,61

01.001.001.003	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM TABUA DE PINUS, (12") 30cm 2,5m, 1 UTILIZAÇÃO	m2	25,15	50,57	1.271,60
01.001.001.004	CONCRETAGEM - 25MPA COM BOMBA ESTACIONÁRIA	m3	3,15	423,92	1.335,35
01.001.002	VIGAS TÉRREO				3.910,74
01.001.002.001	FORMA P/ VIGA 14X30	m	26,00	24,81	645,12
01.001.002.002	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	78,50	16,34	1.282,55
01.001.002.003	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	12,50	6,64	83,02
01.001.002.004	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	28,00	7,46	208,75
01.001.002.005	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	3,50	6,19	21,64
01.001.002.006	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	41,50	18,42	764,54
01.001.002.007	CONCRETAGEM - 25MPA COM BOMBA ESTACIONÁRIA	m3	1,97	423,92	835,12
01.001.002.008	VIBRADOR	dia	1,00	70,00	70,00
01.001.003	ALVENARIA				5.033,62
01.001.003.001	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M2, COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL	m2	90,49	55,63	5.033,62
01.001.004	REBOCO INTERNO				3.317,75
01.001.004.001	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE EMBOÇO/MASSA ÚNICA, APLICADO MANUALMENTE, TRAÇO 1:2:8, EM BETONEIRA DE 400L, PAREDES EXTERNAS, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS, EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÃO PÚBLICA PADRÃO. AF_12/2014	m2	94,70	27,18	2.573,75
01.001.004.002	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	m2	94,70	7,86	744,00
01.001.005	REBOCO EXTERNO				3.214,05
01.001.005.001	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	m2	91,74	7,86	720,75
01.001.005.002	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE EMBOÇO/MASSA ÚNICA, APLICADO MANUALMENTE, TRAÇO 1:2:8, EM BETONEIRA DE 400L, PAREDES EXTERNAS, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS, EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÃO PÚBLICA PADRÃO. AF_12/2014	m2	91,74	27,18	2.493,30
01.002	PAVIMENTO SUPERIOR				21.584,07

01.002.001	PILAR SUPERIOR				4.604,27
01.002.001.001	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	134,50	8,61	1.158,26
01.002.001.002	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	45,55	18,42	839,06
01.002.001.003	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM TABUA DE PINUS, (12") 30Cm 2,5m, 1 UTILIZAÇÃO	m2	25,15	50,57	1.271,60
01.002.001.004	CONCRETAGEM - 25MPA COM BOMBA ESTACIONÁRIA	m3	3,15	423,92	1.335,35
01.002.002	VIGAS SUPERIOR				3.840,74
01.002.002.001	FORMA P/ VIGA 14X30	m	26,00	24,81	645,12
01.002.002.002	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	78,50	16,34	1.282,55
01.002.002.003	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	12,50	6,64	83,02
01.002.002.004	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	28,00	7,46	208,75
01.002.002.005	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	3,50	6,19	21,64
01.002.002.006	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	41,50	18,42	764,54
01.002.002.007	CONCRETAGEM - 25MPA COM BOMBA ESTACIONÁRIA	m3	1,97	423,92	835,12
01.002.003	ALVENARIA				5.897,48
01.002.003.001	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M2, COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL	m2	103,35	55,63	5.748,98
01.002.003.002	CARGA DE AREIA	m3	3,00	49,50	148,50
01.002.004	REBOCO INTERNO				3.620,79
01.002.004.001	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	m2	103,35	7,86	811,95

01.002.004.002	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE EMBOÇO/MASSA ÚNICA, APLICADO MANUALMENTE, TRAÇO 1:2:8, EM BETONEIRA DE 400L, PAREDES EXTERNAS, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS, EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÃO PÚBLICA PADRÃO. AF_12/2014	m2	103,35	27,18	2.808,84
01.002.005	REBOCO EXTERNO				3.620,79
01.002.005.001	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	m2	103,35	7,86	811,95
01.002.005.002	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE EMBOÇO/MASSA ÚNICA, APLICADO MANUALMENTE, TRAÇO 1:2:8, EM BETONEIRA DE 400L, PAREDES EXTERNAS, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS, EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÃO PÚBLICA PADRÃO. AF_12/2014	m2	103,35	27,18	2.808,84
01.003	ESCADA				1.791,88
01.003.000.001	FORMA DE ESCADA - 15 ESPELHOS	vb	1,00	370,75	370,75
01.003.000.002	ESCORAMENTO	un	3,00	4,00	12,00
01.003.000.003	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	kg	11,76	19,64	230,99
01.003.000.004	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	kg	18,96	17,42	330,30
01.003.000.005	CONCRETAGEM - 25MPA COM BOMBA ESTACIONÁRIA	m3	2,00	423,92	847,84
01.004	LAJE				4.065,24
01.004.000.001	ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-92, AÇO CA-60, 4,2MM, MALHA 15X15CM	m2	42,77	15,89	679,40
01.004.000.002	VIGUETAS DE LAJE	vb	1,00	2450,00	2.450,00
01.004.000.003	ESCORAMENTO	un	22,00	4,00	88,00
01.004.000.004	CONCRETAGEM - 25MPA COM BOMBA ESTACIONÁRIA	m3	3,40	423,92	1441,33
01.005	LIMPEZA FINAL				880,00
01.005.001	CAÇAMBA				880,00
01.005.001.001	CAÇAMBA 7m³	un	4,00	220,00	880,00
Total da unidade construtiva					48.994,51

Tabela 2 – Orçamento da supraestrutura para o sistema convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)



Gráfico 1 – Custo total da ambas tipologias construtivas (Autoria sienge/softplan, 2019)

De uma maneira geral, pode-se notar com as apresentações dos orçamentos as características executivas de cada um.

Na tabela 1, **item 01.001**, têm-se a estrutura do térreo com um custo de R\$15.311,37, contemplando a estrutura e a vedação da edificação (abarcada pelo próprio painel). Relativamente ao mesmo item, porém junto à tabela 2, além da vedação da estrutura, é necessário contemplar os custos relacionados à estrutura de pilar e viga do térreo, que somados perfazem R\$20.080,98.

Assim, a diferença de custo na estrutura do térreo entre os dois sistemas remonta em R\$4.769,61 ou 31,15%, sendo que esta situação também ocorre com relação à edificação da parte superior, onde é possível relacionar os itens **01.002** chegando a uma diferença de R\$5.398,63 ou 33,35%.

Os demais itens em ambas as tabelas são constituídos preponderantemente da mesma forma, pois possuem características construtivas idênticas, como pode se verificar junto ao **item 01.003.002** na tabela 1 e o **item 01.004** na tabela 2, onde a laje para os dois sistemas se comporta de igual forma e preço.

Em uma análise decrescente de custos referente à material e mão de obra, apresentam-se a seguir as tabelas, 3 e 4, sendo possível verificar uma substancial diferença na destinação dos custos em relação aos dois sistemas. Para efeitos de comparação utilizaram-se apenas os insumos com pesos maiores que 1%, devido a gama de elementos envolvidos na execução dos sistemas construtivos, pois entende-se que estes itens são de maior relevância para o estudo geral. As tabelas completas da curva ABC para ambos os sistemas se encontram nos anexos 1 e 2, ao final deste trabalho.

Curva ABC do insumo material e mão de obra Sistema Monolítico

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	1 - SISTEMA MONOLÍTICO
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part.	%Acum.
11760	PAINEL MONOLÍTICO	m2	195,09	68,00	13266,12	34,50	34,50
4458	PEDREIRO	h	448,52	18,42	8261,65	21,48	55,98
4685	SERVENTE DE OBRAS	h	189,63	15,00	2844,38	7,40	63,38
11793	VIGUETAS	vb	1,00	2450,00	2450,00	6,37	69,75
2447	ALIMENTAÇÃO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	637,36	2,80	1784,60	4,64	74,39
1074	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m3	5,40	280,00	1512,00	3,93	78,32
904	CIMENTO PORTLAND DE ALTO FORNO (AF) CP III-32	kg	3560,04	0,38	1352,81	3,52	81,84
11791	BOMBA ESTACIONÁRIA	dia	0,97	800,00	777,20	2,02	83,86
1878	AÇO CA-50 8,0 MM VERGALHÃO	kg	107,01	5,63	602,44	1,57	85,42
1484	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	m2	44,05	11,13	490,31	1,28	86,70
11845	CAÇAMBA 7m³	un	2,00	220,00	440,00	1,14	87,84
2448	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	637,36	0,67	427,03	1,11	88,95
796	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRARRAPIDA	l	39,29	9,98	392,15	1,02	89,97

Tabela 3 – Curva ABC dos principais itens dos insumos materiais e mão de obra do sistema monolítico (Autoria sienge/softplan, 2019)

Curva ABC do insumo material e mão de obra Sistema Convencional

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	2 - SISTEMA CONVENCIONAL
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part.	%Acum.
4458	PEDREIRO	h	460,73	18,42	8486,69	17,32	17,32
1074	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20mm, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m3	15,64	280,00	4379,20	8,94	26,26
11986	TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 29 cm	un	2667,24	1,00	2667,24	5,44	31,70
4685	SERVENTE DE OBRAS	h	167,51	15,00	2512,70	5,13	36,83
2447	ALIMENTAÇÃO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	883,99	2,80	2475,18	5,05	41,88
11793	VIGUETAS	vb	1,00	2450,00	2450,00	5,00	46,88
981	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	4383,59	0,55	2410,97	4,92	51,81
2651	ARMADOR	h	2,81	800,00	2250,96	4,59	56,40
1878	AÇO CA-50 8,0mm VERGALHÃO	kg	120,02	18,42	2210,81	4,51	60,91
11791	BOMBA ESTACIONÁRIA	dia	371,28	5,63	2090,28	4,27	65,18
1916	AÇO CA-50 10,0mm VERGALHÃO	kg	360,75	4,79	1727,99	3,53	68,71
3204	AÇO CA-60 5,0mm VERGALHÃO	kg	360,43	4,75	1712,04	3,49	72,20
2434	AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	24,11	57,00	1374,20	2,80	75,00
4719	TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 20 cm, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	159,38	8,02	1278,21	2,61	77,61
2595	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR	h	81,70	13,56	1107,88	2,26	79,88
11967	TÁBUA PINUS (12") 30cm 2,5m BONFIM	m	201,61	5,00	1008,06	2,06	81,93
269	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	kg	3369,17	0,28	943,37	1,93	83,86
11845	CAÇAMBA 7m³	un	4,00	220,00	880,00	1,80	85,65
11988	CANALETA CERÂMICA 14 x 19 x 29 cm	un	542,75	1,40	759,85	1,55	87,20
691	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	34,26	18,42	631,09	1,29	88,49
2448	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	883,99	0,67	592,27	1,21	89,70
1484	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 kg/m²), DIÂMETRO DO FIO = 4,2mm, LARGURA = 2,45 x 60 m DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 x 15 cm	m2	44,05	11,13	490,31	1,00	90,70

Tabela 4 – Curva ABC dos principais itens dos materiais e mão de obra sistema convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

Na tabela 3 se vê que o maior insumo da obra, representando 34,50% do valor do orçamento, trata-se do próprio painel bruto, industrializado, exigindo assim uma menor utilização de mão de obra, e conseqüentemente gerando eficácia e otimização do tempo.

Já no sistema convencional, o insumo que exige maior custo se relaciona com a mão de obra, perfazendo 17,32% do valor total, e como é possível verificar na composição dos custos.

As tabelas em referência esclarecem de forma bem evidente as diferentes características de consumo de material dos dois sistemas. No painel monolítico, por se tratar de um sistema com uma industrialização maior, há uma concentração em um produto pronto, evidenciada nos já referidos 34,50% que o material representa ao montante da obra. É mais do que o dobro do principal material utilizado na alvenaria convencional, tratando-se, aqui, do concreto, que representa 17,32% do custo.

Compreende-se que com o processo de industrialização do painel, reduziram-se as fatias de insumos, ou seja, tendo um material pré fabricado diminuiu-se a quantidade de elementos relevantes que compõe a curva ABC de material e mão de obra, e entende-se que as fatias restantes iniciam com uma menor percentagem de execução.

O que não ocorre no sistema convencional, pois sendo o processo de execução feito totalmente *in loco*, tem-se mais etapas construtivas, aumentando-se os elementos relevantes da curva ABC de material e mão de obra e tem-se uma maior percentagem de execução dos itens restantes.

Em ambos os sistemas as porcentagens dos elementos variam pouco entre si, conforme apresentado nos gráficos 2 e 3 a seguir, exceto para os dois primeiros elementos de cada composição – painel e pedreiro para o sistema monolítico e pedreiro e concreto para o sistema convencional. Porém para o primeiro sistema são analisados 13 insumos, enquanto para o segundo 22 insumos, o que mostra que para o sistema convencional necessitam-se de mais etapas para chegar em um mesmo resultado.

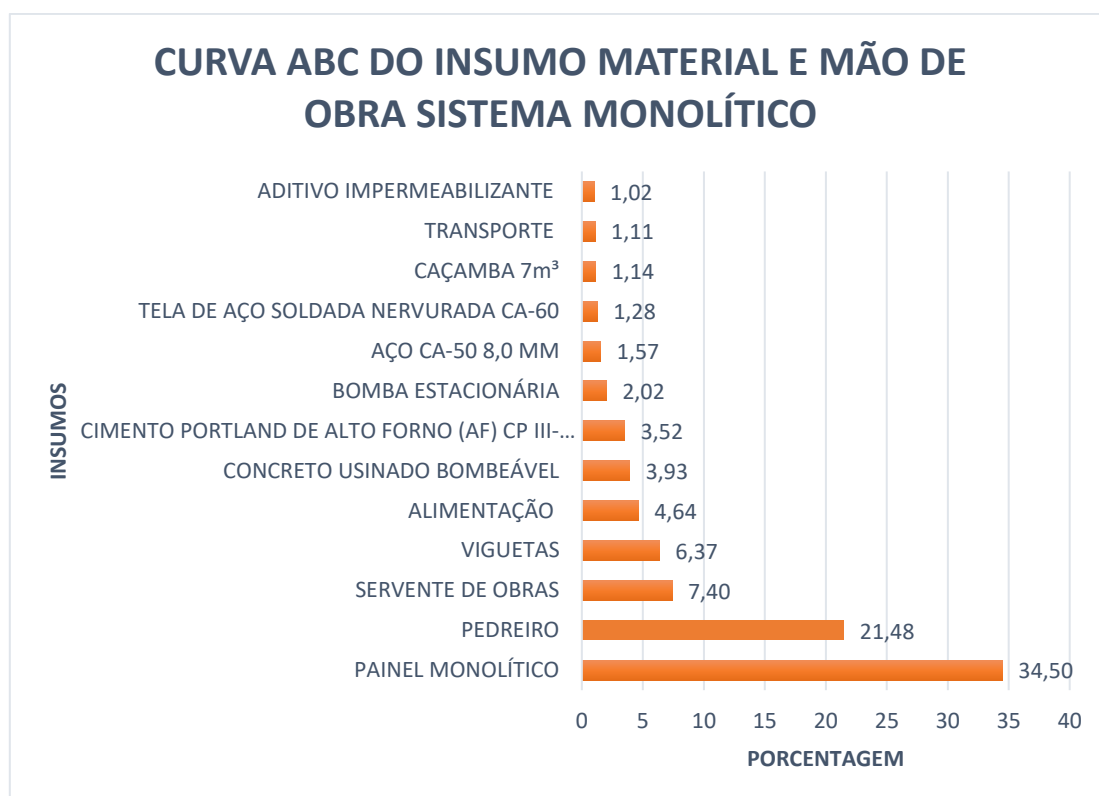


Gráfico 2 – Curva ABC do insumo material e mão de obra do sistema monolítico
(Autoria sienge/softplan, 2019)

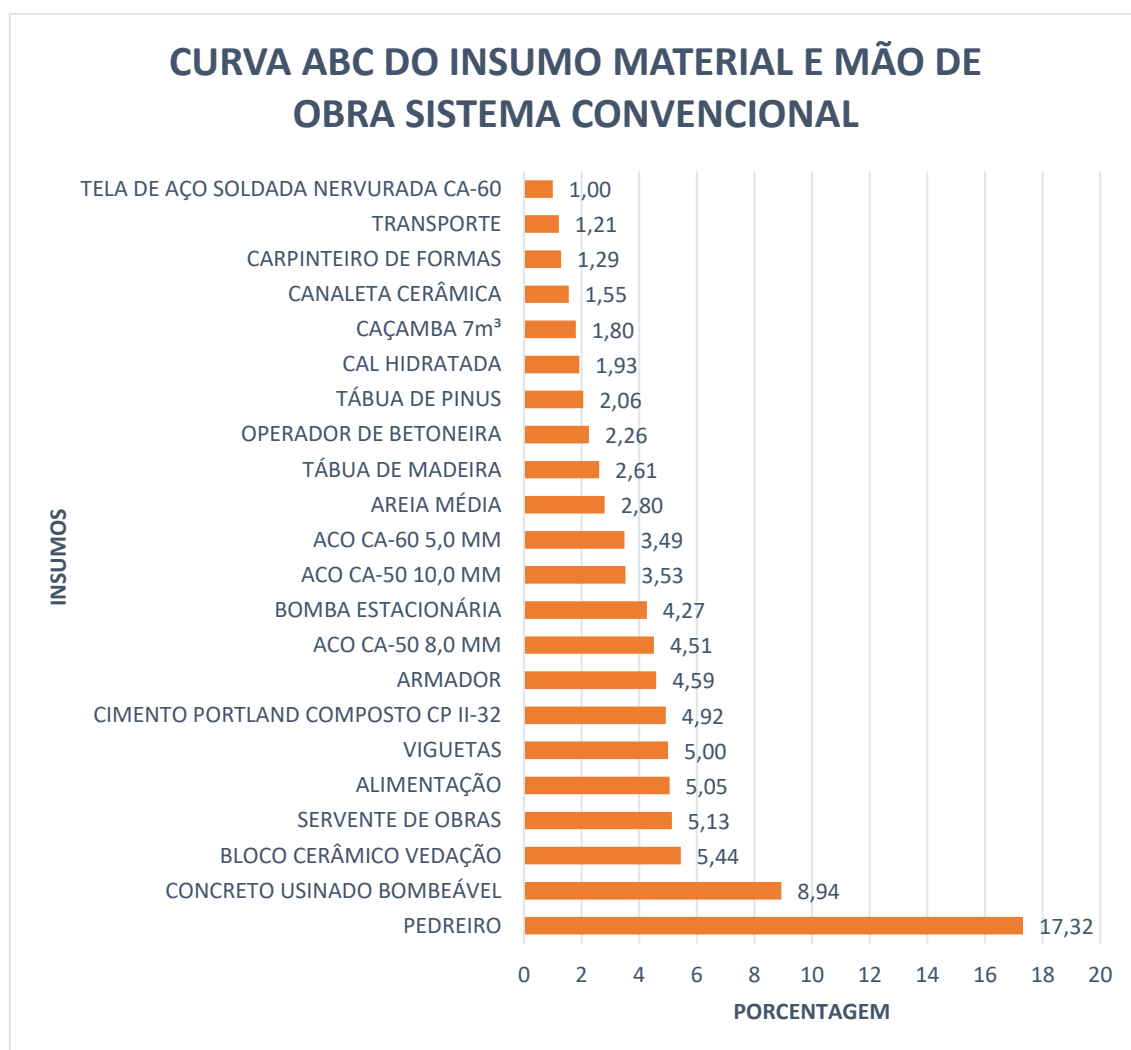


Gráfico 3 – Curva ABC do insumo material e mão de obra do sistema convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

4.1.1. Material

Nas tabelas 5 e 6 foram efetivadas as análises acerca dos custos dos materiais empregados em cada sistema construtivo para se ter um melhor entendimento de como cada material foi empregado em cada método. Para efeitos de comparação utilizaram-se apenas os insumos com pesos maiores que 1%, devido a gama de elementos envolvidos na execução dos sistemas construtivos, pois entende-se que estes itens são de maior relevância para o estudo geral. As

tabelas completas de insumo material do sistema monolítico e convencional encontram-se ao final deste trabalho nos anexos 3 e 4, respectivamente.

Curva ABC do insumo material Sistema Monolítico

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	1 - SISTEMA MONOLÍTICO
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part.	%Acum.
11760	PAINEL MONOLÍTICO	m2	195,09	68,00	13266,12	53,68	53,68
11793	VIGUETAS	vb	1,00	2450,00	2450,00	9,91	63,60
1074	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m3	5,40	280,00	1512,00	6,12	69,71
904	CIMENTO PORTLAND DE ALTO FORNO (AF) CP III-32	kg	3560,04	0,38	1352,81	5,47	75,19
11791	BOMBA ESTACIONÁRIA	dia	0,97	800,00	777,20	3,15	78,33
1878	AÇO CA-50 8,0 MM VERGALHÃO	kg	107,01	5,63	602,44	2,44	80,77
1484	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	m2	44,05	11,13	490,31	1,98	82,76
796	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRARRAPIDA	un	2,00	220,00	440,00	1,78	84,54
11845	CAÇAMBA 7m³	l	39,29	9,98	392,15	1,59	86,12
981	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	661,94	0,55	364,07	1,47	87,60
4719	TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 X 20 CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	un	1,00	350,00	350,00	1,42	89,01
11798	FRETE	m	37,50	8,02	300,75	1,22	90,23
11728	RIPA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 1 X 2 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	125,00	2,19	273,75	1,11	91,34

Tabela 5 – Curva ABC do insumo material para o sistema monolítico (Autoria sienge/softplan, 2019)

Curva ABC do insumo material Sistema Convencional

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	2 - SISTEMA CONVENCIONAL
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part.	%Acum.
1074	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20mm, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m3	15,64	280,00	4379,20	14,52	14,52
11986	TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 29 cm	un	2667,24	1,00	2667,24	8,84	23,36
11793	VIGUETAS	vb	1,00	2450,00	2450,00	8,12	31,48
981	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	4383,59	0,55	2410,97	7,99	39,48
11791	BOMBA ESTACIONÁRIA	dia	2,81	800,00	2250,96	7,46	46,94
1878	AÇO CA-50 8,0mm VERGALHÃO	kg	371,28	5,63	2090,28	6,93	53,87
1916	AÇO CA-50 10,0mm VERGALHÃO	kg	360,75	4,79	1727,99	5,73	59,60
3204	AÇO CA-60 5,0 MM VERGALHÃO	kg	360,43	4,75	1712,04	5,68	65,27
2434	AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	24,11	57,00	1374,20	4,56	69,83
4719	TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 20 cm, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	159,38	8,02	1278,21	4,24	74,07
11967	TÁBUA PINUS (12") 30 cm 2,5m BONFIM	m	201,61	5,00	1008,06	3,34	77,41
269	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	kg	3369,17	0,28	943,37	3,13	80,54
11845	CAÇAMBA 7m³	un	4,00	220,00	880,00	2,92	83,45
11988	CANAleta CERÂMICA 14 x 19 x 29 cm	un	542,75	1,40	759,85	2,52	85,97
1484	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 kg/m²), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 mm, LARGURA = 2,45 x 60 m DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 x 15 cm	m2	44,05	11,13	490,31	1,63	87,60
4436	SARRAFO DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 7,5 cm (1 x 3") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	360,33	1,06	381,95	1,27	88,86

Tabela 6 – Curva ABC materiais do sistema convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

As porcentagens dos materiais de maior custo são o painel monolítico, com 53,68% para a parede estrutural em argamassa armada com EPS, e o concreto usinado, com 14,52% para o sistema em alvenaria convencional. É possível notar que o valor do painel equivale a R\$13.266,12, enquanto, somando-se todos os insumos do sistema convencional, listados na tabela 7 a seguir, para se atingir o mesmo estágio de construção, é necessário dispendir R\$11.671,38. Fica evidenciado que o processo de industrialização é mais caro, neste caso R\$1.594,74,

porém se analisado o total de material, se tem uma economia de 22,06% ou R\$5.451,17, como dito anteriormente, neste capítulo.

Ao longo do trabalho se mostrou que, apesar desta diferença inicial, o sistema monolítico apresentou menor resultado total, pois demanda menor custo de execução ao longo do processo construtivo.

Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part.
TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 29 cm	un	2667,24	1,00	2667,24	8,84
AÇO CA-50 8,0mm VERGALHÃO	kg	371,28	5,63	2090,28	6,93
AÇO CA-50 10,0mm VERGALHÃO	kg	360,75	4,79	1727,99	5,73
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHÃO	kg	360,43	4,75	1712,04	5,68
TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 20 cm, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	159,38	8,02	1278,21	4,24
TÁBUA PINUS (12") 30 cm 2,5m BONFIM	m	201,61	5,00	1008,06	3,34
ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	kg	18,61	11,90	221,49	0,73
MEIO TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 14 cm	un	271,38	0,70	189,96	0,63
TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 10 cm (1 x 4") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	81,25	1,62	131,63	0,44
AÇO CA-50 12,5 mm VERGALHÃO	kg	27,75	4,56	126,54	0,42
AÇO CA-50 6,3 mm VERGALHÃO	kg	24,34	5,02	122,20	0,41
ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO 4,2 A 12,5 mm, COBRIMENTO 20 mm	un	532,34	0,14	74,53	0,25
VIBRADOR	dia	1,00	70,00	70,00	0,23
PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 x 27 (2 1/2 x 11)	kg	4,88	10,33	50,39	0,17
PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 18 x 36	kg	3,25	12,86	41,80	0,14
AÇO CA-50 16,0 MM, VERGALHÃO	kg	7,77	4,56	35,43	0,12
ESMERILHADEIRA ANGULAR ELÉTRICA, DIÂMETRO DO DISCO 7 " (180 mm), ROTAÇÃO 8500 RPM, POTÊNCIA 2400 W	un	0,04	773,40	34,57	0,11
ESPAÇADOR CARANGUEJO 25mm	mil	0,43	78,00	33,36	0,11
PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 X 21 (2 X 11)	kg	2,97	10,14	30,09	0,10
LIXADEIRA ELETRICA ANGULAR, PARA DISCO DE 7 " (180 MM), POTÊNCIA DE 2.200 W, *5.000* RPM, 220 V	un	0,03	797,37	24,64	0,08
SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO, POTÊNCIA DE *1600* W, PARA DISCO DE DIÂMETRO DE 10" (250 MM)	un	0,00	1163,75	0,93	0,00
Total				11.671,38	38,69

Tabela 7 – Insumos sistema convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

Os itens da tabela 7 representam 38,69% do custo total de materiais do sistema convencional., ou seja, para se ter uma parede pronta igual ao painel precisa-se realizar várias etapas que necessitam de tais materiais.

Analisando-se o insumo de maior gasto no sistema convencional, concreto usinado, e o material que tem a mesma função estrutural no sistema monolítico, cimento Portland, temos os gráficos 4 e 5 de comparação de consumo em ambos os sistemas.

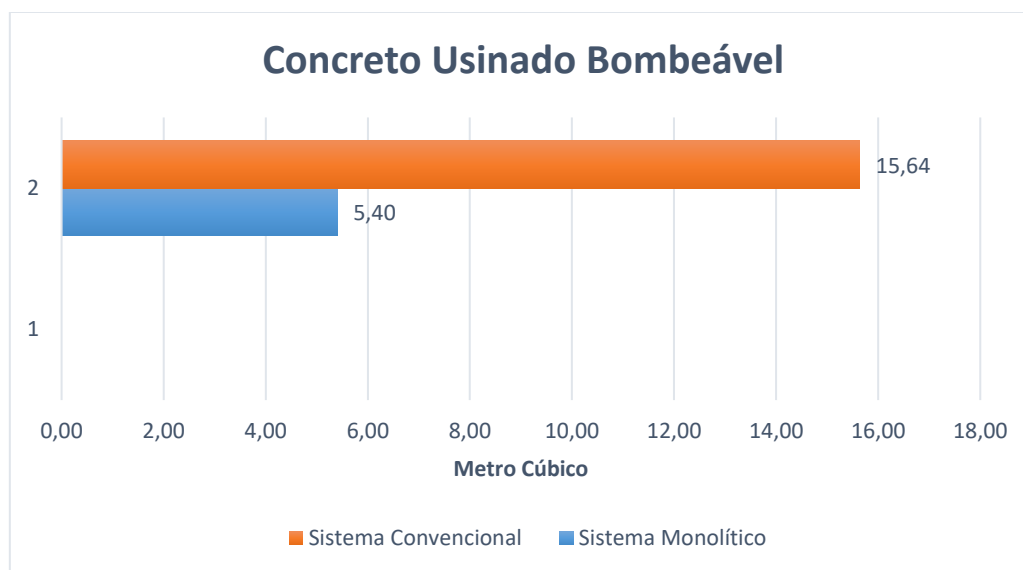


Gráfico 4 – Concreto usinado bombeável para sistema monolítico e convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

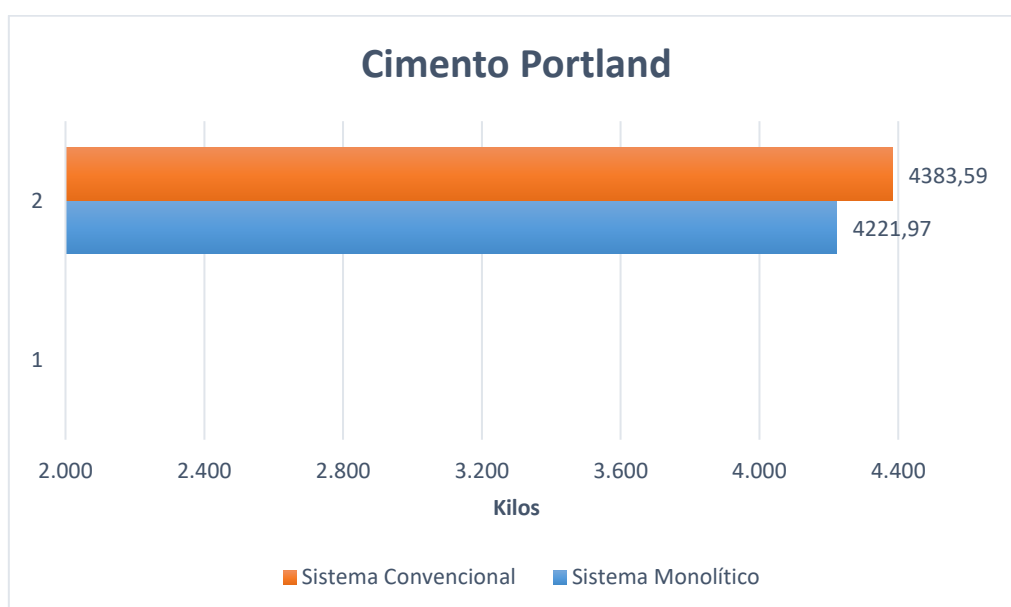


Gráfico 5 – Cimento Portland para sistema monolítico e convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

Nos gráficos apresentados acima, temos duas situações bem distintas, onde no sistema convencional há um alto índice de gasto de concreto usinado, entendendo-se que faz-se necessário devido as primícias do sistema – concretagem de pilares e vigas – já no gráfico 5 temos uma equiparidade no uso do cimento Portland, porém seu uso é destinado para diferentes fins. Para o sistema convencional é empregado na massa de assentamento da alvenaria de vedação e também para o chapisco e reboco das paredes e para o sistema monolítico é empregado apenas para a argamassa estrutural.

Em um cenário geral de ambos os sistemas, as porcentagens dos elementos têm um pico de insumo inicial, conforme apresentado nos gráficos 6 e 7. Com atenção a grande disparidade entre o primeiro e segundo insumo para o sistema de parede estrutural em argamassa armada com EPS, que chega a 46,82%, o que no sistema de concreto armado tem-se um percentual de apenas 5,68% e com uma progressão menos acentuada.

Contudo para o primeiro sistema são analisados 10 insumos, enquanto para o segundo 16 insumos, o que mostra que também são necessários um grupo maior de materiais para o sistema convencional do que para o outro sistema.

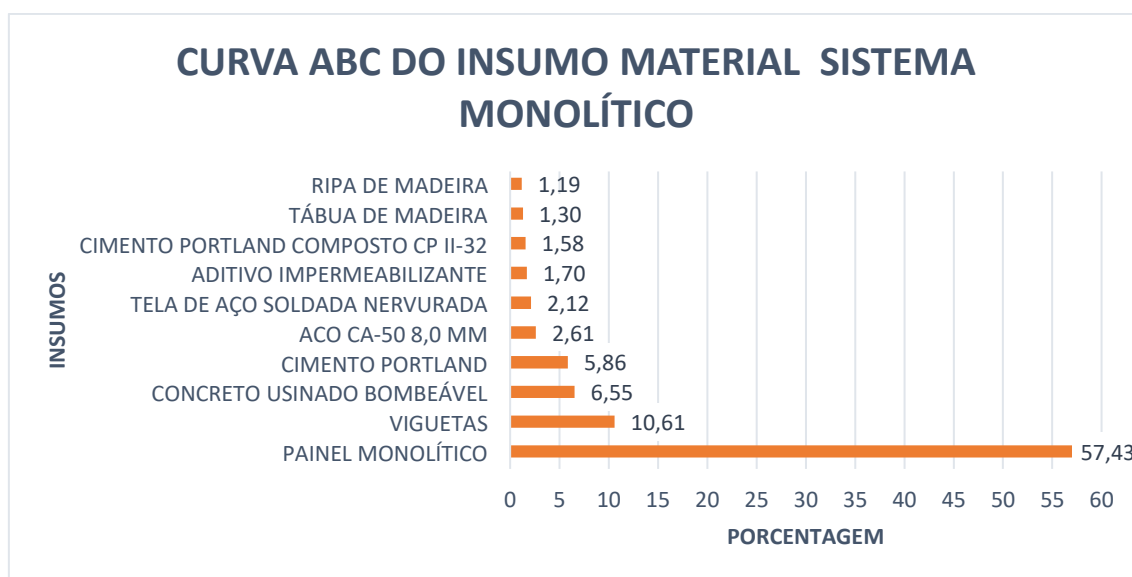


Gráfico 6 – Curva ABC do insumo material do sistema monolítico (Autoria sienge/softplan, 2019)

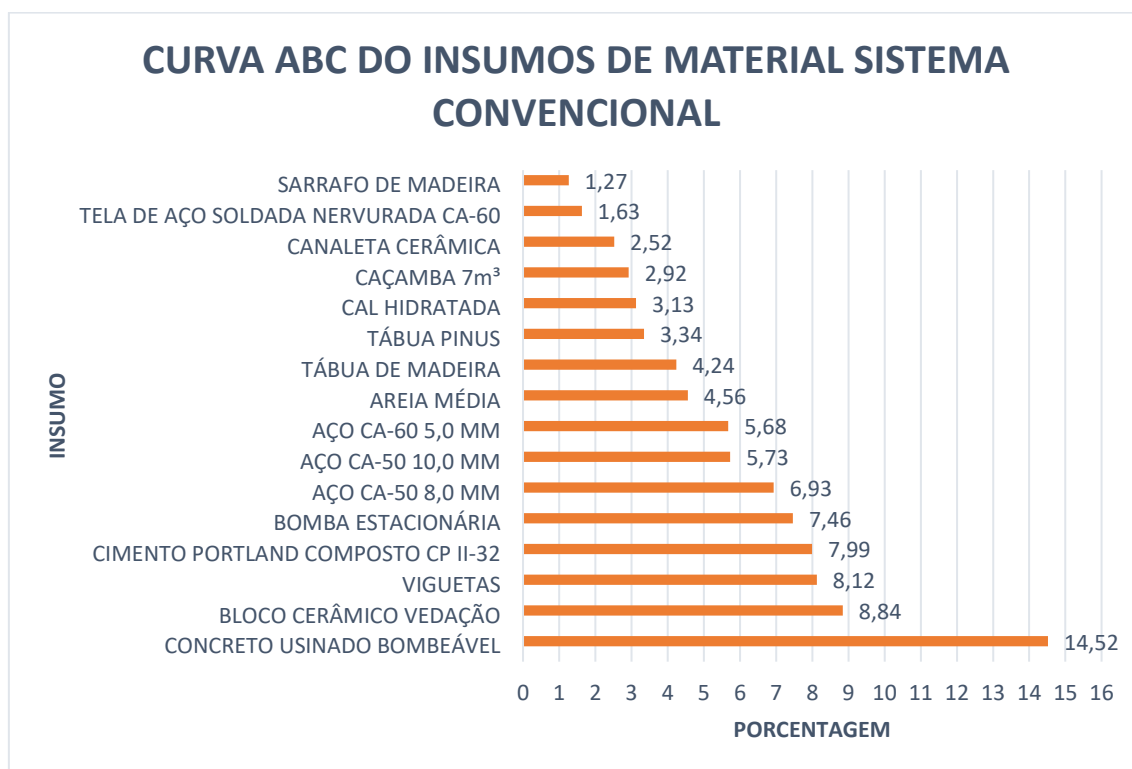


Gráfico 7 – Curva ABC do insumo material do sistema convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

4.1.2. Mão De Obra

Na sequência, foi efetivada a análise relacionada ao insumo mão de obra, conforme ilustram as tabelas 8 e 9 a seguir, para a execução no sistema monolítico e sistema convencional, respectivamente.

Os orçamentos apresentaram uma diferença total de R\$5.086,40. Analisando as tabelas é possível verificar que o primeiro sistema apresentou um gasto de 60,11% do custo total de mão de obra com pedreiro – R\$8.261,65 e 448 horas – e o segundo sistema apresentou um gasto de 45,07% para a mesma atividade – R\$8.486,69 e 460 horas.

CURVA ABC DO INSUMO MÃO DE OBRA SISTEMA MONOLÍTICO

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	1 - SISTEMA MONOLÍTICO
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	U n.	Qdade	Preço unitário	Preço total	%Part .	%Acum.
4458	PEDREIRO	h	448,52	18,42	8261,65	60,11	60,11
4685	SERVENTE DE OBRAS	h	189,63	15,00	2844,38	20,69	80,80
2447	ALIMENTAÇÃO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	637,36	2,80	1784,60	12,98	93,79
2448	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	637,36	0,67	427,03	3,11	96,89
2449	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	637,36	0,34	216,70	1,58	98,47
2651	ARMADOR	h	8,85	18,42	162,96	1,19	99,66
2450	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	637,36	0,05	31,87	0,23	99,89
4686	AJUDANTE DE ARMADOR	h	1,19	12,83	15,27	0,11	100,00
Total da obra							13.744,46

Tabela 8 – Curva ABC do insumo mão de obra para o sistema monolítico

(Autoria sienge/softplan, 2019)

--

CURVA ABC DO INSUMO MÃO DE OBRA SISTEMA CONVENCIONAL

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	2 - SISTEMA CONVENCIONAL
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	Un.	Qdade	Preço unitário	Preço total	%Part.	%Acum.
4458	PEDREIRO	h	460,73	18,42	8486,69	45,07	45,07
4685	SERVENTE DE OBRAS	h	167,51	15,00	2512,70	13,34	58,41
2447	ALIMENTAÇÃO	h	883,99	2,80	2475,18	13,14	71,56
2651	ARMADOR	h	120,02	18,42	2210,81	11,74	83,30
2595	OPERADOR DE BETONEIRA	h	81,70	13,56	1107,88	5,88	89,18
691	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	34,26	18,42	631,09	3,35	92,53
2448	TRANSPORTE	h	883,99	0,67	592,27	3,15	95,68
2449	EXAMES	h	883,99	0,34	300,56	1,60	97,27
4686	AJUDANTE DE ARMADOR	h	18,88	12,83	242,27	1,29	98,56
4268	OPERADOR DE MÁQUINAS	h	6,85	18,63	127,66	0,68	99,24
4687	CARPINTEIRO AUXILIAR	h	6,87	14,49	99,55	0,53	99,77
2450	SEGURO	h	883,99	0,05	44,20	0,23	100,00
Total da obra							18.830,86

Tabela 9 – Curva ABC de insumo mão de obra sistema convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

Apesar de diferentes estes números quase se equiparam quando analisados sob a ótica de horas trabalhadas. Apresenta-se no gráfico 8 o diferencial de 448 horas para o sistema em EPS e 460 horas para o convencional, a diferença entre os valores correspondem a pouco menos de 5%. Já para uma análise de servente de obras temos uma diferença de 11.66%, conforme mostra o gráfico abaixo.

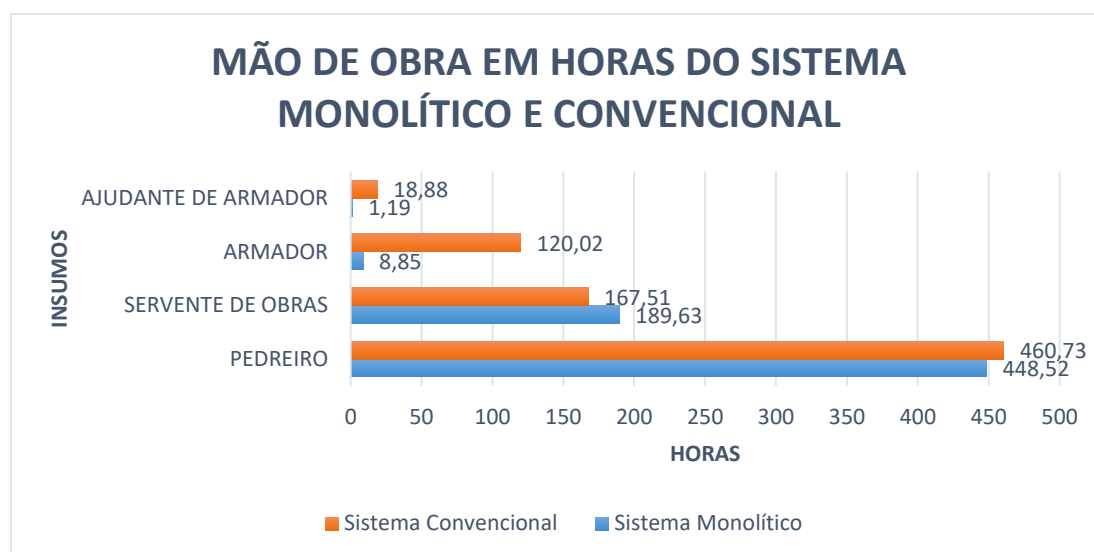


Gráfico 8 – Comparativo de horas do insumo mão de obra entre o sistema monolítico e o convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

De forma gráfica e explicativa, apresentamos as curvas abc de mão de obra de cada sistema, podendo assim ter uma análise visual das diferenças de percentual de hora/homem.

Como se pode analisar no gráfico 9, a posição do armador, que no sistema monolítico necessita de poucas horas, está na sexta posição com 1,19% equivalente a aproximadamente 9 horas, que é necessário para realizar a emenda dos painéis. No gráfico 10, a mesma função está na quarta posição, com 11,74% e 120 horas trabalhadas, isto devido a fabricação manual das armaduras dos pilares e vigas no canteiro de obras do sistema convencional. Isto também é demonstrado no gráfico 8, acima.

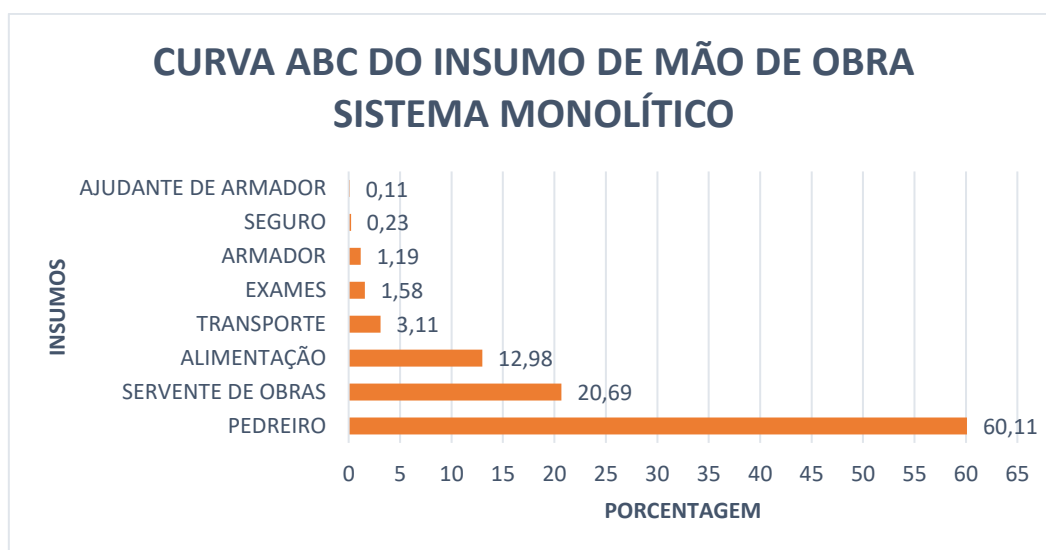


Gráfico 9– Curva ABC do insumo mão de obra para o sistema monolítico
(Autoria sienge/softplan, 2019)

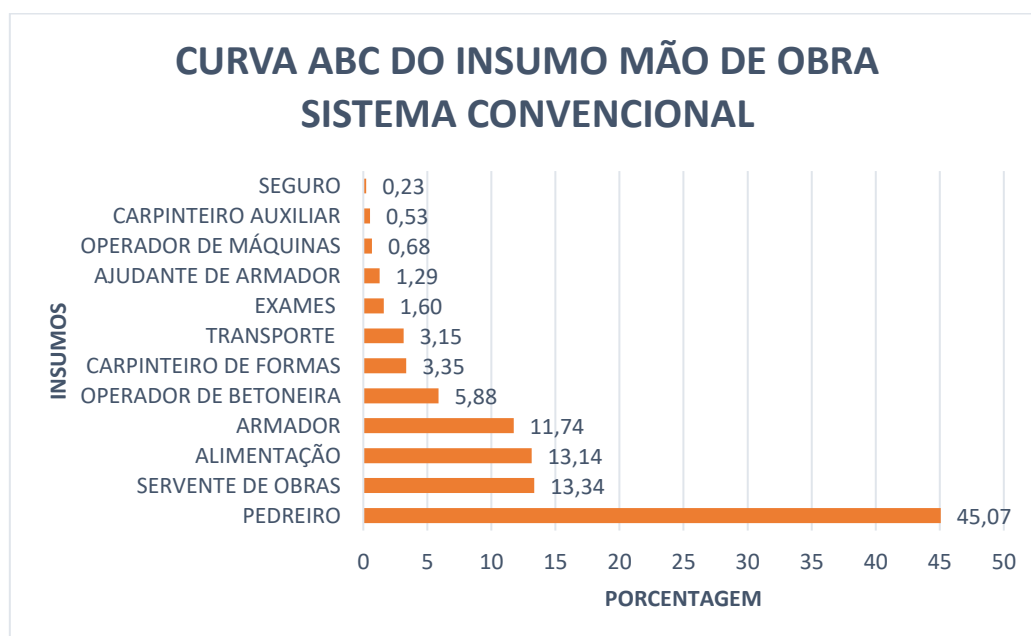


Gráfico 10 – Curva ABC de insumo mão de obra sistema convencional (Autoria sienge/softplan, 2019)

No gráfico 11 a seguir fez-se uma comparação dos insumos mão de obra de ambos os sistemas em relação a suas quantidades. No sistema monolítico temos 9 itens e no sistema convencional 12 itens. Entende-se que apenas em alguns itens são

comuns perante extração da curva ABC, tais como pedreiro, alimentação e ajudante de armador. Esta diferença se dá, pois os sistemas têm diferentes tipologias construtivas, enquanto o painel é pré fabricado, a alvenaria convencional é um sistema manual e feito *in loco*, necessitando-se de mão de obra diversificada ao longo do processo de construção.

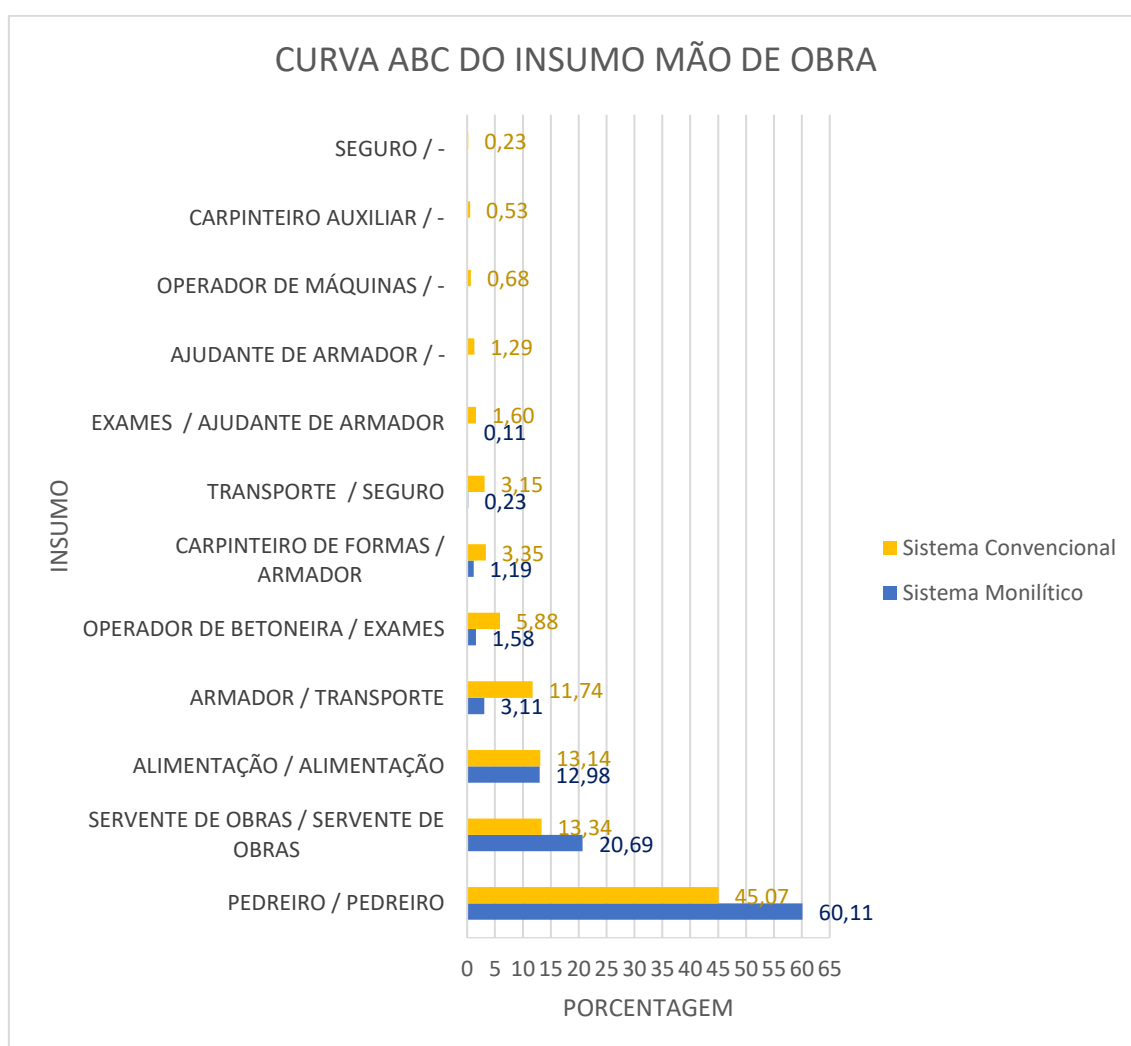


Gráfico 11– Curva ABC do insumo de mão de obra (Autoria sienge/softplan, 2019)

Em uma análise comparativa de composições de insumo da tabela 10 com as tabelas 11 e 12, observa-se que a quantidade de insumos mão de obra na execução da vedação, quando executado 1m² de alvenaria, no sistema

convencional é necessária 1,30 hora de dois profissionais, enquanto que para a execução do mesmo serviço no sistema monolítico é gasta 0,50 hora de um profissional.

Sendo assim, possível identificar que há economia de tempo de trabalho, e via de consequência redução de custo, para realizar o mesmo processo de construção mediante a utilização do painel monolítico.

Deve-se lembrar também, que para o sistema convencional, ainda se tem a hora/homem do carpinteiro, armador e pedreiro para realizar a concretagem das vigas e pilares da estrutura, e após isso realizar a vedação, como comparado no trecho acima. O que para o monolítico não tem, pois o sistema estrutural já faz também a vedação da estrutura.

Serviço	11985 - ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE TIJOLOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M2, COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL				
Código	Descrição	Unid.	Quantidade	Preço unitário	Preço total
2033	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = 1,20 A 1,70 mm, MALHA 15 x 15 mm, (C X L) 50 x 12 cm	m	0,40	2,93	1,16
11986	TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 29 cm	un	13,76	1,00	13,76
11987	MEIO TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 14 cm	un	1,40	0,70	0,98
11988	CANAleta CERÂMICA 14 x 19 x 29 cm	un	2,80	1,40	3,92
6245	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	m3	0,02	241,96	4,84
6742	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	1,00	24,20	24,20
6749	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,30	18,69	5,61
					54,47
					100,00%

Tabela 10 – Composição de alvenaria de vedação (Autoria sienge/softplan, 2019)

Serviço	11759 - Painel monolítico				
Código	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
11760	Painel Monolítico	m2	1,00	72,00	72,00
					72,00
					100,00%

Tabela 11 – Composição do painel monolítico (Autoria sienge/softplan, 2019)

Serviço	12012 - Montagem painel monolítico				
Código	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
6742	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,50	24,20	12,10
					12,10
					100,00%

Tabela 12 – Composição de montagem do painel (Autoria sienge/softplan, 2019)

As tabelas 13 e 14 trazem as composições dos insumos chapisco e emboço/reboco para ambos os sistemas. No sistema monolítico (tabela 13) é possível observar que a ação é mais onerosa, pois não é utilizado a “Cal” – produto aglomerante –, mas sim aditivos impermeabilizantes com poder de pega rápida, para ajudar na trabalhabilidade da massa e no rendimento do trabalho, isto porque o EPS é um material impermeável que não absorve a água da massa, retardando assim o processo de pega da argamassa, diferentemente do tijolo.

Serviço	12011 - Chapisco e reboco de painel monolítico				
Código	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
796	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRARRAPIDA	l	0,10	9,98	1,00
904	CIMENTO PORTLAND DE ALTO FORNO (AF) CP III-32	kg	9,06	0,38	3,44
2389	AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	0,01	49,50	0,35
2434	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	0,01	57,00	0,46
6684	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,40	18,66	7,47
6742	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,75	24,20	18,15
					30,86
					100,00%

Tabela 13 – Composição de chapisco e reboco (Autora Sienge/softplan 2019)

Serviço	6469 - MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014			
Código	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço total
6249	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	m3	0,04	11,29
6742	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,47	11,38
6749	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,17	3,20
				25,86
				100,00%

Tabela 14 – Composição de reboco (Autora Sienge/softplan, 2019)

Cabe destacar, em derradeiro, que a análise acerca da viabilidade de adotar um sistema ou outro, deve ser efetivada conforme cada projeto em específico, porquanto não se pode considerar uma verdade absoluta que a parede estrutural em argamassa armada será vantajosa economicamente em qualquer hipótese.

Como se demonstrou, houve uma diferença no valor global, da etapa estudada, na ordem de 27,40%, de forma que a construção com a utilização de parede estrutural em argamassa armada com EPS é mais econômica frente ao sistema convencional.

Como visto no decorrer do presente estudo isto se atribui essencialmente à industrialização, que proporciona um procedimento de fabricação em larga escala, exigindo menos mão de obra, saindo-se assim do modo manual/artesanal de construção para o “processo”, com redução do tempo necessário para a finalização e menor demanda de pessoal, o que consequentemente reduz custos.

No presente estudo a diferença, especificamente com relação a gasto com mão de obra, alcançou 37,01% em benefício da parede estrutural em argamassa armada com EPS, porquanto em referido sistema não se fez necessária a contratação de carpinteiros e nem de armadores para a execução da superestrutura. Ademais, sendo as paredes pré moldadas, isto é, fabricadas em ambiente controlado e já chegando prontas na obra apenas para serem montadas e

rebocadas, o processo se torna mais rápido. Conforme o gráfico 11 apresenta os resultados de ambos.

Com relação ao custo do material houve uma diferença de custo relativamente menor entre os dois sistemas, despendendo-se no concreto armado 22,05% a mais. Isto se atribui, especialmente, ao fato de haver grande desperdício de material em tal método, sendo um grande exemplo disto a madeira, que nem sempre é possível de ser reutilizada, e com isto são gerados muitos resíduos. Outro ponto que pode ser relacionado se trata das passagens de tubulação elétrica e hidráulica, pois após a parede de alvenaria ser levantada, é realizado o caminho dessas tubulações de forma manual, com a quebra da parede, e assim, novamente, gerando-se resíduos.

Ao revés disto, no sistema de parede estrutural com EPS não há tanta perda de material e nem geração de resíduos e as passagens da elétrica e hidráulica são realizadas com um soprador térmico, fazendo com que o EPS (enchimento da parede) se retraia, conforme figuras 15 e 16 não gerando nenhum tipo de resíduo/calça, destacando a rapidez na efetivação de tais procedimentos.

De todo modo, ainda que devidamente evidenciado que referido sistema seja bastante vantajoso em diversos aspectos, lançou-se a questão acerca da razão para não ser mais amplamente conhecido e utilizado na construção civil.

Com base nas conclusões deste trabalho, pode-se atribuir ao sistema limitações metodológicas e tecnológicas. Há ainda muito a se estudar a respeito. Ademais, referido sistema é bastante limitado na questão da capacidade de resistência a estruturas assimétricas, na medida em que plantas que possuam simetria em seus múltiplos pavimentos e com alturas entre lajes normais, de 2,5 a 3 metros, o painel com EPS se revela excelente alternativa de construção.

Contudo, fugindo-se de tal cenário, onde não há parede sobre parede, com grandes vãos e aberturas de portas e janelas, já há necessidade de uma estrutura mista, visto que o painel ainda não se mostra plenamente capaz de superar estes cenários.

Já o concreto armado não apresenta as limitações referidas acima, de forma que, por mais que seus custos e prazos de execução sejam superiores frente ao do outro sistema ora comparado, ainda assim tende a permanecer como o mais usual face a aplicabilidade em distintos planos arquitetônicos e estruturais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

De modo geral foi possível concluir que as inovações trazem benefícios à sociedade, devendo-se estar sempre atento a mudanças para assim ser possível assimilar as possíveis melhorias. Atentando-se à inovação, restou apresentado e demonstrado que o método monolítico se mostrou um método ainda incipiente no país e alcança bons resultados para a construção civil.

Entende-se que a maior parte das edificações é construída com concreto armado, mas sem dúvida não pode ser ignorado que a busca por materiais que reduzam a retirada de matéria prima da natureza, e substitua-se por uma matéria prima reciclável, é situação da qual não se pode desviar. Com este enfoque é que surgem metodologias construtivas que trazem materiais para reduzir e melhorar o desempenho econômico do sistema.

O presente estudo pôde evidenciar que economicamente é viável e vantajosa a execução da estrutura em parede estrutural de EPS. Contudo, como todo sistema possui ponto fraco, com este não se dá de forma diferente, pois há relevante limitação construtiva, havendo inviabilidade de utilização em grandes vãos e aberturas e em estruturas muito assimétricas. Isto coloca o sistema de concreto armado, ainda que de forma relativa, ligeiramente à frente.

O sistema em painel monolítico em EPS possui muito a ser desenvolvido e analisado para, de forma mais ampla, se tornar mais viável estrutural e economicamente em variadas edificações, trazendo assim grandes benefícios à sociedade, tanto na parte ecológica, com a utilização de materiais 100% recicláveis, como no conforto termoacústico que possui, reduzindo o consumo de energia.

Isto tende a tornar possível desenvolver novas análises para outros projetos que tragam um grau de dificuldade maior. Conclui-se que o maior foco de estudo deste sistema deve se atrelar à concepção estrutural, trazendo-se soluções

para a superação das limitações e também, não menos importante, a análise na colocação da tubulação hidráulica e elétrica que é bastante diferenciada nesta tipologia de construção.

O sistema monolítico é um método construtivo que se enquadra nas diversas normas citadas no decorrer do trabalho, conferindo maior agilidade aos projetos, proporcionando ganhos ambientais e de economia em todo o seu processo, principalmente face a ampla possibilidade de não descarte, ou seja, a reciclagem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVA, G. M. S **Concepção estrutural de edifícios em concreto armado**. Santa Maria, 2007.

ALVES, E. C.; VIANA, S.A.O. **Análise de custo e visibilidade dentre os sistemas de vedação de bloco cerâmico e drywall associado ao painel monolite EPS**.

ARAÚJO, C. R. **Estudo comparativo entre painéis verticais compostos por EPS e tijolo cerâmico de oito furos como isolantes térmicos para a região de Cuiabá-MT**. Cuiabá, 2004.

ARAÚJO, H. N. **Intervenção em obra para implantação do processo construtivo em alvenaria estrutural: Um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Carga para o cálculo de estrutura de edificações**. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123: Forças derivadas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480 – Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7481 – Tela de Aço Soldada – Armadura para o Concreto**. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681 – Ações e segurança nas estruturas - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11.173 – Projeto e execução de argamassa armada**. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270: Componentes cerâmicos**. Rio de Janeiro, 2005

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edifícios habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

BALLISTA, L. P. Z. **Estudo de argamassas e microconcretos projetados**. In: VI Congresso de iniciação científica da USP. São Carlos, 1998.

BASF. **Styropor® - Construction: Highway Construction/Ground insulation**. Technical Information. Germany, 1991.

BERTINI, A. A. **Concreto projetado: definição propriedades e aplicações**. São Carlos, 1996.

BERTINI, A. A., MACHADO JR, E. F. **Investigação do comportamento à flexão de painéis sanduíche de faces de argamassa armada e núcleo de poliuretano**. Tucumán, Argentina, 1995.

BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis**. Florianópolis, 2007.

CABRINI MONOLITE. **Sistema de construção anti sístimo e isolante termoacústico**. São Paulo. (catálogo técnico).

CARVALHO, M. D. **Pavimento de Concreto: reduzindo o custo social**. Disponível em: http://www.abcp.org.br/sala_de_imprensa/arquivos_arquivos_pdf/pav_artigo2007.pdf. Acesso em 14/12/2009.

CYPECAD. **MULTIPLUS Softwares Técnicos**. Disponível em <<https://multiplus.com/software/cypecad/index.html>>. Acesso em 16, maio, 2019.

EPS, uma tendência na construção para um futuro melhor. **TEM Sustentável**, 2017. Disponível em <<https://www.temsustentavel.com.br/eps-uma-tendencia-na-construcao-futuro/>>. Acesso em 25, novembro, 2019.

FERREIRA, D. V. G. **Edifícios com lajes maciças e paredes portantes pré-moldadas de concreto leve com pérolas de EPS**. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013.

FRANCO, J.; PEREIRA, F.; REGGIARDO C. **Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Rehabilitar, 2003.

FONSECA, F.J.C. **Projeto de painéis sanduíche de concreto pré-moldado**. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, SP, 1994.

JAHNKE, K. A.; SEVEGNANI, J. T. **Desenvolvimento e acompanhamento da construção de uma edificação em poliestireno expandido (isopor) e fibras**. III Congresso de Iniciação Científica -I Seminário de Extensão -UNERJ, Centro Universitário de Jaraguá do Sul, SC, 2002.

KAEFER, F.L. **A evolução do concreto armado**. São Paulo, 1998.

LUEBLE, A. R. C. P. **Construção de habitações com painéis de eps e argamassa armada**. São Paulo, 2014.

MEDEIROS, G. A. N. **Avaliação de paredes sanduiche em argamassa armada com núcleo de EPS**. João Pessoa, 2017.

MELO, P. R. **Pré-dimensionamento de estruturas de madeira, de aço e de concreto para auxílio à concepção de projetos arquitetônicos**. Uberlândia, 2013.

NETO, José O. A. **Caracterização do comportamento geotécnico do EPS através de ensaios mecânicos e hidráulicos**. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2008.

NUNES, Valmiro Q. G. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado**. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2011.

Painéis monolíticos de EPS são regulamentados pelo Ministério das Cidades. **AECweb**, 2019. Disponível em <<https://www.aecweb.com.br/empresa/grupoisorecort/materia/paineis-monoliticos-de-eps-sao-regulamentados-pelo-ministerio-das-cidades/18527>>. Acesso em 25, novembro, 2019.

PEDROSO, F. L. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem**. Concreto e Construções. Março. 2020.

PRUDÊNCIO JÚNIOR. L. R.; OLIVEIRA, A. L. de; BEDIN, C. A. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. Florianópolis, 2002.

R. Dias – Isopor. **Placas e blocos em EPS**. Disponível em <<https://www.rdiasisopor.com.br/placas-e-blocos.php>>. Acesso em 16, maio, 2019.

ROQUE, J.A. **O desempenho quanto à durabilidade de alvenarias de blocos cerâmicos de vedação com função auto-portante: o caso da Habitação de Interesse Social**. Campinas, 2009.

Sistema Constructivo Monoplac. **MONOPLAC**, 2006. Disponível em <www.monoplac.cl>. Acesso em 25, março, 2019.

Soares, F. A. M. **Incorporação de partículas de poliestireno expandido e resina epóxi em compósito cimentício**. São João Del-Rei, 2014.

SOUZA, G.A.C. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares**. Recife, 2009.

THOMAZ, E.; MITIDIERI FILHO, C.V.; CLETO, F.R.; CARDOSO, F.F. **Código de práticas nº 01 - Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**.

Word Press Construção Civil Pet. **A história do concreto**. Disponível em <<https://civilizacaoengenhira.wordpress.com/2017/03/22/a-historia-do-concreto/>>. Acesso em 13, abril, 2019.

ANEXO 1

Curva ABC do insumo material e mão de obra Sistema Monolítico

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	1 - SISTEMA MONOLÍTICO
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part.	%Acum.
11760	PAINEL MONOLÍTICO	m2	195,09	68,00	13266,12	34,50	34,50
4458	PEDREIRO	h	448,52	18,42	8261,65	21,48	55,98
4685	SERVENTE DE OBRAS	h	189,63	15,00	2844,38	7,40	63,38
11793	VIGUETAS	vb	1,00	2450,00	2450,00	6,37	69,75
2447	ALIMENTAÇÃO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	637,36	2,80	1784,60	4,64	74,39
1074	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m3	5,40	280,00	1512,00	3,93	78,32
904	CIMENTO PORTLAND DE ALTO FORNO (AF) CP III-32	kg	3560,04	0,38	1352,81	3,52	81,84
11791	BOMBA ESTACIONÁRIA	dia	0,97	800,00	777,20	2,02	83,86
1878	AÇO CA-50 8,0 MM VERGALHÃO	kg	107,01	5,63	602,44	1,57	85,42
1484	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	m2	44,05	11,13	490,31	1,28	86,70
11845	CAÇAMBA 7m³	un	2,00	220,00	440,00	1,14	87,84
2448	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	637,36	0,67	427,03	1,11	88,95
796	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRARRAPIDA	l	39,29	9,98	392,15	1,02	89,97
981	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	661,94	0,55	364,07	0,95	90,92
11798	FRETE	un	1,0000	350,0000	350,00	0,9101	91,8294
4719	TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA *2,5 X 20* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	37,50	8,02	300,75	0,78	92,61
11728	RIPA DE MADEIRA NÃO APARELHADA *1 X 2* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	125,00	2,19	273,75	0,71	93,32
2449	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	637,36	0,34	216,70	0,56	93,89
2434	AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	3,14	57,00	179,18	0,47	94,35
11806	Viga de pinus 2x3x2,5m	m	100,00	1,76	176,00	0,46	94,81
2279	PROTETOR SOLAR FPS 30, EMBALAGEM 2 LITROS	un	0,79	218,96	173,48	0,45	95,26
2651	ARMADOR	h	8,85	18,42	162,96	0,42	95,69
2389	AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	2,75	49,50	136,15	0,35	96,04
1839	AÇO CA-50 6,3 MM VERGALHÃO	kg	24,34	5,02	122,20	0,32	96,36
2286	TALABARTE DE SEGURANÇA, 2 MOSQUETÕES TRAVA DUPLA *53* MM DE ABERTURA, COM ABSORVEDOR DE ENERGIA	un	0,69	172,27	118,33	0,31	96,66
2277	RESPIRADOR DESCARTÁVEL SEM VÁLVULA DE EXALAÇÃO, PFF 1	un	71,24	1,44	102,58	0,27	96,93
856	LUVA RASPA DE COURO, CANO CURTO (PUNHO *7* CM)	par	8,76	11,59	101,49	0,26	97,20
2397	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	1,73	58,50	101,37	0,26	97,46

[illegible]

ANEXO 2

Curva ABC do insumo material e mão de obra Sistema Convencional

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	2 - SISTEMA CONVENCIONAL
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part	%Acum.
4458	PEDREIRO	h	460,73	18,42	8486,69	17,32	17,32
1074	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20mm, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m3	15,64	280,00	4379,20	8,94	26,26
11986	TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 29 cm	un	2667,24	1,00	2667,24	5,44	31,70
4685	SERVENTE DE OBRAS	h	167,51	15,00	2512,70	5,13	36,83
2447	ALIMENTAÇÃO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	883,99	2,80	2475,18	5,05	41,88
11793	VIGUETAS	vb	1,00	2450,00	2450,00	5,00	46,88
981	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	4383,59	0,55	2410,97	4,92	51,81
2651	ARMADOR	h	2,81	800,00	2250,96	4,59	56,40
1878	AÇO CA-50 8,0mm VERGALHÃO	kg	120,02	18,42	2210,81	4,51	60,91
11791	BOMBA ESTACIONÁRIA	día	371,28	5,63	2090,28	4,27	65,18
1916	AÇO CA-50 10,0mm VERGALHÃO	kg	360,75	4,79	1727,99	3,53	68,71
3204	AÇO CA-60 5,0mm VERGALHÃO	kg	360,43	4,75	1712,04	3,49	72,20
2434	AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	24,11	57,00	1374,20	2,80	75,00
4719	TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 20 cm, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	159,38	8,02	1278,21	2,61	77,61
2595	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONARIA/MISTURADOR	h	81,70	13,56	1107,88	2,26	79,88
11967	TÁBUA PINUS (12") 30cm 2,5m BONFIM	m	201,61	5,00	1008,06	2,06	81,93
269	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	kg	3369,17	0,28	943,37	1,93	83,86
11845	CAÇAMBA 7m³	un	4,00	220,00	880,00	1,80	85,65
11988	CANAleta CERÂMICA 14 x 19 x 29 cm	un	542,75	1,40	759,85	1,55	87,20
691	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	34,26	18,42	631,09	1,29	88,49
2448	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	883,99	0,67	592,27	1,21	89,70
1484	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 kg/m²), DIÂMETRO DO FIO = 4,2mm, LARGURA = 2,45 x 60 m DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 x 15 cm	m2	44,05	11,13	490,31	1,00	90,70
4436	SARRAFO DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 X 7,5 cm (1 X 3") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	360,33	1,06	381,95	0,78	91,48
2449	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	883,99	0,34	300,56	0,61	92,10
4686	AJUDANTE DE ARMADOR	h	18,88	12,83	242,27	0,49	92,59
2279	PROTETOR SOLAR FPS 30, EMBALAGEM 2 LITROS	un	1,10	218,96	240,57	0,49	93,08
2033	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = 1,20 A 1,70 mm, MALHA 15 X 15 mm, (C x L) 50 x 12 cm	m	76,57	2,93	224,34	0,46	93,54
1898	ARAME RECOZIDO 18 BWG 1,25 mm (0,01 kg/m)	kg	18,61	11,90	221,49	0,45	93,99
11987	MEIO TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 14 cm	un	271,38	0,70	189,96	0,39	94,38

2286	TALABARTE DE SEGURANCA, 2 MOSQUETOES TRAVA DUPLA 53mm DE ABERTURA COM ABSORVEDOR DE ENERGIA	un	0,95	172,27	164,16	0,34	94,71
2389	AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	3,00	49,50	148,50	0,30	95,02
2277	RESPIRADOR DESCARTAVEL SEM VALVULA DE EXALACAO, PFF 1	un	98,80	1,44	142,28	0,29	95,31
856	LUVA RASPA DE COURO CANO CURTO (PUNHO 7cm)	par	12,14	11,59	140,76	0,29	95,59
4433	TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 10 cm (1 x 4") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	81,25	1,62	131,63	0,27	95,86
4268	OPERADOR DE MÁQUINAS E TRATORES DIVERSOS (TERRAPLANAGEM)	h	6,85	18,63	127,66	0,26	96,12
1813	AÇO CA-50 12,5mm VERGALHÃO	kg	27,75	4,56	126,54	0,26	96,38
1839	ACO CA-50 6,3 mm VERGALHÃO	kg	24,34	5,02	122,20	0,25	96,63
2397	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	1,75	58,50	102,39	0,21	96,84
1773	MADEIRA ROLIÇA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO, H = 3m, D = 8 A 11cm (PARA ESCORAMENTO)	un	25,00	4,00	100,00	0,20	97,04
4687	CARPINTEIRO AUXILIAR	h	6,87	14,49	99,55	0,20	97,25
2282	TRAVA-QUEDAS EM AÇO PARA CORDA DE 12mm, EXTENSOR DE 25 x 300 mm, COM MOSQUETÃO TIPO GANCHO TRAVA DUPLA	un	0,64	151,34	96,30	0,20	97,44
2283	AVENTAL DE SEGURANÇA DE RASPA DE COURO 1,00 x 0,60 m	un	2,36	38,25	90,13	0,18	97,63
11728	RIPA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 1 x 2 cm, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	40,63	2,19	88,97	0,18	97,81
857	BOTA DE SEGURANÇA COM BIQUEIRA DE AÇO E COLARINHO ACOLCHOADO	par	1,42	61,82	87,59	0,18	97,99
3215	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHÃO 4,2 A 12,5 mm, COBRIMENTO 20 mm	un	532,34	0,14	74,53	0,15	98,14
11801	VIBRADOR	día	1,00	70,00	70,00	0,14	98,28
11744	MADEIRITE TAPUME 220 x 110 x 12 mm	un	2,00	35,00	70,00	0,14	98,43
11789	TRELIÇA (ESPAÇADOR) H = 8mm	m	15,40	4,16	64,05	0,13	98,56
1765	CARRINHO DE MÃO DE AÇO CAPACIDADE 50 A 60 LITROS, PNEU COM CÂMARA	un	0,47	124,00	58,65	0,12	98,68
4570	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 x 27 (2 1/2 x 11)	kg	4,88	10,33	50,39	0,10	98,78
2450	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	h	883,99	0,05	44,20	0,09	98,87
845	FITA CREPE ROLO DE 25 mm X 50 m	un	6,35	6,92	43,97	0,09	98,96
11737	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 18 x 36	kg	3,25	12,86	41,80	0,09	99,05
2	BALDE PLÁSTICO CAPACIDADE 10 LITROS	un	5,58	7,36	41,08	0,08	99,13
2909	INVERSOR DE SOLDA MONOFASICO DE 160 A, POTÊNCIA DE 5400 W, TENSÃO DE 220 V, TURBO VENTILADO, PROTEÇÃO POR FUSÍVEL TÉRMICO, PARA ELETRODOS DE 2,0 A 4,0 mm	un	0,03	1254,78	39,78	0,08	99,21
1758	AÇO CA-50 16,0 mm VERGALHÃO	kg	7,77	4,56	35,43	0,07	99,28
374	ESMERILHADEIRA ANGULAR ELÉTRICA, DIÂMETRO DO DISCO 7 " (180 mm), ROTAÇÃO 8500 RPM, POTÊNCIA 2400 W	un	0,04	773,40	34,57	0,07	99,35
11788	ESPAÇADOR CARANGUEJO 25mm	mil	0,43	78,00	33,36	0,07	99,42
2963	ESCADA DUPLA DE ABRIR EM ALUMÍNIO, MODELO PINTOR, 8 DEGRAUS	un	0,14	230,87	33,20	0,07	99,49
4569	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 x 21 (2 x 11)	kg	2,97	10,14	30,09	0,06	99,55
95	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 LITROS, CAPACIDADE DE MISTURA 280 LITROS, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO 220/380 V POTÊNCIA 2 CV, SEM CARREGADOR	un	0,01	3300,00	29,37	0,06	99,61
1760	ENERGIA ELÉTRICA ATÉ 2000 KWH INDUSTRIAL, SEM DEMANDA	kw/h	38,38	0,76	29,17	0,06	99,67
2889	ROLO DE LÃ DE CARNEIRO 23 cm (SEM CABO)	un	1,06	27,21	28,80	0,06	99,73
2896	BOLSA DE LONA PARA FERRAMENTAS 50 x 35 x 25 cm	un	0,18	153,23	27,57	0,06	99,78
2910	LIXADEIRA ELÉTRICA ANGULAR, PARA DISCO DE 7 " (180 mm), POTÊNCIA DE 2.200 W, 5.000 RPM, 220 V	un	0,03	797,37	24,64	0,05	99,84

ANEXO 3

Curva ABC do insumo material Sistema Monolítico

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	1 - SISTEMA MONOLÍTICO
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part .	%Acum.
11760	PAINEL MONOLÍTICO	m2	195,09	68,00	13266,12	53,68	53,68
11793	VIGUETAS	vb	1,00	2450,00	2450,00	9,91	63,60
1074	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m3	5,40	280,00	1512,00	6,12	69,71
904	CIMENTO PORTLAND DE ALTO FORNO (AF) CP III-32	kg	3560,04	0,38	1352,81	5,47	75,19
11791	BOMBA ESTACIONÁRIA	dia	0,97	800,00	777,20	3,15	78,33
1878	AÇO CA-50 8,0 MM VERGALHÃO	kg	107,01	5,63	602,44	2,44	80,77
1484	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	m2	44,05	11,13	490,31	1,98	82,76
796	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRARRAPIDA	un	2,00	220,00	440,00	1,78	84,54
11845	CAÇAMBA 7m³	l	39,29	9,98	392,15	1,59	86,12
981	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	661,94	0,55	364,07	1,47	87,60
4719	TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 X 20 CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	un	1,00	350,00	350,00	1,42	89,01
11798	FRETE	m	37,50	8,02	300,75	1,22	90,23
11728	RIPA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 1 X 2 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	125,00	2,19	273,75	1,11	91,34
2434	AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	3,14	57,00	179,18	0,73	92,06
2279	PROTECTOR SOLAR FPS 30, EMBALAGEM 2 LITROS	m	100,00	1,76	176,00	0,71	92,77
11806	VIGA DE PINUS 2 x 3 x 2,5m	un	0,79	218,96	173,48	0,70	93,48
2389	AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	2,75	49,50	136,15	0,55	94,03
1839	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	kg	24,34	5,02	122,20	0,49	94,52
2286	TALABARTE DE SEGURANCA, 2 MOSQUETOES TRAVA DUPLA *53* MM DE ABERTURA, COM ABSORVEDOR DE ENERGIA	un	0,69	172,27	118,33	0,48	95,00
2277	RESPIRADOR DESCARTAVEL SEM VALVULA DE EXALACAO, PFF 1	un	71,24	1,44	102,58	0,42	95,42
856	LUVA RASPA DE COURO, CANO CURTO (PUNHO *7* CM)	par	8,76	11,59	101,49	0,41	95,83
2397	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	1,73	58,50	101,37	0,41	96,24
1773	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 8 A 11 CM (PARA ESCORAMENTO)	un	25,00	4,00	100,00	0,40	96,64
2282	TRAVA-QUEDAS EM ACO PARA CORDA DE 12 MM, EXTENSOR DE 25 X 300 MM, COM MOSQUETAO TIPO GANCHO TRAVA DUPLA	dia	1,00	70,00	70,00	0,28	96,92
11744	MADEIRITE TAPUME 220x110x12mm	un	2,00	35,00	70,00	0,28	97,21
11801	VIBRADOR	un	0,46	151,34	69,45	0,28	97,49

ANEXO 4

Curva ABC do insumo material Sistema Convencional

Obra	20031 - SANTA RITA ESTUDO
Tipo de obra	4 - CONSTRUÇÃO CALURE
Unidade(s) construtiva(s)	2 - SISTEMA CONVENCIONAL
BDI	Não aplicado

Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total	%Part.	%Acum.
1074	CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20mm, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m3	15,64	280,00	4379,20	14,52	14,52
11986	TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 29 cm	un	2667,24	1,00	2667,24	8,84	23,36
11793	VIGUETAS	vb	1,00	2450,00	2450,00	8,12	31,48
981	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	4383,59	0,55	2410,97	7,99	39,48
11791	BOMBA ESTACIONÁRIA	dia	2,81	800,00	2250,96	7,46	46,94
1878	AÇO CA-50 8,0mm VERGALHÃO	kg	371,28	5,63	2090,28	6,93	53,87
1916	AÇO CA-50 10,0mm VERGALHÃO	kg	360,75	4,79	1727,99	5,73	59,60
3204	ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHÃO	kg	360,43	4,75	1712,04	5,68	65,27
2434	AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	24,11	57,00	1374,20	4,56	69,83
4719	TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 20 cm, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	159,38	8,02	1278,21	4,24	74,07
11967	TÁBUA PINUS (12") 30 cm 2,5m BONFIM	m	201,61	5,00	1008,06	3,34	77,41
269	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	kg	3369,17	0,28	943,37	3,13	80,54
11845	CAÇAMBA 7m³	un	4,00	220,00	880,00	2,92	83,45
11988	CANAleta CERÂMICA 14 x 19 x 29 cm	un	542,75	1,40	759,85	2,52	85,97
1484	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 kg/m²), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 mm, LARGURA = 2,45 x 60 m DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 x 15 cm	m2	44,05	11,13	490,31	1,63	87,60
4436	SARRAFO DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 7,5 cm (1 x 3") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	360,33	1,06	381,95	1,27	88,86
2279	PROTETOR SOLAR FPS 30, EMBALAGEM 2 LITROS	un	1,10	218,96	240,57	0,80	89,66
2033	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = 1,20 A 1,70 mm, MALHA 15 x 15 mm, (C X L) 50 x 12 cm	m	76,57	2,93	224,34	0,74	90,41
1898	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	kg	18,61	11,90	221,49	0,73	91,14
11987	MEIO TIJOLO CERÂMICO VEDAÇÃO 14 x 19 x 14 cm	un	271,38	0,70	189,96	0,63	91,77
2286	TALABARTE DE SEGURANÇA, 2 MOSQUETÕES TRAVA DUPLA 53 mm DE ABERTURA, COM ABSORVEDOR DE ENERGIA	un	0,95	172,27	164,16	0,54	92,31
2389	AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	3,00	49,50	148,50	0,49	92,81
2277	RESPIRADOR DESCARTAVEL SEM VALVULA DE EXALACAO, PFF 1	un	98,80	1,44	142,28	0,47	93,28

856	LUVA RASPA DE COURO, CANO CURTO (PUNHO *7* CM)	par	12,14	11,59	140,76	0,47	93,74
4433	TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 2,5 x 10 cm (1 x 4") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	81,25	1,62	131,63	0,44	94,18
1813	AÇO CA-50 12,5 mm VERGALHÃO	kg	27,75	4,56	126,54	0,42	94,60
1839	AÇO CA-50 6,3 mm VERGALHÃO	kg	24,34	5,02	122,20	0,41	95,01
2397	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m3	1,75	58,50	102,39	0,34	95,34
1773	MADEIRA ROLIÇA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO, H = 3 m, D = 8 A 11 cm (PARA ESCORAMENTO)	un	25,00	4,00	100,00	0,33	95,68
2282	TRAVA-QUEDAS EM AÇO PARA CORDA DE 12 mm, EXTENSOR DE 25 x 300 mm, COM MOSQUETÃO TIPO GANCHO TRAVA DUPLA	un	0,64	151,34	96,30	0,32	96,00
2283	AVENTAL DE SEGURANÇA DE RASPA DE COURO 1,00 x 0,60 m	un	2,36	38,25	90,13	0,30	96,29
11728	RIPA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 1 x 2 cm, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	m	40,63	2,19	88,97	0,30	96,59
857	BOTA DE SEGURANÇA COM BIQUEIRA DE AÇO E COLARINHO ACOLCHOADO	par	1,42	61,82	87,59	0,29	96,88
3215	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO 4,2 A 12,5 mm, COBRIMENTO 20 mm	un	532,34	0,14	74,53	0,25	97,13
11801	VIBRADOR	dia	1,00	70,00	70,00	0,23	97,36
11744	MADEIRITE TAPUME 220 x 110 x 12 mm	un	2,00	35,00	70,00	0,23	97,59
11789	TRELIÇA (ESPAÇADOR) H = 8 mm	m	15,40	4,16	64,05	0,21	97,80
1765	CARRINHO DE MÃO DE AÇO CAPACIDADE 50 A 60 LITROS, PNEU COM CÂMARA	un	0,47	124,00	58,65	0,19	98,00
4570	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 x 27 (2 1/2 x 11)	kg	4,88	10,33	50,39	0,17	98,16
845	FITA CREPE ROLO DE 25 mm x 50 m	un	6,35	6,92	43,97	0,15	98,31
11737	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 18 x 36	kg	3,25	12,86	41,80	0,14	98,45
2	BALDE PLÁSTICO CAPACIDADE 10 LITROS	un	5,58	7,36	41,08	0,14	98,59
2909	INVERSOR DE SOLDA MONOFÁSICO DE 160 A, POTÊNCIA DE 5400 W, TENSÃO DE 220 V, TURBO VENTILADO, PROTEÇÃO POR FUSÍVEL TÉRMICO, PARA ELETRODOS DE 2,0 A 4,0 mm	un	0,03	1254,78	39,78	0,13	98,72
1758	AÇO CA-50 16,0 MM, VERGALHÃO	kg	7,77	4,56	35,43	0,12	98,83
374	ESMERILHADEIRA ANGULAR ELÉTRICA, DIÂMETRO DO DISCO 7 " (180 mm), ROTAÇÃO 8500 RPM, POTÊNCIA 2400 W	un	0,04	773,40	34,57	0,11	98,95
11788	ESPAÇADOR CARANGUEJO 25mm	mil	0,43	78,00	33,36	0,11	99,06
2963	ESCADA DUPLA DE ABRIR EM ALUMÍNIO, MODELO PINTOR, 8 DEGRAUS	un	0,14	230,87	33,20	0,11	99,17
4569	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 X 21 (2 X 11)	kg	2,97	10,14	30,09	0,10	99,27
95	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 LITROS, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO 220/380 V POTÊNCIA 2 CV, SEM CARREGADOR	un	0,01	3300,00	29,37	0,10	99,37
1760	ENERGIA ELÉTRICA ATE 2000 KWH INDUSTRIAL, SEM DEMANDA	kw/h	38,38	0,76	29,17	0,10	99,46
2889	ROLO DE LÃ DE CARNEIRO 23 cm (SEM CABO)	un	1,06	27,21	28,80	0,10	99,56
2896	BOLSA DE LONA PARA FERRAMENTAS *50 X 35 X 25* CM	un	0,18	153,23	27,57	0,09	99,65
2910	LIXADEIRA ELÉTRICA ANGULAR, PARA DISCO DE 7 " (180 MM), POTÊNCIA DE 2.200 W, *5.000* RPM, 220 V	un	0,03	797,37	24,64	0,08	99,73
2964	ESCADA EXTENSIVEL EM ALUMÍNIO COM 6,00 M ESTENDIDA	un	0,03	653,82	20,20	0,07	99,80
2883	LINHA DE PEDREIRO LISA 100 M	un	2,01	9,03	18,19	0,06	99,86
1670	REDUTOR TIPO THINNER PARA ACABAMENTO	l	1,06	13,98	14,80	0,05	99,91

2894	SELADOR HORIZONTAL PARA FITA DE ACO 1 "	un	0,04	385,63	13,65	0,05	99,95
2891	ROLO DE ESPUMA POLIESTER 23 CM (SEM CABO)	un	1,06	12,27	12,99	0,04	100,00
1066	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO, POTÊNCIA DE *1600* W, PARA DISCO DE DIAMETRO DE 10" (250 MM)	un	0,00	1163,75	0,93	0,00	100,00
Total da obra							30.163,65