



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE ESTRUTURAL E DE CUSTOS DE
ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO COM
VEDAÇÕES VERTICAIS COM PAINÉIS MONOLÍTICOS
EM EPS E COM BLOCOS CERÂMICOS**

ANDRÉIA GRASIELA FÜHR

São Leopoldo, julho de 2017.

ANDRÉIA GRASIELA FÜHR

**ANÁLISE ESTRUTURAL E DE CUSTOS DE ESTRUTURAS
DE CONCRETO ARMADO COM VEDAÇÕES VERTICAIS
COM PAINÉIS MONOLÍTICOS EM EPS E COM BLOCOS
CERÂMICOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Fonseca Tutikian

Banca examinadora: Prof. Dr. Marco Aurélio Stumpf
Gonzalez

Prof^a. Dra. Ângela Gaio Graeff

São Leopoldo, julho de 2017.

F959a

Führ, Andréia Grasiela

Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais com painéis monolíticos em EPS e com blocos cerâmicos / por Andréia Grasiela Führ. – 2017.

113 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2017.

“Orientador: Dr. Bernardo Fonseca Tutikian.”

1. Painel monolítico em EPS. 2. Sistema de vedação vertical.
3. Estrutura de concreto armado. 4. Poliestireno expandido. I. Título.

CDU: 691.175

“As mais belas descobertas ocorrem quando as
mesmas coisas são vistas com um novo olhar”.
Malu Schneider

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus queridos pais, Vera e Luiz Carlos, que sempre me apoiaram ao longo de toda essa jornada e me incentivaram nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos, Patrícia e Cassiel, que compreenderam minha ausência e me incentivaram.

Ao meu querido marido Everson, que além de todo apoio e compreensão, colaborou muito com dicas sobre os orçamentos elaborados e formatação das planilhas. Obrigada por tudo.

Aos professores da UNISINOS, aos quais tive muita satisfação em conhecer. Em especial ao meu professor orientador, Bernardo Tutikian, pelas orientações e incentivo à pesquisa nesta área do conhecimento.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivos específicos	15
1.3	ESTRUTURA DA PESQUISA	15
1.4	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	BREVE HISTÓRICO DAS CONSTRUÇÕES	17
2.2	DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	18
2.2.1	Cobrimento das armaduras	18
2.2.2	Resistência mecânica à compressão	21
2.2.3	Módulo de elasticidade	23
2.2.4	Ações	24
2.3	SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL	25
2.3.1	Desempenho mecânico dos sistemas de vedação	26
2.4	ALVENARIA EM BLOCOS CERÂMICOS	32
2.5	PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS	33
2.5.1	Poliestireno expandido	37
2.5.2	Armaduras para painéis monolíticos em EPS	38
2.5.3	Argamassa de revestimento	41
2.6	CUSTOS	43
3	MÉTODO DE PESQUISA	46
3.1	MATERIAIS UTILIZADOS NOS PAINÉIS MONOLÍTICOS EM EPS	47
3.2	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS	49
3.3	EDIFICAÇÕES ANALISADAS	49
3.4	DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	51
3.5	ANÁLISE DE CUSTOS	53
4	RESULTADOS	57
4.1	ANÁLISE ESTRUTURAL	57
4.1.1	Quantitativos de Concreto	57
4.1.2	Quantitativos de Aço	61
4.2	ANÁLISE DE CUSTOS	64
4.2.1	Edificação A	65
4.2.2	Edificação B	67
5	CONCLUSÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
	ANEXO A	74
	ANEXO B	75
	ANEXO C	76
	ANEXO D	87
	ANEXO E	99
	ANEXO F	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classe de agressividade ambiental.....	19
Tabela 2 – Cobrimento nominal das armaduras para os diferentes elementos estruturais e classes de agressividade ambiental.....	20
Tabela 3 – Valores mínimos de resistência à compressão para estruturas de concreto armado, em relação à classe de agressividade.....	22
Tabela 4 – Classificação da durabilidade dos concretos em relação à resistência à compressão.....	23
Tabela 5 – Critérios e níveis de desempenho quanto a deslocamentos e ocorrência de falhas sob ação de cargas de serviço.....	27
Tabela 6 – Cargas de ensaio e critérios para peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão.....	28
Tabela 7 – Impactos de corpo mole para vedações verticais externas (fachadas) de edifícios com mais de um pavimento.....	29
Tabela 8 – Impacto de corpo mole para vedações verticais internas.....	30
Tabela 9 – Impacto de corpo duro para vedações verticais externas (fachadas).....	31
Tabela 10 – Impacto de corpo duro para vedações verticais internas.....	32
Tabela 11 – Massa de corpo percussor de impacto, altura e energia de impacto.....	32
Tabela 12 – Tipos de EPS.....	37
Tabela 8 – Custos unitários dos insumos e serviços.....	54
Tabela 8 – Quantitativos de concreto das edificações A-1 e A-2.....	58
Tabela 9 – Quantitativos de concreto das edificações B-1 e B-2.....	60
Tabela 10 – Quantitativos de aço das edificações A-1 e A-2.....	62
Tabela 11 – Quantitativos de aço das edificações B-1 e B-2.....	63
Tabela 12 – Resumo dos orçamentos das Edificações A-1 e A-2.....	66
Tabela 13 – Resumo dos orçamentos das Edificações B-1 e B-2.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Detalhe típico de ligação da estrutura de concreto armado com a alvenaria.	26
Figura 2 – Painel monolítico em EPS.....	34
Figura 3 – Montagem painéis monolíticos em EPS.	35
Figura 4 – Tipos de sistemas monolíticos de acordo com o conector utilizado.	39
Figura 5 – Tipos de conectores.....	40
Figura 6 – Estudo de conectores.....	41
Figura 7 – Esquema do método de pesquisa adotado.....	46
Figura 8 – Tipo de placa de EPS utilizada.....	47
Figura 9 – Painel monolítico em EPS considerado.	48
Figura 10 – Bloco cerâmico considerado.	49
Figura 11 – Edificação A.....	50
Figura 12 – Edificação B.....	51
Figura 12 – Gráfico da comparação do volume de concreto entre a edificação A-1 e A-2	59
Figura 13 – Gráfico da comparação do volume de concreto entre a edificação B-1 e B-2.....	61
Figura 14 – Gráfico da comparação do peso do aço entre a edificação A-1 e A-2.....	63
Figura 15 – Gráfico da comparação do peso do aço entre a edificação B-1 e B-2.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

CUB: Custo Unitário Básico

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

EPS: poliestireno expandido

SINDUSCON-RS: Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul

SINAT: Sistema Nacional de Avaliação Técnica

SVVIE: Sistemas de vedação vertical internos e externos

SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

RESUMO

FÜHR, A.G. **Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações com painéis monolíticos em EPS e com blocos cerâmicos.** São Leopoldo, 2017. 102 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo. 2017.

É crescente a preocupação com o desempenho das edificações concomitantemente com os danos causados ao meio ambiente durante a execução de uma obra. No âmbito do conceito do tripé da sustentabilidade é de extrema importância analisar os materiais que compõem uma edificação, pois estes influenciam os fatores que podem reduzir custos, melhorar o desempenho da edificação e minimizar os impactos ambientais. Com o intuito de melhorar o desempenho térmico, reduzir o peso próprio e reduzir custos com a estrutura, podem ser utilizados painéis monolíticos com núcleo de poliestireno expandido (EPS) como vedações verticais. Os painéis monolíticos são compostos por um núcleo de EPS, envolto por malha metálica e camadas interna e externa de revestimento argamassado, composto por fibras de polipropileno. Foi analisada a influência no dimensionamento da estrutura e nos custos da obra com painéis monolíticos em EPS e paredes convencionais de alvenaria de blocos cerâmicos. Esta análise foi realizada a fim de verificar a redução do volume de concreto, do peso de aço e no custo total da obra, ao utilizar este sistema. Para tal finalidade, foi utilizado um projeto de uma edificação multiresidencial de 4 pavimentos com área total de 1432,00m² e outro projeto de um condomínio horizontal com área total de 600,43m², avaliando duas tipologias. A partir destes projetos foi dimensionada cada edificação com as vedações verticais em blocos cerâmicos e painéis monolíticos em EPS. Os modelos de cálculo foram analisados, para quantificar o total de concreto e aço em cada opção. Através da análise do quantitativo de concreto observou-se uma redução de 10,69% na edificação de 4 pavimentos e 7,23% no condomínio horizontal com os painéis monolíticos de EPS. Já no quantitativo de aço, a diferença foi um pouco menor, de 6,02% na edificação de 4 pavimentos e 1,69% no condomínio horizontal. Os painéis monolíticos em EPS também apresentaram vantagens em relação ao orçamento total da estrutura e vedações e em relação ao tempo de execução da obra. O orçamento da edificação de 4 pavimentos com vedações verticais em EPS ficou 4,92% mais barata, o que representa uma economia de R\$ 30.698,08. E o tempo de execução foi reduzido em 19 dias, adotando este sistema. Já no orçamento do condomínio horizontal, a diferença foi semelhante, de 4,90%, o que representa uma economia de R\$ 12.227,74. E o tempo de execução desta edificação seria reduzido em 18 dias.

Palavras-chave: Painéis monolíticos em EPS; Sistemas de vedação vertical; Estruturas de concreto armado.

ABSTRACT

FÜHR, A. G. **Analysis of mechanical performance of a building with reinforced concrete structure and seals with Monolithic panels EPS**. São Leopoldo, 2017. 102 sheets. Dissertation (Master Degree in Civil Engineering) – Postgraduate Civil Engineering Program, Unisinos, São Leopoldo.

There is growing the concern about the performance of buildings concomitantly with the damage caused to the environment during the execution of a work. Under the concept of the triple bottom line, it is extremely important to analyse the materials that make up a building, as they influence the factors that can reduce costs, improve performance of the building and minimize environmental impacts. In order to improve thermal performance, reduce your weight and reduce costs with the structure can be used monolithic panels in EPS and vertical seals. Monolithic EPS panels comprise a core of expanded polystyrene (EPS), surrounded by metal mesh and a coating layer. It will be consideration to influence of the structure and cost of the work is the masonry walls were replaced by monolithic panels in EPS. For this purpose, it will be used a design of a building of 4 floors with área of 1342,00 m² and another project of a horizontal condominium with a total area of 600,43m², evaluating two typologies. From this projects was dimensioned the structure with walls in ceramic blocks and monolithic panels in EPS. The calculation models were analyzed to quantify the total concrete and steel in each option. The concrete quantitative analysis showed a reduction of 10,69% in the building of 4 floors and 7,23% in the condominium with the monolithic panels of EPS. In the quantity of steel, the difference was slightly lower, of 6,02% in the building of 4 floors and 1,69% in the horizontal condominium. EPS monolithic panels also had advantages over the total budget of the structure and fences and in relation to the execution time of the work. The budget of the building with 4 floors was 4,92% cheaper, which represents a saving of R\$ 30.698,08. And the execution time was reduced by 19 days, adopting this system. In the horizontal condominium budget, the difference was similar, of 4,90%, which represents a saving of R\$ 12.227,74. And the execution time of this building would be reduced in 18 days.

Key-words: Concrete Insulated panels with EPS; Sealing systems; Reinforced concrete structures.

1 INTRODUÇÃO

O sistema convencional de construção gera grande quantidade de resíduos e impacto ambiental. A preocupação com o meio ambiente, somada às estratégias políticas e econômicas da indústria, impulsionou a busca pela produção mais limpa. De acordo com CETESB (2010), a produção mais limpa consiste em aplicar estratégias ambientais preventivas e integradas aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar sua eficiência e reduzir impactos ambientais.

Além da busca pela produção mais limpa, o setor da construção civil também é impulsionado pelo desafio de implantar novas tecnologias que possibilitem construir mais rápido, mais barato, e, ao mesmo tempo, prezar pela qualidade da edificação (BERTOLDI, 2007).

Diante deste cenário, uma alternativa para reduzir os resíduos de uma edificação e melhorar seu desempenho térmico, reduzir o peso próprio da estrutura e executar uma edificação de forma mais rápida que o sistema convencional é a adoção de um sistema composto por placas de EPS, malhas de aço e argamassa – conhecido como painéis monolíticos de EPS, ou painéis sanduiches. De acordo com Chen *et. al.* (2015), este tipo de painel é eficiente na indústria da construção civil devido às características que o permitem ser ambientalmente sustentável, econômico, de fácil instalação, proporciona isolamento térmico e diminui a absorção de umidade.

Os painéis monolíticos em EPS podem ser utilizados como sistema de vedação vertical ou horizontal, podendo ser estruturais ou apenas de vedação. Neste estudo serão explorados os painéis utilizados como vedação vertical. Sistemas de vedação vertical, de acordo com a NBR 15575-4 (ABNT, 2013), são partes da edificação que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, como as fachadas e as divisórias internas, porém estes não possuem função estrutural.

O sistema composto por placas de poliestireno expandido, telas eletrosoldadas e argamassa foi desenvolvido na Itália, com o intuito de resistir aos abalos sísmicos incidentes na região e proporcionar isolamento térmico. No Brasil, apesar de não haver condições tão desfavoráveis, o sistema foi adaptado, mas ainda é pouco utilizado (FERNANDES, 2016).

Conforme Mano (1999), o poliestireno expandido – EPS – é um plástico celular rígido que resulta da polimerização do estireno em água. Desta reação resultam pérolas de até

5mm que tendem a expandir em até 50 vezes o seu tamanho original. As pérolas fundem-se e adaptam-se às mais variadas formas. Este material é branco, inodoro, reciclável e não poluente. Reis *et al* (2006) salientam que o volume das pérolas é composto por 98% de ar e 2% de poliestireno.

O EPS possui baixa densidade, entre 9 kg/m³ e 40 kg/m³ e resistência à compressão entre 70 kPa a 140 kPa. Estas características proporcionam baixo peso próprio, bom isolamento térmico, baixa absorção de água e umidade. Além disso, este material é compatível com muitos materiais de construção, como cimento, gesso, cal e água. Novais *et al* (2015) compararam uma residência de alvenaria com outra de painéis monolíticos em EPS, e a redução da temperatura foi de 7 °C no verão, utilizando placas de EPS com 7 cm de espessura e densidade de 14,0 kg/m³.

Ao mesmo tempo que se busca um material com bom desempenho e sustentável, é importante analisar o custo deste sistema. Sabe-se que o conhecimento do custo é um forte indicador da viabilidade de um sistema construtivo. Mascaró (2010) afirma que os planos verticais representam 45% dos custos de um empreendimento de construção civil, pois apresentam alternativas tanto para o projeto arquitetônico quanto para a escolha de materiais e podem ser aprimorados em qualidade e quantidade. Contudo, é importante conhecer o impacto que a escolha do material de vedação causa nos demais sistemas, como a estrutura e a fundação. Pois o peso próprio das vedações verticais influencia significativamente o cálculo da estrutura de uma edificação.

Neste estudo foi analisada a utilização dos painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação vertical. Foram estudados os materiais que compõem o sistema e adotada uma composição com potencial para ser utilizada como vedação vertical. Com esta composição de painel monolítico em EPS foram realizadas simulações de dimensionamento estrutural para comparar a diferença que o peso próprio gera na estrutura de concreto armado, em relação à alvenaria de blocos cerâmicos. Para tal finalidade, foi utilizado o projeto de uma edificação multiresidencial, com 4 pavimentos e área total de 1432,00 m² e um condomínio horizontal com 600,43m². A viabilidade do emprego deste tipo de vedação vertical foi avaliada através da análise dos custos destas edificações. Para a composição dos custos levou-se em consideração os materiais que compõem os dois sistemas de vedação vertical, o volume de concreto e o peso de aço da estrutura de concreto armado e a mão de obra necessária para executar cada sistema.

Os custos da edificação foram analisados através da comparação do valor final da estrutura em concreto armado e vedações verticais com blocos cerâmicos, e das edificações

com painéis monolíticos em EPS. Para a análise dos benefícios foram consideradas a agilidade de execução, a sustentabilidade do processo e eficiência do sistema construtivo estudado em relação ao sistema convencional.

1.1 JUSTIFICATIVA

A preocupação com a grande geração de resíduos gerada pela indústria da construção civil leva à procura de materiais alternativos que possuam um bom desempenho e reduzam os impactos ambientais. Com a utilização dos painéis com EPS é possível reduzir sobras de materiais, pois o sistema, em parte, é industrializado. Os painéis são cortados no tamanho necessário e as instalações elétricas e hidrossanitárias são embutidas através do aquecimento do material (REIS, 2006).

A base da indústria da construção civil, no Brasil, é de sistemas convencionais, que utilizam mão de obra intensiva no canteiro. Desta forma, o desperdício atinge altos índices. O sistema composto por painéis monolíticos colabora para evitar desperdícios e aumentar a qualidade e produtividade dos componentes de uma edificação (FERNANDES, 2016).

De acordo com Bertoldi (2007), a indústria da construção civil no Brasil tem apresentado inovação em alguns setores, como os pré-fabricados e drywall. No entanto, a utilização destas técnicas ainda é muito restrita, devido ao alto custo e falta de mão de obra especializada. Neste sentido, busca-se desenvolver um sistema que seja de fácil execução e baixo custo. Como o revestimento é aplicado através de projetor mecânico, reduz a mão de obra necessária para a aplicação, permitindo ganhos de produtividade e qualidade.

Após a NBR 15575 (ABNT, 2013) ter entrado em vigor, é crescente a preocupação em atender aos requisitos de desempenho e proporcionar mais conforto e segurança aos usuários das edificações. A NBR 15575 (ABNT, 2013) apresenta critérios de durabilidade dos sistemas, manutenibilidade da edificação, conforto tátil e antropodinâmico aos usuários.

O sistema com painéis em EPS é leve, o que confere à edificação economia em estrutura e/ou fundação. Segundo Bertoldi (2007), ao analisar elementos de vedação, para se ter a transmitância térmica de $1,266 \text{ W/m}^2\text{K}$, uma parede de alvenaria de tijolos cerâmicos deveria ter a espessura de 280 mm. Já para o painel com EPS, precisa ter de 25 mm, ou seja, cerca de 10% da espessura. Sistemas construtivos mais leves proporcionam execuções mais rápidas, ocupam menos espaço, o que é útil em grandes centros urbanos.

Outro desafio da construção civil, segundo Rego (2010), é de reduzir custos, sem prejudicar o desempenho da edificação. Desta forma, espera-se otimizar o custo final da obra através da utilização de painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação.

1.2 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar o sistema monolítico em EPS quanto a utilização em vedações verticais e comparar sua utilização e influência na estrutura de concreto armado com a alvenaria de blocos cerâmicos. Foi analisada a influência que a redução do peso próprio gera no volume de concreto armado e no peso de aço e a influência nos custos em relação aos materiais, mão de obra e tempo de execução. Esta comparação entre o sistema convencional de alvenaria de vedação e os painéis monolíticos em EPS foi realizada através da análise estrutural de duas edificações lançadas com os correspondentes pesos próprios das vedações verticais e através do orçamento destas edificações.

1.2.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Comparar o dimensionamento de uma edificação multiresidencial de 4 pavimentos e outra horizontal com o sistema monolítico em EPS e com alvenaria convencional de blocos cerâmicos;
- avaliar a influência da redução do peso das vedações verticais na estrutura de concreto armado;
- comparar os custos do sistema monolítico em EPS com a alvenaria convencional de blocos cerâmicos.

1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

A dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos:

- capítulo 1: apresenta uma introdução sobre os painéis monolíticos em EPS, sua composição e características do sistema. Ainda apresenta a justificativa, objetivos, estrutura da dissertação e delimitação;
- capítulo 2: intitulado revisão bibliográfica, tem por objetivo o conhecimento sobre os materiais constituintes do sistema, bem como suas aplicações;

- capítulo 3: denominado método de pesquisa, apresenta as diretrizes adotadas para o desenvolvimento da pesquisa, bem como as normas norteadoras;
- capítulo 4: apresenta os resultados obtidos, bem como a análise e discussão destes.
- capítulo 5: no último capítulo foram apresentadas as conclusões deste estudo e sugestões para trabalhos futuros.

1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Nesta pesquisa foi analisada apenas a influência que a utilização dos painéis monolíticos em EPS gera em relação à estrutura de concreto armado, execução e custos. Não foram avaliadas as propriedades anti-chamas, térmicas e acústicas do sistema.

O sistema vertical considerado terá a função de vedação, não será estrutural. Para suporte das cargas atuantes na edificação foi considerada estrutura de concreto armado, pois este estudo visa analisar a influência da adoção dos painéis monolíticos em EPS nos outros sistemas, como estrutura de concreto armado e fundações.

No sistema de vedação vertical também não foram incluídas as esquadrias, apenas as paredes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados os assuntos relacionados a esta pesquisa, cujo foco é a avaliação da influência do peso próprio das vedações verticais na estrutura de concreto armado. Serão comparadas vedações verticais em blocos cerâmicos e com painéis monolíticos em EPS, bem como a influência nos custos da utilização destes materiais.

2.1 BREVE HISTÓRICO DAS CONSTRUÇÕES

A história mostra a evolução natural das construções. Inicialmente, eram abertas cavernas, depois foram executados palácios, catedrais, pontes e viadutos, mesmo sem existir nenhuma escola de engenharia. As edificações eram executadas com base na experiência, na prática de construir e na visualização do comportamento das estruturas existentes. Desta forma, a construção era empírica e intuitiva. Com o passar do tempo, iniciou-se a utilização de pedras no seu estado natural, cortadas e aparelhadas, unidas através de argamassas pobres, o que contribuiu para a execução de estruturas com menor dimensão e facilitou o manuseio. A partir de então, surgiram as casas construídas com terra, tijolos de barro cozidos ao sol e posteriormente, cozidos em fornos. Este material foi aprimorado e deu origem aos blocos de barro com diferentes formas e texturas (SANTOS & SILVA, 2008).

Entre 1700 e 1900 a alvenaria foi aprimorada e surgiu o conceito de alvenaria armada, que possibilitou a construção de edificações mais altas. A primeira edificação a utilizar este material, de acordo com Lourenço (1999), foi o Edifício Pantheon, em Paris. Na sequência, foram executadas pontes em Paris e o túnel sob o rio Tamisa em Londres, com colunas de ventilação compostas por paredes com espessura de 75 cm, armadas verticalmente com barras de aço de 25 mm de diâmetro. Outro exemplo, é a igreja de Saint Jean de Montmartre, em Paris, a qual foi executada em alvenaria armada, composta por tijolos furados e barras de aço verticais, que resultaram em paredes de 12 cm de espessura. Em 1981 foi executado o edifício Modadnock Building, em Chicago, com 16 pavimentos e com as paredes da base com 1,82 m de espessura.

Por aproximadamente 60 anos não houveram inovações significativas no processo de produção da alvenaria. No entanto, durante este período, desenvolveu-se a tecnologia do concreto armado, possibilitando a execução de obras mais esbeltas e mais altas. Então, conforme Lourenço (1999), difundiu-se a utilização de estruturas de concreto armado e dos tijolos cerâmicos com função de vedação.

Hoje, o concreto armado é utilizado intensamente em obras com as mais variadas finalidades: habitacionais, comerciais e de infraestrutura. Segundo Pedroso (2009), a produção de concreto em centrais dosadoras atingiu 30 milhões de m³ por ano em 2009. Em 2014, Mehta e Monteiro (2014) indicam um consumo mundial de concreto na ordem de 19 bilhões de toneladas. Atribui-se este grande consumo a diversos fatores, sendo os principais a versatilidade de uso e a facilidade de obtenção dos componentes. Além disso, no estado endurecido, o concreto apresenta resistência similar a rochas naturais (MARCOLIN, 2006).

No entanto, é crescente a procura por sistemas construtivos com menor espessura (ou seja, que ocupem menos espaço), bem como que garantam um bom isolamento térmico e acústico e não agridam tanto o meio ambiente. Um sistema construtivo explorado no Brasil na última década, é o sistema conhecido como painéis monolíticos em EPS. Segundo Reis *et al* (2006), este sistema busca atender exigências normativas de desempenho estrutural, de conforto térmico e de baixa permeabilidade.

2.2 DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Para auxiliar o dimensionamento da estrutura de concreto armado estão disponíveis no mercado alguns softwares de cálculo. Neste estudo será explorada a ferramenta de cálculo Eberick V10. De acordo com a AltoQI (2016), o eberick V10 é utilizado para projetos estruturais em concreto armado moldado in-loco e pré-moldado. Inclui as etapas de lançamento estrutural, análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais. Este software possui um sistema gráfico de entrada de dados, associado à análise da estrutura em um modelo de pórtico espacial. No dimensionamento são considerados os requisitos da NBR 6118 (ABNT, 2014) e é possível a visualização tridimensional da estrutura modelada.

Para dimensionar corretamente uma estrutura de concreto armado é necessário atender algumas exigências normativas. Além disso, Mehta e Monteiro (2014), salientam a importância da abordagem do ciclo de vida desde o projeto e dimensionamento até a execução das estruturas, a fim de prezar pela durabilidade, evitando deteriorações precoces. Este assunto é bastante extenso, portanto, neste capítulo serão abordados apenas os itens necessários para o dimensionamento das estruturas estudadas.

2.2.1 Cobrimento das armaduras

O cobrimento das armaduras está vinculado à classe de agressividade ambiental. Segundo a ABNT 6118:2014, *“a agressividade do meio está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas,*

variações volumétricas de origem térmica, de retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas”. A agressividade varia de acordo com o local em que a edificação se encontra e as características físicas do local, como a temperatura, pressão atmosférica, umidade, concentração de agentes que deterioram as estruturas de concreto armado, como os cloretos, entre outros. A Tabela 1 apresenta as classes de agressividade ambiental.

Tabela 1 – Classe de agressividade ambiental.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana a,b	Pequeno
III	Forte	Marinha a	Grande
		Industrial a,b	
IV	Muito Forte	Industrial a,c	Elevado
		Respingos de maré	
<p>a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).</p> <p>b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade</p>			

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014, pg. 38, adaptado pela autora).

A classe I, nomeada zona de agressividade fraca, engloba ambientes rurais ou submersos. Estes ambientes apresentam baixo potencial de deterioração devido à reduzida presença de agentes agressores, como gases poluentes, indústrias com emissões de gases contaminantes, queima de combustíveis fósseis e outros elementos que aceleram a degradação das estruturas de concreto armado (HELENE, 1993).

Quanto às estruturas submersas, de acordo com Figueiredo e Meira (2013), os poros do concreto ficam saturados, o que dificulta a entrada de agentes deletérios na estrutura. Além disso, em poros saturados, praticamente não há presença de oxigênio, o que minimiza a ocorrência de corrosão das armaduras.

A zona de agressividade moderada, classificada segunda a NBR 6118 (ABNT, 2014) como classe II, engloba as zonas urbanas, com baixo risco de deterioração das estruturas. Nestes ambientes encontram-se gases, segundo Kulakowski (2002), como o gás sulfídrico (H₂S), dióxido de enxofre (SO₂) e o gás carbônico (CO₂). O dióxido de carbono resulta de processos que utilizam queima de óleo combustível, refinarias de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa, de papel e fertilizantes. O dióxido de nitrogênio resulta de processos de combustão envolvendo veículos automotores, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás e incinerações. E a principal fonte de produção do gás carbônico é a combustão incompleta em veículos automotores.

A classe III, denominada zona de agressividade forte, engloba as edificações localizadas em área marinha ou industrial, com grande risco de deterioração (NBR 6118, ABNT, 2014).

Em ambientes marinhos predominam íons cloreto, sendo que a concentração destes diminui à medida que há o afastamento da costa. Helene (1993) afirma que a velocidade de corrosão em ambientes marinhos é na ordem de 30 a 40 vezes maior que a encontrada na zona de agressividade fraca.

A quarta classe, conhecida como zona de agressividade muito forte, abrange áreas industriais e respingos de maré e apresenta elevado risco de deterioração das estruturas de concreto armado. A NBR 6118 (ABNT, 2014), abrange nesta classe as indústrias que produzem materiais químicos altamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, armazéns de fertilizantes e branqueamento em indústria de celulose e papel.

Após enquadramento da edificação a ser analisada na devida na devida classe de agressividade ambiental, a NBR 6118 (ABNT, 2014) determina o cobrimento mínimo das armaduras de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Cobrimento nominal das armaduras para os diferentes elementos estruturais e classes de agressividade ambiental.

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	III	IV ³⁾
		Cobrimento nominal (mm)			
Concreto armado	Laje ²⁾	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ⁴⁾	30		40	50
	Laje	25	30	40	50

Concreto protendido ¹⁾	Viga/Pilar	30	35	45	55
¹⁾ Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado. ²⁾ Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassas de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros as exigências desta Tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitando um cobrimento nominal ≥ 15 mm. ³⁾ Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm. ⁴⁾ No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.					

Fonte: NBR 6118:2014.

Além do cobrimento mínimo exigido pela NBR 6118 (ABNT, 2014), é necessário observar que este parâmetro influencia na durabilidade da estrutura de concreto. No estudo de Pacheco (2016) buscou-se verificar o cobrimento mínimo especificado pela norma para cada classe de agressividade ambiental, visando garantir 50 anos de vida útil das estruturas. Os ensaios realizados apontaram que para as classes de agressividade III e IV, as especificações normativas são adequadas. No entanto nos ensaios de deterioração o comportamento das amostras foi distinto. No ensaio em que as amostras ficaram expostas à ação dos íons cloretos, estas apresentaram deterioração rápida, atingindo os valores previstos pelas zonas de agressividade no máximo aos 72 dias. Já as amostras expostas ao gás carbônico, permaneceram em análise por 110 dias e durante este período não foi verificada frente de carbonatação prevista para a classe de agressividade IV. Desta forma, conclui-se que há variação no cobrimento necessário nas classes de agressividade em função da classe do concreto e suas especificações de resistência à compressão, relação água/cimento e consumo de cimento.

2.2.2 Resistência mecânica à compressão

Após definido o cobrimento mínimo para as armaduras, é necessário definir outro parâmetro básico para o dimensionamento de estruturas de concreto armado: a resistência mecânica à compressão. Andrade e Tutikian (2011) definem a resistência mecânica à compressão como “a capacidade de o material suportar as cargas aplicadas sobre ele, sem que o mesmo entre em ruína” e “a carga máxima aplicada sobre um corpo de prova”.

A resistência à compressão é obtida através de ensaios. No entanto, A NBR 6118 (ABNT, 2014) determina que, na ausência de resultados experimentais, pode-se adotar o resultado obtido da equação 1.

Equação 1:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

Onde:

f_{cd} é a resistência à compressão de cálculo do concreto;

f_{ck} é a resistência à compressão característica do concreto, aos 28 dias;

γ_c é um coeficiente de ponderação, apresentado na tabela 12.1 da NBR 6118:2014.

Basheer, Kropp e Cleland (2001) afirmam que elevadas resistências mecânicas à compressão são obtidas em concretos com baixa porosidade. Geralmente, concretos com baixa porosidade apresentam valores reduzidos de relação água/cimento, o que contribui para aumentar o desempenho e a vida útil do concreto.

A resistência mínima à compressão é definida pela NBR 6118 (ABNT, 2014), conforme apresentado na Tabela 3. Estes valores variam de acordo com a classe de agressividade em que a estrutura a ser dimensionada se encontra.

Tabela 3 – Valores mínimos de resistência à compressão para estruturas de concreto armado, em relação à classe de agressividade.

Classe de Agressividade	Resistência à compressão mínima para concreto armado (MPa)
I	≥ 20
II	≥ 25
III	≥ 30
IV	≥ 40

Fonte: NBR 6118:2014

Nota-se que a resistência à compressão mínima é maior nas classes de agressividade ambiental mais severas, a fim de evitar que a agressividade do ambiente atinja o concreto e o aço que compõem a estrutura. Esta característica influencia na durabilidade da estrutura. Helene

(1993) classifica a durabilidade dos concretos em relação a sua resistência mecânica à compressão conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Classificação da durabilidade dos concretos em relação à resistência à compressão.

Classificação	Resistência característica à compressão (MPa)
Concretos duráveis	> 35
Concretos normais	Entre 20 e 35
Concretos deficientes	< 20

Fonte: Helene (1993)

2.2.3 Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade do concreto relaciona a tensão aplicada à deformação instantânea obtida. Este é determinado experimentalmente, com os requisitos impostos pela NBR 8522 (ABNT, 2008). Basheer, Kropp e Cleland (2001), conceituam o módulo de elasticidade como o crescimento linear das deformações sob carregamento.

Na ausência de ensaios, a NBR 6118 (ABNT, 2014), estipula que o módulo de elasticidade do concreto seja calculado conforme as equação 2 e 3, para concretos com f_{ck} de 20 a 50MPa.

Equação 2:

$$E_{ci} = \alpha_E \cdot 5600 \sqrt{f_{ck}}$$

Onde:

E_{ci} é a secante inicial da curva tensão-deformação;

$\alpha_E = 1,0$ para granito e gnaisse;

f_{ck} é a resistência à compressão característica do concreto, aos 28 dias.

Equação 3:

$$E_{cs} = \alpha_i \cdot E_{ci}$$

Onde:

E_{cs} é o módulo de elasticidade secante.

Já para o aço, caso não haja resultados experimentais, a NBR 6118 (ABNT, 2014), admite que se adote o valor de 210 GPa.

2.2.4 Ações

Ação, segundo Carvalho e Figueiredo (2012), é um conjunto de influências capazes de produzir tensões e deformações em uma estrutura. Estas podem ser permanentes ou variáveis.

As ações permanentes atuam durante toda a vida útil da estrutura, com valores praticamente constantes. São subdivididas em diretas e indiretas. São consideradas ações diretas o peso próprio da estrutura, o peso próprio de elementos construtivos fixos (como as paredes, revestimentos e esquadrias) e empuxos permanentes. E entre as ações indiretas estão a retração e fluência do concreto, imperfeições geométricas globais e locais, deslocamento de apoios, entre outras (NBR 6118, ABNT 2014).

A NBR 6118 (ABNT, 2014), classifica as ações variáveis como as decorrentes de cargas acidentais, conforme o uso da edificação. Estas também são subdivididas entre ações diretas e indiretas. As diretas estão relacionadas às cargas acidentais previstas para o uso da edificação, como a ocupação do ambiente (móveis e ocupantes) a ação do vento e da água. Já as indiretas ocorrem devido à variação da temperatura e por ações dinâmicas.

A NBR 6118 (ABNT, 2014), recomenda que as ações sejam majoradas pelo coeficiente γ_f . Este coeficiente é determinado de acordo com a equação 4.

Equação 4:

$$\gamma_f = \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f2} \cdot \gamma_{f3}$$

Onde:

γ_{f1} : considera a variabilidade das ações;

γ_{f2} : considera a simultaneidade das ações;

γ_{f3} : considera os erros de avaliação das ações.

O carregamento a ser lançado na estrutura de concreto armado é resultante de uma combinação. Segundo Carvalho e Figueiredo (2012), esta combinação das ações deve considerar os efeitos mais desfavoráveis para a estrutura.

2.3 SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL

O sistema de vedação vertical possui a função de compartimentar a edificação e proporcionar aos ambientes a característica para o adequado desenvolvimento da atividade para a qual foi projetado. Logo, esse sistema ocupa uma posição estratégica na edificação, pois possui interface com outros subsistemas, como o elétrico, hidrossanitário, de impermeabilização e estrutura (REGO, 2010).

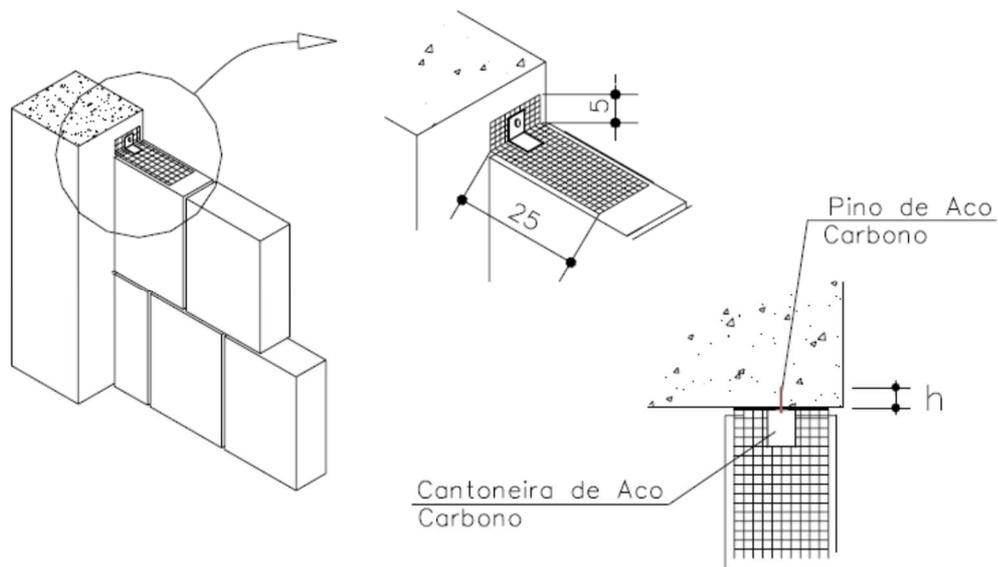
Além destas características, o desempenho de uma edificação também é fortemente influenciado pelo sistema de vedação vertical, pois as paredes condicionam características ligadas ao conforto acústico, higrotérmico, segurança de utilização (devido à característica de compartimentação) e pelo desempenho estético (REGO, 2010).

Oliveira e Mitidieri (2012) salientam que os projetos das edificações devem ser elaborados com o enfoque no desempenho. No Brasil, em grande parte, definem-se as questões arquitetônicas do projeto e posteriormente procura-se atender às exigências de desempenho. No entanto, este setor procura readequação devido às exigências dos consumidores, empreendedores e da norma de desempenho (NBR 15575, ABNT 2013).

Diante deste cenário, Oliveira e Mitidieri (2012) sugerem que durante o projeto sejam estabelecidos os critérios a serem atendidos pelo empreendimento e que seja avaliada a durabilidade e manutenibilidade da edificação. Para este fim, é importante fiscalizar os produtos adquiridos e especificar estes de acordo com o catálogo técnico, para o seu correto emprego. O mesmo se aplica a sistemas inovadores, onde é necessário conhecer as características do sistema para assim utilizá-lo de maneira adequada e aproveitar todo o seu potencial. Uma referência de pesquisa sobre as características de sistemas inovadores é o Documento de Avaliação Técnica (DATec).

Quanto à execução, para que o desempenho do sistema de vedação vertical seja satisfatório também são necessários alguns cuidados. Como a interface entre as paredes e a estrutura de concreto armado. Neste aspecto é necessário atentar para a dimensão dos dois elementos e, durante a execução, a ligação entre eles. A ligação entre a estrutura de concreto armado e a alvenaria de tijolos cerâmicos, segundo Rego (2010), pode ser executada com peças de malhas metálicas fixadas à estrutura através de pequenas cantoneiras, como indicado na Figura 01, ou através de fios “cabelo”.

Figura 1 – Detalhe típico de ligação da estrutura de concreto armado com a alvenaria.



Fonte: Rego. (2010, p. 16)

Uma edificação é dividida em diversos subsistemas, tais como: fundações, estrutura, vedações verticais, vedações horizontais, instalações elétricas e hidrossanitárias, esquadrias, impermeabilização, revestimentos e cobertura. Segundo Fernandes (2016), um sistema construtivo pode ser denominado abrangente ou global quando incorpora mais de dois subsistemas. Esse é o caso das paredes com função estrutural, que possuem a função de vedação e de estrutura. O sistema explorado nesta pesquisa, vedações verticais, é classificado como restritivo ou parcial, pois apresenta uma função.

2.3.1 Desempenho mecânico dos sistemas de vedação

O comportamento do EPS é complexo quando submetido à compressão. Segundo Chen e Hao (2014), a curva de tensão-deformação à compressão do EPS pode ser dividida em três zonas: zona elástica, zona de compactação e zona de densificação. Ao aumentar a

densidade, o módulo de elasticidade à compressão também aumenta. Para o EPS com densidade de 13,5 kg/m³, o coeficiente de elasticidade é 900 kPa e a resistência à compressão é de 40 kPa.

De acordo com a NBR 15575-4 (ABNT, 2013), painéis estruturais pré-fabricados devem ser ensaiados nas mesmas condições do emprego na obra, com a altura prevista para o pé direito e largura mínima de 1,20 m, ou de cinco vezes a espessura para paredes monolíticas. A resistência de painéis estruturais deve ser verificada a partir de três ensaios, a solicitação é calculada de acordo com a equação 5. Em edificações até cinco pavimentos, a carga vertical no topo da parede deve ser prevista com a excentricidade acidental $e(a) = b/30 \geq 1$ cm, sendo “b” a espessura da parede.

$$S_d = \gamma_g S_{gk} + \gamma_q S_{qk} + \gamma_w S_{wk} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

S_d : solicitação de serviço;

S_{gk} : solicitação característica devido às cargas permanentes;

S_{qk} : valor característico da solicitação devido às cargas acidentais ou sobrecargas de uso;

S_{wk} : valor característico da solicitação devido ao vento.

As alvenarias de vedação, segundo Thomaz *et. al.* (2009), devem suportar apenas o peso próprio e cargas de utilização, como armários, rede de dormir, entre outros. Além disso, estes elementos construtivos devem apresentar resistência adequada às cargas laterais estáticas e dinâmicas, tais como a incidência do vento e impactos acidentais.

Os sistemas de vedação vertical internos e externos (SVVIE) devem atender aos critérios, quanto aos deslocamentos e ocorrência de falhas sob a ação de cargas de serviço, da NBR 15575-4 (ABNT, 2013), conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Critérios e níveis de desempenho quanto a deslocamentos e ocorrência de falhas sob ação de cargas de serviço.

Elemento	Solicitação	Critério
SVVIE com função estrutural	Cargas verticais: $S_d = S_{gk} + 0,7 S_{qk} + S_{wk}$ (desconsiderar S_{wk} no caso de alívio da compressão)	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ $d_{hr} \leq h/2500$
SVVIE com ou sem função estrutural	Cargas permanentes e deformações impostas $S_d = S_{gk} + S_{\epsilon k}$	Não ocorrência de falhas, tanto nas paredes como nas interfaces da parede com outros componentes

SVVE (paredes de fachadas) com ou sem função estrutural	Cargas horizontais: $S_d = 0,9 S_{gk} + 0,8 S_{wk}$	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ (SVVE com função estrutural) $d_{hr} \leq h/2500$ (SVVE com função estrutural); $d_h \leq h/350$ (SVVE com função de vedação); $d_{hr} \leq h/750$ (SVVE com função de vedação); Entende-se neste critério como SVVE as paredes de fachada.
---	--	---

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013, pg. 6, adaptado pela autora).

Os SVVIE também devem suportar as cargas de peças suspensas, sem apresentar fissuras, deslocamento horizontais instantâneos (d_h) ou deslocamentos horizontais residuais (d_{hr}), lascamentos ou rupturas, nem permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação nem o seu esmagamento. A Tabela 6 apresenta os valores e critérios estabelecidos pela NBR 15575-4 (ABNT, 2013), em função da carga de ensaio para o dispositivo de fixação padrão do tipo mão-francesa.

Tabela 6 – Cargas de ensaio e critérios para peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão.

Carga de ensaio aplicada em cada ponto (KN)	Carga de ensaio aplicada em cada peça, considerando dois pontos (KN)	Critérios de desempenho
0,4	0,8	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ $d_{hr} \leq h/2500$

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013, pg. 8, adaptado pela autora).

Tanto as paredes externas como as internas, com função estrutural ou não, necessitam suportar os impactos de corpo mole e corpo duro. Estes ensaios consistem na energia de impacto a ser aplicada que as vedações devem resistir quando sujeita a choques acidentais

gerados pela utilização da edificação ou por tentativa de intrusão intencional, ou não (BERTOLDI, 2007).

2.3.1.1 Ensaio de corpo mole

De acordo com a 15575-4 (ABNT, 2013), quando submetidos a impactos de corpo mole, os SVVIE não podem:

- a) sofrer ruptura instabilidade que caracterize o estado-limite último, para as energias de impacto indicadas nas Tabelas 4 e 5;
- b) apresentar fissuras, delaminações, escamações ou qualquer tipo de falha que possa comprometer o estado de utilização. Devem ser atendidos os limites de deslocamentos instantâneos e residuais indicados nas Tabelas 7 e 8;
- c) provocar danos a componentes, instalações ou aos acabamentos acoplados aos SVVIE, de acordo com as energias de impacto indicadas nas Tabelas 7 e 8;

Tabela 7 – Impactos de corpo mole para vedações verticais externas (fachadas) de edifícios com mais de um pavimento.

Elemento	Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critérios de desempenho
Vedação vertical com função estrutural	Impacto externo (acesso externo do público; normalmente andar térreo)	960	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
		720	
		480	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
		360	
		240	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $dh \leq h/250$; $dr \leq h/1250$
		180	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
	120		
	Impacto interno (todos os pavimentos)	480	Não ocorrência de ruína nem o traspasse da parede pelo corpo percussor de impacto (estado-limite último)
		240	
		180	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
		120	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço). Limitação dos deslocamentos horizontais: $dh \leq h/250$; $dhr \leq h/1250$
			720

Vedação vertical sem função estrutural	Impacto externo (acesso externo do público; normalmente andar térreo)	480	
		360	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
		240	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) dh $\leq h/125$; dhr $\leq h/625$
	Impactos internos (todos os pavimentos)	180	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
		120	
		360	Não ocorrência de ruptura nem o traspasse da parede pelo corpo percussor de impacto (estado-limite último)
		180	
120	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço). Limitação dos deslocamentos horizontais: dh $\leq h/125$; dhr $\leq h/650$		
Vedações verticais sem função estrutural, constituídas por elementos leves ($G < 60 \text{ kg/m}^2$)	Impactos externos (acesso externo do público; normalmente andar térreo)	720	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
		360	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
		240	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço). Limitação dos deslocamentos horizontais dh $\leq h/62,5$; dhr $\leq h/625$
Revestimento interno ou face interna das vedações verticais externas em multicamadas (impactos internos)	120	Não ocorrência de ruína (estado-limite último). São permitidas falhas localizadas	
	60	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço). Limitação da ocorrência do deslocamento: dh $\leq h/125$; dhr $\leq h/625$	
<p>a Está sendo considerado neste caso que o revestimento interno da parede da fachada multicamada não é a parte integrante da estrutura da parede, nem componente de contraventamento, e que os materiais de revestimento empregados são de fácil reposição pelo usuário. Desde que não haja comprometimento à segurança e à estanqueidade, podem ser adotados, somente para os impactos no revestimento interno, os critérios previstos na ABNT NBR 11681, considerando E = 60 J, para não-ocorrência de falhas, e E = 120 J, para não ocorrência de rupturas localizadas. No caso de impacto entre montantes, ou seja, entre componentes da estrutura, o componente de vedação deve ser considerado sem função estrutural.</p>			

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013, pg. 11, adaptado pela autora).

Tabela 8 – Impacto de corpo mole para vedações verticais internas.

Elemento	Energia de impacto de corpo mole J	Crítérios de desempenho
Vedações com função estrutural	360	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
	240	São permitidas falhas localizadas
	180	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
	120	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: dh $\leq h/250$ dhr $\leq h/1250$

	60	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
Vedações sem função estrutural	120	Não ocorrência de ruína (estado-limite último). São permitidas falhas localizadas
	60	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $dh \leq h/125$ $dhr \leq h/625$
<p>a Para paredes leves ($G \leq 600 \text{ N/m}^2$), sem função estrutural, os valores do deslocamento instantâneo (dh) podem atingir o dobro do valor indicado nesta tabela.</p> <p>NOTA: Aplica-se também a casas térreas e sobrados.</p>		

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013, pg. 12, adaptado pela autora).

2.3.1.2 Ensaio de corpo duro

Sob a ação de impactos de corpo duro, conforme a NBR 15575-4 (ABNT, 2013), as paredes verticais externas (fachadas) e as vedações verticais internas não podem:

- apresentar fissuras, delaminações, escamações ou qualquer outro tipo de dano (impactos de utilização), sendo permitidas moissas localizadas, para os impactos de corpo duro indicados nas Tabelas 9 e 10;
- apresentar ruptura ou traspassamento sob ação dos impactos de corpo duro indicados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Impacto de corpo duro para vedações verticais externas (fachadas).

Sistema	Impacto	Energia de impacto de corpo duro J	Critérios de desempenho
Vedação vertical com ou sem função estrutural	Impacto externo (acesso externo ao público)	3,75	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço
		20	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado-limite último)
	Impacto interno (todos os pavimentos)	2,5	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço
		10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado-limite último)

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013, pg. 17, adaptado pela autora).

Tabela 10 – Impacto de corpo duro para vedações verticais internas.

Sistema	Energia de impacto de corpo duro J	Crítérios de desempenho
Vedação vertical com ou sem função estrutural	2,5	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço
	10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado-limite último)

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013, pg. 17, adaptado pela autora).

O ensaio de impacto de corpo duro consiste em liberação pendular, em repouso de um corpo de massa conhecida, a uma altura determinada. A aparelham necessária, conforme a NBR 15575-4 (ABNT, 2013), é corpo percussor de impacto com forma e massa estabelecidos na Tabela 8 e um dispositivo para medição dos deslocamentos com resolução de 0,1 mm.

Tabela 11 – Massa de corpo percussor de impacto, altura e energia de impacto.

Corpo percussor de impacto	m	h	E
Corpo duro de grandes dimensões (esfera de aço) - Dez impactos para cada energia	1,00	1,00	10,00
	1,00	2,00	20,00
Corpo duro de pequenas dimensões (esfera de aço) - Dez impactos para cada energia	0,50	0,50	2,50
	0,50	0,75	3,75

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013, pg. 38, adaptado pela autora).

2.4 ALVENARIA EM BLOCOS CERÂMICOS

A alvenaria é um sistema construtivo tradicional, que tem sido muito utilizado pela humanidade desde os primórdios. Inicialmente, utilizavam-se diversos materiais como argila e pedras, que inclusive, constituem monumentos que desafiam o tempo, existentes há séculos, como o Coliseu, as Pirâmides de Guizé e a Catedral de Reims. No Brasil este sistema construtivo é utilizado desde o século XVI (RAMALHO E CÔRREA, 2003).

Ramalho (1990) define alvenaria como um conjunto coeso executado na obra através da união de blocos cerâmicos com argamassa. São unidades, blocos ou tijolos, dispostas em camadas e unidas entre si por argamassa, resultando em um conjunto rígido.

As unidades são os componentes básicos da alvenaria, no Brasil os mais utilizados quanto ao material são: de concreto, cerâmicas ou sílico-calcáreas. As unidades podem ser classificadas em maciças ou vazadas, se tratando da forma. As unidades maciças são denominadas tijolos e as vazadas, blocos. As unidades maciças possuem índice de vazios de no máximo 25% da área total (RAMALHO & CÔRREA, 2003).

Em função da economia, disponibilidade de material, facilidade de execução e por serem compatíveis com estruturas de concreto armado, as vedações com elementos cerâmicos são muito utilizadas no Brasil. De acordo com Ramalho & Côrrea (2003), o sistema ganhou ainda mais força com o aparecimento de fornecedores confiáveis que fabricam blocos com mais de 10 MPa.

A função da argamassa de assentamento é solidarizar as unidades, uniformizar e transmitir as tensões na alvenaria e evitar a penetração de água e vento em uma edificação. Geralmente é composta por cimento, cal, areia e água, e deve apresentar boa trabalhabilidade, resistência, plasticidade e durabilidade (VICENTE *et al*, 2013).

A espessura da junta horizontal da argamassa de assentamento influencia na resistência à compressão da alvenaria. Vicente *et al* (2013) compararam a influência da espessura da junta através de ensaios com amostras de blocos cerâmicos assentados com as espessuras de argamassa de 5, 10 e 15 mm. As resistências à compressão obtidas, respectivamente, foram: $5,2 \pm 0,1$ MPa, $6,63 \pm 0,05$ MPa e $5,54 \pm 0,04$ MPa. Desta forma, verifica-se que espessuras menores resultam em uma menor resistência à compressão, devido às imperfeições do bloco que causam a concentração de tensões e a ruptura localizada do material.

2.5 PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS

O poliestireno expandido (EPS) tem diversas aplicações, seu emprego vai da agricultura até a construção civil, além da indústria de embalagens, de eletrônicos, fármacos, bebidas, alimentos e utilitários (AVESANI, 2008).

Avesani (2008) explora a utilização deste material como geossintético, principalmente, em aterros sobre solos moles. No entanto este material tem se destacado na construção civil devido às suas características de isolamento térmica, reduzido peso específico, alta resistência e facilidade de manuseio. Além disso, de acordo com Reis *et al* (2006), por ser um material fácil de cortar, leve e durável, seu emprego no preenchimento de rebaixos ou vazios necessários a alguns processos construtivos é de fácil execução, como as lajes e painéis pré-fabricados.

O sistema monolítico em EPS é composto por uma placa de EPS entre duas malhas metálicas eletrossoldadas e argamassa de revestimento em ambas as faces. A espessura da placa de EPS pode variar de 55 a 140 mm, dependendo do projeto arquitetônico e das características térmicas e mecânicas que se pretende atingir. A argamassa é aplicada na obra, através de um

projektor pneumático. O resultado é uma edificação monolítica. A Figura 02 esquematiza o sistema.

Figura 2 – Painel monolítico em EPS.



Fonte: elaborado pela autora

Na Europa, este sistema é conhecido como “*Monolite*”. Foi desenvolvido na Itália na década de oitenta com intuito de aplicar as vantagens das inovações industriais ao setor da construção civil, dito como pouco tecnológico. Também foi desenvolvido para resistir aos abalos sísmicos frequentes na região e por possuir isolamento térmica. No Brasil, esta tecnologia foi trazida na década de noventa, quando o sistema construtivo foi analisado pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), com todos os testes e ensaios normativos exigidos para comprovar sua eficiência (BERTOLDI, 2007).

Devido às características dos componentes do sistema, como o baixo peso próprio, os painéis monolíticos proporcionam fácil manuseio, dispensando a utilização de guias ou guinchos para o transporte. Esta característica permite que o sistema seja utilizado em locais com difícil acesso.

A fabricação dos painéis consiste em montá-lo no tamanho necessário, recortar as aberturas e unir uma malha à outra através dos conectores. Para racionalizar o material utilizado é importante levar em consideração o aspecto dimensional, desde a elaboração do projeto, pois as placas de EPS são fornecidas nas dimensões máximas de 120 mm por 400 mm. Um bom projeto de paginação colabora para que a execução no canteiro de obras se torne muito rápida, e sem desperdícios (NOVAIS *et. al.*, 2015).

O núcleo do painel possui a função de manter afastadas as faces, proporcionar isolamento térmico e impermeabilidade. Ao afastar as faces, aumenta o momento de inércia do painel. Geralmente, o material do núcleo possui baixa densidade, o que proporciona leveza ao

sistema e proporciona a fabricação de painéis com alta relação resistência/peso (DACOL, 2014).

A primeira etapa da montagem de uma obra com estes painéis é a preparação das esperas. A fundação é executada de acordo com as características do solo e cargas da edificação. Segundo Reis *et. al* (2006), após a execução da fundação, devem ser fixadas barras de aço com diâmetro de 5mm nas vigas de fundação. Essas barras de aço devem ser amarradas nas malhas metálicas dos painéis, servindo de ancoragem para estes.

Devido às características de seus elementos componentes, na fase inicial, os painéis são de fácil manuseio, pois são leves. Segundo Bertoldi (2007), o manuseio dos painéis no canteiro de obras ocorre de forma simples, podendo ser facilmente transportados pelos operários, que executam o posicionamento e fixação na fase de montagem.

A segunda etapa consiste na colocação e alinhamento dos painéis. Além da amarração de todos os cantos, nesta etapa são executadas as instalações hidrossanitárias e colocados os eletrodutos. É importante que a tubulação e os eletrodutos sejam instalados com o auxílio de um gerador de ar quente, antes da execução do revestimento, para que não haja resíduos de EPS. Reis (2006) salienta que, para garantir o prumo e o alinhamento dos painéis, são utilizadas régua de alumínio, fixadas horizontalmente a aproximadamente 2,00m do piso. A Figura 03 ilustra esta etapa.

Figura 3 – Montagem painéis monolíticos em EPS.



A etapa seguinte é o revestimento. Reis (2006) indica que a aplicação do revestimento deve ser executada em duas etapas: a primeira preenche a superfície do EPS até cobrir a malha de aço. O revestimento deve ser executado em ambas faces do painel, de modo que nenhum painel apresente apenas uma das faces revestida para a cura. Este processo previne a fissuração por retração diferencial. Após a cura da primeira camada, executa-se a segunda de acordo com a espessura especificada em projeto.

Nota-se que a execução do sistema é simples, não necessita ferramentas complexas, apenas mão de obra devidamente treinada. Para isto, basta que os montadores sigam as orientações sobre o sistema construtivo. O sistema se adapta às mais variadas formas arquitetônicas, podendo ser utilizado em obras residenciais, comerciais e industriais.

Esta tecnologia pode substituir alguns elementos estruturais, necessários no sistema convencional, como estruturas de concreto armado, com suas fôrmas e armaduras, alvenarias, revestimentos argamassados e isolações horizontais e verticais. Logo, facilita-se a execução, pois os elementos citados possuem interação complexa entre as uniões. O sistema com painéis monolíticos em EPS apresenta característica de carregamento distribuído e economia nas fundações, devido à redução do peso próprio (BERTOLDI, 2007).

Outra característica importante do sistema é o monolitismo. As malhas metálicas cobrem toda superfície do painel e este é ligado à fundação através dos arranques, constituindo um elemento único, muito resistente a possíveis movimentações e intempéries. De acordo com Novais *et al* (2015), a presença das malhas metálicas minimiza a formação de fissuras ocasionadas por movimentação térmica ou mecânica.

Existem vários tipos de painéis, como o simples de vedação, painel simples portante, duplo, laje, escada, especial isolante e especial estrutural. O painel duplo possibilita a execução de vários pavimentos, pois trata-se de dois painéis simples, unidos por meio de conectores de alta resistência e com afastamento variável. De acordo com a necessidade, é possível colocar armadura adicional e preencher seu núcleo com concreto. O painel escada é uma alternativa que simplifica e racionaliza a execução deste elemento construtivo, tendo em vista a complexidade de execução de escadas de concreto armado. No entanto, esta pesquisa avaliará apenas o emprego de painéis simples utilizados como vedação vertical (FERNANDES, 2016).

2.5.1 Poliestireno expandido

A NBR 11752 (ABNT, 2007) define o poliestireno expandido como um material plástico celular rígido, originalmente de cor branca, resultante da expansão de pérolas pré-expandidas de poliestireno, moldadas ou cortadas de blocos produzidos por um processo contínuo ou descontínuo.

O poliestireno expandido (EPS) possui variadas densidades e espessuras. Para que este material seja empregado de maneira adequada e satisfaça a função a que se destina, é necessário escolher o tipo de EPS adequado ao uso. Na Tabela 12 são apresentados os sete tipos de EPS comercialmente disponíveis.

Tabela 12 – Tipos de EPS.

Propriedades	Norma	Unid.	Tipos de EPS						
	Método Ensaio		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	32,5
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 com deformação de 10%	NBR 8082	kPa	≥ 33	≥ 42	≥ 65	≥ 80	≥ 110	≥ 145	≥ 165
Resistência mínima à flexão	ASTM 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		Material Retardante à Chama						

Fonte: Reis, et al (2006).

De acordo com a NBR 11752: 2007, o poliestireno expandido dos tipos 1 e 2 não deve ser aplicado para a isolamento térmica com temperaturas inferiores a 15 °C.

A massa específica aparente, a tensão por compressão com 10% de deformação, a resistência mínima à flexão, a absorção de água, a permeabilidade ao vapor d'água e o coeficiente de condutividade térmica, de acordo com a SINAT N° 11 (2014), devem ser do tipo 5 ou superior para aplicação estrutural dos painéis monolíticos.

A NBR 11752: 2007 classifica o poliestireno expandido em duas formas: classe P e classe F. A classe P não é retardante à chama e a classe F é retardante à chama. A SINAT N°

11 (2014), determina que a placa de EPS utilizada no sistema de painéis monolíticos deve ser classe F.

Mines *et. al.* (1998) apud Chen (2015) descrevem que a densidade do material utilizado no núcleo do painel influencia o desempenho quando submetido a cargas dinâmicas, pois um núcleo com maior densidade aumenta a absorção de energia enquanto que um núcleo com menor densidade não aumenta significativamente a absorção de energia. Desta forma, é importante conhecer as características do EPS para compreender as propriedades mecânicas do sistema.

No estudo de Chen (2015), foram utilizadas placas de EPS com densidade de 13,5 kg/m³ e 28 kg/m³. No ensaio de resistência à compressão obteve-se como resultado 0,28 MPa para o EPS com 13,5 kg/m³ e 0,38 MPa para o EPS com 28 kg/m³. Isso ocorreu porque o EPS mais denso apresentou maior número de partículas, o que contribuiu para a resistência do material. Já a resistência à tração encontrada foi de 5,0 MPa para o EPS de 13,5 kg/m³ e 7,2 MPa para o EPS de 28 kg/m³. Ou seja, a resistência à tração também aumentou quanto maior foi a densidade do material.

A adoção de placas onduladas melhora o comportamento conjunto das diferentes camadas, desta forma, aumenta a resistência e a rigidez do painel monolítico em EPS. Em sua pesquisa, Carbonari *et al* (2012) utilizaram placas de EPS com ondas de 14mm de profundidade de 37,5mm de largura, densidade de 25 kg/m³ e espessura da placa de 100 e 140mm. O revestimento utilizado apresentou resistência à compressão de 20 MPa, com espessura compreendida entre 40 e 50mm. Os sistemas compostos por placas de EPS onduladas apresentaram melhor resistência à compressão do que os sistemas compostos por placas planas.

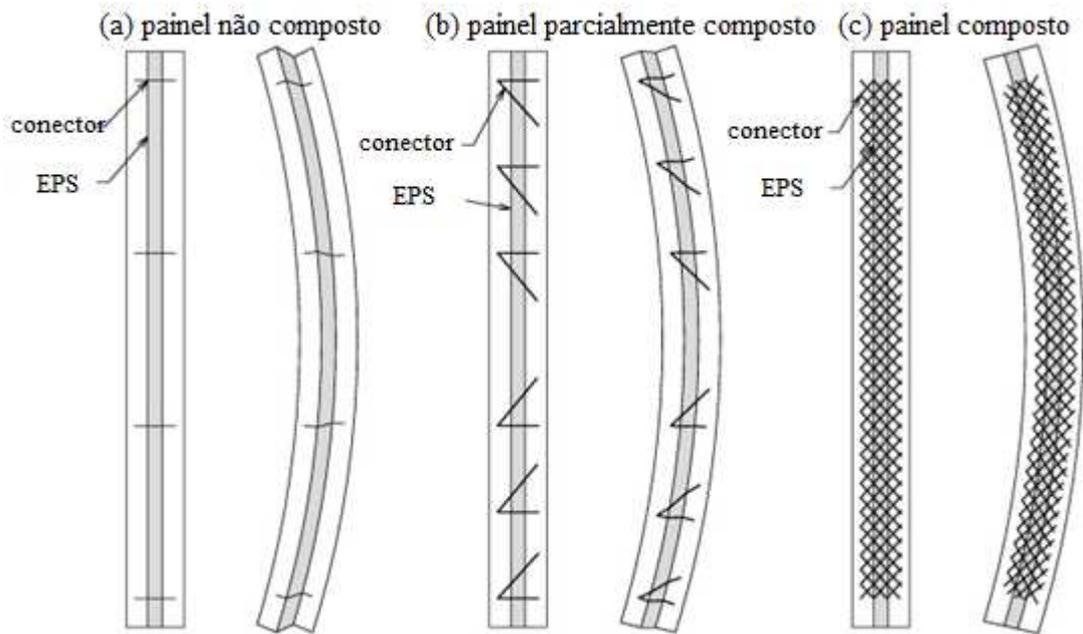
2.5.2 Armaduras para painéis monolíticos em EPS

A armadura imersa no concreto, conforme a SINAT N° 11 (2014), deve estar especificada no projeto e atender a NBR 7481 (ABNT, 1989) e a NBR 7480 (ABNT, 2007). A distância entre as barras da malha metálica, de acordo com a NBR 7480 (ABNT, 1989), deve ser múltipla de 2,5cm, variando de no mínimo 5cm até, no máximo, 30cm. O aço utilizado nas malhas metálicas deve ser CA-50B ou CA60.

Além de adotar o tipo de aço coerente às características que se pretende atingir, também é necessário que o conector seja disposto adequadamente. Pois o tipo de conector utilizado entre as malhas metálicas influencia na resistência ao cisalhamento do sistema. Conectores são os elementos que passam pelo poliestireno expandido, horizontalmente, unindo

as malhas de cada lado da placa de EPS. Tomlinson e Fam (2015) estudaram a resistência ao cisalhamento de diferentes conectores. Como pode ser observado na Figura 4, eles classificam o sistema de 3 formas, de acordo com o conector utilizado: painéis não compostos, painéis parcialmente compostos e painéis compostos.

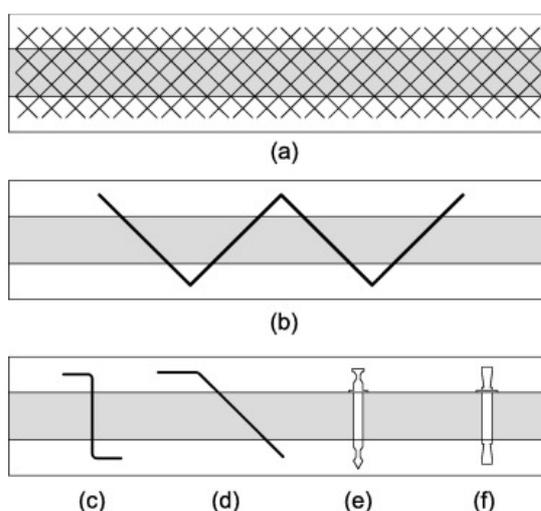
Figura 4 – Tipos de sistemas monolíticos de acordo com o conector utilizado.



Fonte: Tomlinson e Fam (2015, p. 252)

Os conectores de aço são os mais utilizados e benéficos ao sistema, pois, como sua condutividade térmica é baixa, não prejudicam o isolamento térmico do painel. Na Figura 5 são apresentados os diferentes tipos de conectores de aço em (a), (b), (c) e (d). Os conectores de plástico tipo pino, Figura 5 (e) e (f), proporcionam baixo nível de ação composta (TOMLINSON E FAM, 2015).

Figura 5 – Tipos de conectores.

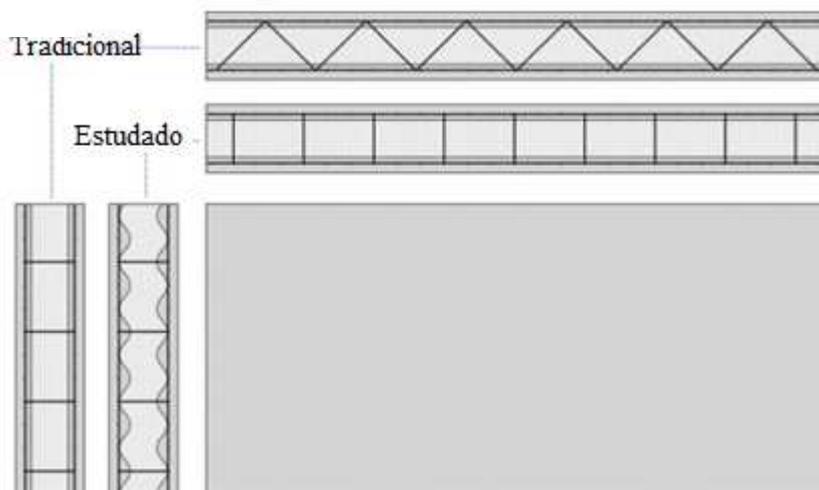


Fonte: Tomlinson & Fam (2015, p. 252)

Os conectores podem ser classificados como rígidos ou flexíveis. De acordo com Bertine (2002), utilizam-se os conectores rígidos quando se pretende transferir forças cortantes de uma placa para outra. Já os conectores flexíveis possuem a finalidade de transmitir forças normais entre as placas, e sua contribuição à resistência à força cortante é insignificante. Nos painéis não compostos são utilizados conectores flexíveis e nos painéis semi compostos e totalmente compostos são utilizados conectores rígidos. Alguns exemplos de conectores flexíveis são os pinos metálicos, plásticos ou em fibra de vidro e as treliças deformáveis.

O uso de conectores inclinados conferem ao painel maior capacidade de resistência à flexão e rigidez. No entanto, a fabricação dos painéis com este tipo de conectores é mais difícil e demorada. No estudo de Carbonari *et. al.* (2012) foram utilizadas malhas metálicas com barras de aço com diâmetro de 3,4mm, espaçadas a cada 75mm e conectores a 45° e 90° em amostras distintas, com diâmetro de 3mm, colocados a cada 225mm ao longo da largura do painel e 75mm ao longo do comprimento do painel. As barras utilizadas apresentavam um limite de escoamento de 500 MPa e um módulo de elasticidade de 210 GPa. Optou-se também por utilizar cinco barras de aço diâmetro 8 mm ao longo do comprimento do painel para aumentar a resistência à flexão. A Figura 6 apresenta o sistema ensaiado.

Figura 6 – Estudo de conectores.



Fonte: Carbonari *et. al.* (2012, p. 792)

Mesmo com a utilização de placas de EPS onduladas, Carbonari *et. al.* (2012) constataram que os painéis com conectores a 90° apresentaram alto grau de deformação e de fissuração mesmo em serviço normal de cargas. Logo, a contribuição dos conectores a 90° para a resistência à flexão do sistema é pequena. Esta característica pode ser melhorada se forem utilizados conectores inclinados, a 45°.

2.5.3 Argamassa de revestimento

O revestimento argamassado aplicado sobre as placas de EPS deve apresentar baixa retração, ser fluido e plástico para facilitar a execução. Novais *et al* (2015) recomendam que o revestimento seja executado em camadas de 15 a 20cm e a relação água/cimento deve estar compreendida entre 0,30 e 0,45. O traço pode variar de 1:3 até 1:4,5, de acordo com a granulometria dos agregados. Também é utilizado aditivo plastificante a fim de melhorar a trabalhabilidade da argamassa, sem aumentar a relação água/cimento.

Recomenda-se a utilização de equipamento pneumático para a aplicação do revestimento. Os projetores de argamassa conferem maior produtividade e qualidade ao revestimento, devido a sua regularidade de aplicação e compactação, reduzindo os espaços vazios. Também é necessária uma atenção especial na aplicação do revestimento para que seja executado sequencialmente em faces opostas, a fim de evitar a deformação do painel provocada por um carregamento diferencial (BERTOLDI, 2007).

No entanto, Paravisi (2008), salienta que a aplicação do revestimento argamassado por meio de projetor mecânico pode ou não ser vantajosa, pois há vários fatores que influenciam

o resultado, como a necessidade e os objetivos da empresa que implantar o sistema. Em seu estudo, foram observadas diferenças no desempenho de cada empresa analisada. No entanto a média de produção do revestimento projetado foi de 0,65 Hh/m², enquanto que o revestimento executado de forma manual apresentou rendimento de 1,50 Hh/m². Neste estudo a aplicação do revestimento argamassado através de projetor mecânico ainda apresentou vantagens, mas o sistema poderia ser aprimorado para melhorar o rendimento.

As principais dificuldades enfrentadas na aplicação do revestimento projetado, segundo Paravisi (2008), foram os problemas mecânicos do equipamento, etapas manuais ao longo do processo, que geram um gargalo e contribuem para a redução da produtividade e a falta de continuidade. Apesar da produtividade não ser maior do que a aplicação manual, foram constatados alguns benefícios, como a qualidade do produto final e a redução de resíduos. As fachadas executadas através de projeção mecânica praticamente não apresentaram falhas. O que ocorre com mais frequência no sistema convencional aplicado de forma manual, onde a incidência de fissuras é maior. Além disso, a resistência mecânica do revestimento aplicado mecanicamente também é superior ao sistema manual. Neste estudo, a resistência à aderência à tração e o ensaio da permeabilidade apresentaram melhores resultados no sistema mecânico.

Outro cuidado que se deve tomar é em relação à cura do revestimento projetado. Segundo Reis (2006), uma boa cura deve permitir que ocorra a hidratação do cimento, sem que haja evaporação prematura da água livre. Desta forma, minimiza-se a formação de fissuras por retração.

No estudo de Fernandes (2016), no qual foi avaliado o sistema construtivo de painel sanduíche com núcleo em PET, foi utilizada argamassa com 25 MPa de resistência à compressão. Esta resistência foi adotada devido à falta de experimentos e utilização de malha metálica não galvanizada. No entanto, através da análise dos ensaios, o autor verificou que a resistência da argamassa não teve contribuição significativa ao sistema. A adoção de uma argamassa com resistência menor e malha metálica galvanizada proporciona a redução de consumo de cimento, o que minimiza os efeitos de retração e também reduz o custo do material.

De acordo com Bentur e Mindes (1990) *apud* Picanço e Ghavami (2008), a adição de fibras em argamassas minimiza a fissuração devido à retração. Ao reduzir a incidência de fissuras dificulta-se a penetração de umidade, oxigênio e cloretos. Desta forma, a durabilidade do revestimento é ampliada.

As fibras sintéticas são produzidas a partir da transformação da nafta petroquímica em benzeno, eteno, p-xileno e propeno. O polipropileno é resultado da polimerização do propeno (C_3H_6). As fibras passam por um processo de extrusão e estiramento para obterem sua forma comercial (FIGUEIREDO *et al* 2002).

A adição de fibras à argamassa de revestimento, segundo Bertoldi (2007), tem a finalidade de formar uma malha anti-retração e aumentar a tenacidade da argamassa. Indica-se que a adição das fibras seja feita por último na mistura, para que o traço fique homogêneo.

A principal vantagem do uso de fibras de polipropileno, conforme Bentur e Mindes (1990), é que são resistentes ao meio alcalino. O valor comercial da matéria-prima destas fibras é baixo. No entanto, elas não são resistentes ao fogo, são sensíveis à luz solar e ao oxigênio, possuem baixo módulo de elasticidade e fraca aderência com a matriz cimentícia.

Na análise de Farina *et. al.* (2016), comparou-se uma argamassa produzida por uma empresa italiana com uma argamassa reforçada com microfibras de PVC (50mm de diâmetro e 1mm de comprimento), utilizada para a reconstituição de estruturas de concreto armado. Esta argamassa foi reforçada com fibras de liga de titânio 6AI-4V. A argamassa reforçada com fibras apresentou a capacidade de carga residual após o início da fissura.

2.6 CUSTOS

A indústria da construção civil possui características peculiares, pois o seu produto é único e requer habilidade manual. O sistema convencional de construção possui um alto nível de desperdício e longo prazo de maturação. No entanto, estes gastos podem ser reduzidos com a intervenção na etapa de concepção de um empreendimento. A redução de custos, na fase de projeto, não deve considerar apenas o valor dos materiais, mas, principalmente, a análise do projeto arquitetônico de forma que proporcione repetitividade, modulação e simplificação de detalhes e acabamentos. Na fase de execução, onde ocorre a maior parte dos custos, a influência na redução de custos é baixa (KERN, 2005).

No entanto, a falta de conhecimento sobre a influência destas variáveis de custo é bastante comum, levando em consideração as limitações financeiras e a tentativa de economizar em todos os itens de um empreendimento. Mascaró (2010) afirma que estas atitudes reduzem a relação qualidade/custo. A falta de conhecimento sobre as relações entre o projeto arquitetônico e o custo final de uma edificação faz com que muitos projetistas adotem soluções arquitetônicas mais comuns, sem uma boa relação custo/benefício.

Empreendimentos de construção civil são compostos por custos diretos e indiretos. Para Kern (2005), os custos diretos de empreendimentos da construção civil são definidos pelos processos de projeto e execução, principalmente através da especificação de materiais e quantidades de utilização. Já os custos indiretos são dependentes do prazo de produção, pois para quantificá-los é necessário considerar o tempo que a obra utiliza os recursos da empresa.

Uma forma de calcular o custo total de uma obra é através do custo unitário básico, o CUB. Este índice é o resultado de uma pesquisa realizada pelo SINDUSCON, desde 1970, que considera os custos de insumos e mão de obra. Para calcular o valor total de uma edificação é necessário multiplicar o CUB pela área equivalente da edificação. A área equivalente, de acordo com a NBR 12721 (ABNT, 2006), é utilizada quando o custo é diferente do custo unitário básico da construção, utilizado como referência. Desta forma, multiplicam-se os seguintes coeficientes, conforme a utilização de cada área:

- garagem (subsolo): 0,50 a 0,75;
- área privativa (unidade autônoma padrão): 1,00;
- área privativa (salas com acabamento): 1,00;
- área privativa (salas sem acabamento): 0,75 a 0,90;
- área de loja sem acabamento: 0,40 a 0,60;
- varandas: 0,75 a 1,00;
- terraços ou áreas descobertas sobre lajes: 0,30 a 0,60;
- estacionamento sobre terreno: 0,05 a 0,10;
- área de projeção do terreno sem benfeitoria: 0,00;
- barrilete: 0,50 a 0,75;
- caixa d'água: 0,50 a 0,75;
- casa de máquinas: 0,50 a 0,75;
- piscinas: 0,50 a 0,75;
- quintais, calçadas, jardins e etc.: 0,10 a 0,30.

De acordo com a NBR 12721 (ABNT, 2006), para aplicar o CUB corretamente é necessário classificar a edificação residencial ou comercial e o padrão de acabamento, que pode ser: baixo, normal ou alto.

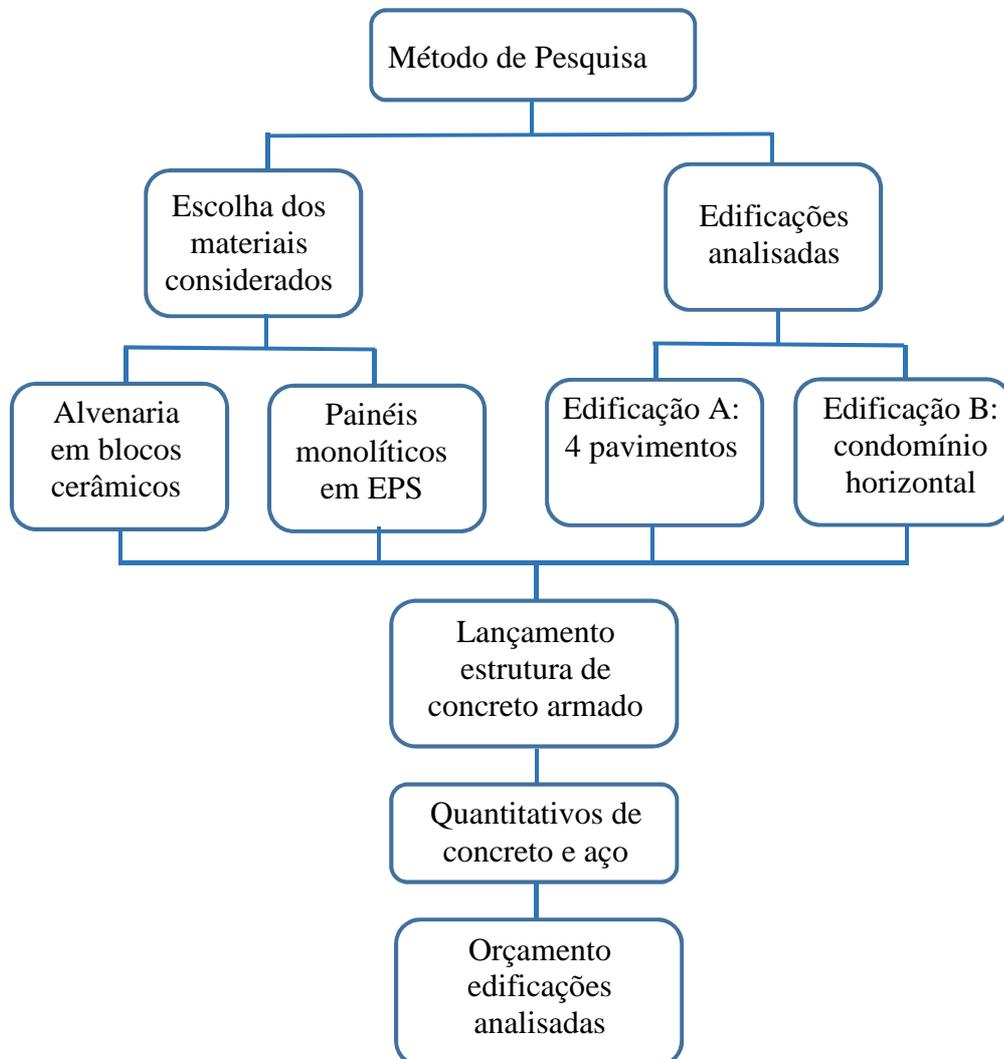
Além dos custos diretos e indiretos, o tipo de sistema construtivo em estudo também apresenta custo benefício. Antilón, Morris e Gregor (2014) afirmam que a análise do custo baseado somente nos custos de mão de obra e materiais ignora outros benefícios de grande valor. A análise do benefício / custo (B/C) é utilizada para avaliar se os investimentos realizados acerca de um produto realmente compensam. Este levantamento pode ser feito da seguinte forma: B/C é igual aos benefícios totais do produto dividido pelo custo total de fabricação. Se B/C for maior do que um, o investimento pode ser considerado economicamente viável.

Fernandes (2016) analisou a diferença de valores entre o sistema de vedação convencional de alvenaria de vedação em tijolos cerâmicos e um sistema inovador do tipo painel sanduíche com núcleo em PET. O custo direto ficou 73% maior em termos de metro quadrado de vedação vertical do painel em estudo em relação à alvenaria de tijolos cerâmicos. No entanto, esta diferença é de apenas 15% do custo total da obra. Apesar do núcleo ser diferente do estudado neste trabalho, o sistema é parecido quanto à sua forma de execução e composição do sistema, em termos de revestimento argamassado armado.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo é discutida a estratégia adotada para atingir os objetivos propostos, tendo como premissa a comparação da influência na estrutura de concreto armado e nos custos da obra de dois sistemas de vedação vertical: de blocos cerâmicos e de painéis monolíticos em EPS. Inicialmente foram apresentados os materiais a serem considerados na análise. Em seguida, são analisados os projetos utilizados na comparação entre o sistema de painéis monolíticos em EPS e a alvenaria de blocos cerâmicos, como vedação vertical. Também são apresentadas as ferramentas utilizadas para fazer a análise estrutural e o modelo adotado para a comparação de custos. A figura 7 esquematiza o método adotado.

Figura 7 – Esquema do método de pesquisa adotado.

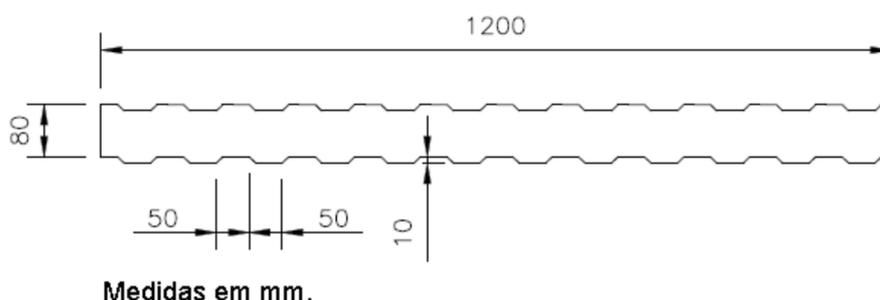


3.1 MATERIAIS UTILIZADOS NOS PAINÉIS MONOLÍTICOS EM EPS

De acordo com a NBR 11752 (ABNT, 2007), o poliestireno expandido dos tipos 1 e 2 não é aplicável à isolamento térmica para temperaturas inferiores a 15 °C. Como o estado em que está sendo desenvolvida a pesquisa, Rio Grande do Sul, apresenta uma grande amplitude térmica anual, podendo apresentar temperaturas negativas no inverno, optou-se por utilizar placas de EPS do tipo 3. Desta forma, foram utilizadas placas de EPS com densidade nominal aparente de 14,0 kg/m³. Esta densidade foi adotada também por se tratar de um sistema de vedação vertical e em função do custo.

As placas de EPS utilizadas não são planas, pois as placas onduladas ou com nervuras favorecem o desempenho mecânico do sistema, por aumentar a aderência com as camadas de revestimento. Como esta característica não influencia o custo, pois este material é comercializado em volume, foram adotadas placas com pequenas nervuras, conforme apresentado na figura 8. A espessura da placa foi de 80 mm, e a classe do material a F, conforme especificado pela SINAT N° 11 (2014) para os sistemas de painéis monolíticos.

Figura 8 – Tipo de placa de EPS utilizada.



A malha metálica eletrosoldada considerada possui barras de aço CA-60 (aço 7090), diâmetro 3,4mm, espaçadas a cada 15 cm. O peso próprio desta malha é de 0,97 kg/m² e esta foi fornecida nas dimensões de 2,45 x 6,00 m.

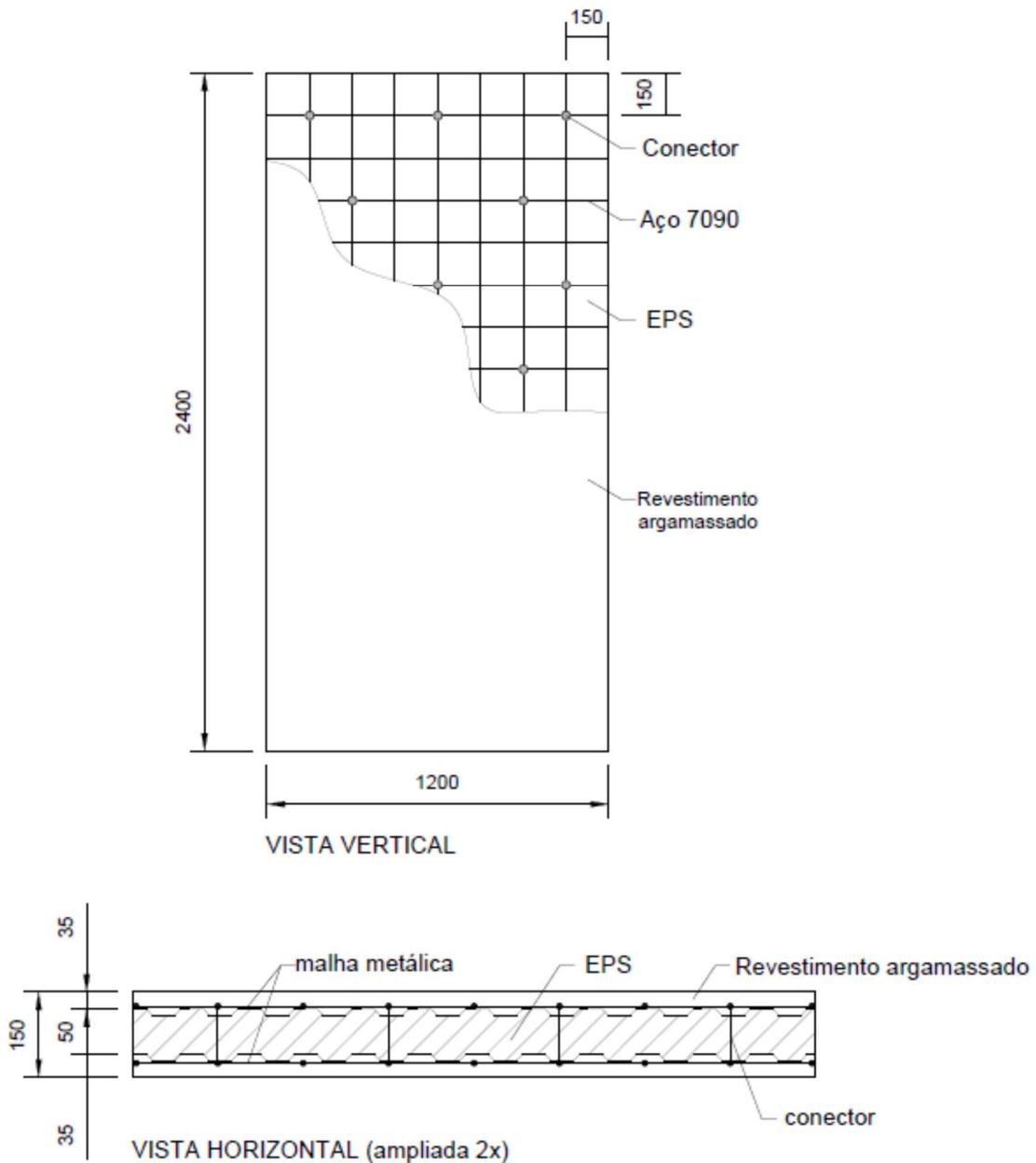
O revestimento argamassado é composto por cimento, areia, água, aditivo plastificante e fibras de polipropileno. O traço foi de 1:3,5 (cimento: areia), com relação água/cimento entre 0,30 e 0,45, além de 100g de fibras de polipropileno, com comprimento de 30 mm e diâmetro de 10 mm, para cada 50 kg de cimento. O aditivo plastificante foi acrescentado a fim de melhorar a trabalhabilidade da argamassa, sem aumentar a relação água/cimento. A espessura do revestimento, em cada lado do painel, foi de 35 mm.

O cimento usado na argamassa de revestimento foi o cimento Portland pozolânico resistente a sulfatos, CP-IV- 32 RS. Este cimento é indicado para evitar fissuração devido ao

calor de hidratação e contribuir para a durabilidade do revestimento, visto que, este cimento é indicado também para ambientes agressivos.

A figura 9 mostra o painel monolítico em EPS considerado no dimensionamento.

Figura 9 – Painel monolítico em EPS considerado.

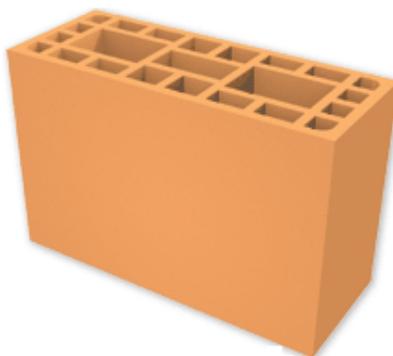


Considerando que o peso específico do revestimento argamassado em análise é 21 kN/m³ NBR 6120 (ABNT, 1980), a malha metálica pesa 0,97 kgf/m² e a massa do EPS é de 14,0 kgf/m³, o peso próprio do painel é 128,09 kgf/m².

3.2 ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS

A fim de comparar a diferença entre o peso próprio e custos da alvenaria de blocos cerâmicos e os painéis em EPS, adotou-se a seguinte alvenaria: bloco com as dimensões de 11,5x19x29 cm (Figura 10), argamassa de assentamento com traço 1:6 (cimento: areia) e revestimento com 2,5 cm de espessura, traço 1:1:5 (cimento: cal: areia), em volume. Considerou-se que as juntas horizontais e verticais tenham 10 mm de espessura.

Figura 10 – Bloco cerâmico considerado.



Fonte: Pauluzzi (2016)

Segundo o fabricante, a resistência à compressão do bloco cerâmico é de 3,0 MPa e cada unidade pesa 5,60 kg, sendo necessárias 16,70 unidades por m². Segundo a NBR 6120 (ABNT, 1980), o peso específico da argamassa com cimento, cal e areia é de 19 kN/m³ e da argamassa de assentamento é 21 kN/m³. Considerando que o revestimento tenha 2,5 cm de espessura, o peso próprio desta alvenaria é 20,85 kN/m³.

3.3 EDIFICAÇÕES ANALISADAS

Segundo os dados apresentados no item anterior, o peso próprio do painel monolítico em EPS é 38,6% mais leve que a alvenaria em tijolos cerâmicos. Afim de avaliar a influência desta diferença de peso próprio dos sistemas de vedação vertical, adotou-se duas edificações. A primeira, chamada de edificação A, possui 4 pavimentos e a segunda, chamada de edificação B, é um condomínio horizontal.

A edificação A trata-se de um edifício multiresidencial, possui 4 pavimentos e área total de 1432,00 m². A Figura 11 apresenta uma imagem do projeto em estudo.

Figura 11 – Edificação A.

O pavimento térreo, conforme planta baixa apresentada no anexo A, desta edificação é destinado à garagem e circulação. O segundo e o terceiro pavimento são iguais, cada um com 4 apartamentos. A cobertura é dividida em duas unidades, além de ter a casa de máquinas do elevador. Os reservatórios de água localizam-se no térreo. O sistema de cobertura é composto por platibanda, estrutura de madeira e telhas de aluzinc. O piso dos apartamentos é porcelanato nas áreas molhadas e laminado nos demais ambientes. As esquadrias externas são de PVC e as portas internas de madeira semi-oca. As fachadas não apresentam elemento que gere sobrecarga, são compostas por revestimento argamassado e pastilhas cerâmicas.

A fundação da edificação A é rasa, do tipo tubulão. O concreto utilizado para a fundação é o C25 e para o restante da estrutura é o concreto C30. Esta edificação encontra-se em uma região urbana, logo a classe de agressividade ambiental, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2004), é a II, de agressividade moderada. Através desta informação sabe-se que a relação água/cimento deve ser menor ou igual a 0,60 e o cobrimento nominal das armaduras deve ser de 25mm para as lajes e de 30mm para as vigas e pilares.

A edificação B trata-se de um condomínio horizontal, composto por 6 unidades habitacionais e área total de 600,43m². Cada unidade possui 2 pavimentos, sendo que no térreo localizam-se a garagem, estar, jantar, cozinha, lavabo e área de serviço. Já o pavimento superior é destinado aos dormitórios, sacada e banho. A Figura 12 apresenta a fachada deste condomínio e a planta baixa é apresentada no anexo B.

Figura 12 – Edificação B



A edificação B também se localiza em uma área de agressividade moderada, classe II. O concreto utilizado em toda a estrutura é o C25.

Foi escolhida uma edificação vertical e outra horizontal a fim de verificar a influência desta característica nos estudos realizados. Além de analisar a diferença nos quantitativos de aço e de concreto ao utilizar vedações verticais em painéis monolíticos em EPS e em alvenaria convencional, será comparado o percentual de redução do volume de concreto e do peso de aço entre a edificação de 4 pavimentos e do condomínio horizontal.

3.4 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

Para auxiliar o dimensionamento da estrutura de concreto armado foi utilizada a ferramenta de cálculo Eberick V10. De acordo com a AltoQI (2016), o Eberick V10 é utilizado para projetos estruturais em concreto armado moldado in-loco e pré-moldado. Inclui as etapas de lançamento estrutural, análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais. Este software possui um sistema gráfico de entrada de dados, associado à análise da estrutura em um modelo de pórtico espacial. No dimensionamento são considerados os requisitos da NBR 6118 (ABNT, 2014) e é possível a visualização tridimensional da estrutura modelada.

Com o auxílio desta ferramenta de cálculo, foi desenvolvido o lançamento estrutural de cada uma das duas edificações, de acordo com o projeto arquitetônico e com as normas técnicas vigentes. Nesta etapa estudou-se a posição ideal dos pilares, bem como a altura mínima das vigas de acordo com o vão livre e com a função estética a que se destina. A edificação de 4 pavimentos, com vedação em blocos cerâmicos, foi denominada de edificação

A-1 e o mesmo projeto, porém com as vedações em painéis monolíticos de EPS, denomina-se edificação A-2. Já o projeto do condomínio horizontal com vedações em blocos cerâmicos foi denominado de edificação B-1 e com painéis monolíticos em EPS, B-2. O Quadro 1 resume a designação atribuída às análises efetuadas.

Quadro 1 – Designação análises efetuadas.

Edificações analisadas			
Denominação	Edificação	Material Vedações Verticais	Área total (m ²)
A-1	4 pavimentos	blocos cerâmicos	1432,00
A-2	4 pavimentos	painéis em EPS	1432,00
B-1	Condomínio Horizontal	blocos cerâmicos	600,43
B-2	Condomínio Horizontal	painéis em EPS	600,43

O lançamento estrutural da edificação A exigiu atenção redobrada em alguns aspectos arquitetônicos. O principal desafio foi posicionar os pilares no pavimento térreo, pois neste pavimento localiza-se o estacionamento, logo, é importante os pilares estarem dispostos de maneira com que não prejudiquem a alocação dos veículos em suas respectivas vagas, bem como o tráfego destes. Além disso, o recuo lateral da divisa norte é de 3,50 m, mas, segundo o plano diretor da cidade em que será executada esta edificação (Carlos Barbosa), após as vagas de estacionamento deve haver uma área livre com 5,00 m de largura para permitir a manobra dos veículos. Assim, os pilares tiveram que ser posicionados a 5,00 m da divisa norte e as vigas do 2º pavimento ficaram com um balanço de 1,50m. Com estas limitações da locação dos pilares, não foi possível manter estes alinhados no pavimento térreo e no 2º pavimento.

Já o lançamento estrutural da edificação B foi mais simples do que da edificação A, pois o projeto arquitetônico da edificação prevê dois pavimentos, apresenta vãos livres curtos (o maior vão livre é de 3,50m) e a maioria das paredes do pavimento superior é alinhada com o pavimento térreo, o que facilita o lançamento dos pilares.

Após o lançamento estrutural das edificações, foram atribuídas as cargas aos modelos estruturais. A carga distribuída nas lajes foi a mesma nas duas edificações, que é o peso próprio da laje e a carga acidental que varia de acordo com a função a que se destina cada ambiente e é estabelecida pela NBR 6120 (ABNT, 1980). Para o cálculo do peso próprio da laje considerou-se laje pré-moldada, composta por vigotas de 8 cm de altura e tabelas cerâmicas,

mais 7 cm de capa de concreto. Além disso, considerou-se 2 cm de contrapiso e piso porcelanato. A soma do peso destes materiais, de acordo com a NBR 6120 (ABNT, 1980), resultou em 1,50 kN/m².

As sobrecargas lançadas nas lajes também foram lançadas de acordo com a NBR 6120 (ABNT, 1980), que prevê 1,5 kN/m² para dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro; e 2,0 kN/m² para despensa, área de serviço e lavanderia. Para as escadas foi prevista sobrecarga de 2,5 kN/m² e para a área de circulação, 2 kN/m².

Já o peso próprio das vedações verticais foi diferente nos dois modelos, com o valor de 20,85 kN/m² para a alvenaria de tijolos cerâmicos e de 12,81 kN/m² para os painéis monolíticos em EPS. A carga decorrente da reação do vento também foi igual nos dois modelos de cada edificação e determinada de acordo com a NBR 6123 (ABNT, 1988).

Após o lançamento das cargas nas edificações, com o auxílio da ferramenta de cálculo Eberick, calculou-se os modelos e analisou-se os resultados. Verificando os resultados dos gráficos e individualmente de cada elemento estrutural, foram necessárias algumas adaptações no modelo, como redistribuição de alguns pilares e redimensionamento da seção de algumas vigas. O procedimento foi repetido 3 vezes até encontrar a melhor solução estrutural. Compreende-se como a melhor solução estrutural o modelo onde não há vigas com seções exageradas e deslocamento excessivos.

Definida a posição dos pilares e vigas e dimensionamento destes, analisou-se cada viga e pilar individualmente, atribuindo ajustes finos às armaduras. E então foi gerada a lista de quantitativos de concreto e aço dos quatro modelos estruturais. Comparou-se os quantitativos entre edificações A-1 e A-2 e das edificações B-1 e B-2. Comparou-se ainda as diferenças nos quantitativos entre a edificação A, de quatro pavimentos e a edificação B, o condomínio horizontal.

3.5 ANÁLISE DE CUSTOS

A fim de comparar se é viável financeiramente substituir a alvenaria de blocos cerâmicos por painéis monolíticos em EPS foi realizado um levantamento dos custos diretos da obra. Foram orçados os materiais quantificados na análise do projeto e a mão de obra necessária para execução da estrutura, da fundação e do sistema de vedação vertical. O custo total das obras foi calculado através do CUB, com dados de julho de 2017.

Para a composição dos custos foram considerados os valores dos insumos e serviços não desonerados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), de maio de 2017. Os materiais e serviços considerados nesta pesquisa foram listados na Tabela 13, assim como os valores unitários, de acordo com a SINAPI.

Tabela 13 – Custos unitários dos insumos e serviços.

Material/Serviço	Unidade	Valor unitário
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	kg	R\$ 3,54
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	kg	R\$ 3,37
ACO CA-50, 16,0 MM, VERGALHAO	kg	R\$ 3,37
ACO CA-50, 20,0 MM, VERGALHAO	kg	R\$ 3,15
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	kg	R\$ 3,71
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	kg	R\$ 4,16
ACO CA-60, 4,2 MM, VERGALHAO	kg	R\$ 3,51
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	kg	R\$ 3,51
ADITIVO PLASTIFICANTE PARA ARGAMASSAS	kg	R\$ 4,55
AJUDANTE DE ARMADOR	h	R\$ 10,41
AJUDANTE DE ELETRICISTA	h	R\$ 10,88
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	h	R\$ 11,82
AJUDANTE DE PEDREIRO	h	R\$ 10,36
ALUGUEL PROJETO DE ARGAMASSA, CAPACIDADE DE PROJECAO 2,0 M3/H, ALCANCE DA PROJECAO ATE 50 M, MOTOR ELETRICO TRIFASICO	h	R\$ 40,00
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m ³	R\$ 60,00
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m ³	R\$ 57,50
ARMADOR	h	R\$ 14,24
BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA VERTICAL, 11,5 X 19 X 29 CM - 4,5 MPA (NBR 15270)	un.	R\$ 1,15
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	kg	R\$ 0,60
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50 kg	R\$ 27,17
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m ³	R\$ 333,47
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	m ³	R\$ 344,70
ELETRICISTA	h	R\$ 14,50
FIBRA DE POLIPROPILENO, C=30mm, D=10mm	kg	R\$ 54,00
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	m ²	R\$ 32,30

LOCACAO DE PERFURATRIZ PNEUMATICA DE PESO MEDIO, * 24 * KG, PARA ROCHA	h	R\$ 4,64
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	m	R\$ 10,54
MESTRE DE OBRAS	h	R\$ 62,03
PEDREIRO	h	R\$ 14,24
PLACA DE EPS E=8mm, CLASSE F DENSIDADE DE 14,0 kg/m ³	m ³	R\$ 9,60
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	m	R\$ 8,07
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	m	R\$ 12,10
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	m ²	R\$ 4,95
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	kg	R\$ 4,96

Para a execução da alvenaria considerou-se o rendimento de 1,25 Hh/m². Já a montagem dos painéis monolíticos em EPS é mais rápida, em média 0,25 Hh/m². E para o revestimento argamassado executado sobre a alvenaria de tijolos cerâmicos, considerou-se a aplicação manual, que é o mais habitual nas obras desta região. Adotou-se o rendimento de 1,5 Hh/m². O revestimento argamassado do sistema de painéis monolíticos em EPS precisa ser executado através de projetor mecânico. Desta forma considerou-se para este serviço o rendimento de 0,65 Hh/m².

Para ambos sistemas construtivos considerou-se uma equipe de 8 pessoas para a execução da estrutura da edificação A. E para estrutura da edificação B considerou-se uma equipe de 6 pessoas. A montagem dos painéis em EPS é mais rápida do que a execução da alvenaria em blocos cerâmicos, então adotou-se o número de 4 pessoas para a montagem dos painéis e 8 pessoas para a execução da alvenaria. No entanto, a aplicação do revestimento argamassado por meio do projetor mecânico é mais rápido, mas exige mais pessoas envolvidas. Então, considerou-se uma equipe de 8 pessoas para a execução do revestimento aplicado sobre os blocos cerâmicos e de 10 pessoas para a execução do revestimento dos painéis em EPS, na edificação A. Considerando esta mesma proporção, para a edificação B foram necessárias 6 pessoas para a execução da alvenaria e 3 pessoas para a montagem dos painéis em EPS. Para o revestimento desta edificação, foram consideradas 5 pessoas para a execução do revestimento aplicado sobre os blocos cerâmicos e de 7 pessoas para a execução do revestimento dos painéis

em EPS. A tabela 14 apresenta os rendimentos adotados para a execução dos respectivos serviços e o número de pessoas consideradas para cada serviço.

Tabela 14 – Rendimento e número de pessoas considerados para a execução de cada serviço.

Serviço	Rendimento Hh/m ²	Número de pessoas			
		Edificação A		Edificação B	
		Blocos cerâmicos	Painéis em EPS	Blocos cerâmicos	Painéis em EPS
Alvenaria em blocos cerâmicos	1,25	8,00		6	
Montagem painéis em EPS	5,00		4,00		3
Revestimento argamassado manual	1,50	8,00		5	
Revesimento argamassado mecânico	2,25		10,00		7

4 RESULTADOS

Neste capítulo foram apresentadas as comparações dos quantitativos de aço e concreto das edificações, bem como o custo total de cada edificação.

Para esta análise considerou-se a quantidade de vedações verticais apresentadas na Tabela 15, bem como o peso próprio considerado em cada edificação. A área total de vedações verticais da edificação A, já descontando as aberturas e considerando uma taxa de perdas de 10%, é de 2.040,38m². E a área total de vedações verticais da edificação B, nas mesmas condições, é de 1.041,95m².

Tabela 15 – Área de vedações verticais e peso próprio considerado.

Edificação	Pavimento	Área Vedações Verticais (m ²)	Área Total Vedações Verticais (m ²)	Peso Próprio (KN/m ²)
Edificação A-1	Térreo	161,10	2040,38	20,85
	2° Pav.	625,00		
	3° Pav.	625,00		
	4° Pav.	517,28		
	Cobertura	112,00		
Edificação A-2	Térreo	161,10	2040,38	12,81
	2° Pav.	625,00		
	3° Pav.	625,00		
	4° Pav.	517,28		
	Cobertura	112,00		
Edificação B-1	Térreo	498,70	1041,95	20,85
	Pav. Superior	543,25		
Edificação B-2	Térreo	498,70	1041,95	12,81
	Pav. Superior	543,25		

4.1 ANÁLISE ESTRUTURAL

A seguir foram apresentadas as diferenças na quantidade de aço e de concreto nas edificações A e B, quando utilizadas vedações com tijolos cerâmicos e com painéis monolíticos em EPS.

4.1.1 Quantitativos de Concreto

4.1.1.1 Edificação A

Nos dois projetos observou-se algumas diferenças nas seções das vigas e pilares. A seguir foram apresentadas algumas diferenças observadas entre a edificação A-1 e A-2.

A quantidade de concreto necessária para a fundação da edificação A-2 é 17,7% menor do a necessária para a edificação A-1. Conforme observa-se na Tabela 16, esta foi a diferença no quantitativo de concreto mais expressiva da edificação de 4 pavimentos.

Tabela 16 – Quantitativos de concreto das edificações A-1 e A-2.

Elemento	Edificação A-1		Edificação A-2		Diferença concreto %
	Concreto C-25 (m ³)	Concreto C-30 (m ³)	Concreto C-25 (m ³)	Concreto C-30 (m ³)	
Fundação	128,0		105,3		17,7
Pilares		25,8		24,4	5,3
Vigas térreo		14,3		14,3	0,0
Vigas 2º Pav.		38,9		37,3	4,2
Vigas 3º Pav.		33,9		29,7	12,6
Vigas 4º Pav.		30,4		29,2	3,8
Vigas Cobertura		19,8		19,8	0,0
TOTAL	128,0	163,1	105,3	154,7	10,7

Ao comparar a seção dos pilares de A-1 e A-2 observa-se que estes variaram no pavimento térreo e no segundo pavimento. No terceiro e quarto pavimento a seção dos pilares manteve-se constante. Assim sendo, no total, foi necessário 5,3% mais concreto para os pilares da edificação A-1 do que para os pilares da edificação A-2.

O pavimento térreo possui poucas paredes, logo, o peso próprio das vedações verticais não teve influência neste pavimento e a seção das vigas permaneceu a mesma no lançamento estrutural da edificação A.

O segundo e o terceiro pavimentos foram iguais, de acordo com o projeto arquitetônico, e são os pavimentos com maior área de paredes. No entanto, observa-se na tabela 8 que a diferença da quantidade de concreto das vigas do terceiro pavimento é de 12,6% e no segundo pavimento é de 4,2%. Apesar de serem pavimentos iguais arquitetonicamente, a estrutura é diferenciada no segundo pavimento devido às limitações da locação dos pilares no pavimento térreo. Portanto, o que contribui para esta diferença é que no terceiro pavimento a maior parte das vigas está alinhada com as paredes deste pavimento. Já no segundo pavimento, além das vigas que dão suporte às vedações verticais, há outras vigas que passam pelos pilares do pavimento térreo e vigas em que nascem outros pilares.

Ao analisar a planta de formas da edificação A-1 e da A-2 nota-se variação da seção de algumas vigas do terceiro pavimento. A seção de todas as vigas externas da edificação A-1

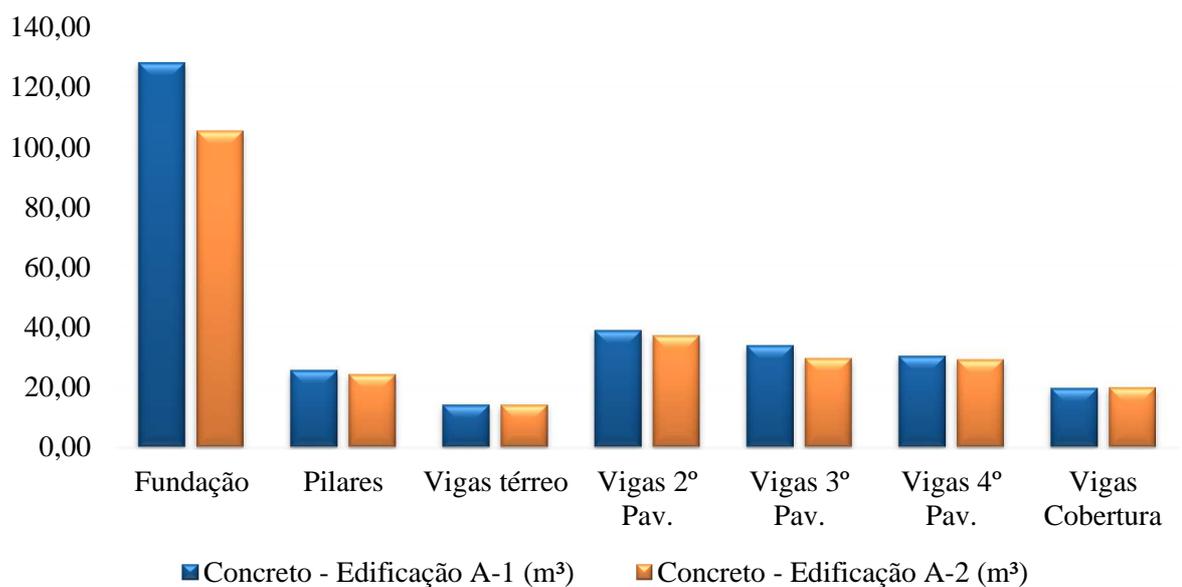
é 20x60 cm, já na edificação A-2 estas vigas são de 17x50 cm. Na parte interna, algumas vigas que eram de 15x50 cm na edificação A-1, passaram a ser 15x40 cm na edificação A-2. O terceiro pavimento é o que teve resultados mais expressivos, considerando a quantidade de concreto. Nos outros pavimentos, as diferenças nas seções das vigas são mais sutis e apenas em vigas internas. Essa redução na largura das vigas pode trazer alguns benefícios, como o aumento do espaço interno dos ambientes e facilita a manutenção, pois com a largura da viga igual a da parede, evita dentes entre estes dois elementos construtivos.

Assim como no pavimento térreo, na cobertura o quantitativo de concreto também permaneceu igual nas duas edificações. Apesar de haver platibanda, a altura desta é de apenas 1,10 m, e este peso próprio não causou alterações no modelo estrutural das duas análises.

Na tabela 8 pode-se observar, ainda, que se a edificação A fosse executada com vedações em painéis monolíticos em EPS seriam economizados 31,12 m³ de concreto. Sendo 22,7 m³ de concreto C-25 economizados na fundação e 8,4 m³ de concreto C-30 a menos nos pilares e vigas.

Na Figura 13 é apresentado um resumo da comparação do volume de concreto necessário para executar a edificação A-1 e para a edificação A-2. Nota-se que na fundação há a maior variação de volume de concreto. Entre as vigas a maior variação é no terceiro pavimento e a quantidade de concreto é a mesma nas vigas do térreo e da cobertura.

Figura 13 – Gráfico da comparação do volume de concreto entre a edificação A-1 e A-2



4.1.1.2 Edificação B

Para a fundação do condomínio horizontal foi necessário utilizar 3,9% menos concreto para o estudo realizado com as vedações em painéis monolíticos de EPS. Já a seção dos pilares manteve-se igual nas edificações B-1 e B-2. O que contribuiu para que não houvesse diferença na seção dos pilares é que o projeto possui 2 pavimentos, logo a carga distribuída em cada pilar é menor na edificação A. Ainda a seção dos pilares precisa respeitar os detalhes arquitetônicos e prescrições das normas técnicas. A Tabela 17 apresenta o quantitativo de concreto das edificações B-1 e B-2.

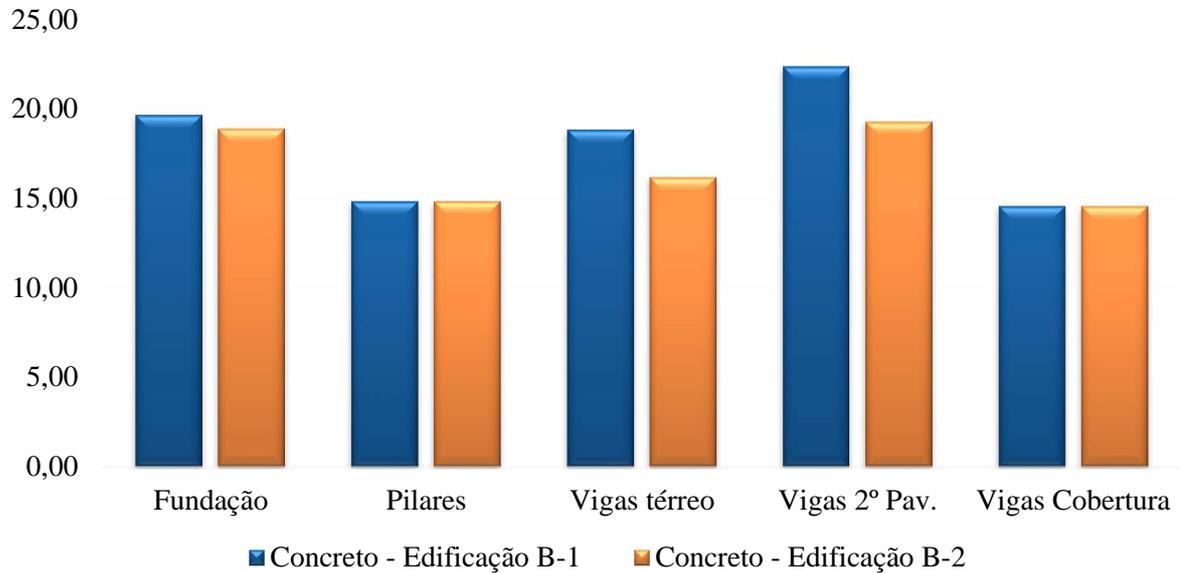
Tabela 17 – Quantitativos de concreto das edificações B-1 e B-2.

Elemento	Edificação B-1	Edificação B-2	Diferença Concreto %
	Concreto C-25 (m ³)	Concreto C-25 (m ³)	
Fundação	19,6	18,8	3,9
Pilares	14,8	14,8	0,0
Vigas térreo	18,8	16,2	14,2
Vigas 2º Pav.	22,3	19,3	13,8
Vigas Cobertura	14,5	14,5	0,0
TOTAL	90,1	83,6	7,2

As maiores diferenças do quantitativo de concreto entre as edificações B-1 e B-2 foram registradas nas vigas do pavimento térreo e do segundo pavimento. Para as vigas do térreo esta diferença foi de 2,7 m³ de concreto e para as vigas do segundo pavimento, 3,10 m³ de concreto. Estes valores corresponderam a 14,2 % e 13,8 % respectivamente. Na planta de formas do térreo observa-se que todas as vigas externas do modelo de cálculo B-1 possuem a seção de 17x40 cm e, no modelo B-2, a maioria destas vigas passou a ser de 17x30 cm. Assim, como aconteceu em algumas vigas internas deste pavimento, que eram de 15x40 cm em B-1 e passam a ter a seção de 15x30 cm em B-2. No pavimento superior a maioria das vigas que era de 17x40 cm em B-1, passaram a ser de 17x30 cm, em B-2.

A Figura 14 ilustra a diferença do volume de concreto entre as edificações B-1 e B-2. Neste gráfico verifica-se que o volume de concreto dos pilares e das vigas de cobertura foi o mesmo para as duas análises. Verifica-se, ainda, que a diferença do volume da fundação é pouca e nas vigas do segundo pavimento há a maior variação do volume de concreto entre B-1 e B-2.

Figura 14 – Gráfico da comparação do volume de concreto entre a edificação B-1 e B-2



Assim, se as vedações verticais da edificação B fossem executadas com painéis monolíticos em EPS haveria uma economia de 6,5 m³ de concreto, o que corresponde a uma diferença de 7,2 %.

4.1.2 Quantitativos de Aço

4.1.2.1 Edificação A

Em relação ao quantitativo de aço, as diferenças entre a edificação com vedações verticais em blocos cerâmicos e a edificação com painéis monolíticos em EPS foram mais significativas no quantitativo de concreto. Enquanto a diferença total no quantitativo de concreto foi de 10,7%, no quantitativo de aço a diferença total foi de 6,0%. Ou seja, se as vedações verticais da edificação A fossem executadas com painéis monolíticos em EPS haveria uma economia de 1.034,4 kg de aço. A Tabela 18 apresenta o resumo de aço das análises efetuadas.

Tabela 18 – Quantitativos de aço das edificações A-1 e A-2.

Elemento	Edificação A-1			Edificação A-2			Diferença Aço %
	Aço CA-50 kg	Aço CA-60 kg	Total aço (kg)	Aço CA-50 kg	Aço CA-60 kg	Total aço (kg)	
Fundação	1214,7	124,5	1339,2	1214,8	112,8	1327,6	0,9
Pilares	3914,2	580,9	4495,1	3900,8	581,7	4482,5	0,3
Vigas térreo	736,9	211,2	948,1	728,6	210,8	939,4	0,9
Vigas 2º Pav.	4002,2	521,9	4524,1	3426,1	559,0	3985,1	11,9
Vigas 3º Pav.	1944,4	429,4	2373,8	1662,6	365,0	2027,6	14,6
Vigas 4º Pav.	1948,5	455,6	2404,1	1837,0	450,8	2287,8	4,8
Vigas Cobertura	782,4	303,8	1086,2	782,4	303,8	1086,2	0,0
TOTAL	14543,3	2627,3	17170,6	13552,3	2583,9	16136,2	6,0

Na fundação, enquanto verificou-se uma grande economia de concreto, a diferença no quantitativo de aço das edificações A-1 e A-2 foi de apenas 0,9%.

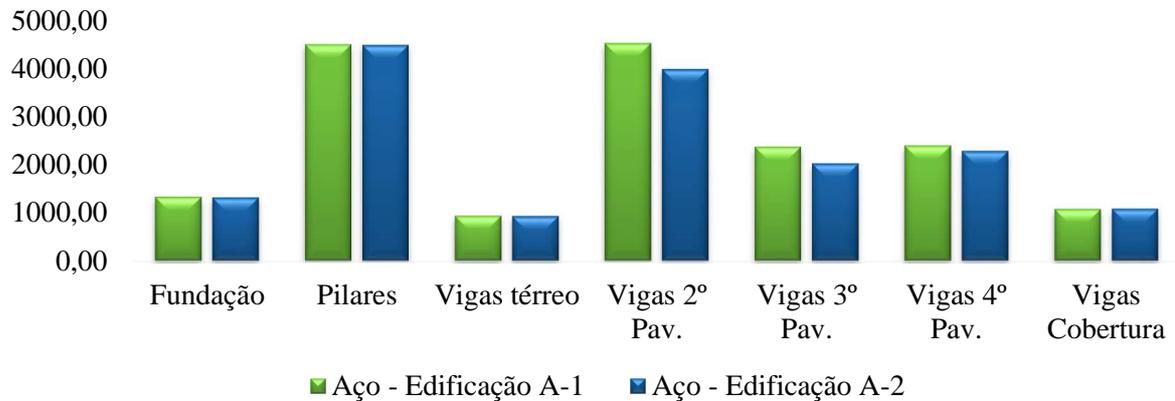
A armadura dos pilares variou pouco entre A-1 e A-2, 0,3%. Observou-se alterações apenas no pavimento térreo.

O pavimento térreo possui poucas paredes, logo a influência do peso próprio destas sobre as vigas do térreo, como esperado, foi pouco, de 0,9%, comparando A-1 e A-2. Já no segundo, terceiro e quarto pavimento, onde há maior área de vedações verticais, esta variação foi mais significativa. No segundo pavimento foi necessário 11,9% a mais de aço em A-1 do que em A-2. No terceiro pavimento foi necessário 14,6% mais aço em A-1 e no quarto pavimento 4,8% a mais de aço.

As vigas do terceiro pavimento foram os elementos estruturais em que houve a maior diferença no quantitativo de aço. Seria possível economizar 346,2 kg de aço neste pavimento se a edificação A fosse executada com painéis monolíticos em EPS.

Ao contrário do quantitativo de concreto, o quantitativo de aço da fundação manteve-se similar nas duas análises, conforme observa-se na figura 14. Já a quantidade de aço necessária para a edificação A-1 e para a A-2 apresenta maior variação nas vigas do segundo e do terceiro pavimento e mantém-se parecida nas vigas do térreo, pilares e vigas da cobertura.

Figura 15 – Gráfico da comparação do peso do aço entre a edificação A-1 e A-2



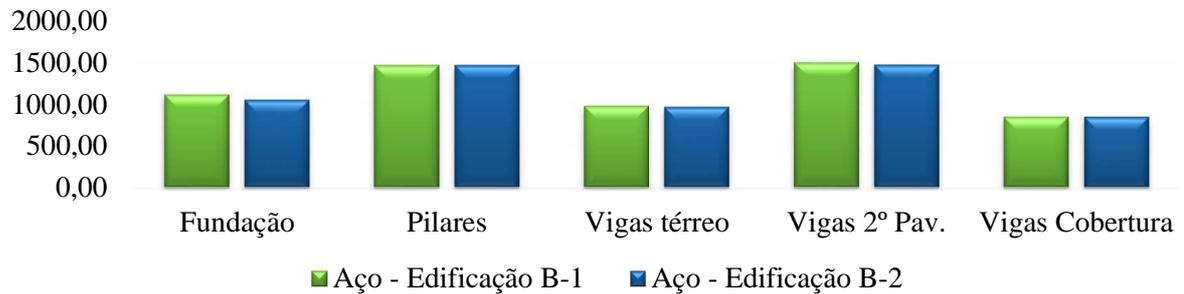
4.1.2.2 Edificação B

Ao analisar a Tabela 19, que apresenta os quantitativos de aço das edificações B-1 e B-2 e a Figura 16, observa-se que a variação deste quantitativo foi pequena, comparando a influência do peso próprio das vedações verticais com EPS e com tijolos cerâmicos. A variação total foi de 99,8 kg de aço, que representa 1,7%.

Tabela 19 – Quantitativos de aço das edificações B-1 e B-2.

Elemento	Edificação B-1			Edificação B-2			Diferença Aço %
	Aço CA-50 kg	Aço CA-60 kg	Total aço (kg)	Aço CA-50 kg	Aço CA-60 kg	Total aço (kg)	
Fundação	999,4	112,2	1111,6	938,7	111,8	1050,5	5,5
Pilares	1090,6	372,3	1462,9	1090,6	372,3	1462,9	0,0
Vigas térreo	714,4	263,8	978,2	695,7	270,4	966,1	1,2
Vigas 2º Pav.	1181,5	315,3	1496,8	1135,0	335,2	1470,2	1,8
Vigas Cobertura	608,3	239,4	847,7	608,3	239,4	847,7	0,0
TOTAL	4594,2	1303,0	5897,2	4468,3	1329,1	5797,4	1,7

Figura 16 – Gráfico da comparação do peso do aço entre a edificação B-1 e B-2



Nota-se, também, que o quantitativo de aço dos pilares e das vigas de cobertura não variou. Nas vigas do térreo e do segundo pavimento variou um pouco, 1,2% e 1,8%, respectivamente. E a maior variação foi na fundação, onde foi possível economizar 61,10 kg de aço, se utilizar painéis monolíticos em EPS.

4.2 ANÁLISE DE CUSTOS

O custo total das edificações A e B foi calculado de acordo com o CUB. O valor considerado foi o referente a edificações multiresidenciais com padrão de acabamento normal, código R 8-N. Este valor de acordo com os dados do SINDUSCON-RS de julho de 2017, é de R\$ 1.419,91.

A área equivalente da edificação A, calculada conforme a NBR 12721 (ABNT, 2006), é de 1.223,22 m². Multiplicando-se o valor unitário do CUB por esta área, obtêm-se um custo de R\$ 1.736.862,31. A este valor foi acrescentado o custo do elevador, de R\$ 85.200,00. Logo o custo total da edificação A, conforme apresentado na Tabela 18, é de R\$ 1.822.062,31.

Para a edificação B, a área equivalente é de 589,60 m². Ao multiplicar-se esta área pelo valor unitário, obtêm-se o custo total desta edificação, que conforme apresentado na Tabela 18, é de R\$ 837.178,94.

Tabela 20 – Custo total das edificações A e B.

Edificação	Área total (m ²)	Área equivalente (m ²)	Custo unitário R\$/m ²	Elevador	Custo total
A	1432,00	1223,22	R\$ 1.419,91	R\$ 85.200,00	R\$ 1.822.062,31
B	600,43	589,60	R\$ 1.419,91		R\$ 837.178,94

Além do custo total, para cada uma das edificações foram realizados os orçamentos da estrutura e do sistema de vedações verticais, a fim de analisar a influência da substituição das vedações verticais convencionais pelo sistema com painéis monolíticos em EPS nos custos da obra. O orçamento completo da edificação A-1 encontra-se no Anexo C, da edificação A-2 no Anexo D, da edificação B-1 no Anexo E e da edificação B-2 no anexo F.

4.2.1 Edificação A

A diferença total nos orçamentos das edificações A-1 e A-2, da parte considerada, foi de 4,92%, conforme apresentado na Tabela 12. Ou seja, ao utilizar painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação vertical, é possível economizar R\$ 30.698,08 na execução da estrutura de concreto armado e nas vedações verticais.

Ao analisar apenas o material necessário para a estrutura de concreto armado (concreto e aço), a diferença nos orçamentos das edificações A-1 e A-2 foi de R\$ 17.529,06. A diferença dos materiais necessários para a execução da alvenaria e dos painéis em EPS é praticamente nula. O total de material gasto para a execução da alvenaria em blocos cerâmicos é de R\$ 70.779,67 e o total do material dos painéis monolíticos em EPS é de R\$ 71.188,06. No entanto, a montagem dos painéis em EPS é 4 vezes mais rápida do que a execução da alvenaria em blocos cerâmicos. Além disso, a montagem dos painéis em EPS exige uma equipe menor do que a execução da alvenaria convencional. E apesar do número maior de colaboradores na execução do revestimento argamassado através de projetor mecânico, o rendimento e a qualidade são melhores. Neste estudo, o valor total de mão de obra da edificação A-1 para a execução da estrutura e das vedações em blocos cerâmicos foi de R\$ 49.715,48 e para a edificação A-2 foi de R\$ 27.007,48.

Tabela 21 – Resumo dos orçamentos das Edificações A-1 e A-2.

Elemento	Edificação A-1	Edificação A-2	Diferença em %
Fundação	R\$ 56.177,18	R\$ 48.053,44	14,46
Pilares	R\$ 37.530,91	R\$ 37.035,35	1,32
Vigas térreo	R\$ 26.176,17	R\$ 26.160,93	0,06
Contrapiso Térreo	R\$ 78.367,96	R\$ 78.367,96	0,00
Vigas Segundo Pavimento	R\$ 66.122,53	R\$ 63.793,73	3,52
Laje Segundo Pavimento	R\$ 25.384,52	R\$ 25.384,52	0,00
Vedações Verticais Térreo	R\$ 9.324,33	R\$ 8.936,13	4,16
Vigas Terceiro Pavimento	R\$ 53.193,49	R\$ 50.533,33	5,00
Laje Terceiro Pavimento	R\$ 25.384,52	R\$ 25.384,52	0,00
Vedações Verticais Segundo Pavimento	R\$ 37.881,91	R\$ 31.713,45	16,28
Vigas Quarto Pavimento	R\$ 48.072,49	R\$ 47.411,98	1,37
Laje Quarto Pavimento	R\$ 25.384,52	R\$ 25.384,52	0,00
Vedações Verticais Terceiro Pavimento	R\$ 37.881,91	R\$ 31.713,45	16,28
Vigas Cobertura	R\$ 33.989,53	R\$ 33.955,06	0,10
Laje Cobertura	R\$ 27.034,72	R\$ 27.034,72	0,00
Vedações Verticais Quarto Pavimento	R\$ 30.759,32	R\$ 25.550,62	16,93
Alvenaria Platibanda	R\$ 6.305,05	R\$ 6.201,90	1,64
TOTAL DOS ELEMENTOS ANALISADOS	R\$ 623.313,68	R\$ 592.615,60	4,92

Na tabela 12 observa-se que as maiores diferenças de custos foram nas fundações, nas vedações do segundo e terceiro pavimentos e nas vedações da platibanda. Conforme apresentado no item 4.1.1.1, a quantidade de concreto necessária para a fundação da edificação A-2 é bem do que da edificação A-1, o que refletiu em uma diferença de R\$ 8.123,74 no custo da fundação. Quanto ao custo da execução das vedações mencionadas, o que influenciou diretamente na redução de custos da edificação em painéis monolíticos em EPS foi a redução do tempo necessário e o número menor de colaboradores necessários para a montagem dos painéis.

Em relação ao tempo de execução da edificação A, o sistema com painéis monolíticos em EPS também apresentou vantagens. O tempo para a execução da estrutura é o mesmo para ambos os estudos. No entanto, as vedações verticais em EPS, de acordo com o número de colaboradores proposto, são executadas em 31 dias, enquanto que as vedações em blocos cerâmicos são executadas em 50 dias.

Ao considerar o custo total da edificação A de acordo com o CUB, R\$ 1.822.062,31, a economia de R\$ 30.698,08 na execução de vedações verticais com painéis monolíticos em EPS, representa 1,70 %.

4.2.2 Edificação B

A diferença total nos orçamentos das edificações B-1 e B-2 foi de 4,90%, conforme apresentado na Tabela 13. Logo, ao utilizar painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação vertical, é possível economizar R\$ 12.227,74 na execução da estrutura de concreto armado e nas vedações verticais.

Tabela 22 – Resumo dos orçamentos das Edificações B-1 e B-2.

Elemento	Edificação B-1	Edificação B-2	Diferença em %
Fundação	R\$ 25.624,03	R\$ 25.179,42	1,74
Pilares	R\$ 20.336,40	R\$ 20.336,40	0,00
Vigas térreo	R\$ 23.563,72	R\$ 22.658,47	3,84
Contrapiso Térreo	R\$ 18.585,59	R\$ 18.585,59	0,00
Vigas Segundo Pavimento	R\$ 26.063,91	R\$ 24.894,38	4,49
Laje Segundo Pavimento	R\$ 25.764,39	R\$ 25.764,39	0,00
Vedações Verticais Térreo	R\$ 28.523,48	R\$ 21.733,19	23,81
Vedações Verticais Pavimento Superior	R\$ 30.649,23	R\$ 27.731,17	9,52
Vigas Cobertura	R\$ 13.302,70	R\$ 13.302,70	0,00
Laje Cobertura	R\$ 37.306,16	R\$ 37.306,16	0,00
TOTAL DOS ELEMENTOS ANALISADOS	R\$ 249.719,61	R\$ 237.491,87	4,90

No sistema convencional a estrutura e vedações verticais deste empreendimento seriam executadas em 85 dias. Entretanto, adotando-se o sistema com painéis em EPS, esse tempo de execução seria reduzido para 67 dias.

Diferentemente da edificação A, na edificação B a redução de custos dos materiais da estrutura de concreto armado não foi tão significativa. Esta redução foi de R\$ 2.519,39. Portanto o que teve a maior influência na redução do valor final desta edificação foi a redução do custo de mão de obra.

Nesta edificação, o custo total da obra é de R\$ 837.178,94, logo, a economia de R\$ 12.227,74, representa 1,46 %

5 CONCLUSÃO

Este estudo foi desenvolvido para verificar a influência da substituição de vedações verticais com blocos cerâmicos por painéis monolíticos em EPS, na estrutura de concreto armado. Sendo que o peso próprio dos painéis monolíticos em EPS é 38,6% mais leve que a alvenaria em blocos cerâmicos. Para esta finalidade foram utilizados dois projetos, um de uma edificação de 4 pavimentos, nomeada edificação A e outra referente a um condomínio horizontal, chamada de edificação B. Após dimensionamento de cada uma das estruturas e análise destas, verificou-se que há uma redução no volume de concreto e no peso de aço ao utilizar painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação vertical.

Ao analisar cada uma das edificações calculadas, nota-se que a diferença do quantitativo de concreto das edificações com vedações verticais com painéis monolíticos em EPS em relação às edificações com vedações verticais em tijolos cerâmicos é maior do que o quantitativo de aço. Esta diferença no quantitativo de concreto foi de 10,69% na edificação A e 7,23% na edificação B, enquanto que a diferença nas quantidades calculadas de aço foi de 6,02% na edificação A e 1,69% na edificação B.

Na edificação A, se as vedações verticais fossem executadas com painéis monolíticos em EPS seriam economizados 31,12 m³ de concreto e 1.034,42 kg de aço. Além disso, a redução da seção de algumas vigas proporciona outras vantagens como o aumento da área interna dos ambientes e pode facilitar a manutenção. Já na edificação B, ao optar pelos painéis monolíticos em EPS, a redução do volume de concreto seria de 6,52 m³ e de aço seria de 99,80 kg.

Quanto à fundação, conclui-se que quanto maior o número de pavimentos, maior é a redução do quantitativo de concreto, ao utilizar painéis monolíticos em EPS como vedações verticais. Pois na edificação A, com 4 pavimentos, a diferença do volume de concreto foi de 17,73% e na edificação B, com 2 pavimentos, esta diferença foi de apenas 3,92%. Entretanto a diferença do peso de aço da fundação da edificação A foi praticamente nula, enquanto que na edificação B foi 5,5%.

Já em relação aos orçamentos elaborados, conclui-se que o custo das obras com vedações verticais em painéis monolíticos em EPS é menor do que no sistema convencional. Na edificação de 4 pavimentos seria possível economizar R\$ 30.698,08 utilizando os painéis em EPS e no condomínio horizontal seria possível economizar R\$ 12.227,74. No entanto, ao

considerar o custo total da obra, esta redução de custos é pequena, sendo de 1,70 % na edificação A e 1,46 % na edificação B.

A porcentagem da diferença no custo total da estrutura de concreto armado e das vedações verticais foi praticamente a mesma nas duas edificações. Representando 4,92% na edificação A e 4,90% na edificação B. No entanto, na edificação de 4 pavimentos o que mais contribui para a redução do custo total foi a menor quantidade de aço e concreto. Já no condomínio horizontal, o custo da estrutura de concreto armado não variou muito, o que mais influenciou na redução do orçamento foi a agilidade de execução do sistema de vedações verticais em EPS.

Desta forma, conclui-se que a utilização de painéis monolíticos em EPS como vedação vertical, contribui para a redução do impacto ambiental através do menor consumo de concreto e aço. Além disso, também colabora para a redução de custos e do tempo de execução de uma edificação. Além dos benefícios diretos estas características geram ainda outros benefícios, como por exemplo, se tratar de uma edificação comercial, a conclusão antecipada da obra permite que esta entre antes em operação, favorecendo o custo benefício.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Análise das propriedades mecânicas do painel monolítico em EPS utilizado com função estrutural.
- Análise do custo benefício da utilização de uma edificação com vedações verticais em EPS, considerando o desempenho térmico, mecânico e de resistência ao fogo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Jairo José de Oliveira; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. Resistência mecânica do concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: IBRACON, 2011. Cap. 17, p. 651-651.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 11752**: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7680**: Concreto – Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7481**: Tela de aço soldada – Armadura para concreto. Rio de Janeiro, 1989.

AVESANI, José Orlando Neto. **Caracterização do comportamento geotécnico do EPS através de ensaios mecânicos e hidráulicos**. 2008, 228f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso Mestrado Profissionalizante em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-24062008-101540/en.php>. Acesso em 16 de janeiro de 2016.

BASHEER, Lulu; KROPP, Joerg; CLELAND, David J. Assessment of the durability of concrete from its permeation properties: a review. **Construction and building**, v. 15, n. 2, p. 93-103, 2001.

BERTINI, L. **Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada**. Tese de Doutorado em Engenharia de Estruturas – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.

BERTOLDI, Renato Hecílio. **Caracterização do sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis**. 2007, 144f. Dissertação

apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSC_84c5e843c148d298b29c36c38fc9287f. Acesso em 20 de maio de 2016.

BUCCELLI, Dalton Oswaldo; NETO, Pedro Luiz de Oliveira Costa. **A importância dos processos gerenciais nos resultados de produção mais limpa: Um estudo na indústria do plástico**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 18, n. 2, p. 662-673, 2014.

CARBONARI, G.; CAVALARO, S. H. P.; CANSARIO, A.; AGUADO, A. **Flexural behavior of light-weight sandwich panels composed by concrete and EPS**. Construction and Building Materials, v. 35, p. 792-799, 2012. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=-1032994445&_sort=r&_st=13&view=c&md5=45ef5286234fba88771326603d16849c&searchtype=a. Acesso em 06 de agosto de 2016.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e detalhamento de estruturas de concreto armado segundo a NBR 6118:2013**. São Carlos, SP, 2007.

CHEN, Wensu; HAO, Hong. **Experimental and numerical study on composite lightweight structural insulated panel with expanded polystyrene core against windborne debris impacts**. Materials and Design, v. 60, p. 409-423, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306914003069>. Acesso em 10 de julho de 2016.

CIOBANU, Adrian Alexandru; PUSCASU, Ionel. **Towards low energy building using vacuum insulation panels**. Constructii Journal, Romênia, vol. 14(2), p. 56-60. Dez/2013.

DACOL, S. **Influência da densidade do núcleo na rigidez do painel sanduíche**. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Projeto, Execução e Controle de Estruturas e Fundações) – Instituto de Pós Graduação (IPOG), Florianópolis, 2014.

FARINA, Ilenia; FABBROCINO, Francesco; COLANGELO, Francesco; FEO, Luciano; FRATERNALI, Fernando. **Surface Roughness effects on the reinforcement of cement mortars through 3D printed metallic fibers**. Journal Elsevier, Composites part B: Engineering, v. 99, p. 305-311, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836816307880>. Acesso em 19 de junho de 2016.

FERNANDES, Georgeo Dias. **Desenvolvimento Técnico e Avaliação de Custo e Benefício do Sistema Construtivo de Painéis Sanduíche, com Núcleo de Garrafas PET, Moldadas no Local**. 2016, 172f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso Mestrado Profissionalizante em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/5607/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Georgeo%20Dias%20Fernandes%20-%202016.pdf>. Acesso em 21 de agosto de 2016.

FIGUEIREDO, Enio Pasini; MEIRA, Gibson. **BT06 – Corrosão das armaduras das estruturas de concreto armado**. Mérida: ALCONPAT Internacional, 2013, 30p.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção.** 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre.

KULAKOWSKI, Marlova Piva. **Contribuição ao estudo da carbonatação em concretos e argamassas compostos com adição de sílica ativa.** 2002. 199f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

HELENE, Paulo. **Contribuição ao Estudo da Corrosão em Armaduras de Concreto Armado.** Tese (Livro Docência) – Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

LOURENÇO, P.B. - **Dimensionamento de Alvenarias estruturais.** Relatório 99-DEC/E-7, Universidade do Minho, Guimarães, 1999.

MARCOLIN, Nelson. **Criação no concreto.** 2006. Disponível em:<http://revistapesquisa.fapesp.br/2006/09/01/criacao-no-concreto/>. Acesso em 05 de agosto de 2017.

MANO, E.B. **Polímeros como Materiais de Engenharia.** São Paulo – SP, 1999.

MASCARÓ, J.L. **O Custo das Decisões Arquitetônicas.** 5ª edição, Porto Alegre: Masquatro, 2010.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J.M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.** 2. Ed. São Paulo: IBRACON, 2014. 782p.

NOVAIS, Jonathan Willian Zangeski et al. **Comparação do Desempenho Térmico de Painéis em EPS como Alternativa aos Tijolos Cerâmicos no Conforto Térmico de Residências em Cuiabá-MT.** UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 13, n. 1, 2015.

OLIVEIRA, Luciana Alves; MITIDIERI, Cláudio Vicente Filho. **O projeto de edifícios habitacionais considerando a norma brasileira de desempenho: análise aplicada para as vedações verticais.** Gestão & Tecnologia de Projetos, vol. 7, p. 90-100. Mai/2012. Disponível em: <http://www.periodicos.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51022>. Acesso em 05 de março de 2017.

PACHECO, Fernanda. **Investigação da relação entre os parâmetros de projeto das estruturas de concreto armado visando à durabilidade.** 2016, 193 f. Dissertação (trabalho de Conclusão do Curso do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

PARAVISI, Sandra. **Avaliação dde Sistemas de Produção de Revestimentos de Fachada com Aplicação Mecânica e Manual de Argamassa.** 2008, 181f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12561/000630210.pdf;sequence=1>. Acesso em 09 de julho de 2017.

PEDROSO, Fábio Luís. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais utilizado pelo homem.** Revista Concreto e Construções. IBRACON, n. 53, p. 14-19, 2009.

RAMALHO, Márcio A.; CÔRREA, Márcio, R., S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: PINI, 2003.

RAMALHO, Márcio A. **Sistema para análise de estruturas considerando interação com o meio elástico**. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo, 1990.

REBELLO, Yopanan, C. P. **Curso de Dimensionamento de Estruturas de Aço**. Centro Brasileiro da Construção em Aço - CBCA. Módulo 1, parte 1, Rio de Janeiro, 2011.

REIS, Raquel Cardoso; SANTIM, Eder; MAMMINI, Osmar; PEREIRA, Mayara L.; COSTA, Mônica. **Manual de Utilização EPS na Construção Civil**. São Paulo: PINI, 2006.

REGO, Nadia Vilela de Almeida. **Tecnologia das construções**. Rio de Janeiro: Imperial, 2010.

SANTOS, I. S. S; SILVA, N. I W. **Manual de Cerâmica Vermelha**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2008. 95 p.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS - SINAT. **Diretriz para avaliação de produtos – Nº 011**. Brasília, 2014.

THOMAZ, Ercio; MITIDIARI, Cláudio Vicenti Filho; CLETO, Fabiana da Rocha; CARDOSO, Francisco Ferreira. **Código de práticas nº 1: alvenaria de vedação de blocos cerâmicos**. IPT/EPUSP. São Paulo, 2009.

TOMLINSON, Douglas; FAM, Amir. **Analytical approach to flexural response of partially composite insulated concrete sandwich walls used for cladding**. Journal Elsevier, Engineering Structures, v. 122, p. 251-266, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029616301870>. Acesso em 26 de junho de 2016.

VICENTE, Gabriel dos Santos; SANTOS, White José dos; BRANCO, Luiz Antonio Melgaço Nunes; BARBOSA, Ricardo Antônio. **Análise experimental da influência da espessura da argamassa de assentamento no desempenho mecânico de prismas de blocos de concreto**. Construindo, v. 5, n. 2, 2013. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/index.php/construindo/article/view/2102>. Acesso em 27 de agosto de 2016.

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

ORÇAMENTO EDIFICAÇÃO A-1				
1. FUNDAÇÃO				
SUBTOTAL FUNDAÇÃO		R\$	56.177,18	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 333,47	128,04	R\$ 42.697,50
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	105,4	R\$ 369,95
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	182,1	R\$ 675,59
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	10,7	R\$ 44,51
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	839	R\$ 2.970,06
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	96,8	R\$ 326,22
ACO CA-50, 16,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	36,8	R\$ 124,02
ACO CA-50, 20,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,15	49,5	R\$ 155,93
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	64,4	R\$ 519,71
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	122,6	R\$ 1.483,46
LOCACAO DE PERFURATRIZ PNEUMATICA DE PESO MEDIO, * 24 * KG, PARA ROCHA	H	R\$ 4,64	32	R\$ 148,48
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	128	R\$ 1.326,08
ARMADOR	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	96	R\$ 999,36
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	64	R\$ 756,48
2. PILARES				
SUBTOTAL PILARES		R\$	37.530,91	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	25,77	R\$ 8.882,92
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	595,5	R\$ 2.090,21
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	14,7	R\$ 54,54
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	1622,1	R\$ 5.742,23
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	1293,2	R\$ 4.358,08
ACO CA-50, 16,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	592	R\$ 1.995,04
ACO CA-50, 20,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,15	491,8	R\$ 1.549,17

TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	252	R\$ 2.033,64
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	174	R\$ 2.105,40
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	128	R\$ 1.332,48
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
3. VIGAS TÉRREO				
SUBTOTAL VIGAS TÉRREO		R\$	26.176,17	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	14,3	R\$ 4.929,21
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	211,2	R\$ 741,31
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	17,5	R\$ 64,93
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	143,3	R\$ 596,13
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	300	R\$ 1.062,00
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	276,1	R\$ 930,46
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	1238	R\$ 9.990,66
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	206	R\$ 2.492,60
ASFALTO MODIFICADO TIPO II - NBR 9910 (ASFALTO OXIDADO PARA IMPERMEABILIZACAO, COEFICIENTE DE PENETRACAO 20-35)	KG	R\$ 7,26	32	R\$ 232,32
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	24	R\$ 1.488,72
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	96	R\$ 994,56
ARMADOR	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	80	R\$ 832,80
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	48	R\$ 567,36
4. CONTRAPISO TÉRREO				
SUBTOTAL CONTRAPISO TÉRREO		R\$	78.367,96	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 333,47	131,6	R\$ 43.884,65

TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	KG	R\$ 4,96	2154,9	R\$ 10.688,30
PEDRA BRITADA N. 3 (38 A 50 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	R\$ 45,00	268	R\$ 12.060,00
LONA PLASTICA, PRETA, LARGURA 8 M, E= 150 MICRA	M	R\$ 6,99	1456	R\$ 10.177,44
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	4	R\$ 248,12
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	32	R\$ 331,52
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	32	R\$ 333,12
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	16	R\$ 189,12
5. VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO		R\$	66.122,53	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	38,9	R\$ 13.408,83
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	521,9	R\$ 1.831,87
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	531,5	R\$ 1.971,87
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	544,6	R\$ 2.265,54
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	572,3	R\$ 2.025,94
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	975	R\$ 3.285,75
ACO CA-50, 16,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	931,4	R\$ 3.138,82
ACO CA-50, 20,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,15	297,1	R\$ 935,87
ACO CA-50, 25,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,64	150,3	R\$ 547,09
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	850	R\$ 6.859,50
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	1517	R\$ 18.355,70
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	116	R\$ 1.222,64
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	48	R\$ 2.977,44
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	80	R\$ 1.139,20
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	160	R\$ 1.665,60

AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
6. LAJE SEGUNDO PAVIMENTO				
SUBTOTAL LAJE SEGUNDO PAVIMENTO		R\$	25.384,52	
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	347,53	R\$ 11.225,22
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	24,4	R\$ 8.410,68
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	264	R\$ 1.937,76
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	174	R\$ 349,74
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	80	R\$ 828,80
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	40	R\$ 472,80
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
7. VEDAÇÕES VERTICAIS TÉRREO				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS TÉRREO		R\$	9.324,33	
BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA VERTICAL, 11,5 X 19 X 29 CM - 4,5 MPA (NBR 15270)	UN	R\$ 1,15	2950	R\$ 3.392,50
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	6,4	R\$ 368,00
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	45	R\$ 1.222,65
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,60	640	R\$ 384,00
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	0,6	R\$ 36,00
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	12,8	R\$ 53,25
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	8,3	R\$ 29,13
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	16	R\$ 129,12
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36

AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	128	R\$ 1.326,08
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	32	R\$ 378,24
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	4	R\$ 58,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	4	R\$ 43,52
8. VIGAS TERCEIRO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO		R\$	53.193,49	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	33,95	R\$ 11.702,57
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	500,5	R\$ 1.756,76
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	289,2	R\$ 1.072,93
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	208,7	R\$ 868,19
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	348,7	R\$ 1.234,40
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	918	R\$ 3.093,66
ACO CA-50, 16,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	179,8	R\$ 605,93
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	830	R\$ 6.698,10
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	1212	R\$ 14.665,20
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	116	R\$ 1.222,64
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	48	R\$ 2.977,44
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	80	R\$ 1.139,20
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	160	R\$ 1.665,60
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
9. LAJE TERCEIRO PAVIMENTO				
SUBTOTAL LAJE TERCEIRO PAVIMENTO		R\$	25.384,52	
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	347,53	R\$ 11.225,22
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	24,4	R\$ 8.410,68
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	264	R\$ 1.937,76

MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	174	R\$ 349,74
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	80	R\$ 828,80
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	40	R\$ 472,80
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
10. VEDAÇÕES VERTICAIS SEGUNDO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS SEGUNDO PAVIMENTO		R\$	37.881,91	
BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA VERTICAL, 11,5 X 19 X 29 CM - 4,5 MPA (NBR 15270)	UN	R\$ 1,15	11460	R\$ 13.179,00
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	26	R\$ 1.495,00
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	160	R\$ 4.347,20
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,60	1920	R\$ 1.152,00
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	2,2	R\$ 132,00
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	159	R\$ 661,44
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	102,3	R\$ 359,07
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	198,8	R\$ 1.604,32
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	60	R\$ 3.721,80
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	240	R\$ 3.417,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	480	R\$ 4.972,80
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	120	R\$ 1.418,40
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	56	R\$ 812,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	56	R\$ 609,28
11. VIGAS QUARTO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VIGAS QUARTO PAVIMENTO		R\$	48.072,49	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	30,39	R\$ 10.475,43

ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	455,6	R\$ 1.599,16
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	345,3	R\$ 1.281,06
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	169,9	R\$ 706,78
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	436	R\$ 1.543,44
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	953,4	R\$ 3.212,96
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	950	R\$ 7.666,50
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	834	R\$ 10.091,40
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	116	R\$ 1.222,64
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	48	R\$ 2.977,44
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	80	R\$ 1.139,20
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	160	R\$ 1.665,60
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
12. LAJE QUARTO PAVIMENTO				
SUBTOTAL LAJE TERCEIRO PAVIMENTO		R\$	25.384,52	
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	347,53	R\$ 11.225,22
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	24,4	R\$ 8.410,68
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	264	R\$ 1.937,76
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	174	R\$ 349,74
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	80	R\$ 828,80
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	40	R\$ 472,80

ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
13. VEDAÇÕES VERTICAIS TERCEIRO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS TERCEIRO PAVIMENTO		R\$	36.224,54	
BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA VERTICAL, 11,5 X 19 X 29 CM - 4,5 MPA (NBR 15270)	UN	R\$ 1,15	11460	R\$ 13.179,00
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	26	R\$ 1.495,00
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	99	R\$ 2.689,83
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,60	1920	R\$ 1.152,00
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	2,2	R\$ 132,00
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	159	R\$ 661,44
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	102,3	R\$ 359,07
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	198,8	R\$ 1.604,32
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	60	R\$ 3.721,80
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	240	R\$ 3.417,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	480	R\$ 4.972,80
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	120	R\$ 1.418,40
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	56	R\$ 812,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	56	R\$ 609,28
14. VIGAS COBERTURA				
SUBTOTAL VIGAS COBERTURA		R\$	33.989,53	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	19,9	R\$ 6.859,53
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	303,8	R\$ 1.066,34
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	3,4	R\$ 12,61
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	162,5	R\$ 676,00
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	448,1	R\$ 1.586,27
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	168,5	R\$ 567,85
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	835	R\$ 6.738,45
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	440	R\$ 5.324,00

MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	84	R\$ 885,36
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	48	R\$ 2.977,44
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	80	R\$ 1.139,20
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	160	R\$ 1.665,60
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
15. LAJE COBERTURA				
SUBTOTAL LAJE COBERTURA		R\$	27.034,72	
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	361,88	R\$ 11.688,72
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	25,33	R\$ 8.731,25
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	382	R\$ 2.803,88
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	174	R\$ 349,74
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	80	R\$ 828,80
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	40	R\$ 472,80
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
16. VEDAÇÕES VERTICAIS QUARTO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS QUARTO PAVIMENTO		R\$	30.759,32	
BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA VERTICAL, 11,5 X 19 X 29 CM - 4,5 MPA (NBR 15270)	UN	R\$ 1,15	9484	R\$ 10.906,60
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	21,5	R\$ 1.236,25
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	85	R\$ 2.309,45
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,60	1580	R\$ 948,00

AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	1,8	R\$ 108,00
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	78,08	R\$ 324,81
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	49,6	R\$ 174,10
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	198,8	R\$ 1.604,32
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	52	R\$ 3.225,56
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	208	R\$ 2.961,92
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	416	R\$ 4.309,76
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	104	R\$ 1.229,28
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	56	R\$ 812,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	56	R\$ 609,28
17. VEDAÇÕES VERTICAIS PLATIBANDA				
SUBTOTAL VERTICAIS PLATIBANDA		R\$	6.305,05	
BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA VERTICAL, 11,5 X 19 X 29 CM - 4,5 MPA (NBR 15270)	UN	R\$ 1,15	2050	R\$ 2.357,50
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	4,7	R\$ 270,25
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	18	R\$ 489,06
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,60	340	R\$ 204,00
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	0,5	R\$ 30,00
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	96	R\$ 994,56
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	24	R\$ 283,68
TOTAL			R\$ 623.313,68	

ANEXO D

ORÇAMENTO EDIFICAÇÃO A-2				
1. FUNDAÇÃO				
SUBTOTAL FUNDAÇÃO		R\$	48.053,44	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 333,47	105,34	R\$ 35.127,73
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	105,4	R\$ 369,95
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	55,1	R\$ 204,42
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	388	R\$ 1.614,08
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	503	R\$ 1.780,62
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	42,5	R\$ 143,23
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	64,4	R\$ 519,71
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	122,6	R\$ 1.483,46
LOCACAO DE PERFURATRIZ PNEUMATICA DE PESO MEDIO, * 24 * KG, PARA ROCHA	H	R\$ 4,64	32	R\$ 148,48
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	128	R\$ 1.326,08
ARMADOR	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	96	R\$ 999,36
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	64	R\$ 756,48
2. PILARES				
SUBTOTAL PILARES		R\$	37.035,35	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	24,41	R\$ 8.414,13
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	595,5	R\$ 2.090,21
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	14,7	R\$ 54,54
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	1595,5	R\$ 5.648,07
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	1470,5	R\$ 4.955,59
ACO CA-50, 16,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	434,7	R\$ 1.464,94
ACO CA-50, 20,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,15	491,8	R\$ 1.549,17
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	252	R\$ 2.033,64
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	174	R\$ 2.105,40

MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	128	R\$ 1.332,48
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
3. VIGAS TÉRREO				
SUBTOTAL VIGAS TÉRREO		R\$	26.160,93	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	14,3	R\$ 4.929,21
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	210,8	R\$ 739,91
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	17,4	R\$ 64,55
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	182,1	R\$ 757,54
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	250,6	R\$ 887,12
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	276,1	R\$ 930,46
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	1238	R\$ 9.990,66
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	206	R\$ 2.492,60
ASFALTO MODIFICADO TIPO II - NBR 9910 (ASFALTO OXIDADO PARA IMPERMEABILIZACAO, COEFICIENTE DE PENETRACAO 20-35)	KG	R\$ 7,26	32	R\$ 232,32
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	24	R\$ 1.488,72
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	96	R\$ 994,56
ARMADOR	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	80	R\$ 832,80
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	48	R\$ 567,36
4. CONTRAPISO TÉRREO				
SUBTOTAL CONTRAPISO TÉRREO		R\$	78.367,96	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 333,47	131,6	R\$ 43.884,65
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	KG	R\$ 4,96	2154,9	R\$ 10.688,30

PEDRA BRITADA N. 3 (38 A 50 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	R\$ 45,00	268	R\$ 12.060,00
LONA PLASTICA, PRETA, LARGURA 8 M, E= 150 MICRA	M	R\$ 6,99	1456	R\$ 10.177,44
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	4	R\$ 248,12
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	32	R\$ 331,52
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	32	R\$ 333,12
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	16	R\$ 189,12
5. VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO		R\$	63.793,73	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	37,28	R\$ 12.850,42
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	559	R\$ 1.962,09
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	275,9	R\$ 1.023,59
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	414,3	R\$ 1.723,49
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	730,7	R\$ 2.586,68
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	865,7	R\$ 2.917,41
ACO CA-50, 16,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	305,6	R\$ 1.029,87
ACO CA-50, 20,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,15	397,3	R\$ 1.251,50
ACO CA-50, 25,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,64	477,4	R\$ 1.737,74
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	850	R\$ 6.859,50
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	1517	R\$ 18.355,70
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	116	R\$ 1.222,64
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	48	R\$ 2.977,44
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	80	R\$ 1.139,20
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	160	R\$ 1.665,60
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
6. LAJE SEGUNDO PAVIMENTO				

SUBTOTAL LAJE SEGUNDO PAVIMENTO		R\$ 25.384,52		
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	347,53	R\$ 11.225,22
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	24,4	R\$ 8.410,68
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	264	R\$ 1.937,76
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	174	R\$ 349,74
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	80	R\$ 828,80
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	40	R\$ 472,80
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
7. VEDAÇÕES VERTICAIS TÉRREO				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS TÉRREO		R\$ 8.936,13		
PLACA DE EPS E=8mm, CLASSE F DENSIDADE DE 14,0 kg/m³	M3	R\$ 9,60	161,1	R\$ 1.546,56
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 4,95	342,2	R\$ 1.693,89
ACO CA-60, 4,2 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	4,5	R\$ 15,80
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	28	R\$ 760,76
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	6,8	R\$ 391,00
ADITIVO PLASTIFICANTE PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 4,55	161,1	R\$ 733,01
FIBRA DE POLIPROPILENO, C=30mm, D=10mm	KG	R\$ 54,00	0,8	R\$ 43,20
ALUGUEL PROJETO DE ARGAMASSA, CAPACIDADE DE PROJECAO 2,0 M3/H, ALCANCE DA PROJECAO ATE 50 M, MOTOR ELETRICO TRIFASICO	H	R\$ 40,00	24	R\$ 960,00
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	12	R\$ 744,36
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52

AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	72	R\$ 745,92
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	48	R\$ 567,36
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	2	R\$ 29,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	2	R\$ 21,76
8. VIGAS TERCEIRO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO		R\$	50.533,33	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	29,65	R\$ 10.220,36
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	445	R\$ 1.561,95
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	88,5	R\$ 328,34
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	225,8	R\$ 939,33
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	475,7	R\$ 1.683,98
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	680,2	R\$ 2.292,27
ACO CA-50, 16,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	192,3	R\$ 648,05
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	830	R\$ 6.698,10
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	1212	R\$ 14.665,20
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	116	R\$ 1.222,64
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	48	R\$ 2.977,44
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	80	R\$ 1.139,20
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	160	R\$ 1.665,60
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
9. LAJE TERCEIRO PAVIMENTO				
SUBTOTAL LAJE TERCEIRO PAVIMENTO		R\$	25.384,52	
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	347,53	R\$ 11.225,22
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	24,4	R\$ 8.410,68
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	264	R\$ 1.937,76

MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	174	R\$ 349,74
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	80	R\$ 828,80
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	40	R\$ 472,80
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
10. VEDAÇÕES VERTICAIS SEGUNDO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS SEGUNDO PAVIMENTO		R\$	31.713,45	
PLACA DE EPS E=8mm, CLASSE F DENSIDADE DE 14,0 kg/m³	M3	R\$ 9,60	645	R\$ 6.192,00
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 4,95	1350	R\$ 6.682,50
ACO CA-60, 4,2 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	18	R\$ 63,18
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	26,4	R\$ 1.518,00
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	110	R\$ 2.988,70
ADITIVO PLASTIFICANTE PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 4,55	625	R\$ 2.843,75
FIBRA DE POLIPROPILENO, C=30mm, D=10mm	KG	R\$ 54,00	3,2	R\$ 172,80
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	2,2	R\$ 132,00
ALUGUEL PROJETO DE ARGAMASSA, CAPACIDADE DE PROJECAO 2,0 M3/H, ALCANCE DA PROJECAO ATE 50 M, MOTOR ELETRICO TRIFASICO	H	R\$ 40,00	72	R\$ 2.880,00
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	24	R\$ 1.488,72
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	144	R\$ 2.050,56
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	216	R\$ 2.237,76
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	144	R\$ 1.702,08
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	30	R\$ 435,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	30	R\$ 326,40
11. VIGAS QUARTO PAVIMENTO				

SUBTOTAL VIGAS QUARTO PAVIMENTO		R\$ 47.411,98		
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	29,24	R\$ 10.079,03
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	450,8	R\$ 1.582,31
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	210,5	R\$ 780,96
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	182,7	R\$ 760,03
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	531,7	R\$ 1.882,22
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	804	R\$ 2.709,48
ACO CA-50, 16,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	108,1	R\$ 364,30
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	950	R\$ 7.666,50
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	834	R\$ 10.091,40
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	116	R\$ 1.222,64
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	48	R\$ 2.977,44
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	80	R\$ 1.139,20
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	160	R\$ 1.665,60
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
12. LAJE QUARTO PAVIMENTO				
SUBTOTAL LAJE TERCEIRO PAVIMENTO		R\$ 25.384,52		
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	347,53	R\$ 11.225,22
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	24,4	R\$ 8.410,68
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	264	R\$ 1.937,76
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	174	R\$ 349,74
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	80	R\$ 828,80

ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	40	R\$ 472,80
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
13. VEDAÇÕES VERTICAIS TERCEIRO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS TERCEIRO PAVIMENTO		R\$	31.713,45	
PLACA DE EPS E=8mm, CLASSE F DENSIDADE DE 14,0 kg/m ³	M3	R\$ 9,60	645	R\$ 6.192,00
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 4,95	1350	R\$ 6.682,50
ACO CA-60, 4,2 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	18	R\$ 63,18
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	26,4	R\$ 1.518,00
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	110	R\$ 2.988,70
ADITIVO PLASTIFICANTE PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 4,55	625	R\$ 2.843,75
FIBRA DE POLIPROPILENO, C=30mm, D=10mm	KG	R\$ 54,00	3,2	R\$ 172,80
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	2,2	R\$ 132,00
ALUGUEL PROJETO DE ARGAMASSA, CAPACIDADE DE PROJECAO 2,0 M3/H, ALCANCE DA PROJECAO ATE 50 M, MOTOR ELETRICO TRIFASICO	H	R\$ 40,00	72	R\$ 2.880,00
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	24	R\$ 1.488,72
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	144	R\$ 2.050,56
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	216	R\$ 2.237,76
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	144	R\$ 1.702,08
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	30	R\$ 435,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	30	R\$ 326,40
14. VIGAS COBERTURA				
SUBTOTAL VIGAS COBERTURA		R\$	33.955,06	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	19,8	R\$ 6.825,06
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	303,8	R\$ 1.066,34
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	3,4	R\$ 12,61

ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	162,5	R\$ 676,00
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	448,1	R\$ 1.586,27
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	168,5	R\$ 567,85
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	835	R\$ 6.738,45
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	440	R\$ 5.324,00
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	84	R\$ 885,36
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	48	R\$ 2.977,44
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	96	R\$ 1.367,04
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
ARMADOR	H	R\$ 14,24	80	R\$ 1.139,20
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	160	R\$ 1.665,60
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	96	R\$ 1.134,72
15. LAJE COBERTURA				
SUBTOTAL LAJE COBERTURA		R\$	27.034,72	
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	361,88	R\$ 11.688,72
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	25,33	R\$ 8.731,25
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	382	R\$ 2.803,88
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	174	R\$ 349,74
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	16	R\$ 992,48
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	40	R\$ 569,60
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	80	R\$ 828,80
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	40	R\$ 472,80
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
16. VEDAÇÕES VERTICAIS QUARTO PAVIMENTO				

SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS QUARTO PAVIMENTO				
	R\$	25.550,62		
PLACA DE EPS E=8mm, CLASSE F DENSIDADE DE 14,0 kg/m ³	M3	R\$ 9,60	528	R\$ 5.068,80
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 4,95	1136	R\$ 5.623,20
ACO CA-60, 4,2 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	15	R\$ 52,65
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	21,8	R\$ 1.253,50
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	91	R\$ 2.472,47
ADITIVO PLASTIFICANTE PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 4,55	517,3	R\$ 2.353,72
FIBRA DE POLIPROPILENO, C=30mm, D=10mm	KG	R\$ 54,00	2,8	R\$ 151,20
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	1,8	R\$ 108,00
ALUGUEL PROJETO DE ARGAMASSA, CAPACIDADE DE PROJECAO 2,0 M3/H, ALCANCE DA PROJECAO ATE 50 M, MOTOR ELETRICO TRIFASICO	H	R\$ 40,00	64	R\$ 2.560,00
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	24	R\$ 1.488,72
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	64	R\$ 756,48
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	30	R\$ 435,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	30	R\$ 326,40
17. VEDAÇÕES VERTICAIS PLATIBANDA				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS PLATIBANDA				
	R\$	6.201,90		
PLACA DE EPS E=8mm, CLASSE F DENSIDADE DE 14,0 kg/m ³	M3	R\$ 9,60	122	R\$ 1.171,20
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 4,95	234	R\$ 1.158,30
ACO CA-60, 4,2 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	5,5	R\$ 19,31
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	4,7	R\$ 270,25
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	20	R\$ 543,40
ADITIVO PLASTIFICANTE PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 4,55	112	R\$ 509,60
FIBRA DE POLIPROPILENO, C=30mm, D=10mm	KG	R\$ 54,00	0,6	R\$ 32,40
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	0,5	R\$ 30,00

ALUGUEL PROJETOR DE ARGAMASSA, CAPACIDADE DE PROJECAO 2,0 M3/H, ALCANCE DA PROJECAO ATE 50 M, MOTOR ELETRICO TRIFASICO	H	R\$ 40,00	16	R\$ 640,00
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	8	R\$ 496,24
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	32	R\$ 455,68
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	48	R\$ 497,28
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	32	R\$ 378,24
TOTAL				R\$ 592.615,59

ANEXO E

ORÇAMENTO EDIFICAÇÃO B-1				
1. FUNDAÇÃO				
SUBTOTAL FUNDAÇÃO	R\$	25.624,03		
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 333,47	19,64	R\$ 6.549,35
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	112,2	R\$ 393,82
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	48,2	R\$ 178,82
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	317,5	R\$ 1.320,80
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	573,3	R\$ 2.029,48
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	57	R\$ 192,09
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	220	R\$ 1.775,40
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	45	R\$ 544,50
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	56	R\$ 3.473,68
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	112	R\$ 1.594,88
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	224	R\$ 2.320,64
ARMADOR	H	R\$ 14,24	112	R\$ 1.594,88
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	224	R\$ 2.331,84
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	112	R\$ 1.323,84
2. PILARES				
SUBTOTAL PILARES	R\$	20.336,40		
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	14,82	R\$ 5.108,45
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	372,3	R\$ 1.306,77
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	1011,4	R\$ 3.580,36
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	79,3	R\$ 267,24
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	234	R\$ 1.888,38
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	234	R\$ 2.831,40
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	123	R\$ 1.274,28
ARMADOR	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52

AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	48	R\$ 499,68
3. VIGAS TÉRREO				
SUBTOTAL VIGAS TÉRREO		R\$	23.563,72	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	18,82	R\$ 6.487,25
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	263,8	R\$ 925,94
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	402,8	R\$ 1.675,65
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	310,9	R\$ 1.100,59
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	465,5	R\$ 3.756,59
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	282,7	R\$ 3.420,67
ASFALTO MODIFICADO TIPO II - NBR 9910 (ASFALTO OXIDADO PARA IMPERMEABILIZACAO, COEFICIENTE DE PENETRACAO 20-35)	KG	R\$ 7,26	38	R\$ 275,88
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	123	R\$ 1.274,28
ARMADOR	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	48	R\$ 499,68
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	48	R\$ 567,36
4. CONTRAPISO TÉRREO				
SUBTOTAL CONTRAPISO TÉRREO		R\$	18.585,59	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 333,47	31,4	R\$ 10.470,96
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	KG	R\$ 4,96	345	R\$ 1.711,20
PEDRA BRITADA N. 3 (38 A 50 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	R\$ 45,00	62	R\$ 2.790,00
LONA PLASTICA, PRETA, LARGURA 8 M, E= 150 MICRA	M	R\$ 6,99	345	R\$ 2.411,55
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	4	R\$ 248,12
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	32	R\$ 331,52
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56

5. VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO	R\$	26.063,91		
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	22,34	R\$ 7.700,60
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	315,3	R\$ 1.106,70
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	282,2	R\$ 1.173,95
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	371,2	R\$ 1.314,05
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	527,7	R\$ 1.778,35
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	525,5	R\$ 4.240,79
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	132,7	R\$ 1.605,67
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	116	R\$ 1.222,64
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	123	R\$ 1.274,28
ARMADOR	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	48	R\$ 499,68
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	48	R\$ 567,36
6. LAJE SEGUNDO PAVIMENTO				
SUBTOTAL LAJE SEGUNDO PAVIMENTO	R\$	25.764,39		
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	368,7	R\$ 11.909,01
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	25,8	R\$ 8.893,26
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	376	R\$ 2.759,84
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	36	R\$ 72,36
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	8	R\$ 496,24
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	24	R\$ 341,76
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	48	R\$ 497,28
ARMADOR	H	R\$ 14,24	24	R\$ 341,76

AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	24	R\$ 249,84
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
7. VEDAÇÕES VERTICAIS TÉRREO				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS TÉRREO		R\$	28.523,48	
BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA VERTICAL, 11,5 X 19 X 29 CM - 4,5 MPA (NBR 15270)	UN	R\$ 1,15	9143	R\$ 10.514,45
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	19,9	R\$ 1.144,25
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	75	R\$ 2.037,75
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,60	2000	R\$ 1.200,00
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	1,2	R\$ 72,00
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	25,6	R\$ 106,50
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	17,4	R\$ 61,07
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	38	R\$ 306,66
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	64	R\$ 3.969,92
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	272	R\$ 3.873,28
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	272	R\$ 2.817,92
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	136	R\$ 1.607,52
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	32	R\$ 464,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	32	R\$ 348,16
8. VEDAÇÕES VERTICAIS PAVIMENTO SUPERIOR				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS PAV. SUPERIOR		R\$	30.649,23	
BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA VERTICAL, 11,5 X 19 X 29 CM - 4,5 MPA (NBR 15270)	UN	R\$ 1,15	9960	R\$ 11.454,00
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	21,7	R\$ 1.247,75
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	82	R\$ 2.227,94
CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 0,60	2180	R\$ 1.308,00
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	2	R\$ 120,00
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	19,6	R\$ 81,54
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	10,4	R\$ 36,50
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	26	R\$ 209,82

MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	72	R\$ 4.466,16
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	288	R\$ 4.101,12
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	288	R\$ 2.983,68
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	144	R\$ 1.702,08
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	28	R\$ 406,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	28	R\$ 304,64
9. VIGAS COBERTURA				
SUBTOTAL VIGAS COBERTURA		R\$	13.302,70	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	14,55	R\$ 5.015,39
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	239,4	R\$ 840,29
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	216,4	R\$ 900,22
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	229,4	R\$ 812,08
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	162,6	R\$ 547,96
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	230	R\$ 2.783,00
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	8	R\$ 496,24
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	32	R\$ 455,68
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	64	R\$ 663,04
ARMADOR	H	R\$ 14,24	32	R\$ 455,68
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	32	R\$ 333,12
10. LAJE COBERTURA				
SUBTOTAL LAJE COBERTURA		R\$	37.306,16	
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	370,9	R\$ 11.980,07
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	25,9	R\$ 8.927,73
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	385	R\$ 2.825,90
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	30	R\$ 60,30
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	64	R\$ 3.969,92
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	272	R\$ 3.873,28

AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	272	R\$ 2.817,92
ARMADOR	H	R\$ 14,24	136	R\$ 1.936,64
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	32	R\$ 333,12
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	32	R\$ 378,24
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
TOTAL				R\$ 249.719,61

ANEXO F

ORÇAMENTO EDIFICAÇÃO B-2				
1. FUNDAÇÃO				
SUBTOTAL FUNDAÇÃO	R\$	25.179,42		
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 333,47	18,87	R\$ 6.292,58
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	111,8	R\$ 392,42
ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,71	55,1	R\$ 204,42
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	338,1	R\$ 1.406,50
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	503	R\$ 1.780,62
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	42,5	R\$ 143,23
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	220	R\$ 1.775,40
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	45	R\$ 544,50
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	56	R\$ 3.473,68
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	112	R\$ 1.594,88
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	224	R\$ 2.320,64
ARMADOR	H	R\$ 14,24	112	R\$ 1.594,88
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	224	R\$ 2.331,84
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	112	R\$ 1.323,84
2. PILARES				
SUBTOTAL PILARES	R\$	20.336,40		
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	14,82	R\$ 5.108,45
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	372,3	R\$ 1.306,77
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	1011,4	R\$ 3.580,36
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	79,3	R\$ 267,24
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	234	R\$ 1.888,38
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	234	R\$ 2.831,40
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	123	R\$ 1.274,28
ARMADOR	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52

AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	48	R\$ 499,68
3. VIGAS TÉRREO				
SUBTOTAL VIGAS TÉRREO		R\$	22.658,47	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	16,15	R\$ 5.566,91
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	280,4	R\$ 984,20
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	438,8	R\$ 1.825,41
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	256,4	R\$ 907,66
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	465,5	R\$ 3.756,59
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	282,7	R\$ 3.420,67
ASFALTO MODIFICADO TIPO II - NBR 9910 (ASFALTO OXIDADO PARA IMPERMEABILIZACAO, COEFICIENTE DE PENETRACAO 20-35)	KG	R\$ 7,26	38	R\$ 275,88
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	123	R\$ 1.274,28
ARMADOR	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	48	R\$ 499,68
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	48	R\$ 567,36
4. CONTRAPISO TÉRREO				
SUBTOTAL CONTRAPISO TÉRREO		R\$	18.585,59	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 333,47	31,4	R\$ 10.470,96
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	KG	R\$ 4,96	345	R\$ 1.711,20
PEDRA BRITADA N. 3 (38 A 50 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	R\$ 45,00	62	R\$ 2.790,00
LONA PLASTICA, PRETA, LARGURA 8 M, E= 150 MICRA	M	R\$ 6,99	345	R\$ 2.411,55
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	4	R\$ 248,12
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	32	R\$ 331,52
ARMADOR	H	R\$ 14,24	16	R\$ 227,84
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	16	R\$ 166,56

5. VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO				
SUBTOTAL VIGAS SEGUNDO PAVIMENTO	R\$	24.894,38		
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	19,26	R\$ 6.638,92
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	335,2	R\$ 1.176,55
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	273,1	R\$ 1.136,10
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	313,8	R\$ 1.110,85
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	546,5	R\$ 1.841,71
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	R\$ 8,07	525,5	R\$ 4.240,79
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	132,7	R\$ 1.605,67
MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	R\$ 10,54	116	R\$ 1.222,64
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	123	R\$ 1.274,28
ARMADOR	H	R\$ 14,24	48	R\$ 683,52
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	48	R\$ 499,68
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	48	R\$ 567,36
6. LAJE SEGUNDO PAVIMENTO				
SUBTOTAL LAJE SEGUNDO PAVIMENTO	R\$	25.764,39		
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	368,7	R\$ 11.909,01
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	25,8	R\$ 8.893,26
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	376	R\$ 2.759,84
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	36	R\$ 72,36
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	8	R\$ 496,24
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	24	R\$ 341,76
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	48	R\$ 497,28
ARMADOR	H	R\$ 14,24	24	R\$ 341,76

AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	24	R\$ 249,84
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
7. VEDAÇÕES VERTICAIS TÉRREO				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS TÉRREO		R\$	21.733,19	
PLACA DE EPS E=8mm, CLASSE F DENSIDADE DE 14,0 kg/m ³	M3	R\$ 9,60	502	R\$ 4.819,20
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 4,95	1004	R\$ 4.969,80
ACO CA-60, 4,2 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	4,5	R\$ 15,80
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	87	R\$ 2.363,79
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	21	R\$ 1.207,50
ADITIVO PLASTIFICANTE PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 4,55	498	R\$ 2.265,90
FIBRA DE POLIPROPILENO, C=30mm, D=10mm	KG	R\$ 54,00	0,8	R\$ 43,20
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	64	R\$ 911,36
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	192	R\$ 1.989,12
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	64	R\$ 756,48
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	16	R\$ 232,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	16	R\$ 174,08
8. VEDAÇÕES VERTICAIS PAVIMENTO SUPERIOR				
SUBTOTAL VEDAÇÕES VERTICAIS PAV. SUPERIOR		R\$	27.731,17	
PLACA DE EPS E=8mm, CLASSE F DENSIDADE DE 14,0 kg/m ³	M3	R\$ 9,60	645	R\$ 6.192,00
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 4,95	1350	R\$ 6.682,50
ACO CA-60, 4,2 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	18	R\$ 63,18
AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 57,50	26,4	R\$ 1.518,00
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV- 32	50KG	R\$ 27,17	110	R\$ 2.988,70
ADITIVO PLASTIFICANTE PARA ARGAMASSAS	KG	R\$ 4,55	625	R\$ 2.843,75
FIBRA DE POLIPROPILENO, C=30mm, D=10mm	KG	R\$ 54,00	3,2	R\$ 172,80
AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	R\$ 60,00	2,2	R\$ 132,00

MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	32	R\$ 1.984,96
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	104	R\$ 1.480,96
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	224	R\$ 2.320,64
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	80	R\$ 945,60
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	16	R\$ 232,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	16	R\$ 174,08
9. VIGAS COBERTURA				
SUBTOTAL VIGAS COBERTURA		R\$	13.302,70	
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	14,55	R\$ 5.015,39
ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,51	239,4	R\$ 840,29
ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 4,16	216,4	R\$ 900,22
ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,54	229,4	R\$ 812,08
ACO CA-50, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	R\$ 3,37	162,6	R\$ 547,96
TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	R\$ 12,10	230	R\$ 2.783,00
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	8	R\$ 496,24
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	32	R\$ 455,68
AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	64	R\$ 663,04
ARMADOR	H	R\$ 14,24	32	R\$ 455,68
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	32	R\$ 333,12
10. LAJE COBERTURA				
SUBTOTAL LAJE COBERTURA		R\$	37.306,16	
LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATE 4,50 M (SEM COLOCACAO)	M2	R\$ 32,30	370,9	R\$ 11.980,07
CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	R\$ 344,70	25,9	R\$ 8.927,73
TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-92, (1,48 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 60 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	R\$ 7,34	385	R\$ 2.825,90
MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	R\$ 2,01	30	R\$ 60,30
MESTRE DE OBRAS	H	R\$ 62,03	64	R\$ 3.969,92
PEDREIRO	H	R\$ 14,24	272	R\$ 3.873,28

AJUDANTE DE PEDREIRO	H	R\$ 10,36	272	R\$ 2.817,92
ARMADOR	H	R\$ 14,24	136	R\$ 1.936,64
AJUDANTE DE ARMADOR	H	R\$ 10,41	32	R\$ 333,12
AJUDANTE DE OPERACAO EM GERAL	H	R\$ 11,82	32	R\$ 378,24
ELETRICISTA	H	R\$ 14,50	8	R\$ 116,00
AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	R\$ 10,88	8	R\$ 87,04
TOTAL				R\$ 237.491,87

