

Carolina Brüggemann

**COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA E *WOOD FRAME* AO LONGO
DA VIDA ÚTIL**

Florianópolis

2017



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Engenharia Civil

Carolina Brüggemann

**COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA E *WOOD FRAME* AO LONGO
DA VIDA ÚTIL**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Simon Westphal

Florianópolis

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Brüggemann, Carolina
COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA E WOOD FRAME AO LONGO DA
VIDA ÚTIL / Carolina Brüggemann ; orientador, Fernando Simon
Westphal, 2017.
129 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Wood Frame. 3. Alvenaria. 4.
Custo Global. 5. Desempenho térmico. I. Westphal, Fernando
Simon . II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Carolina Brüggemann


**COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA E WOOD FRAME AO LONGO
DA VIDA ÚTIL**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi defendido e julgado adequado pela banca examinadora para obtenção do Título de Engenheira Civil.

Florianópolis, 24 de novembro de 2017.

Prof.^a Lia Caetano Bastos, Dr.^a
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Fernando Simon Westphal, Dr.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Devis Luis Marinoski, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Aos meus pais Fernando e Edinéia, com muita estima e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ser guia e alento.

À minha mãe, Edinéia, pelo exemplo de vida, por toda a dedicação, apoio incondicional, palavras fortalecedoras e conforto ao coração.

À meu pai, Fernando, por me ensinar a apreciar as belezas do mundo e buscar com determinação meus sonhos, por todo o afeto e zelo.

Ao meu irmão, pelos abraços reconfortantes e pela cumplicidade.

Ao meu irmão, pelos abraços reconfortantes e pela cumplicidade.

Ao Jo, meu companheiro majestoso, pela paciência, carinho e dedicação em me cuidar.

Aos familiares pelas palavras incentivadoras e momentos descontraídos, principalmente à tia Tânia que enriqueceu este trabalho com sua disposição na correção.

À Eloisa e ao Matheus, pela amizade de longa data, a franqueza e a espontaneidade cultivados.

À Fabi, pelas conversas maduras, pelo respeito, paciência e companhia ao logo desses quatro anos sob o mesmo teto.

À Universidade Federal de Santa Catarina, professores e funcionários, pela qualidade de ensino e serviço.

Ao professor Fernando Westphal pela receptividade e direcionamentos quanto aos rumos da pesquisa.

Ao professor Cláudio Cesar Zimmermann pela amizade, pela oportunidade da participação no grupo PET e pelo crescimento pessoal que a experiência proporcionou.

Às amigadas formadas no meio universitário, da engenharia civil, ATEC, Betonada, a equipe de vôlei da UFSC, por proporcionarem momentos memoráveis dessa época. À Leticia, pela cumplicidade e conversas agradáveis ao coração. Ao Yan, pela parceria nos estudos e entusiasmo sempre. À Ingrid, Mari, Julia, Julinha e Tati, pela parceria e pelos momentos divertidos compartilhados.

Aos amigos do Pólen, pela unidade e espiritualidade.

“O sucesso é uma consequência e não um objetivo”
Gustave Flaubert

RESUMO

A construção civil no Brasil se encontra em um período de grande competitividade. Na busca por soluções que melhorem a produtividade, diminuam custos e impactos e melhorem o desempenho das edificações, se destaca o sistema construtivo em *Wood Frame*. Constituída por montantes em madeira e painéis de fechamento, a vedação traz a proposta de industrialização da construção e sua racionalização. A adoção desse método construtivo em lugar da convencional alvenaria depende de questões econômicas e da mudança de hábito do mercado. O trabalho propõe uma análise comparativa dos custos globais ao longo da vida útil das edificações em *Wood Frame* e alvenaria. Para tanto, foi adotado um projeto de médio padrão, obtido os quantitativos de insumos e materiais para cada sistema e realizada uma orçamentação da construção utilizada também na projeção de custos de manutenção e substituição de componentes. Foi realizada uma análise de desempenho térmico e eficiência energética das edificações, resultando na avaliação do conforto dos cômodos e no consumo energético da residência, considerado na projeção de custo global. O resultado da comparação apresentou uma larga vantagem econômica para o sistema *Wood Frame* sendo necessárias algumas ressalvas para melhor contextualizar o obtido.

Palavras-chave: *Wood Frame*. Alvenaria. Custo global. Orçamento. Manutenção. Consumo energético. Conforto Térmico.

ABSTRACT

The civil construction in Brazil is in a period of highly competitive market. In the search for solutions that improve the productivity, reduce the costs and impact, and improve the buildings performance, arise the Wood Frame construction system. This system is made up with studs wood and wood sheathing, it bring the proposal of construction industrialization and streamlining. The feasibility of this constructive method instead of masonry depends of economic issues and habit change of market. This work propose a comparative cost analysis between Wood Frame and masonry edifications construction, as well as a global cost evaluation throughout its life time, accounting for maintenance and power consumption. For this purpose, a medium standard project was adopted, obtaining the quantitative inputs and materials for each system and carrying out a construction measure, as well as maintenance custody projection and component replacement. An analysis of the thermal performance and energy efficiency of the buildings. It resulted in the evaluation of the comfort of the rooms and the energy consumption of the residence, considered in the projection of global cost. The result of the comparison presented a large economic advantage for the Wood Frame system, requiring some caveats to better contextualize the obtained.

Keywords: *Wood Frame*. Masonry. Global cost. Budget. Maintenance. Power consumption. Thermal comfort

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Recuperação do desempenho por ações de manutenção.....	22
Figura 2: Zoneamento Bioclimático Brasileiro	23
Figura 3: Faixa de temperatura operativa aceitável para ambientes naturalmente condicionados	26
Figura 4: Histórico da indústria da construção civil no Brasil	28
Figura 5: Alvenaria sendo levantada sobre a estrutura em concreto armado	29
Figura 6:Esquema da distribuição dos carregamentos da estrutura.....	31
Figura 7: Corte da laje	31
Figura 8: Esquema de composição das camadas da parede de alvenaria	34
Figura 9: Construção de residência com o sistema de <i>Wood Frame</i>	37
Figura 10: Composição das camadas que constituem a parede externa do sistema <i>Wood Frame</i>	39
Figura 11: Composição das camadas que constituem a parede interna do sistema <i>Wood Frame</i>	39
Figura 12: Esquema representando a parede do sistema <i>Wood Frame</i>	41
Figura 13: Esquema do forro no sistema de <i>Wood Frame</i>	41
Figura 14: Planta base dos modelos	54
Figura 15: Esquemas de vedação em <i>Wood Frame</i> (a) Parede externa b) Parede interna	55
Figura 16: Esquemas de vedação em Alvenaria (a) Parede externa b) Parede interna	56
Figura 17: Estimativa da locação das sapatas em planta.	58
Figura 18: Gráfico comparativo com os custos das etapas da construção em alvenaria e <i>Wood Frame</i>	61
Figura 19: Gráfico com a participação dos componentes construtivos nos custos de manutenção ao longo da vida útil da edificação em <i>Wood Frame</i>	63
Figura 20: Participação dos custos de manutenção de cada etapa construtiva na edificação em <i>Wood Frame</i>	63
Figura 21: Gráfico com a participação dos componentes construtivos nos custos de manutenção ao longo da vida útil da edificação em alvenaria.....	64
Figura 22: Participação dos custos de manutenção de cada etapa construtiva da edificação em alvenaria.....	64
Figura 23: Processo de modelagem da envoltória	65

Figura 24: Representação da parede de <i>Wood Frame</i> considerando a) Um corte da parede no meio do painel OSB (sobre o montante) e um corte entre os montantes b) A parede de <i>Wood Frame</i> externa considerando os montantes, soleiras, isolantes térmico e câmara de ar com camadas de espessura uniforme ao longo do seu comprimento c) A mesma consideração que (b) mas em uma parede interna.....	67
Figura 25: Representação da parede de alvenaria considerando a) As dimensões do bloco cerâmico adotado e dos furos b) O bloco cerâmico com a argamassa de assentamento c) A parede de alvenaria considerando a argamassa de assentamento, as paredes do bloco cerâmico e a câmara de ar com espessura uniforme ao longo do seu comprimento.....	67
Figura 26: Representação da laje mista do modelo de alvenaria a) Com as dimensões relativas dos materiais b) Considerando os blocos cerâmicos, o concreto e a câmara de ar com camadas de espessura uniforme ao longo do seu comprimento.....	68
Figura 27: Gráficos de temperatura horária interna e externa.....	72
Figura 28: Comparação de conforto dos cômodos enquanto ocupados	73
Figura 29: Total de horas mensais em conforto por cômodo na edificação em <i>Wood Frame</i>	73
Figura 30: Total de horas mensais em conforto por cômodo na edificação em alvenaria	74
Figura 31: Uso da energia na edificação de <i>Wood Frame</i>	75
Figura 32: Uso da energia na edificação de alvenaria	76
Figura 33: Uso final da energia ao longo do ano na edificação em <i>Wood Frame</i>	76
Figura 34: Uso final da energia ao longo do ano na edificação em alvenaria.....	77
Figura 35: Gráfico comparativo com os custos de construção e manutenção para os dois modelos ao longo da vida útil.....	78
Figura 36: Fluxo de caixa gerado pela economia na adoção do sistema <i>Wood Frame</i> ao longo da vida útil, considerando construção e manutenção	78
Figura 37: Fluxo de caixa acumulado gerado pela economia na adoção do sistema <i>Wood Frame</i> ao longo da vida útil	79
Figura 38: Comparação de custos com energia elétrica dos modelos ao longo de um ano.....	79
Figura 39: Comparação de custos com energia elétrica dos modelos ao longo da vida útil	80
Figura 40: Comparação de custos construção, manutenção e consumo energético de cada sistema	81
Figura 41: Composição do custo global da edificação em <i>Wood Frame</i>	81
Figura 42: Composição do custo global da edificação em alvenaria	82
Figura 44: Fluxo de caixa da economia com a adoção do sistema em <i>Wood Frame</i>	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Manutenibilidade dos elementos da construção	22
Quadro 2: Critérios de avaliação do desempenho térmico para temperaturas extremas	25
Quadro 3: Critérios para avaliar a área mínima para aberturas de ventilação	25
Quadro 4: Escolha do tipo de fundação	30
Quadro 5: Dimensões de fabricação de tijolos cerâmicos	33
Quadro 6: Materiais que compõe a parede em <i>Wood Frame</i>	38
Quadro 7: Estimativas para cálculo de quantitativos estruturais	47
Quadro 8: Especificações para cargas internas.....	49
Quadro 9: Cronograma das cargas internas	50
Quadro 10: Cronograma de aberturas.....	51
Quadro 11: Propriedades térmicas dos componentes	52
Quadro 12: Elementos construtivos adotados em cada modelo	56
Quadro 13: Propriedades térmicas dos materiais adotados nos modelos	68
Quadro 14: Propriedades térmicas adotadas no modelo para o vidro	69
Quadro 15: Propriedades das câmaras de ar	69
Quadro 16: Composição dos elementos construtivos para a edificação em <i>Wood Frame</i>	69
Quadro 17: Composição dos elementos construtivos para a edificação em alvenaria	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:Faturamento dos setores da indústria da construção civil	36
Tabela 2: Cômodos e áreas	55
Tabela 3: Levantamento de material do sistema <i>Wood Frame</i>	57
Tabela 4: Levantamento de material do sistema em alvenaria	57
Tabela 5: Estimativa de quantitativo para o estrutural	58
Tabela 6: INPC de 2014 a maio de 2017	60
Tabela 7: Orçamento resumo dos sistemas em <i>Wood Frame</i> e alvenaria	60
Tabela 8: Média da inflação de 2007 a 2016.....	62
Tabela 9: Temperatura interna dos cômodos na temperatura externa extrema dos dias típicos	71
Tabela 10: Consumo energético da edificação em <i>Wood Frame</i>	74
Tabela 11: Consumo energético da edificação em alvenaria	75
Tabela 12: Custo global das edificações.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMCI - -Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CUB – Custo Unitário Básico

IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano

MO – Mão de Obra

MT - Material

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

OSB - *Oriented Strand Board*

QUANT. - Quantidade

RTQ-R - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações

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

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

TCPO - Tabela de Composições e Preços para Orçamentos

Un. – Unitário

VU – Vida útil

VUP – Vida útil de projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	16
1.2	OBJETIVOS.....	18
1.2.1	Objetivo Geral	18
1.2.2	Objetivos Específicos.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	NORMA DE DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO	21
2.2	INDUSTRIALIZAÇÃO	26
2.3	ALVENARIA.....	28
2.3.1	Estrutura	29
2.3.1.1	Fundação e Estrutura	30
2.3.1.2	Pisos.....	32
2.3.1.3	Alvenaria de vedação	32
2.3.1.4	Cobertura	34
2.3.1.5	Revestimentos	34
2.3.1.6	Esquadrias	35
2.4	<i>WOOD FRAME</i>	35
2.4.1	Estrutura	36
2.4.1.1	Fundação	37
2.4.1.2	Paredes.....	37
2.4.1.3	Forro	41
2.4.1.4	Outros elementos	41
2.5	CUSTOS GLOBAIS	42
3	METODOLOGIA ADOTADA	45
3.1	PROJETO.....	45
3.1.1	Programa de necessidades	45

3.1.2	Terreno e entornos	46
3.2	QUANTITATIVO.....	47
3.3	ORÇAMENTAÇÃO	47
3.4	MANUTENÇÃO.....	48
3.5	DESEMPENHO TÉRMICO E CONSUMO ENERGÉTICO.....	49
3.5.1	Modelo Geométrico	49
3.5.2	Cargas térmicas	49
3.5.3	Regime de Ventilação e Condicionamento de ar	50
3.5.4	Sombreamento	51
3.5.5	Sistemas construtivos e Materiais	51
3.5.6	Influência do solo.....	52
3.5.7	Arquivos climáticos	52
3.5.8	Avaliações dos resultados	53
3.6	ANALISE COMPARATIVA.....	53
4	RESULTADOS.....	54
4.1	PROJETO	54
4.2	QUANTITATIVO.....	57
4.3	ORÇAMENTAÇÃO	59
4.4	MANUTENÇÃO.....	61
4.5	DESEMPENHO TÉRMICO E CONSUMO ENERGÉTICO.....	64
4.5.1	Geometria do modelo	65
4.5.2	Cargas térmicas	65
4.5.3	Regime de ventilação e condicionamento térmico.....	66
4.5.4	Sombreamento	66
4.5.5	Sistemas construtivos e Materiais	66
4.5.6	Influência do solo.....	70
4.5.7	Arquivos climáticos	70

4.5.8	Conforto térmico	71
4.5.9	Consumo energético	74
4.6	ANÁLISE COMPARATIVA.....	77
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
	APÊNDICES	92
	ANEXOS	125

1 INTRODUÇÃO

Recorrentes discussões despontam atualmente sobre a questão do desenvolvimento sustentável na construção civil. Sabe-se que a sustentabilidade engloba aspectos econômicos, sociais e ambientais, buscando o equilíbrio e “as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991).

Vem se mostrando um grande desafio para a construção civil englobar técnicas e processos que alterem a realidade de impactos ambientais gerados por suas atividades. Vasconcelos e Queiroz (2013) destacam que “a construção civil é considerada uma das atividades que mais geram resíduos e alteram o meio ambiente, em todas as suas fases, desde a extração de matérias primas, até o final da vida útil da edificação”.

Nesse sentido, surgem alternativas às técnicas tradicionais as quais visam um melhor controle tanto do processo quanto do resultado final. Alternativas essas se mostram como novos materiais, sistemas, técnicas construtivas, mão-de-obra qualificada, detalhamentos de projetos, planejamentos e diminuição de resíduos.

Dutra, Lamberts e Pereira (2014) interpretam os três vértices do triângulo de Vitruvius da seguinte forma:

Firmitas relaciona-se com a estrutura, ao que mantém a arquitetura íntegra, de pé. A economia e racionalização das soluções estruturais de um edifício podem auxiliar na redução do consumo de energia, consequentemente aumentando sua eficiência energética já nessa etapa construtiva. A especificação dos materiais construtivos participa deste cenário através do estudo da energia embutida nos seus processos de fabricação e transporte. *Utilitas* relaciona-se à funcionalidade arquitetônica, que inclui conceitos de conforto térmico, visual e acústico aos usuários, pontos de partida para a eficiência energética de um ambiente. *Venustas*, sinônimos de beleza, contempla a arquitetura que tenha seus elementos, equipamentos e funções relacionados a eficiência energética, intrínsecos na sua forma e ambiência. Uma arquitetura que exterioriza a eficiência energética no seu envelope torna-se bela e é, portanto, íntegra e expressiva em relação a esses conceitos.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

O crescente desenvolvimento da construção civil vem sendo questionado pelo estigma de acarretar grandes impactos ambientais. O setor é responsável, segundo dados de Ayres (2015) pelo uso de 40% da energia elétrica mundial, 30% das matérias primas extraídas, 20% do uso da água e 20% da ocupação do solo. A pesquisa ainda apresenta que 40% das emissões

de CO₂, 30% dos resíduos sólidos e 20% dos efluentes lançados nas águas são provenientes da construção civil.

Além desses dados, o consumo energético das edificações é responsável por uma quantidade considerável em relação à energia total produzida, sendo que nas mesmas, essa energia é utilizada para garantir o conforto térmico dos usuários (aquecimento, resfriamento e iluminação).

Desta forma, uma edificação que tenha garantido o seu desempenho térmico, mostra-se mais atraente do ponto de vista econômico (redução de gastos com ferramentas para alcançar o conforto) e ambiental (redução de consumo de energia e, conseqüentemente, do impacto ambiental nesse âmbito).

A construção civil representa uma parcela notável quando se trata da economia nacional, de acordo com o DPEC (2017), representou 6,2% do PIB brasileiro em 2014 e, se for considerada toda a cadeia produtiva, assumiu 11,3% do PIB.

As alterações adotadas na área são, geralmente, por conta de benefícios financeiros, ou seja, para que uma alternativa se torne amplamente utilizada ela deve demonstrar ao mercado o seu valor.

O sistema de vedação em alvenaria é largamente o mais utilizado nos empreendimentos residenciais no Brasil, segundo o Censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010), 97,8% dos domicílios tinham as paredes externas construídas com algum material durável (paredes externas de alvenaria, madeira aparelhada e taipa revestida) sendo 80,0% de alvenaria com revestimento, por este motivo foi adotado neste trabalho para ser base de comparação.

O sistema de vedação de *Wood Frame* é amplamente aceito em outros países sendo utilizado em 90% das casas canadenses e suecas, mais de 75% das americanas e mais de 30% das alemãs (FINATTI, 2014). No Brasil, a oferta começou a aumentar a partir da estruturação de empresas do ramo. Outro ponto relevante foi a aceitação de casas de *Wood Frame* para programas de habitação popular, apresentando uma emissão de CO₂ 80% menor que de um sistema convencional, assim como a redução de resíduos e desperdícios (GIRIBOLA, 2013).

Em relação à origem da madeira, é relevante pontuar o panorama ambiental e econômico. De acordo com Meirelles (2008), a madeira é um material cuja matéria prima é renovável e consome a menor energia embutida na sua produção, quando comparada ao aço, concreto e alumínio. As empresas da área divulgam o uso da madeira de reflorestamento como matéria prima para as edificações, somando a estas áreas créditos de carbono. Por outro lado, nestas regiões são evidenciados desequilíbrios ecológicos decorrentes da prática do reflorestamento (monocultura), como a redução de recursos hídricos, a erosão e perda de

nutrientes e redução de biodiversidade (REPÓRTER, 2011). Em relação à economia, o manual da construção industrializada (ABDI, 2015) afirma que “as indústrias de base florestal e a de madeira processada mecanicamente foram responsáveis por 2,5% dos empregos gerados no Brasil e por um superávit de 43,5% do total do país”. Ou seja, a sustentabilidade proposta pelo uso da madeira se apresenta ainda controversa.

A fim de precisar a viabilidade econômica de uma residência unifamiliar em *Wood Frame* foi analisado este modelo de sistema em comparação a outro sistema construtivo convencional, a alvenaria. Esta análise ocorre através da avaliação de custos dispendidos na construção, manutenção e utilização da residência ao longo de sua vida útil.

Em relação à construção, os custos serão apresentados a partir de processos quantitativos e orçamentários. Os custos provenientes da manutenção serão explorados em relação à periodicidade que uma ação deve ser realizada e a quantificação e orçamentação envolvendo os sistemas a serem reparados. Em relação à utilização, será analisado o consumo energético da residência relacionado com as estratégias inclusas nas vedações adotadas, uma vez que o volume da envoltória é o mesmo para ambos os modelos.

Ao fim do trabalho, a reunião de todas as análises deve oferecer uma conclusão a respeito da viabilidade das vedações adotadas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Verificar as vantagens em termos de desempenho e custos do sistema *Wood Frame* comparado à alvenaria, para uma edificação residencial, analisando os custos globais (construção e manutenção) em um determinado modelo arquitetônico e relacionando-o ao conforto térmico e consumo de energia decorrente da envoltória.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos apresentados abaixo fazem parte do processo para a obtenção do objetivo geral:

1. Estabelecer as características das vedações a serem comparadas, definindo as correlações para análises e constatando suas delimitações técnicas.
2. Estabelecer um projeto arquitetônico que seja aplicável a ambas vedações adotadas.

3. Quantificar e valorar os serviços e insumos necessários para a construção e manutenção da edificação.
4. Demonstrar a variabilidade de soluções para conforto térmico e consumo de energia a partir das envoltórias.
5. Validar as soluções encontradas relacionando o conforto térmico e consumo de energia.
6. Determinar a viabilidade da aplicação de uma das soluções encontradas diante da análise de custos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em meio à competitividade do setor da construção civil, busca-se, segundo a ConstruBusiness (FIESP, 2006), “ações que induzam a inovação tecnológica, reduzam custos e ampliem a produtividade da cadeia produtiva”. As empresas do setor tendem, então, a avaliar outras estratégias que satisfaçam as necessidades do mercado e, neste meio de transição, a industrialização vem trazendo alternativas que casam com os objetivos de interesse.

Segundo a ABDI (2015), “o uso de sistemas construtivos industrializados permite produzir em maior quantidade, com melhor qualidade, melhor controle e demonstração do desempenho ambiental e em um tempo menor comparativamente a outros tipos de sistemas construtivos.”.

A industrialização também é vinculada à racionalização, que visa a análise da produção, identificando as falhas e adotando estratégias de otimização de recursos e materiais conferindo qualidade aos produtos e cumprimento de prazos (VAZ, 2014). Por sua vez, a racionalização “depende de ações institucionais como a adoção de normalização e padronização” paralelamente à coordenação modular para a sistematização dos processos (ABDI, 2015).

Franco (1992) expôs há mais de vinte anos que: “... muitas são as pressões para que os diversos setores produtivos do país aumentem o nível de eficiência, tanto nos processos de produção, quanto dos produtos elaborados, visando às exigências das normas técnicas”. Essas características se acentuaram ao longo desses anos.

A ABNT NBR 15575 “Edificações habitacionais — Desempenho” (ABNT, 2013) intenta a adoção de parâmetros que garantam condições mínimas de habitabilidade para uma construção (como conforto térmico e acústico, higiene, segurança, durabilidade, integração com o meio, entre outros) (DEMOLINER, 2013). Essas exigências influenciam na concepção da edificação e, desde a implementação da norma, os processos envolvendo a viabilização das edificações estão sendo reformulados visando compreender os novos requisitos.

Ao cumprir a norma, as empresas garantem aos clientes o atendimento da qualidade, entretanto ainda devem se mostrar competitivas no mercado. Louro (2000) define: “Preço-Prêmio é um critério básico de lealdade à marca, ao indicar o quanto o comprador está disposto a pagar pela marca em comparação à outra marca que tenha uma oferta similar.” Ainda afirma que “uma marca forte e com elevada qualidade percebida comanda o preço-prêmio” e que “[...] a diminuição de vendas provocada por um aumento de 10% do preço era substancialmente maior para uma marca percebida como detendo uma má qualidade, em face de uma percebida

como tendo uma qualidade superior”. Ou seja, as melhorias agregadas ao produto podem ter seu custo repassado aos clientes, uma vez que haja uma estratégia de divulgação efetiva da elevação da qualidade.

Por mais que seja possível vender a qualidade é necessário compreender a relação com os custos e conseqüentemente a viabilização da construção. Dessa forma, constata-se que os custos são um ponto relevante na tomada de decisões paralelamente aos benefícios agregados.

2.1 NORMA DE DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO

A ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013) foi inicialmente publicada em 2008 e sujeita a um período probatório que resultou em objeções pelas exigências demasiadamente complexas e adversidades para um atendimento pelo setor produtivo. Dessa forma, a norma sofreu uma revisão e, reformulada, entrou em vigor em julho de 2013 (CBIC, 2013).

A norma delimita as responsabilidades dos participantes da produção habitacional: projetistas, fornecedores de material, componente e/ou sistema, construtor, incorporador e usuário intentando que assumam suas incumbências. A ABNT NBR 15575 também estabelece objetivos e parâmetros como indicadores de desempenho para sistemas construtivos a fim de diminuir incertezas acerca do desenvolvimento do projeto, da aquisição de materiais e da qualidade, do conforto, da segurança e do comportamento no uso do produto final. Dessa forma, é proporcionada uma relação de confiabilidade entre a atividade da construção, as indústrias de fornecimento e o usuário.

A divisão das necessidades do usuário e condições de exposição é apresentada como a) Requisitos Gerais, b) Requisitos para os sistemas estruturais, c) Requisitos para os sistemas de pisos, d) Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, e) Requisitos para os sistemas de cobertura e f) Requisitos para os sistemas hidrossanitários. São apresentados, para cada requisito, os critérios de desempenho e os métodos de avaliação para exigências de segurança (desempenho mecânico, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental).

O presente trabalho é desenvolvido com base nas determinações de vida útil de uma habitação residencial apresentados na ABNT NBR 15575 (2013). Segundo o Guia Orientativo para atendimento à norma (CBIC, 2013), a vida útil é o “período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com

atendimento dos níveis de desempenho previstos nesta Norma [ABNT NBR 15575], considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção”. A vida útil de projeto se diferencia da vida útil por ser o período para o qual o sistema é projetado para atender os requisitos de desempenho. Ou seja, a durabilidade da edificação é garantida com a correta utilização e as manutenções que recuperam a perda do desempenho resultante da degradação, conforme é apresentado na Figura 1.

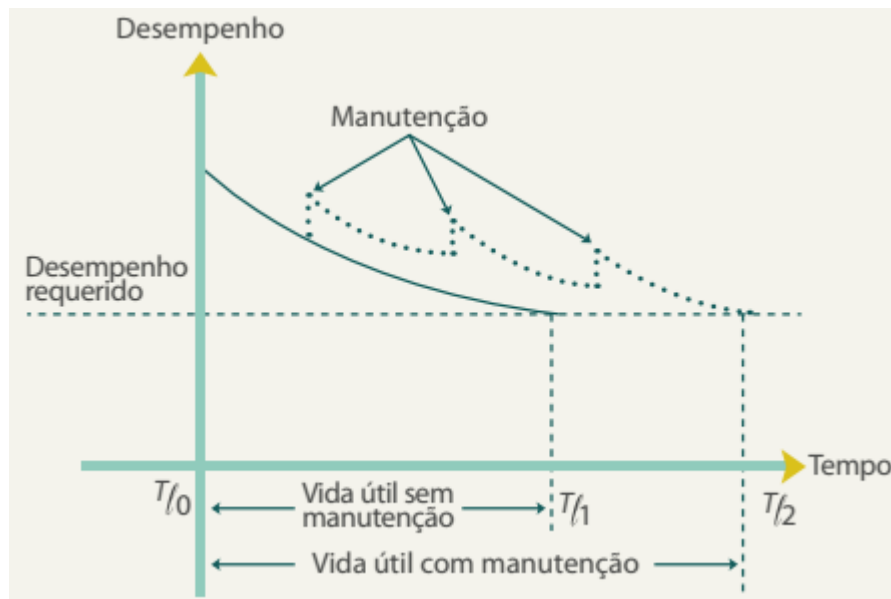


Figura 1: Recuperação do desempenho por ações de manutenção

Fonte: CBIC (2013).

A ABNT NBR 15575 estipula prazos para a vida útil de projeto para os sistemas construtivos nos níveis mínimo, intermediário e superior, sendo considerado o nível mínimo, de caráter obrigatório. Esses períodos podem ser observados no Anexo A.

Em relação às manutenções a serem realizadas a fim da edificação alcançar a vida útil de projeto, a norma indica a ação viável a ser aplicada para cada componente, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Manutenibilidade dos elementos da construção

Categoria	Descrição	Vida útil	Exemplos típicos
1	Substituível	Vida útil mais curta que o edifício, sendo sua substituição fácil e prevista na etapa de projeto	Muitos revestimentos de pisos, louças e metais sanitários
2	Manutenível	São duráveis, porém necessitam de manutenção periódica, e são passíveis de substituição ao longo da vida útil do edifício	Revestimentos de fachadas ou janelas
3	Não manutenível	Devem ter a mesma vida útil do edifício por não possibilitar manutenção	Fundações e muitos elementos estruturais

Fonte: ABNT NBR 15575.

Em relação ao desempenho térmico da edificação, conteúdo também constante neste trabalho, a norma considera o conforto das pessoas quando oportuniza condições adequadas para a permanência em uma edificação, somado à economia de energia.

O nível de satisfação em relação ao ambiente depende de inúmeros fatores relacionados à habitação (equipamentos presentes no cômodo, número de ocupantes, atividades desenvolvidas), usuários (condições fisiológicas e psicológicas, idade, sexo, vestimenta) e ventilação dos ambientes, sendo ponderada uma condição média como referência, de forma a atender a maioria das situações (CBIC, 2013).

O desempenho térmico da edificação também está sujeito às características do local e da edificação. O Brasil, por ser um país com ampla extensão territorial, é composto por inúmeras combinações de topografia, temperatura¹ e umidade² relativa do ar, direção e velocidade do vento e radiação solar incidente, nebulosidade, etc. A ABNT NBR 15220 propõe uma classificação de regiões bioclimáticas (Figura 2), cada qual com características semelhantes, possibilitando estabelecer características de um dia típico de inverno e verão.



Figura 2: Zoneamento Bioclimático Brasileiro

Fonte: ABNT NBR 15575.

A ABNT NBR 15220 (2005) define como:

Temperatura do ar:

Temperatura de bulbo seco: Temperatura do ar medida por um termômetro com dispositivo de proteção contra a influência da radiação térmica. Símbolo: TBS. Un: °C .

Temperatura de bulbo úmido: Temperatura à qual a evaporação de água conduzirá uma massa de ar úmido, por meio de um processo isobárico de saturação adiabática. Símbolo: TBU. Un: °C.

Umidade relativa do ar: Quociente da umidade absoluta do ar pela umidade absoluta do ar saturado para a mesma temperatura e pressão atmosférica. Símbolo: UR. Un: %.

Umidade absoluta do ar: Quociente da massa de vapor d'água (em gramas) pela massa de ar seco (em quilogramas). Símbolo: UA. Un: g vapor/kg ar seco.

A edificação também influencia na determinação do desempenho térmico com o número de pavimentos, dimensões dos cômodos, pé-direito, orientação das fachadas, materiais constituintes, etc. Os materiais ou componentes construtivos apresentam características como condutividade térmica, calor específico, densidade de massa aparente, emissividade, absorptância à radiação solar, características foto energéticas (vidros) e resistência ou transmitância térmica de elementos que são essenciais para a análise do desempenho térmico e podem ser obtidos na ABNT NBR 15220-2.

A ABNT NBR 15220 (2005) define como:

Condutividade térmica: Fluxo de calor constante com densidade de 1 W/m^2 de material homogêneo e isotrópico quando submetido a um gradiente de temperatura uniforme de 1 Kelvin por metro. Símbolo: λ . Un: $\text{W}/(\text{m.K})$.

Calor específico: Quociente da capacidade térmica pela massa. Símbolo: c. Un: $\text{J}/(\text{kg.K})$

Densidade de massa aparente: Quociente da massa pelo volume aparente de um corpo. Símbolo: ρ . Un: kg/m^3 .

Emissividade: Quociente da taxa de radiação emitida por uma superfície pela taxa de radiação emitida por um corpo negro, à mesma temperatura. Símbolo: ε . Adimensional.

Absortância à radiação solar: Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície. Símbolo: α . Adimensional.

Características foto energéticas:

Fator de ganho de calor solar de elementos transparentes ou translúcidos: Quociente da taxa de radiação solar diretamente transmitida através de um componente transparente ou translúcido, sob determinado ângulo de incidência, mais a parcela absorvida e posteriormente retransmitida para o interior, pela taxa da radiação solar total incidente sobre a superfície externa do mesmo. Símbolo: FSt. Adimensional.

Coefficiente de sombreamento: Quociente entre o fator solar do componente transparente ou translúcido estudado e o fator solar de um vidro plano incolor de 3 mm de espessura ($F_{St} = 0,87$). Símbolo: CS. Adimensional.

Transmitância à radiação visível: Quociente da taxa de radiação solar no espectro visível (0,38 a 0,72 μm) que atravessa um elemento transparente ou translúcido pela taxa de radiação solar no espectro visível incidente sobre este mesmo elemento. Símbolo: τ_v . Adimensional.

Resistencia térmica de elementos e componentes: Quociente da diferença de temperatura verificada entre as superfícies de um elemento ou componente construtivo pela densidade de fluxo de calor, em regime estacionário. Símbolo: R. Un: $(\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$.

Transmitância térmica de elemento: Inverso da resistência térmica total. Símbolo: U. Un: $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$.

A norma possibilita a determinação do desempenho térmico da habitação através de simulação pelo *software Energy Plus*. O programa considera condições dinâmicas de exposição ao clima, sendo capaz de reproduzir os efeitos de inércia térmica. A modelagem deve considerar cada ambiente como uma zona térmica, reproduzindo as características construtivas dos cômodos, dos componentes e materiais, do meio e de ocupação.

A norma, ao estabelecer critérios de avaliação, considera apenas os recintos de permanência prolongada (salas e dormitórios) sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, equipamentos). Os parâmetros observados são temperaturas extremas no verão e inverno conforme o Quadro 2, relacionando a temperatura no interior dos recintos com a temperatura do ar exterior, e áreas mínimas de aberturas para ventilação (Quadro 3).

Quadro 2: Critérios de avaliação do desempenho térmico para temperaturas extremas

Nível de desempenho	Temperaturas extremas verão		Temperaturas extremas inverno	
	Critério		Critério	
	Zonas 1 e 7	Zona 8	Zonas 1 a 5	Zonas 6, 7 e 8
M	$T_{i, \max} \leq T_{e, \max}$	$T_{i, \max} \leq T_{e, \max}$	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 3^{\circ}\text{C})$	Nestas zonas, este critério não precisa ser avaliado
I	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 2^{\circ}\text{C})$	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 1^{\circ}\text{C})$	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 5^{\circ}\text{C})$	
S	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 4^{\circ}\text{C})$	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 2^{\circ}\text{C})$ e $T_{i, \min} \leq (T_{e, \min} + 1^{\circ}\text{C})$	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 7^{\circ}\text{C})$	

$T_{o, \max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius

$T_{e, \max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no exterior a edificação, em graus Celsius

$T_{i, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius

$T_{e, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no exterior a edificação, em graus Celsius

Zonas climáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3

Fonte: ABNT NBR 15575.

Quadro 3: Critérios para avaliar a área mínima para aberturas de ventilação

Nível de desempenho	Aberturas para ventilação (A)	
	Zonas 1 e 7 - aberturas médias	Zona 8 - aberturas grandes
Mínimo	A 7% da área de piso	A 12% da área de piso (Região Norte do Brasil) A 8% da área do piso (Região Nordeste e Sudeste do Brasil)

Nota: Nas zonas 1 a 6 as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedada durante o período de frio

Fonte: ABNT NBR 15575.

O software *Energy Plus* 8.1 também disponibiliza resultados de conforto térmico baseados em normas americanas. Entre as normas incorporadas ao programa, destaca-se a ASHRAE STANDARD 55 que considera o conforto térmico adaptativo determinando as horas de desconforto no ambiente enquanto o modelo é considerado ocupado. O ambiente é considerado confortável se a temperatura no interior do ambiente estiver dentro das faixas de temperatura aceitáveis (Figura 3) em função das médias de temperaturas dos últimos sete dias do ambiente exterior (a partir do arquivo climático). Segundo Passos (2016):

Para a aplicação deste modelo não deve existir qualquer dispositivo de condicionamento térmico artificial, os ocupantes devem apresentar somente atividades sedentária, com vestimentas com isolamento entre 0,5 e 1,0 *clo*, e com temperatura média predominante no exterior entre 10°C e 33,5°C.

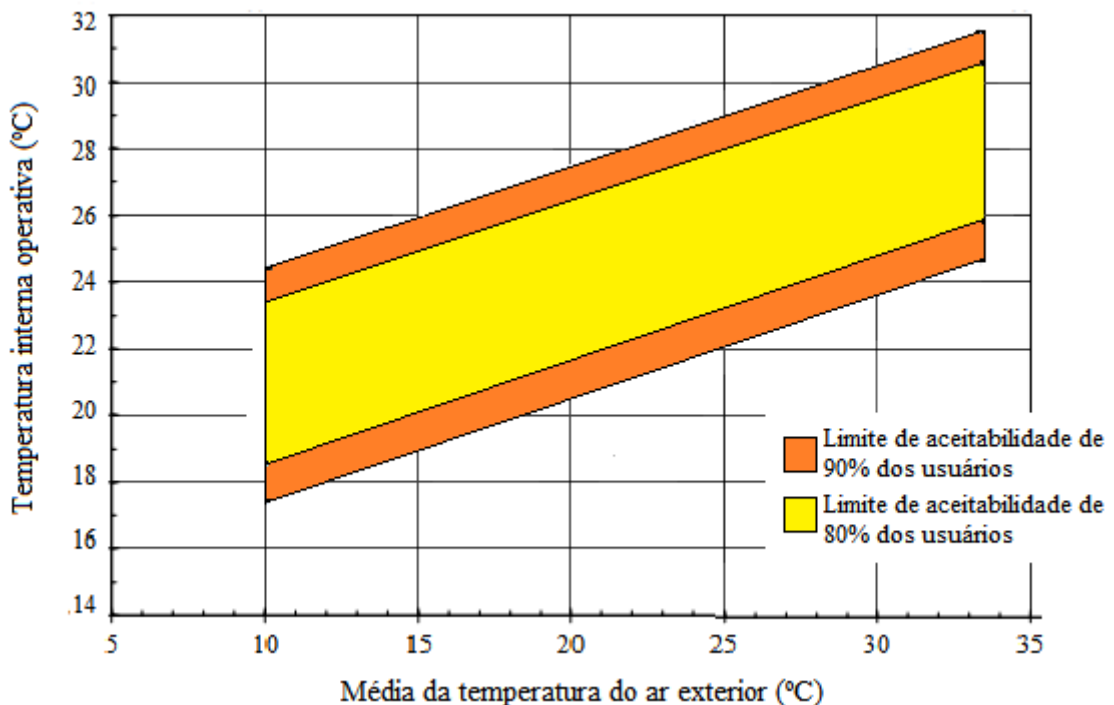


Figura 3: Faixa de temperatura operativa aceitável para ambientes naturalmente condicionados

Fonte: ASHRAE 55 (2010) modificado pela autora.

2.2 INDUSTRIALIZAÇÃO

A construção civil, para o IBGE, é categorizada no cômputo geral do setor industrial (BREITBACH, 2009). Para Casarotto (1995), “a construção civil é uma atividade industrial de transformação caracterizada por seu produto final ser de posição fixa, geralmente único, com um ciclo de vida longo e inconstância de utilização de recursos em habilidades e quantidades”.

Segundo Breitbach (2009), muitos setores industriais formam a cadeia produtiva da construção, resultando em diversificados insumos e serviços, ao longo das etapas da produção.

A atividade da construção pode ser observada nos canteiros de obras, onde há uma mobilização de trabalhadores agregando e transformando materiais da construção com o uso de equipamentos, ferramentas e maquinário voltado a produção. As matérias empregadas como insumos nas obras são produzidas por indústrias especializadas que alteram as matérias primas, movimentando assim, ainda, o setor primário. Outro setor industrial mobilizado é a produção de maquinário e equipamentos, uma vez que grande parte do seu emprego é em atividades da construção civil. Os serviços imobiliários e de manutenção e reformas também compõe a indústria da construção civil (FIESP, 2006).

Parte dos materiais da construção são direcionados ao comércio que alimenta a demanda da construção imobiliária e pesada, enquanto outra parcela destina-se ao uso de sistemas industrializados que, segundo a ConstruBusiness (FIESP, 2006), “consistem na pré-fabricação de componentes da obra divididos em módulos, cuja incorporação na construção se dá com técnica própria, compondo a construção industrial.”.

A atividade da construção agrega 64,5% do PIB da cadeia produtiva da construção, sendo a esfera mais significativa. As indústrias constituem 10,8% do PIB da cadeia, sendo que 8,7% é referente ao comércio atacadista e varejista de materiais da construção, ou seja, os sistemas industrializados compõem parte de 2,1% do PIB juntamente com indústrias de máquinas e equipamento (FIESP, 2006).

Segundo Linner e Bock (2012), a industrialização ocorreu quando os processos da construção tradicional foram transferidos para as fábricas, agregando a produção em larga escala com tecnologia de ponta e resultando em produtos de qualidade com preços razoáveis. O Manual da Construção Industrializada (ABDI, 2015) afirma que “a industrialização [...], independente da origem de seu material, está associada à produção dos componentes em ambiente industrial e, posteriormente, montados nos canteiros de obras”.

A construção industrializada manifesta-se de forma benéfica pela incorporação de produtividade, qualidade e sustentabilidade (ABDI, 2015). Para Nascimento (2003), a indústria da construção civil vem buscando aperfeiçoamento para abastecer a demanda de produção de forma viável, uma vez que o fomento de políticas nacionais para a atividade tem caráter involutivo, como é possível observar na Figura 4. Segundo o FGV e a CBIC (2017), 29% das empresas apontam como obstáculo de investimento em processos industrializados a alta incidência tributária.

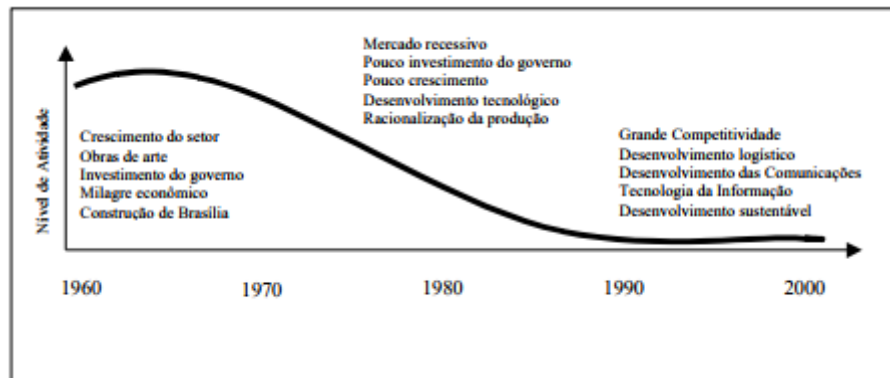


Figura 4: Histórico da indústria da construção civil no Brasil

Fonte: Nascimento (2003).

Entretanto, considerando a tendência do mercado da construção civil de melhorar a produtividade e otimizar processos, esta vai de encontro com a proposta apresentada pela construção industrializada, que incentiva o aumento de competitividade com o emprego de sistemas construtivos industrializados pelas inovações tecnológicas, redução de custos e qualificação profissional agregada. (FIESP, 2006).

2.3 ALVENARIA

As edificações construídas seguindo as técnicas do sistema de alvenaria são as mais populares no Brasil, uma herança trazida pelos portugueses de uma prática já consolidada há séculos na Europa (MEIRELLES, 2008).

A alvenaria pode ser definida, segundo Martins (2009), como “maciços construídos de pedras ou blocos, naturais ou artificiais, ligadas entre si de modo estável pela combinação de juntas e interposição de argamassa ou somente por um desses meios.”. De acordo com a TCPO (PINI, 2013), as paredes de alvenaria constituem a vedação vertical das edificações, podendo também desempenhar um papel estrutural das mesmas.

Tratando-se de alvenarias não estruturais, é convencional o uso acompanhadas da estrutura de concreto armado, que exercem a função de resistir, redistribuir e transferir os esforços aos quais a edificação está submetida. Na Figura 5 é clara a visualização da alvenaria sendo erguida e a estrutura de concreto já finalizada.



Figura 5: Alvenaria sendo levantada sobre a estrutura em concreto armado

Fonte: CELSUL (2017)

É possível questionar a amplitude de aplicação deste sistema uma vez que vantagens como bom isolamento térmico e acústico, boa estanqueidade à água, excelente resistência mecânica ao fogo, durabilidade superior a qualquer outro material, facilidade de produção por montagem ou conformação, sobressalente e baixo custo dos componentes, excelente versatilidade e flexibilidade, ótima aceitação pelo usuário e sociedade são comparadas com desvantagens como baixa produtividade na execução, peso excessivo, domínio técnico centrado na mão de obra executora, necessidade de materiais adicionais para obter uma textura lisa, deficiente na limpeza e higienização e retrabalho para instalação de rede hidro sanitária e elétrica, acarretando em desperdícios.

2.3.1 Estrutura

O sistema construtivo da alvenaria é executado em camadas e necessita de um “esqueleto” para se apoiar. Uma edificação em alvenaria tem a necessidade de componentes aquém do sistema para a execução completa.

2.3.1.1 Fundação e Estrutura

Azeredo (1977), afirma que “fundações são os elementos estruturais destinados a transmitir ao terreno as cargas de uma estrutura.”. Quando as camadas superficiais do subsolo são capazes de suportar essas cargas, é possível executar fundações diretas, caso contrário, se faz uso das fundações profundas.

As fundações podem ser subdivididas como apresentado por Caputo (1996), no Quadro 4.

Quadro 4: Escolha do tipo de fundação

Condições do subsolo	Estruturas leves, flexíveis	Estruturas pesadas, rígidas
Camada resistente à pequena profundidade	Sapata ou blocos	Sapatas ou blocos / Radier "raso"
Camada compressível de grande espessura	Sapata em solo não coesivo previamente compactado / Radier "raso" / Estacas flutuantes	Radier profundo com eventual estrutura de enrijecimento / estacas de grande comprimento / Estacas flutuantes
Camadas fracas sobrejacentes a uma camada resistente	Estacas de ponta / Sapata em solos não coesivos previamente compactado ou em solo pré carregado / Radier "raso"	Estaca de ponta ou tubulões / Radier "profundo"
Camada resistente sobrejacente à camada fraca	Sapatas ou blocos / Radier "raso"	Radier "profundo" (fundação flutuante) / Estaca de grande comprimento ou tubulão, atravessando a camada fraca
Camadas fracas e resistentes alternadas	Sapatas ou blocos / Radier "raso"	Radier "profundo" / estacas ou tubulões com apoio em uma camada resistente

Fonte: Caputo (1996).

As sapatas são fundações com pequena altura em relação as dimensões da base, executadas em concreto armado e indicadas para regiões de solo estável e alta resistência superficial (RAMOS, 2014). De acordo com Silva Junior (2006), a sapata se torna a solução preferencial por consumir menos concreto e, assim, se tornar a opção mais econômica.

Conforme explica Aoki (1997), os demais elementos da estrutura acima da superfície do terreno são considerados a superestrutura (lajes, vigas, pilares), enquanto elementos intermediários, ainda em contato com o solo, são considerados a infraestrutura (vigas de baldrame, pilares sobre fundação). É possível observar o percurso e transmissão dos carregamentos na estrutura conforme a Figura 6.

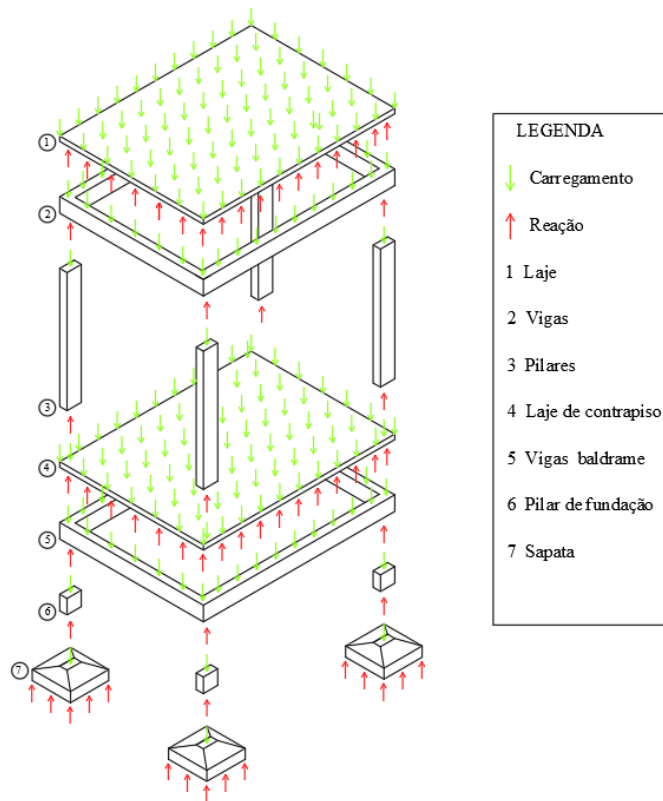


Figura 6: Esquema da distribuição dos carregamentos da estrutura

Fonte: Elaborado pela autora.

As vigas e os pilares são de concreto armado, sendo dimensionados conforme as solicitações presentes. É muito comum o emprego de lajes mistas nas estruturas, compostas por tijolos furados dispostos sobre o fundo da forma, separados em fileiras e, nos espaçamentos, são inseridas armaduras e preenchidos por concreto (AZEREDO, 1977), conforme é possível observar na Figura 7 abaixo.

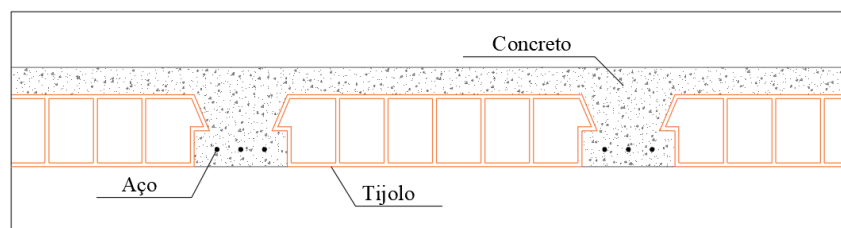


Figura 7: Corte da laje

Fonte: Elaborado pela autora.

A laje de contra piso está em contato com o solo, sendo necessário um tratamento de impermeabilização, e pode ser feita utilizando contra piso de concreto ou argamassa a fim de regularizar a superfície. As vigas baldramas também estão em contato com o solo e devem receber um tratamento de impermeabilização, assim como ser dimensionadas conforme as solicitações presentes (AZEREDO, 1987).

2.3.1.2 Pisos

Os pisos são dispostos sobre a camada de contra piso acima da laje. Eles têm a função de permitir o trânsito sobre o pavimento e proteger a estrutura. Devem ser escolhidos adequadamente conforme o ambiente e uso (AZEREDO, 1987).

Em uma residência, é importante considerar a adoção de piso atentando ao contato com a água e umidade de ambientes como banheiros, cozinhas e áreas de serviço, bem como realização de tratamentos de impermeabilização nesses ambientes.

2.3.1.3 Alvenaria de vedação

A alvenaria de vedação é um sistema construtivo não estrutural, ou seja, o peso da estrutura não é suportado pelas paredes, sendo conhecido como não-portante (PIZZO e VASQUES, 2014). Desempenha, então, uma função de proteção da edificação contra ações de intempéries e, eventualmente, contraventamento.

A alvenaria é um sistema variável que pode ser composto por diferentes elementos com propriedades e conformações distintas. Segundo a TCPO (PINI, 2013), a alvenaria é composta de blocos e tijolos e as argamassas de assentamento.

Os blocos cerâmicos, elementos fundamentais à alvenaria, podem ser maciços ou vazados. São produzidos em diversas dimensões a fim de atender os mais variados fins, entretanto a ABNT NBR 15270-1 (2005) determina a produção nas dimensões conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5: Dimensões de fabricação de tijolos cerâmicos

		Dimensões de fabricação (cm)	
Largura	Altura	Comprimento	
		Bloco principal	1/2 Bloco
9	9	19	9
		24	11,5
	14	19	9
		24	11,5
	19	29	14
		39	19
11.5	11.5	19	9
		24	11,5
	14	19	9
		24	11,5
	19	29	14
		39	19
14	19	19	9
		24	11,5
		29	14
		39	19
19	19	19	9
		24	11,5
		29	14
		39	19
24	24	24	11,5
		29	14
		39	19

Fonte: ABNT NBR 15270-1 (2005).

Os blocos cerâmicos são posicionados em fileiras que se levantam de forma a contrafiar uma linha em relação a superior. Para que os blocos se comportem em conjunto, de forma monolítica, é utilizada a argamassa de assentamento nas laterais e extremidades superior e inferior dos blocos (YAZIGI, 2009).

A argamassa é uma mistura de agregados de origem mineral, agregado miúdo, água e, eventualmente, aditivos, em proporções que se caracterizam como o traço da mistura, proporcionando aderência e endurecimento.

A argamassa de assentamento tem função de conectar os blocos cerâmicos, uniformizando as eventuais tensões absorvendo deformações e formando uma superfície sem aberturas que proporcionem a entrada de água e vento (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

O sistema completo pode ser observado na Figura 8.

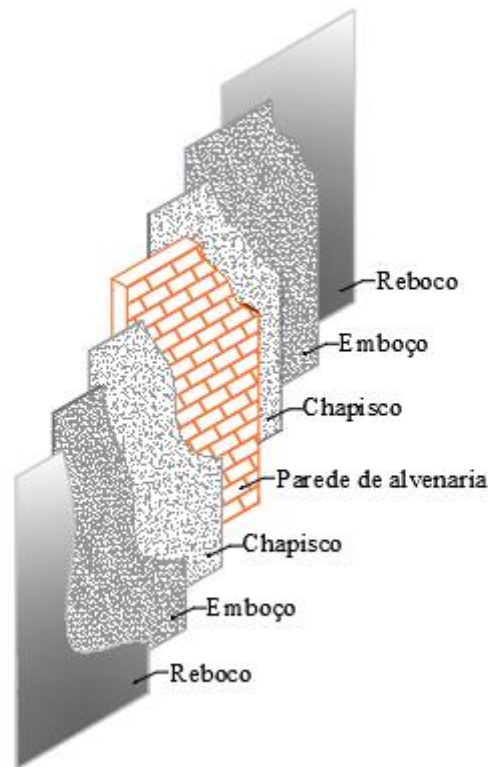


Figura 8: Esquema de composição das camadas da parede de alvenaria

Fonte: autor

2.3.1.4 Cobertura

A cobertura da edificação é composta pela estrutura e telhamento.

A estrutura suporta o carregamento oriundo das telhas e carregamentos externos, transmitindo os esforços para a laje e vigas. É comumente empregado em edificações uma estrutura conhecida como tesoura, de modo geral, em madeira. A tesoura é uma estrutura triangular disposta ao longo do comprimento do telhado, de forma a distribuir a transferência de carregamentos (AZEREDO, 1977).

Sobre a tesoura são apoiadas as telhas e, dependendo do modelo adotado, as estruturas de suporte (ripas e caibros). As telhas são adotadas conforme o uso da edificação e custos, havendo variações de materiais, colorações e dimensões e, influenciando na inclinação do telhado, peso da estrutura, resistência, impermeabilidade, secagem, durabilidade, manutenção, escoamento e aplicação (AZEREDO, 1977).

2.3.1.5 Revestimentos

Os revestimentos são, segundo a TCPO (PINI, 2013), uma camada de argamassa aplicada sobre as faces das paredes ou concreto, servindo como base para pintura ou outros acabamentos, protegendo da umidade e agentes agressivos e melhorar as propriedades termo acústicas (PIZZO e VASQUES, 2014).

A aplicação é realizada em camadas, sendo a primeira o chapisco, caracterizado por ser de espessura fina (3 a 5 mm) e uniforme, possuindo uma superfície porosa e garantido maior aderência da próxima camada ao substrato. A segunda camada é o emboço, que regulariza a superfície, com 2,5 cm em média. Finalmente, o reboco é a última camada antes da massa corrida ou revestimento cerâmico, regularizando quaisquer imperfeições remanescentes do emboço (PIZZO e VASQUES, 2014).

A finalização dos revestimentos pode ser com a massa corrida ou massa única que tem características superficiais finas proporcionando a aplicação direta da pintura, ou com aplicação de argamassa para assentamento de revestimentos cerâmicos, com posterior acabamento das juntas (rejunte), mais frequentemente utilizados em áreas molháveis.

2.3.1.6 Esquadrias

As esquadrias são consideradas como vãos com uma vedação que pode ser de diversos materiais, distinguindo assim portas, janelas, persianas, venezianas (YAZIGI, 2009).

No Brasil, as esquadrias não são produzidas de acordo com a coordenação modular da norma ABNT NBR-5731: Coordenação modular da construção (ESPINDOLA e DE MORAES, 2008).

2.4 *WOOD FRAME*

Segundo Castro (2008), há registros de construções madeira datadas da pré-história no Egito ou extremo oriente. No Brasil, os materiais empregados nas construções tinham fortes laços com as culturas dos imigrantes.

É de se destacar a técnica trazida por imigrantes alemães no início do século XIX, o Enxaimel. De acordo com Oliveira (2011), “[a técnica] é constituída por grandes quadros de madeira, montados sem pregos, apenas com encaixes e depois preenchidos com material existente no local”.

No cenário atual, é possível observar através da pesquisa sobre o faturamento da indústria de materiais, máquinas e equipamentos realizada pela CONSTRUBUSINESS (Tabela 1), a demanda irrisória de madeira para a construção, comparada com outros setores da cadeia.

Tabela 1: Faturamento dos setores da indústria da construção civil

Posição	Setor	Faturamento (R\$ milhões)	%
1ª	Artefatos de concreto, cimento e fibrocimento	23.686,89	10,77%
2ª	Cimento	21.613,40	9,83%
3ª	Produtos cerâmicos	19.051,81	8,66%
4ª	Maquinas e equipamentos	17.077,49	7,77%
5ª	Produtos de material plástico	16.577,44	7,54%
6ª	Equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica	16.010,06	7,28%
7ª	Siderurgia	14.881,24	6,77%
8ª	Pedras e outros produtos de maneiras não metálicos	14.807,32	6,73%
9ª	Estruturas metálicas e obras de caldeira pesada	14.599,80	6,64%
10ª	Extração de pedra, areia e argila	11.665,43	5,31%
12ª	Fabricação de produtos de madeira	7.676,48	3,49%
20ª	Desdobramento de madeira	1.024,07	0,47%
	Total da indústria (23 setores)	219.885,82	

Fonte: FIESP (2006).

Pizzo e Vasques (2014) apresentam vantagens para a adoção do *Wood Frame* como: obra seca e limpa, gerando menos resíduos, pré-construção em ambiente industrializado, reduzindo o tempo da obra, utiliza madeira de reflorestamento, única matéria prima renovável na construção civil, sustentabilidade, rapidez e limpeza da obra, durabilidade e eficiência das construções, estabilidade do preço da matéria prima, flexibilidade de projeto, conforto e resistência. Por outro lado, cita também as desvantagens: mão de obra especializada, altura das edificações de no máximo cinco pavimentos, baixa oferta de mão de obra especializada, baixa oferta de ferramentas específicas, resistência do mercado à mudança. Se baseado nos argumentos apresentados anteriormente, é possível concluir que a grande dificuldade deste sistema construtivo é a implantação no mercado, uma vez que estruturado, a maioria das desvantagens seriam minimizadas.

2.4.1 Estrutura

O sistema construtivo em *Wood Frame* utiliza de peças padronizadas produzidas em ambiente industrial e montadas na obra, dando forma a estrutura. O elemento base desta técnica são painéis de OSB grampeados em montantes de madeira auto clavada que estruturam as paredes, a eles são agregadas camadas para enrijecer e atribuir massa ao sistema (Figura 9).



Figura 9: Construção de residência com o sistema de *Wood Frame*

Fonte: Globalplac (2017).

2.4.1.1 Fundação

A fundação mais utilizada para sistema de *Wood Frame* é o radier uma vez que a estrutura se torna mais leve e menos esforços são transmitidos a fundação. Segundo a TECVERDE (2017), “no caso de terrenos planos ou pouco acidentados, e dependendo das características do solo, o radier é a solução de fundação mais viável e rápida para ser executada.”.

O radier é uma fundação superficial sobre uma camada de saibro caracterizado como uma laje maciça de concreto com tela de armadura inferior e superior de 12 a 15 cm de espessura e recebendo as cargas das paredes e distribuindo-as uniformemente no solo.

2.4.1.2 Paredes

As paredes no sistema construtivo de *Wood Frame* são constituídas por camadas com diversas funções. Algumas camadas são compostas por painéis que são produzidos conforme coordenadas modulares de 1,20 x 2,40 m. entretanto não é imposto definir comprimentos de ambientes baseados nessas dimensões uma vez que o custo não se torna significativo se aplicado a um caso particular.

As camadas que compõe as paredes variam conforme a aplicação da mesma (externa ou interna), sendo as estruturas indicadas no Quadro 6 e exemplificados nas Figura 10 e Figura 11.

Quadro 6: Materiais que compõe a parede em *Wood Frame*

Parede externa	Parede interna
Extremidade externa	Extremidade interna
Acabamento (pintura)	Acabamento (pintura ou revestimento cerâmico)
Placa cimentícia	Gesso acartonado
Membrana hidrófuga	Painel OSB
Painel OSB	Isolante termo acústico
Isolante termo acústico	Painel OSB
Painel OSB	Gesso acartonado
Gesso acartonado	Acabamento (pintura ou revestimento cerâmico)
Acabamento (pintura ou revestimento cerâmico)	
	Extremidade interna

Fonte: Elaborado pela autora.

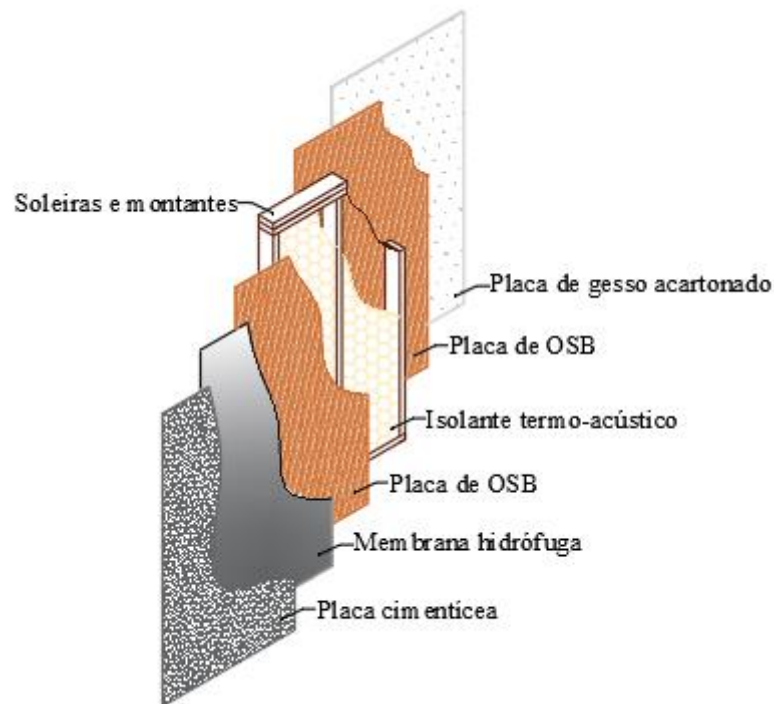


Figura 10: Composição das camadas que constituem a parede externa do sistema *Wood Frame*.

Fonte: Elaborado pela autora.

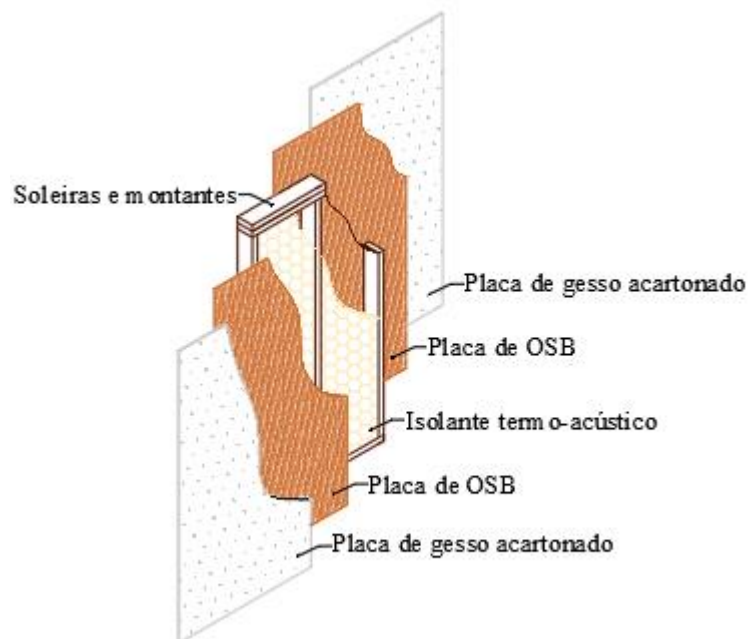


Figura 11: Composição das camadas que constituem a parede interna do sistema *Wood Frame*.

Fonte: Elaborado pela autora.

As chapas cimentícias são fabricadas em painéis padronizados de 1,20 x 2,40 m e espessura mais indicada de 8 mm, posicionados com intervalos proporcionando juntas de dilatação que devem ser tratadas. São fixadas junto as placas OSB por meio de parafusos (DATEC, 2013).

A membrana hidrófuga é utilizada por suas propriedades de impermeabilidade à água e permeabilidade ao vapor, permitindo um condicionamento adequado aos painéis OSB (DATec, 2013).

Os painéis OSB são, segundo SILVA (2017), “camadas de partículas ou de feixes de fibras com resinas fenólicas que são prensados em três camadas perpendiculares, unidas com resina resistentes a intempéries e prensadas sob alta temperatura”. Essas placas desse aglomerado de madeira são produzidas em dimensões 1,20 x 2,40 m e espessura de 9,5 mm e 11,1 mm. Podem ser fixados em ambos os lados dos montantes ou em apenas um, exercendo a função de contraventamento da estrutura.

A camada de isolante termo acústico é opcional e pode ser de diversos materiais (lã de rocha, lã de vidro, lã de PET, etc.) com espessuras variáveis. É fixada junto a uma das placas OSB e garante o bom desempenho da estrutura.

O gesso acartonado é instalado fixando as placas de 1,20 x 2,40 m e espessura usual de 12,5 mm sobre os painéis OSB. O gesso tem propriedades variáveis que dependem do uso do ambiente, assim, para ambientes molháveis é recomendável a utilização das placas resistentes a umidade (mesmo com a aplicação do revestimento cerâmico sobre o painel) e nas áreas secas as placas padrão.

Os painéis de OSB são fixados aos montantes verticais e em travessas e sóculas horizontais superiores e inferiores (soleiras). Os montantes distam entre si 0,60 m. As sóculas são posicionadas entre os painéis / montantes e a alvenaria, enquanto as travessas enrijecem a estrutura junto ao forro. As peças que dão suporte as aberturas (janelas e portas), vergas e contra-vergas, também são fixadas horizontalmente nos montantes. Todas as estruturas citadas anteriormente são de madeira maciça serrada e são apresentadas na Figura 12 (DATec, 2013).

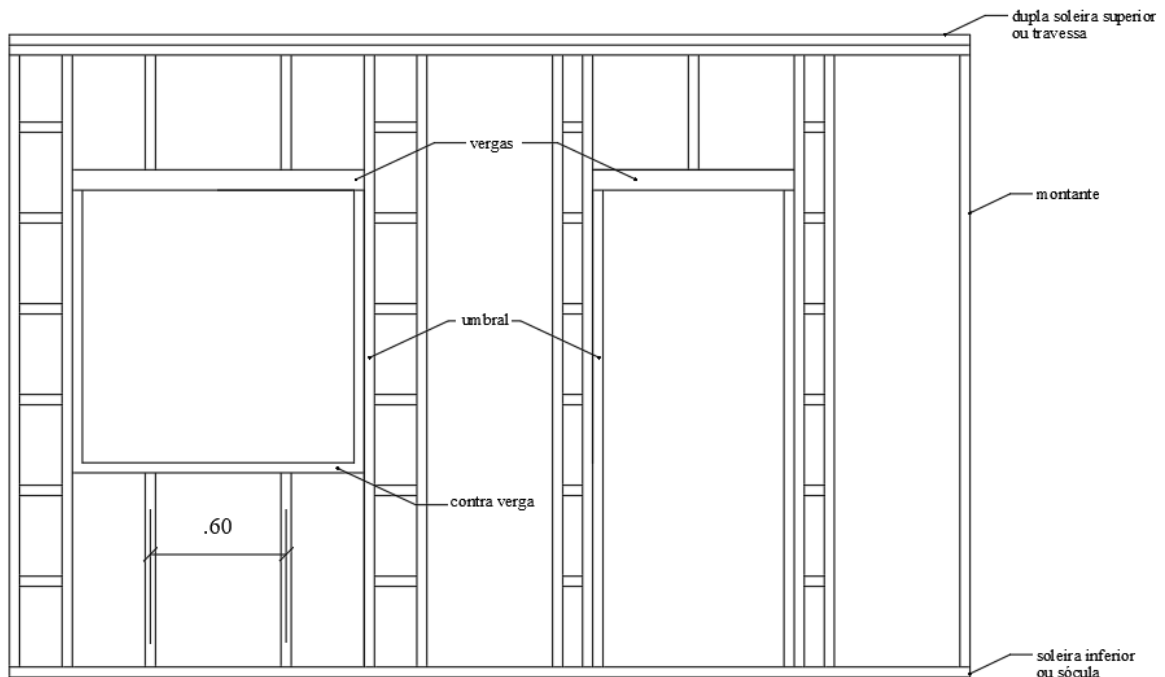


Figura 12: Esquema representando a parede do sistema *Wood Frame*

Fonte: Elaborado pela autora.

2.4.1.3 Forro

No sistema de *Wood Frame* é utilizado o fechamento superior com o forro de PVC ou de gesso acartonado. Ainda, acima desta estrutura, é indicada a utilização de uma camada de isolamento termo acústico (lã de rocha, lã de vidro, lã de PET), a fim de manter o desempenho da edificação (Figura 13).

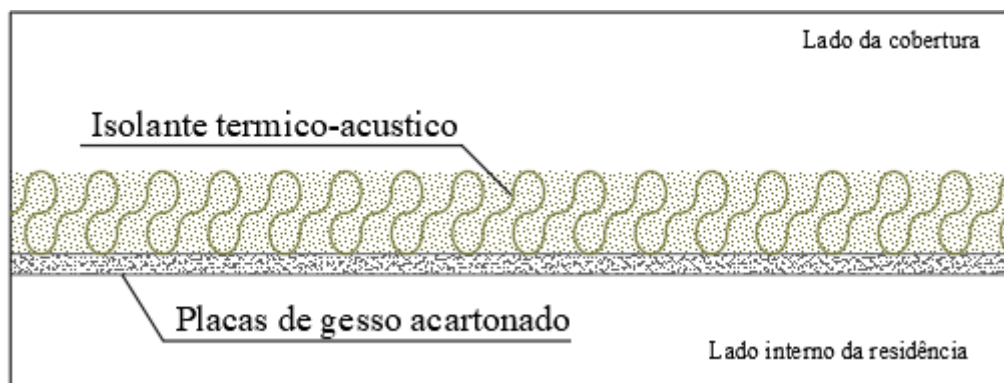


Figura 13: Esquema do forro no sistema de *Wood Frame*

Fonte: Elaborado pela autora.

2.4.1.4 Outros elementos

Os pisos, cobertura e esquadrias seguem as características apresentadas neste estudo referente a alvenaria.

Os acabamentos de pintura podem ser aplicados diretamente sobre as placas cimentícias e o gesso acartonado. O revestimento cerâmico pode ser fixado sobre o gesso acartonado através de argamassa de assentamento e finalização com rejunte.

2.5 CUSTOS GLOBAIS

A partir das definições de projeto, estudos e análises da edificação, é possível determinar o custo global do empreendimento com uma abordagem a longo prazo. Conforme Vida útil e desempenho das edificações (2013) ‘esse conceito prevê que, além do “custo inicial” demandado durante a construção, também sejam contabilizados, complementarmente, os custos de “operação e manutenção” ao longo da vida útil’. Ainda, de acordo com Nour (2003):

O custo global consiste de um sistema em que se exige um conjunto de dados referentes a: custos de construção, padrões de uso, frequência de limpeza, características de demanda de água e energia, custos de operação, necessidades de manutenção, inflação, taxa de juros, período de análise, alternativas a serem consideradas, etc.

O valor necessário para o investimento inicial, ou seja, executar a construção da obra ou serviço é atrelado ao somatório das parcelas referentes aos insumos, tais como MO, materiais e equipamentos, necessários para realizar determinada execução (MUTTI, 2012).

Os serviços devem ser identificados e quantificados para se obter o custo total. Segundo MATTOS (2013), “o levantamento de quantitativos inclui cálculos baseados em dimensões precisas fornecidas no projeto ou em alguma estimativa.”.

A composição de custos unitários é referenciada à unidade de serviço quantificada e determinada a partir da produção conforme as composições unitárias.

O orçamento apresenta-se como uma previsão dos custos para a realização dos serviços previstos na obra e se faz necessário para a análise da viabilidade econômico financeira do empreendimento (MATTOS, 2013). O orçamento pode ser expresso como uma estimativa de custos (apresentando apenas uma ordem de grandeza do custo), um orçamento preliminar (com estimativa de custos e levantamento de preços dos principais serviços e insumos) ou orçamento detalhado (com composição de custos, captação de preços de insumos e serviços mais analítica resultando em uma reduzida margem para incertezas).

A aquisição de uma edificação pode ser comparada a um investimento em um equipamento, ou seja, desempenham função e sofrem depreciação ao longo do tempo (tem um

valor de aquisição, valor para manutenção e estão sujeitos a um prazo de utilização – vida útil). Segundo Mattos (2013), a depreciação é “a diminuição do valor do contábil ativo”.

Uma vez que a edificação tem necessidades de serviços de manutenção, ela gera gastos que podem variar de acordo com o seu sistema construtivo. Nour (2003, apud JOHN, 1988), cita que os custos de manutenções anuais giram em torno de 0,7 a 3,4% em relação ao custo de construção do empreendimento.

Além da manutenção, outros custos sucessivos acompanham a existência da edificação, normalmente estabelecidas como taxas por serviços oferecidos por instituições ou governo, como tratamento de esgoto, coleta de lixo, IPTU, energia elétrica e água. Em alguns casos, essas taxas estão relacionadas com qualidades da edificação, como materiais aplicados na sua construção, determinados sistemas selecionados (tratamento individual de esgoto, captação de água da chuva, reutilização de águas cinzas, sistema solar de aquecimento de água, sistema fotovoltaico para captação de energia elétrica) ou a concepção da edificação para apresentar um melhor desempenho (térmico) podendo ocasionar em economias ou maiores despesas para determinadas opções.

É importante ainda avaliar a proporção desses custos considerando alterações na economia de um país, como inflação e rendimento médio, de forma a considerar um investimento global no empreendimento.

3 METODOLOGIA ADOTADA

A fim de alcançar os objetivos designados neste trabalho, foram adotados procedimentos para direcionar o desenvolvimento do estudo, divididos em: projeto, quantitativo, orçamentação, manutenção, desempenho térmico e análise de custos global.

3.1 PROJETO

A concepção do projeto foi realizada a partir de definições a respeito do uso e do meio apresentadas em sequência, de modo a reproduzir um layout padrão a ser utilizado ao longo do trabalho.

3.1.1 Programa de necessidades

A edificação deve ser projetada como uma residência unifamiliar padrão normal, segundo a ABNT NBR 12721 (2006), que define: um pavimento, três dormitórios (sendo uma suíte com banheiro), banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel), totalizando uma área real de 106,44 m².

O projeto deve ser elaborado em concordância com o Código de Obras e Edificações de Florianópolis (2000), que indica os seguintes direcionamentos de interesse ao estudo:

- Espessura das paredes, quando em alvenaria, não inferior a 12 cm.
- Ambientes destinados a repouso, estar ou estudo (grupo A) devem atender o mínimo de 2,60 m de pé-direito, 7,00 m² e possibilitar a inscrição de um círculo de 2,60 m de diâmetro no plano do piso. As áreas mínimas são de 12,00 m² para sala de estar, 11,00 m² para primeiro dormitório, 9,00 m² para segundo dormitório e 7,00 m² para demais dormitórios.
- Ambientes destinados a cozinha e áreas de serviço (grupo C) devem atender o mínimo de 2,40 m de pé-direito, 4,00 m² – exceto área de serviço – e possibilitar a inscrição de um círculo de 1,40 m de diâmetro no plano do piso.
- Ambientes que possam ser iluminados e/ou ventilados por meios artificiais, como instalações sanitárias são qualificadas no grupo D.
- A iluminação e ventilação nos compartimentos deve ser garantida considerando a soma da área dos vãos dos cômodos do grupo A como 1/6 da

área do ambiente, do grupo C como 1/8 da área do ambiente e do grupo D como 1/10.

- As portas devem atender o mínimo de 2,00 m de altura e 80,00 cm de largura livre.
- A lotação de uma residência unifamiliar é tida como 15,00 m² por pessoa.
- As residências unifamiliares devem contar com instalações sanitárias nas quantidades mínimas de um vaso sanitário, um lavatório e um chuveiro. O ambiente deve ser dimensionado com largura mínima de 80,00 cm e área mínima de 2,00 m².
- Os corredores devem atender uma largura mínima de 10% do comprimento, com mínimo de 80,00 cm e pé-direito de 2,40 m.
- As residências em alvenaria devem respeitar o afastamento mínimo de 1,50 m de divisas do terreno.

Para o presente trabalho não serão elaborados os projetos de hidráulica, hidro sanitário, elétrico, escoamento pluvial e estrutural. Para o último devem ser realizadas estimativas para os quantitativos enquanto para os demais, como não haverá diferenciação em relação a custos e técnicas para os dois sistemas de vedação adotados, não devem ser considerados.

A casa deve ser idealizada para atender uma família de seis pessoas, buscando compatibilizar, segundo o Instituto de Arquitetos do Brasil (2017), funcionalidade, dimensionamento e padrões de qualidade, custos e prazos de execução da obra.

A concepção do projeto deve também respeitar limitações de cada sistema construtivo e assegurar que elementos específicos de cada um sejam implementados.

O projeto deve ser desenvolvido por meio do *software Revit*, que disponibilizará outros recursos ao longo do processo.

3.1.2 Terreno e entornos

O terreno idealizado para a elaboração do projeto deve ser considerado em uma zona residencial do município de Florianópolis - SC. Segundo o Plano Diretor de Urbanismo do Município de Florianópolis (2014), a Área Residencial Predominante tem por definição a área mínima do lote com 360,00 m² e testada de 12,00 m², constituindo-se assim um lote de 12,00 x 30,00 m.

A localização do lote na cidade se faz irrelevante. A ocupação vizinha deve ser considerada como de residências unifamiliares de padrão normal. O posicionamento geográfico dele deve ser estabelecido de modo que o sentido do norte geográfico coincida com o comprimento do lote a partir da testada.

O relevo do terreno deve ser considerado plano e o solo considerado argiloso uniforme com camada resistente à pequena profundidade e lençol freático não interferindo na fundação.

3.2 QUANTITATIVO

Devem ser quantificados os componentes dos conjuntos representados no projeto com o auxílio do *software Revit*. Para os elementos que não podem ser dimensionados a partir do modelo, deve-se estimar suas quantidades.

As estruturas de concreto armado não serão representadas no modelo, entretanto por ser uma parcela relevante do orçamento, é possível uma estimativa do consumo dos materiais de parâmetros apresentados no Quadro 7. Essa estimativa pode ser considerada superestimada por ser voltada à edifícios, considerando escadas, reservatórios, estruturas mais robustas, etc.

Quadro 7: Estimativas para cálculo de quantitativos estruturais

Serviço	Tipo	Critério
Concreto	Lajes maciças (incluindo escadas)	$VLM = \text{área do pavimento} \times 0,08$ (em m ³)
	Vigas (somente considerar a parte que se destaca da laje)	$VVG = \text{área do pavimento} \times 0,04$ (em m ³)
	Pilares	$VPL = N \times \text{área do pavimento} \times (0,002N + 0,012)$ (em m ³)
Formas	Blocos e cintas	$VBC = \text{área do pavimento} \times 0,12$ (em m ³)
	Estrutura comum de concreto armada	12 m ² /m ² de concreto
	Baldrames, blocos e cintas	6 m ² /m ³ de concreto
Aços CA-50	Lajes maciças	$PLM = 50 \times VL$ kg de aço (em kg)
	Vigas (somente considerar a parte que se destaca da laje)	$PVG = 85 \times VV$
	Pilares	$PPL = 95 \times VP$
	Blocos e cintas	$PBC = 105 \times VBC$

Fonte: Lopes, Librelotto e Avila (2003).

3.3 ORÇAMENTAÇÃO

O orçamento da construção da casa deve ser elaborado pelo método da quantificação, em que, segundo Limmer (1997), sendo definidos preços unitários para cada insumo e, conseqüentemente, a composição dos mesmos, resulta nos preços unitários dos serviços. A partir dos quantitativos dos serviços gerados, deve ser gerado o preço resultante para obra por serviço e total, utilizando as planilhas eletrônicas desenvolvidas no *software Excell*.

O orçamento elaborado deve ser o executivo, que, segundo Barnes e Thompson (1971) apud Kern (2005), considera os custos devidos aos métodos ou a duração dos processos de produção. Entretanto, uma vez que não considera todos os componentes da edificação por se tratar de um estudo comparativo, não pode ser considerado detalhado.

Os custos dos insumos e serviços podem ser baseados em Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos – TCPO, no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (considerando os valores de encargos sociais não desonerados) e, em casos particulares, pesquisa nos comércios ou ferramentas de pesquisas *online*.

Assim sendo, ao findar o orçamento para ambos os projetos desenvolvidos no trabalho, segundo Sakamori (2015), torna-se possível a identificação de atividades e variáveis que possam influenciar no custo do empreendimento. Ou seja, deve ser realizada a comparação de custos em relação a construção das casas com cada sistema de vedação, sendo um fator relevante para atestar a viabilidade.

3.4 MANUTENÇÃO

A orçamentação da manutenção predial é uma tarefa extremamente complexa, uma vez que se somam os efeitos de variáveis como: exposição da edificação ao meio, qualidade de materiais, técnicas empregadas na construção, condições de utilização, periodicidade de vistorias e manutenções.

A casa estudada deve ser projetada para uma vida útil de projeto mínima de 50 anos (estrutura), segundo a ABNT NBR 15575 (2013), considerado eventuais manutenções e substituições de sistemas (pisos, vedações, cobertura, hidro sanitário).

Dessa forma, deve ser realizado um planejamento de manutenções e eventuais substituições de cada sistema segundo as orientações da ABNT NBR 14037:1998 para que a residência se preserve ao longo do período desejado. Este planejamento deve apresentar a periodicidade em que a ação deve ser executada, o componente referido e o orçamento despendido para realizar a atividade. Em relação aos custos previstos para as manutenções, foi definido 1,5% do valor de investimento inicial (construção) por ano (NOUR, 2003, apud JOHN, 1988).

O comparativo econômico em relação aos dois sistemas de vedação deve somar-se a análise de viabilidade da residência.

3.5 DESEMPENHO TÉRMICO E CONSUMO ENERGÉTICO

O projeto da residência, com ambas as vedações, deve ser simulado no *software Energy Plus 8.1* de forma a analisar o desempenho térmico da envoltória.

3.5.1 Modelo Geométrico

O projeto deve ser modelado considerando as dimensões dos cômodos e aberturas, de forma a representar as zonas térmicas. As condições de entorno, como paredes em contato com outras zonas e com o meio externo, situações de exposição ao vento e sombreamentos e circulação cruzada de ar também devem ser consideradas. O posicionamento geográfico deve ser observado, sendo adotada a residência em Florianópolis, e a orientação solar deve seguir o definido para o projeto, considerando o norte no sentido do comprimento do terreno.

3.5.2 Cargas térmicas

As cargas internas térmicas (pessoas ocupando e exercendo atividades, equipamentos, iluminação) devem ser determinadas, considerando os cômodos de longa permanência, através dos valores mínimos estabelecidos pelo RTQ-R (INMETRO, 2012), como pode ser observado no Quadro 8. Devem ser consideradas duas pessoas utilizando cada dormitório e na sala a totalidade dos habitantes, sendo observado os cronogramas para a atuação das cargas internas (Quadro 9).

Quadro 8: Especificações para cargas internas

Ambiente	Densidade de potência instalada de iluminação (W/m ²)	Cargas internas de equipamentos (W/m ²)	Calor produzido para área de pele igual à 1,80 m ²
Dormitório	5,0	-	81 (dormindo ou descansando)
Sala	6,0	1,5	108 (sentado ou assistindo TV)

Fonte: Adaptado pela autora do RTQ-R (INMETRO, 2012).

Quadro 9: Cronograma das cargas internas

Hora	Dias de semana				Final de semana			
	Ocupação		Iluminação		Ocupação		Iluminação	
	Dormitórios	Sala	Dormitórios	Sala	Dormitórios	Sala	Dormitórios	Sala
1	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
2	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
3	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
4	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
5	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
6	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
7	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
8	0%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%
9	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
10	0%	0%	0%	0%	50%	0%	100%	0%
11	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%
12	0%	0%	0%	0%	0%	75%	0%	100%
13	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
14	0%	25%	0%	0%	0%	75%	0%	0%
15	0%	25%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
16	0%	25%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
17	0%	25%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
18	0%	25%	0%	100%	0%	50%	0%	100%
19	0%	100%	0%	100%	0%	50%	0%	100%
20	0%	50%	0%	100%	0%	50%	0%	100%
21	50%	50%	0%	100%	50%	50%	0%	100%
22	100%	0%	100%	100%	100%	0%	100%	100%
23	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%
24	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%

Equipamentos devem ser considerados sempre em atividade (100% por 24h)

Fonte: Adaptado pela autora do RTQ-R (INMETRO, 2012).

3.5.3 Regime de Ventilação e Condicionamento de ar

O sistema deve ser previsto com um modelo para a edificação naturalmente ventilada e para uma situação mista com condicionamento térmico. Para ambos, deve ser considerada a ventilação natural ocorrendo quando a temperatura interna supera 24°C e a temperatura externa estando abaixo da mesma. A ventilação deve ocorrer considerando 50% da área da janela e 100% da área de abertura das portas e respeitando um período de circulação de ar baseado nos estudos de Passos (2016). O Quadro 10 os períodos de abertura das esquadrias.

Quadro 10: Cronograma de aberturas

Hora	Janelas	Portas			
		Externas	Dormitórios		Demais internas
			Dias de semana	Finais de semana	
1	0%		0%	0%	
2	0%		0%	0%	
3	0%		0%	0%	
4	0%		0%	0%	
5	0%		0%	0%	
6	0%		0%	0%	
7	0%		0%	0%	
8	100%		100%	0%	
9	100%		100%	0%	
10	100%		100%	100%	
11	100%		100%	100%	
12	100%	0%	100%	100%	
13	100%		100%	100%	
14	100%		100%	100%	
15	100%		100%	100%	
16	100%		100%	100%	
17	100%		100%	100%	
18	100%		100%	100%	
19	100%		100%	100%	
20	100%		100%	100%	
21	100%		100%	100%	
22	0%		100%	100%	
23	0%		0%	0%	
24	0%		0%	0%	

Fonte: Adaptado pela autora do RTQ-R (INMETRO, 2012).

O condicionamento de ar deve ser configurado a atuar sempre que a temperatura interna do ar supere 24°C (e o critério da ventilação natural não for atendido) e seja inferior a 22°C, conforme indicado pelo RTQ-R (INMETRO, 2012). Os modelos de ar condicionado adotados devem ser Split, com COP=3,0W/W, nos cômodos de permanência prolongada, baseados nos estudos de Passos (2016).

3.5.4 Sombreamento

A edificação deve apresentar a consideração de sombreamentos nos beirais do telhado e proteção contra a radiação solar por meio de venezianas nas janelas dos dormitórios com área referente a 50% da abertura durante 100% do tempo.

3.5.5 Sistemas construtivos e Materiais

Os sistemas construtivos utilizados para a comparação devem ser devidamente representados por meio da informação das características dos seus materiais componentes.

Os materiais utilizados devem ser considerados conforme suas propriedades térmicas e volumétricas. O RTQ-R (INMETRO, 2012) estabelece pré-requisitos para a absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para as diferentes zonas bioclimáticas, como pode ser observado no Quadro 11.

Quadro 11: Propriedades térmicas dos componentes

Zona Bioclimática	Componente	Absortância solar	Transmitância	Capacidade
			termina	térmica
			[W/(m ² K)]	[kJ/(m ² K)]
ZB1 e ZB2	Parede	Sem exigência	$U \leq 2,5$	$CT \geq 130$
	Cobertura	Sem exigência	$U \leq 2,3$	Sem exigência
ZB3 e ZB6	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,7$	$CT \geq 130$
		$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,5$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,3$	Sem exigência
		$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 1,5$	Sem exigência
ZB 7	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,7$	$CT \geq 130$
		$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,5$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,3$	Sem exigência
$\alpha \leq 0,4$		$U \leq 1,5$	Sem exigência	
ZB8	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,7$	Sem exigência
		$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,5$	Sem exigência
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,3$	Sem exigência
		$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 1,5$	Sem exigência

Fonte: Adaptado pela autora do RTQ-R (INMETRO, 2012).

3.5.6 Influência do solo

A edificação modelada é térrea e, portanto, está em contato com o solo. Com base nos estudos de Passos (2016), indica-se considerar a ferramenta *slab* do software *EnergyPlus* 8.1 que analisa a influência do solo na temperatura dos ambientes, gerando um perfil de temperatura para o mesmo.

3.5.7 Arquivos climáticos

Os dados climáticos devem ser referentes a dados horários de um ano típico para o município de Florianópolis, contendo: a) Temperatura do Ar, b) Umidade Relativa, c) Temperatura do Ponto de Orvalho, d) Pressão Atmosférica, e) Velocidade e Direção do Vento, f) Pluviosidade Global, g) Irradiâncias, h) Luminância no Zênite e i) Iluminâncias sobre o Plano Horizontal.

3.5.8 Avaliações dos resultados

As simulações de conforto térmico devem ser com base nas diretrizes da ABNT NBR 15575 (2013) e na norma americana ASHRAE STANDARD 55 para 90% de aceitabilidade dos usuários.

Também devem ser gerados resultados a respeito do consumo energético da edificação, que está diretamente associado com economia e racionalização energética da residência (DUTRA et al., 2014), e tende a se apresentar de forma relevante na análise de viabilidade da edificação. Para tanto, devem ser considerados os sistemas de iluminação, equipamentos eletrônicos, refrigeração e calefação.

3.6 ANALISE COMPARATIVA

Uma vez com orçamento, custos e periodicidades de manutenção e consumo energético definidos, será possível determinar o custo global da edificação na sua vida útil.

Para MEDEIROS (2012), o valor presente “simboliza o valor do capital no momento presente, chamado de valor atual, capital ou principal.” e o valor futuro “simboliza o montante, o valor do capital após certo período de tempo, também chamado de valor futuro. É a soma do Capital com os juros.”.

Desta forma, para realização da comparação de custos totais da edificação é necessário a consideração do montante final, no caso, os investimentos influenciados pela inflação.

4 RESULTADOS

4.1 PROJETO

O projeto foi elaborado visando uma planta arquitetônica de forma a contemplar igualmente ambos os sistemas de vedação. Dessa forma, e segundo a metodologia apresentada, foi idealizado um modelo desenvolvido no *software Revit*.

Inicialmente, foi elaborado um esboço genérico (Figura 14), composto pelos cômodos e áreas relativas aos mesmos, apresentados na Tabela 2. As dimensões utilizadas foram definidas como múltiplas de módulos de 60,00 cm, como modulo mínimo padrão para construções à seco (BRASILIT, 2014). Mesmo esta adoção não sendo requisito ao *Wood Frame*, a casa pôde ser melhor adaptada para o sistema (Apêndice A) e, sem afetar a concepção da alvenaria (Apêndice B).

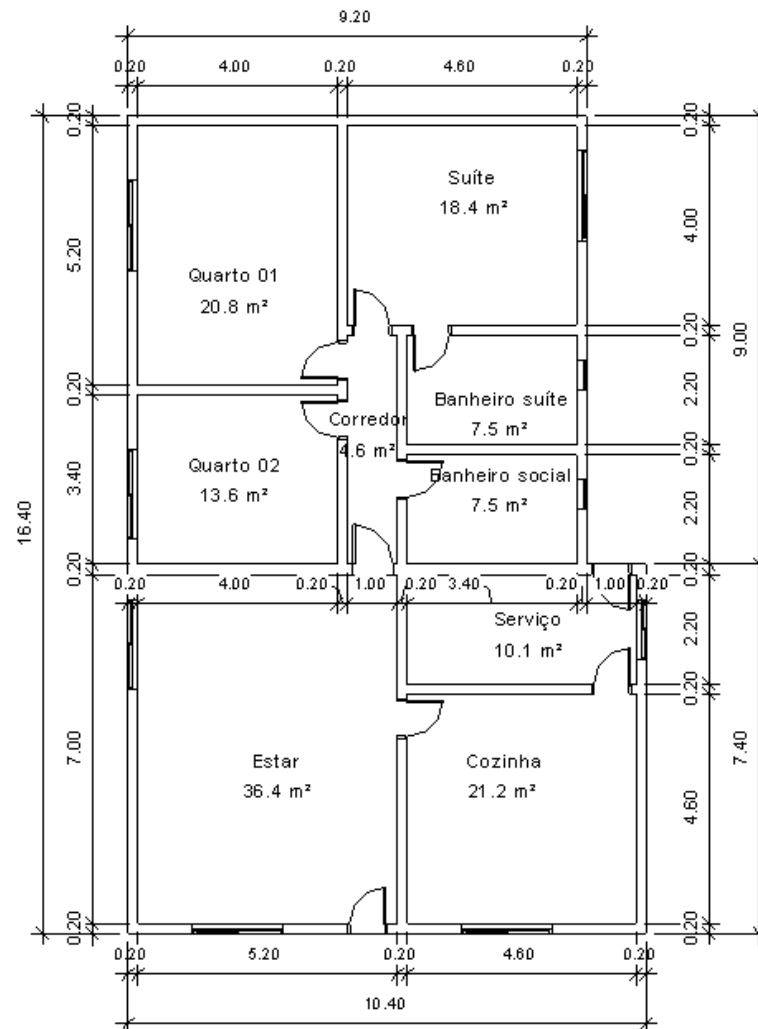


Figura 14: Planta base dos modelos

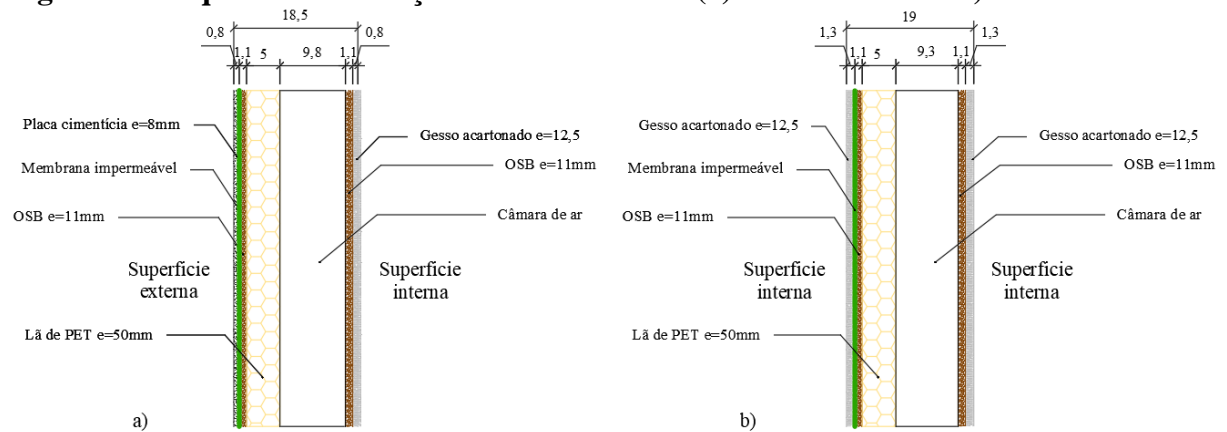
Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2: Cômodos e áreas

Ambiente	Área (m ²)
Sala de estar	36,40
Cozinha	21,20
Suíte	18,40
Quarto 01	20,80
Quarto 02	13,60
Banheiro suíte	7,50
Banheiro social	7,50
Área de serviço	10,10
Corredor	4,80
Total	159,80

Fonte: Elaborado pela autora.

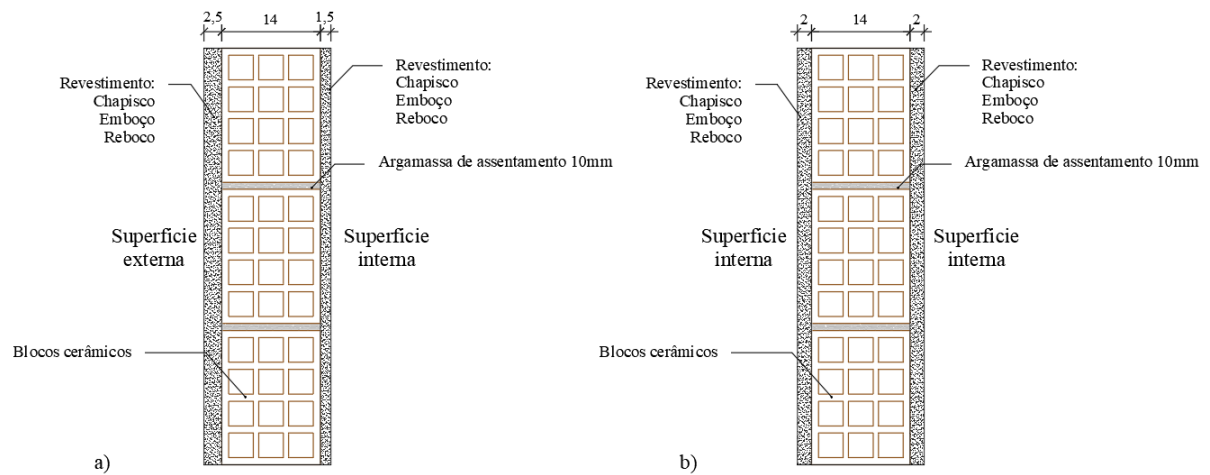
O sistema de *Wood Frame* adotado é composto pela estrutura proposta na Figura 15, a seguir.

Figura 15: Esquemas de vedação em Wood Frame (a) Parede externa b) Parede interna

Fonte: Elaborado pela autora.

O sistema de alvenaria adotado é composto pela estrutura proposta na Figura 16, a seguir.

Figura 16: Esquemas de vedação em Alvenaria (a) Parede externa b) Parede interna



Fonte: Elaborado pela autora.

A fundação do modelo em *Wood Frame* ficou definida como radier, por ser o elemento mais usual aplicado ao sistema e, pelo mesmo motivo, para a alvenaria foi adotada a sapata, uma vez que ambos são adequados as características do solo.

O teto da edificação foi estabelecido como os apresentados no referencial teórico do presente trabalho: placas de gesso acartonado e isolante termo acústico para o modelo em *Wood Frame* e laje mista para o em alvenaria.

As aberturas foram definidas respeitando as indicações da ABNT BR 15575 (2013) e Código de Obras de Florianópolis (2000).

Outros elementos construtivos foram definidos de forma a melhor se adaptar a cada sistema de vedação, de modo a manter o padrão construtivo de ambos. O Quadro 12 representa os elementos adotados em cada modelo.

Quadro 12: Elementos construtivos adotados em cada modelo

Vedação	<i>Wood Frame</i>	Alvenaria
Fundação	Radier	Sapata
Piso	Revestimento cerâmico	Revestimento cerâmico
Estrutural	Montantes e soleiras	Pilares e vigas e concreto armado
Teto	Forro de gesso acartonado e isolante termo acústico	Laje mista de concreto armado e blocos cerâmicos,
Telhado	Com madeiramento e telhas cerâmicas	Com madeiramento e telhas cerâmicas
Esquadrias	Janelas de 1,60x1,20 m (7) e 0,60x0,60 m (2) e portas de 0,80x2,10 m em madeira	Janelas de 1,60x1,20 m (7) e 0,60x0,60 m (2) e portas de 0,80x2,10 m em madeira

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 QUANTITATIVO

A maioria dos quantitativos foram gerados pelo *software Revit* a partir dos modelos elaborados no mesmo, sendo apresentados na Tabela 3 (*Wood Frame*) e Tabela 4 (alvenaria).

Tabela 3: Levantamento de material do sistema *Wood Frame*

Material	Presente em:	Área	Volume
Azulejo Cerâmico	Paredes	118,16	-
Concreto	Pisos	-	23,90
Concreto	Paredes	-	0,16
Concreto	Pisos	-	4,28
Gesso acartonado	Forros	154,44	-
Gesso acartonado	Paredes	373,60	-
Lã de vidro	Forros	154,44	-
Lã de vidro	Paredes	222,63	-
Membrana hidrófuga	Paredes	269,73	-
Painel OSB	Paredes	530,46	-
Pintura externa	Paredes	156,76	-
Pintura interna	Forros	154,44	-
Pintura interna	Paredes	226,48	-
Pinus Tratado	Colunas	-	3,29
Pinus Tratado	Paredes	-	2,50
Placa cimentícia	Paredes	156,90	-
Porcelanato	Pisos	142,60	-
Telhado	Telhados	214,98	-

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 4: Levantamento de material do sistema em alvenaria

Material: Nome	Presente em:	Área (m ²)	Volume (m ³)
Azulejo cerâmico	Paredes	114,40	-
Chapisco	Paredes	-	2,47
Concreto, Moldado in loco	Forros	-	15,36
Concreto, Moldado in loco	Paredes	-	10,41
Concreto, Moldado in loco	Pisos	-	23,90
Concreto, Faixa de areia/cimento	Pisos	-	4,28
Emboço	Paredes	-	2,92
Pintura externa	Paredes	151,50	-
Pintura interna	Forros	155,20	-
Pintura interna	Paredes	262,00	-
Porcelanato	Pisos	142,60	-
Reboco	Paredes	-	5,16
Telha	Telhados	215,00	-
Tijolo, Comum	Paredes	193,20	-

Fonte: Elaborado pela autora

Para a estrutura da edificação em alvenaria, foi estimado o quantitativo de concreto, aço e formas para as lajes, vigas, pilares e fundação (sapata), de acordo com o estipulado na metodologia deste trabalho. A Tabela 5 abaixo expõe os valores obtidos.

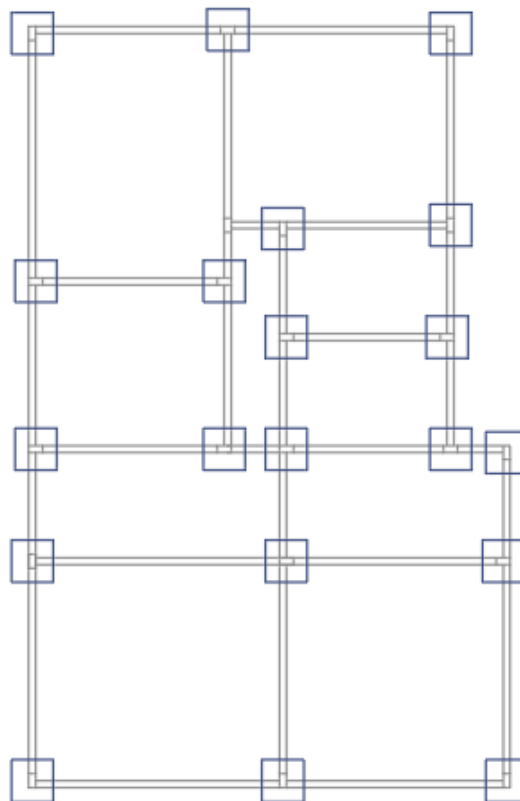
Tabela 5: Estimativa de quantitativo para o estrutural

INFRAESTRUTURA	Concreto (m ³)	Formas (m ²)	Aço (kg)	Área (m ²)
Fundação	19,18	115,06	2013,48	159,80
SUPERESTRUTURA	Concreto (m ³)	Formas (chapa)(m ²)	Aço (kg)	Área (m ²)
Viga	12,78	153,41	1086,64	
Laje	25,57	306,82	1278,40	159,80
Pilar	2,24	26,85	212,53	

Fonte: Elaborado pela autora

Alguns outros quantitativos de elementos da construção não puderam ser obtidos através do projeto arquitetônico e nem da estimativa para o estrutural, foram eles a escavação manual do solo, o lastro de concreto e o aterro manual apilado.

Para determina-los, se fez necessário a estimativa do dimensionamento das sapatas. Para tanto, foi considerado a disposição de sapatas no modelo conforme a Figura 17, avaliando o número em 20 sapatas para a edificação, considerando o volume de concreto estimado para a fundação em 19,13 m³, deliberou-se as dimensões 0,90 x 0,90 x 1,20 m.

**Figura 17: Estimativa da locação das sapatas em planta.**

Fonte: Elaborado pela autora

Com esta informação, é possível estimar os demais quantitativos dos insumos

- Escavação manual do solo: considerando uma escavação avançando 10 cm além das dimensões da sapata, obtém-se um volume de 31,46 m³.

- Lastro de concreto: considerando o lastro de concreto de 5 cm sobre a base da escavação, obtém-se o volume de 0,605 m³.
- Aterro manual apiloado: considerando o aterro no espaço entre a sapata e a parede escavada e nos 5 cm sobre a sapata até o nível do solo (desconsiderando o pilar que sobe da sapata), obtém-se o volume de 11,21 m³.

Outro elemento estimado foi o baldrame, para considerações de impermeabilização. O baldrame foi definido como tendo 30 cm (baldrame e laje) de altura e 15 cm de largura, posicionado conforme a Figura 16. Foi considerado as laterais do baldrame impermeabilizadas, 15cm da parede a partir da base sobre a laje e o capeamento da parede neste ponto, resultando em uma área de impermeabilização de 111,38 m².

Ainda, em relação aos materiais considerados na análise dos quantitativos, os seguintes componentes não foram computados uma vez que se apresentam em ambos os sistemas o que não apresenta relevância no estudo comparativo em questão: tapume, ligações provisórias, locação, raspagem do terreno, beiral, rufos e calhas, venezianas, soleiras, instalações elétricas, hidráulicas e de esgoto, aparelhos e metais sanitários, calçadas, muros e limpeza.

4.3 ORÇAMENTAÇÃO

O *software Revit* dispõe as quantidades de serviços, mas não possibilita a inserção de insumos, trabalho que deve ainda ser elaborado por meio de planilhas auxiliares no *Microsoft Excel*.

Para o modelo em alvenaria, foram organizadas composições unitárias para cada insumo, considerando a sua produtividade, baseada na TCPO (PINI, 2013) e o custo unitário baseado nos Preços Referentes aos Insumos de Santa Catarina Não Desonerado, referentes ao mês de maio de 2017 (SINAPI, 2017) e apresentados no Apêndice C.

Para o modelo em *Wood Frame*, o orçamento foi realizado baseado nos custos de uma construção de casa térrea da Rede iVerde (Anexo B), sendo cotados em julho de 2013 e apresentados como recurso para a licitação do programa Minha Casa Minha Vida para uma escala maior que 100 unidades habitacionais (FERREIRA, 2013). Apesar das discrepâncias, a intenção de uso deste orçamento é o fato da mão de obra especializada para este sistema construtivo não ser contabilizada em outras biografias. Também foram utilizados alguns insumos, em comum com a alvenaria, com base na TCPO (PINI, 2013).

O orçamento foi então elaborado, tendo como base os custos unitários de materiais e MO procedentes das fontes acima especificadas e, para alguns insumos específicos, foram coletados os custos de outras fontes, sendo apresentadas as respectivas referências de cada caso no Apêndice D.

Outro método é a desconsideração de custos de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) e administração, uma vez que a intenção é a de comparação entre os dois modelos essa etapa não afetaria na discriminação avaliada.

Tendo essas características mencionadas, os orçamentos simplificados são apresentados nos Apêndices E e F para o *Wood Frame* e alvenaria, respectivamente.

Ainda há de se considerar o aumento do custo ao longo do período (2013 a maio de 2017) em relação aos valores baseados no orçamento disponibilizado pela Rede iVerde para que a comparação seja equilibrada, ou seja, deve ser levada em consideração a inflação do período. A Tabela 6 compreende a inflação segundo o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IBGE, 2017) e o Apêndice G compreende a tabela discriminada do aumento do valor dos insumos em questão ao longo dos anos.

Tabela 6: INPC de 2014 a maio de 2017

Período	INPC acumulada
2017 (acumulado até maio)	1,43%
2016	6,58%
2015	11,27%
2014	6,22%

Fonte: IBGE (2017).

Assim, obteve-se o custo total da residência de *Wood Frame* previsto para maio de 2017, a fim de possibilitar a comparação entre os dois sistemas, como pode ser observado na Tabela 7 e Figura 18.

Tabela 7: Orçamento resumo dos sistemas em *Wood Frame* e alvenaria

DESCRIÇÃO	PREÇO TOTAL - WOOD FRAME (R\$)	% TOTAL	PREÇO TOTAL - ALVENARIA (R\$)	% TOTAL
Infraestrutura	10,186.82	5.95%	42.105,12	17,14%
Estrutura	8,465.19	4.95%	69.344,53	28,23%
Paredes externas e internas	52,981.97	30.96%	10.058,01	4,09%
Esquadrias	15,415.42	9.01%	15.415,42	6,28%
Cobertura	4,562.45	2.67%	40.588,94	16,52%
Impermeabilizações	10,852.97	6.34%	12.826,61	5,22%
Revestimentos	42,605.93	24.90%	20.977,19	8,54%
Pisos	10,384.66	6.07%	14.953,25	6,09%
Pinturas	29,451.09	17.21%	19.383,27	7,89%
Total da obra	171,137.64	100%	245.652,34	100%

Fonte: Elaborado pela autora

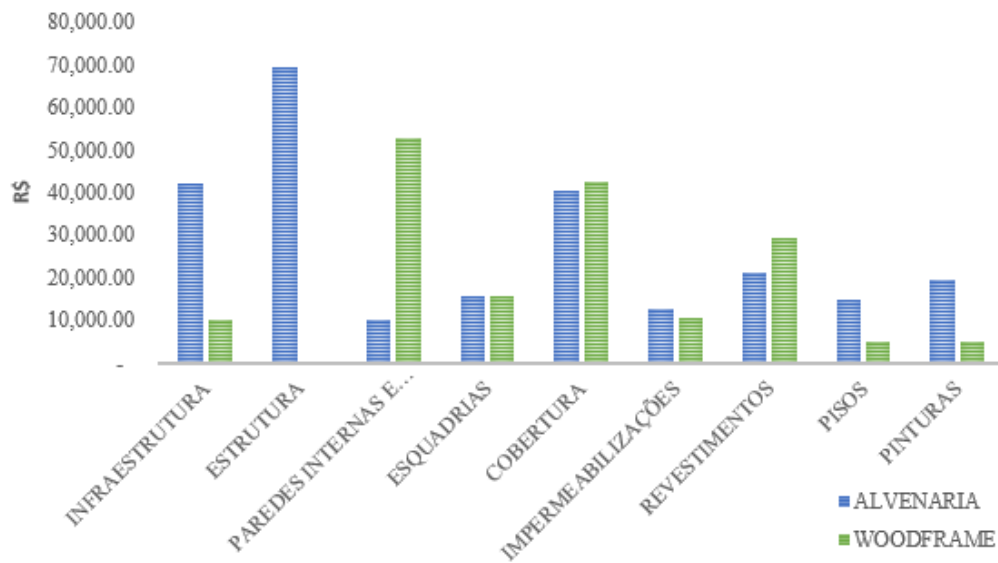


Figura 18: Gráfico comparativo com os custos das etapas da construção em alvenaria e Wood Frame

Fonte: Elaborado pela autora.

Como última análise, foi calculado o custo unitário para cada um dos sistemas. Para o sistema em *Wood Frame* foi obtido um valor de 1.080,55 reais/m² e para o de alvenaria, 1537,25 reais/m². O CUB médio do Brasil para uma residência de padrão normal em maio de 2017, época considerada para a comparação, era de 1.326,33 reais/m² (CBIC, 2017). Observa-se que há uma variação 19% abaixo do valor do CUB nacional no primeiro caso e de 16% acima do valor do CUB nacional no segundo caso.

4.4 MANUTENÇÃO

A manutenção de elementos dos modelos foi considerada aplicando uma taxa de 1,5% ao ano sobre o valor de investimento do empreendimento. Essa taxa, ainda, apresenta uma variação ao longo do tempo conforme a inflação no país.

Foi considerada uma taxa de inflação sobre o custo da manutenção obtida através da média das inflações de 10 anos no Brasil (INPC), conforme é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Média da inflação de 2007 a 2016.

Período	INPC acumulada
2016	6.58%
2015	11.27%
2014	6.22%
2013	5.56%
2012	6.19%
2011	6.07%
2010	6.46%
2009	4.11%
2008	6.48%
2007	5.15%
Media inflação em 10 anos	6.41%

Fonte: IBGE (2017)

Ainda, segundo a ABNT NBR 15575 (2013), foi considerada a substituição de alguns elementos conforme completavam sua vida útil. A periodicidade das substituições dos componentes adotada na análise pode ser observada nos Apêndices H e I, para o *Wood Frame* e alvenaria, respectivamente.

Alguns componentes da construção devem ter a mesma vida útil da edificação, como pode-se citar no caso, as fundações, elementos estruturais (vigas, lajes, pilares e contra piso da alvenaria, painéis, montantes e soleiras do *Wood Frame*), estrutura do telhado e impermeabilização das fundações, assim como alguns são não manuteníveis, como elementos de fundação e impermeabilizações da base.

Tendo em vista as colocações citadas, o Apêndice J e K apresentam os custos com manutenção e substituição de elementos ao longo da vida útil das edificações em *Wood Frame* e alvenaria.

A Figura 19 apresenta um gráfico com a relevância em termos de custo das manutenções de cada componente ao longo da vida útil da edificação de *Wood Frame*. A Figura 20 representa a participação de cada parcela do processo construtivo no custo de manutenção final deste sistema.

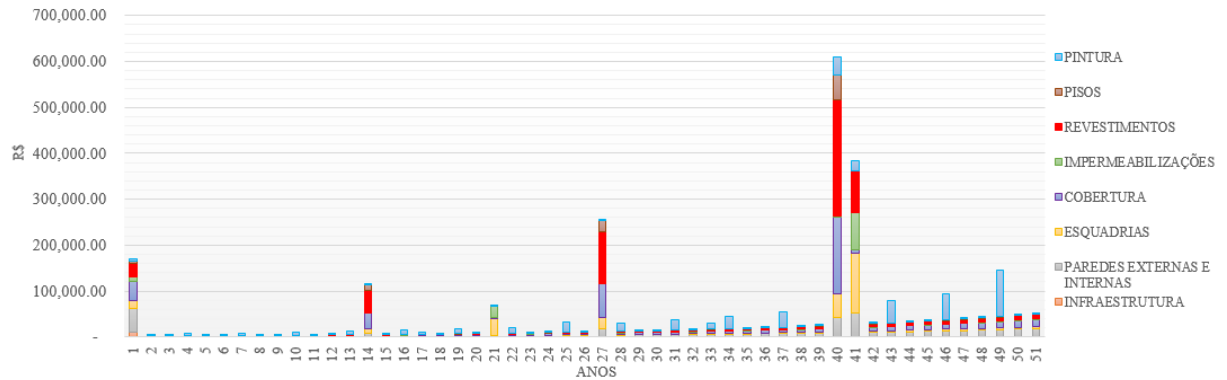


Figura 19: Gráfico com a participação do componentes construtivos nos custos de manutenção ao longo da vida útil da edificação em *Wood Frame*

Fonte: Elaborado pela autora



Figura 20: Participação dos custos de manutenção de cada etapa construtiva na edificação em *Wood Frame*

Fonte: Elaborado pela autora

A Figura 21 apresenta um gráfico com a relevância em termos de custo das manutenções de cada componente ao longo da vida útil da edificação de alvenaria. A Figura 22 representa a participação de cada parcela do processo construtivo no custo de manutenção final deste sistema.

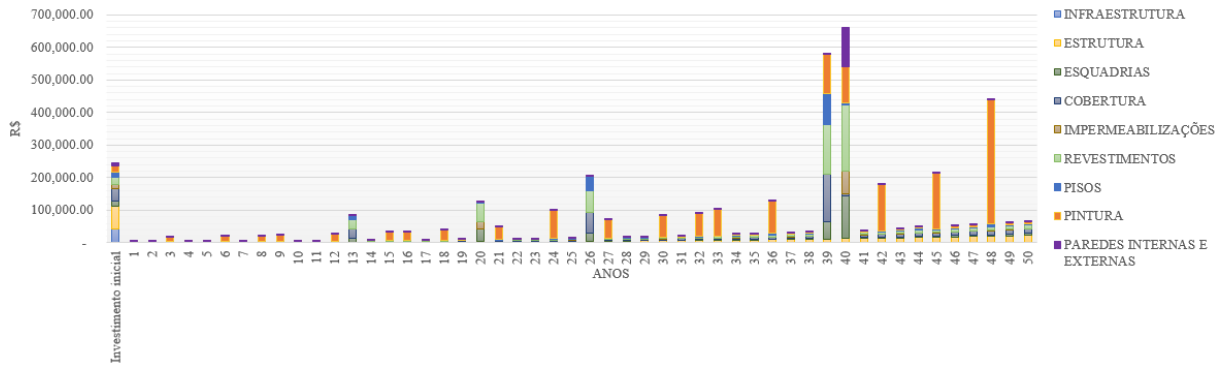


Figura 21: Gráfico com a participação do componentes construtivos nos custos de manutenção ao longo da vida útil da edificação em alvenaria

Fonte: Elaborado pela autora

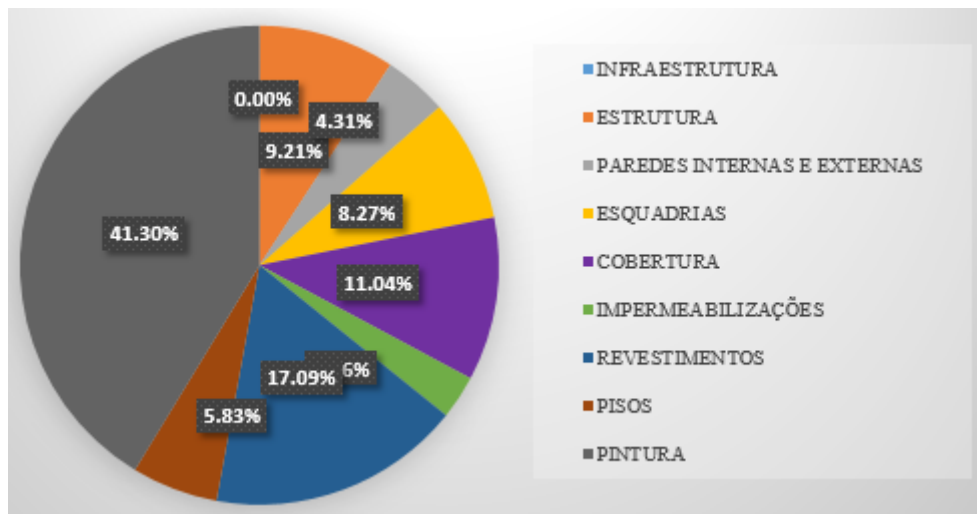


Figura 22: Participação dos custos de manutenção de cada etapa construtiva da edificação em alvenaria

Fonte: Elaborado pela autora

4.5 DESEMPENHO TÉRMICO E CONSUMO ENERGÉTICO

Para realizar as simulações, o modelo arquitetônico necessitou ser incorporado no *software Energy Plus*. Como o programa não apresenta uma interface amigável, optou-se por realizar a análise via o *software Google Sketchup* por meio do *software Open Studio*.

Ocorreu a tentativa de modelagem exportando os modelos do *software Revit* para o *software Google Sketchup* por meio do *software Open Studio*, entretanto não foi bem-sucedida pois o modelo não era reconhecido para a análise com a exportação. Outra tentativa foi a de exportar o arquivo *.ifc* do *Revit* para o *software Euclid*, para que este realizasse a conversão do arquivo para *.ifc* (arquivo lido pelo *Energy Plus*), mas também não foi bem-sucedido por problemas na versão dos programas. Ainda, tentou-se a exportação do arquivo em *.dxf* do *Revit*

para o *software Ecotect Analysis* e a conversão deste em *.idf* para abrir no *Google Sketchup*, entretanto também não ocorreu uma representação dos ambientes.

Por fim, o projeto foi modelado no *software Google Sketchup* e as informações para a análise foram atribuídas no *software Energy Plus*.

4.5.1 Geometria do modelo

Na modelagem, foi criada uma única envoltória para os modelos, uma vez que as dimensões eram as mesmas, com variação dos materiais.

As dimensões dos cômodos e aberturas, assim como pé direito e telhado foram reproduzidos conforme o projeto arquitetônico proposto. Na Figura 23, é possível visualizar o desenvolvimento do modelo.

- a) Dimensões da edificação b) Extrusão das zonas c) Extrusão do telhado d) Inserção das esquadrias e) Projeção do beiral f) Condições de entorno da edificação

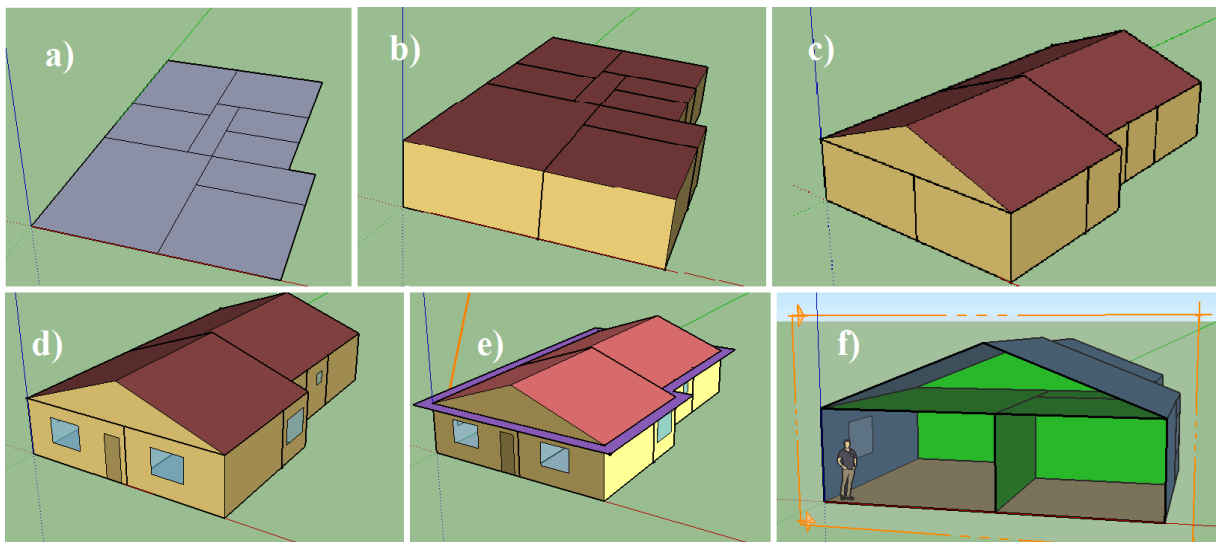


Figura 23: Processo de modelagem da envoltória

Fonte: Elaborado pela autora

4.5.2 Cargas térmicas

As cargas térmicas internas foram adotadas nos cômodos de permanência prolongada conforme especificado na metodologia deste trabalho, de acordo com o RTQ-R (INMETRO, 2012). Nos quartos 01 e 02 e na suíte foram considerados uma ocupação de duas pessoas com

taxa metabólica de 81 W e na sala, seis pessoas com taxa metabólica de 108 W. A carga referente aos equipamentos foi aplicada somente na sala de estar, como visto anteriormente.

Os períodos de ocupação foram empregados conforme a Quadro 8.

4.5.3 Regime de ventilação e condicionamento térmico

Os períodos de ventilação, bem como os critérios de aberturas de esquadrias, foram adotados conforme indicado na metodologia do presente trabalho. O condicionamento de ar foi adotado para a simulação do consumo energético, com as especificações já indicadas.

4.5.4 Sombreamento

O projeto foi modelado com uma proposta de sombreamento pelo beiral, como pode ser observado na Figura 23. Também, dentre os dados fornecidos ao *software*, informou-se a existência de venezianas nas janelas dos dormitórios.

4.5.5 Sistemas construtivos e Materiais

Para cada modelo com um sistema construtivo, foram definidos os componentes de acordo com o Quadro 12.

Para as paredes em *Wood Frame* e alvenaria, assim como para a laje mista, em que os materiais são dispostos com espessuras variando ou intervalos ao longo do seu comprimento, as áreas foram ponderadas para representarem espessuras constantes, conforme pode ser observado nas Figuras 24, 25 e 26.

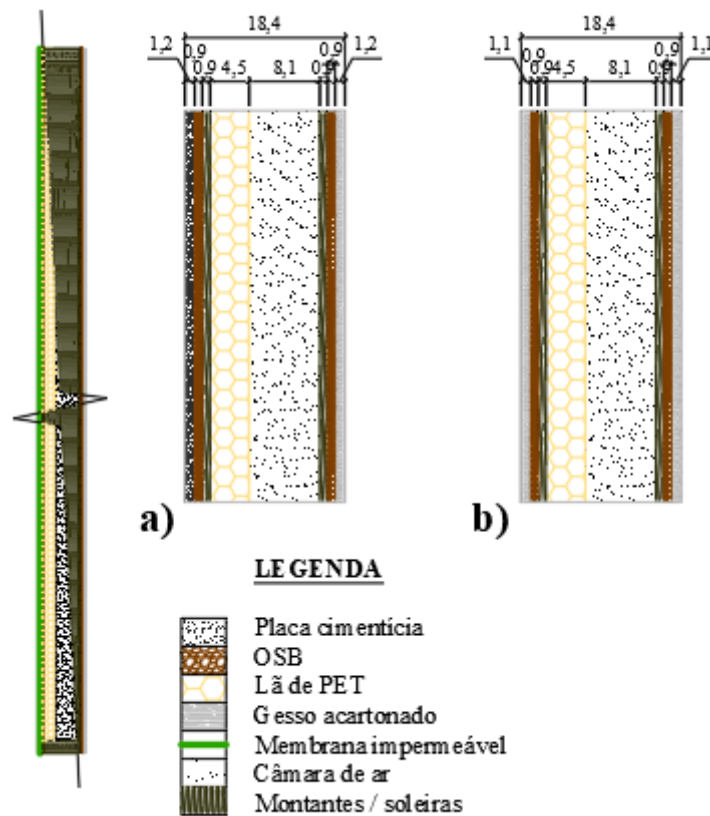


Figura 24: Representação da parede de Wood Frame considerando a) Um corte da parede no meio do painel OSB (sobre o montante) e um corte entre os montantes b) A parede de Wood Frame externa considerando os montantes, soleiras, isolantes térmico e câmara de ar com camadas de espessura uniforme ao longo do seu comprimento c) A mesma consideração que (b) mas em uma parede interna.

Fonte: Elaborado pela autora

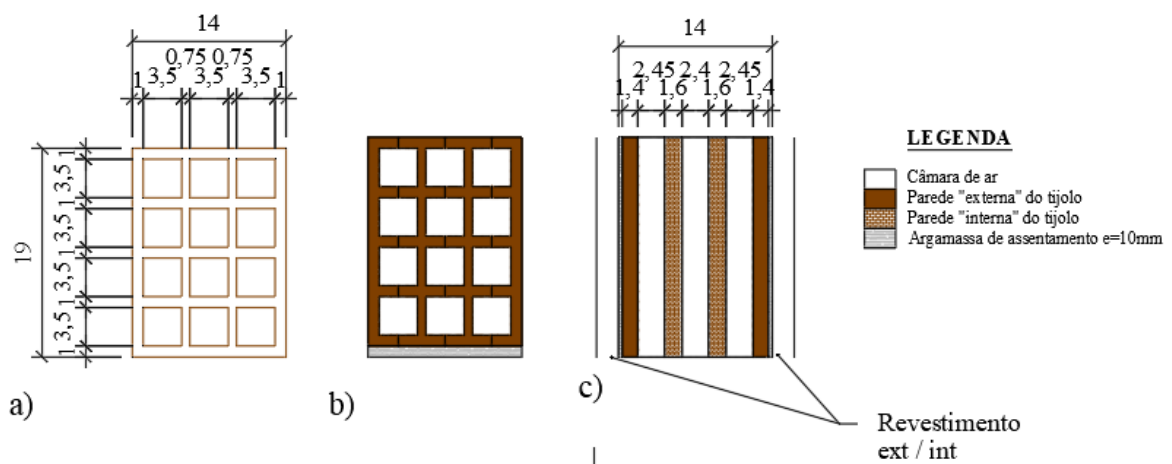


Figura 25: Representação da parede de alvenaria considerando a) As dimensões do bloco cerâmico adotado e dos furos b) O bloco cerâmico com a argamassa de assentamento c) A parede de alvenaria considerando a argamassa de assentamento, as paredes do bloco cerâmico e a câmara de ar com espessura uniforme ao longo do seu comprimento

Fonte: Elaborado pela autora

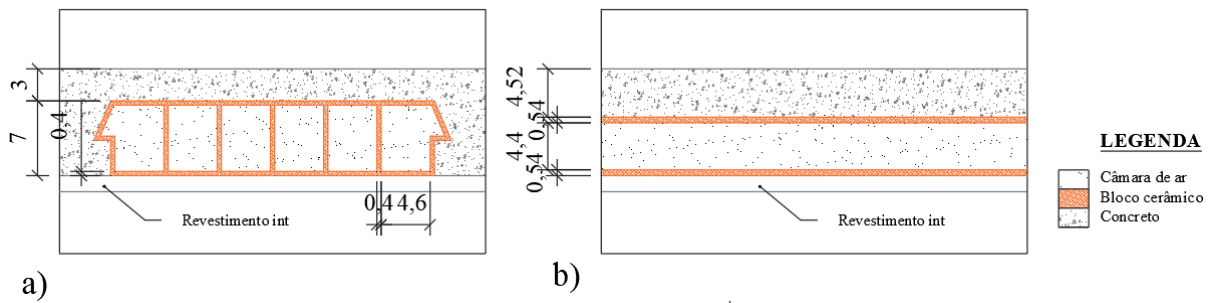


Figura 26: Representação da laje mista do modelo de alvenaria a) Com as dimensões relativas dos materiais b) Considerando os blocos cerâmicos, o concreto e a câmara de ar com camadas de espessura uniforme ao longo do seu comprimento

Fonte: Elaborado pela autora

Para as simulações, além das disposições dos materiais, foram adotadas características físicas, baseado nos modelos estudados por Passos (2016), apresentados no Quadro 13. Também foram incluídas as propriedades dos vidros (Quadro 14) e das câmaras de ar (Quadro 15) no *software*. As paredes foram consideradas de cor branca para ambos os casos ($\alpha=0,3$).

Quadro 13: Propriedades térmicas dos materiais adotados nos modelos

Materiais	Espessura (m)	λ (W/m.K)	c (kJ/kg.K)	ρ (kg/m ³)
Revestimento (reboco/emboço/chapisco/argamassa de assentamento) - parede externa	0,0285	1,15	1	2000
Revestimento (reboco/emboço/chapisco/argamassa de assentamento) - parede interna	0,0235	1,15	1	2000
Revestimento (reboco/emboço/chapisco) - laje	0,01	1,15	1	2000
Bloco cerâmico - parede externa	0,014	0,9	0,92	2252
Bloco cerâmico - parede interna	0,016	0,9	0,92	2252
Bloco cerâmico - laje	0,0055	0,9	0,92	2252
Telha cerâmica	0,01	0,9	0,92	2252
Madeira para portas	0,035	0,23	1,34	750
Laje de concreto - piso	0,1	1,75	1	2200
Laje de concreto - laje	0,045	1,75	1	2200
Radier	0,2	1,75	1	2200
Placa de gesso	0,0125	0,35	0,84	875
Placa cimentícea	0,0125	0,95	0,84	2000
Madeira montante	0,01	0,23	1,34	750
Placa OSB	0,0095	0,23	1,34	750
Lã de vidro	0,05	0,042	0,7	50

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 14: Propriedades térmicas adotadas no modelo para o vidro

	Vidro
Espessura (m)	0,003
Transmissão energética (%)	85
Reflexão energética externa (%)	7,5
Reflexão energética interna (%)	7,5
Transmissão luminosa (%)	90
Reflexão luminosa externa (%)	8
Reflexão luminosa interna (%)	8
Emissividade externa (admin.)	0,84
Emissividade interna (admin.)	0,84
Condutividade (W/m.K)	0,9

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 15: Propriedades das câmaras de ar

	Espessura (m)	Rt (m².K/W)
Câmara de ar vertical de alta emissividade	0,09	0,17
Câmara de ar vertical de alta emissividade	0,024	0,16
Câmara de ar horizontal de alta emissividade	0,044	0,14

Fonte: Elaborado pela autora

Os componentes construtivos são, então, elaborados com a distribuição dos materiais apresentados. Portanto, o Quadro 16 expõe a composição dos elementos construtivos para o modelo de *Wood Frame* enquanto o Quadro 17 expõe para o de alvenaria.

Quadro 16: Composição dos elementos construtivos para a edificação em *Wood Frame*

Parede externa	Parede interna	Piso	Forro	Telhado	Porta	Janela
Placa cimentícea	Placa de gesso	Radier	Lã de vidro	Telha cerâmica	Madeira para portas	Vidro
Placa OSB	Placa OSB		Placa cimentícea			
Madeira montante	Madeira montante					
Lã de vidro	Lã de vidro					
Câmara de vertical de alta emissividade	Câmara de vertical de alta emissividade					
Madeira montante	Madeira montante					
Placa OSB	Placa OSB					
Placa de gesso	Placa de gesso					

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 17: Composição dos elementos construtivos para a edificação em alvenaria

Parede externa	Parede interna	Piso	Laje	Telhado	Porta	Janela
Revestimento (reboco/emboço/chapisco/argamassa de assentamento) - parede externa	Revestimento (reboco/emboço/chapisco/argamassa de assentamento) - parede interna	Laje de concreto - piso	Laje de concreto - laje	Telha cerâmica	Madeira para portas	Vidro
Bloco cerâmico - parede externa	Bloco cerâmico - parede externa		Bloco cerâmico - laje			
Câmara vertical de alta emissividade	Câmara vertical de alta emissividade		Câmara horizontal de alta emissividade			
Bloco cerâmico - parede interna	Bloco cerâmico - parede interna		Bloco cerâmico - laje			
Câmara vertical de alta emissividade	Câmara vertical de alta emissividade		Revestimento (reboco/emboço/chapisco) - laje			
Bloco cerâmico - parede interna	Bloco cerâmico - parede interna					
Câmara vertical de alta emissividade	Câmara vertical de alta emissividade					
Bloco cerâmico - parede externa	Bloco cerâmico - parede externa					
Revestimento (reboco/emboço/chapisco/argamassa de assentamento) - parede interna	Revestimento (reboco/emboço/chapisco/argamassa de assentamento) - parede interna					

Fonte: Elaborado pela autora

4.5.6 Influência do solo

O solo, no *software*, foi configurado para participar da simulação iterativa juntamente com a edificação, como indicado na metodologia.

4.5.7 Arquivos climáticos

O arquivo climático utilizado foi o de bases horárias para o município de Florianópolis, obtido com a extensão *.epw*, pelo site do Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Santa Catarina (LABEEE, 2017).

4.5.8 Conforto térmico

O conforto térmico da edificação foi avaliado nos cômodos de longa duração considerando as especificações da: a) ABNT NBR 15575 e da b) ASHRAE 55. Para ambas as simulações, o condicionamento de ar não foi considerado e, para a primeira, as cargas térmicas internas também não foram consideradas.

Para a primeira análise, foram considerados os dias típicos para avaliar a temperatura extrema no verão e no inverno do arquivo climático de Florianópolis: dias 21 de fevereiro (temperatura extrema de 32,2°C) e 21 de julho (temperatura extrema de 7,8°C). Com o município de Florianópolis é considerado na Zona Bioclimática 3 (Figura 2), as condições para aprovação nos critérios de temperaturas extremas são: para o verão, temperatura interna menor ou igual a temperatura externa e, para o inverno, temperatura interna maior ou igual a temperatura externa acrescida de 3°C.

Os resultados da simulação podem ser observados na Tabela 9. Com as condições impostas, a sala de estar, o quarto 1 e suíte apresentaram temperaturas inferiores ao limite para o caso da análise no inverno.

Tabela 9: Temperatura interna dos cômodos na temperatura externa extrema dos dias típicos

Dia típico	T. extrema (°C)	Temperaturas cômodos <i>Wood Frame</i> (°C)				Temperaturas cômodos alvenaria (°C)			
		Estar	Quarto1	Quarto2	Suíte	Estar	Quarto1	Quarto2	Suíte
21/02	29,44	25,04	24,54	24,77	24,65	24,4	24,13	24,39	24,18
21/07	14,00	17,01	17,07	17,17	17,03	16,9	16,91	17,07	16,86

Fonte: Elaborado pela autora

A Figura 27 apresenta os gráficos da variação horária em cada cômodo das temperaturas máxima e mínima dos dias típicos e as das temperaturas internas de cada edificação.

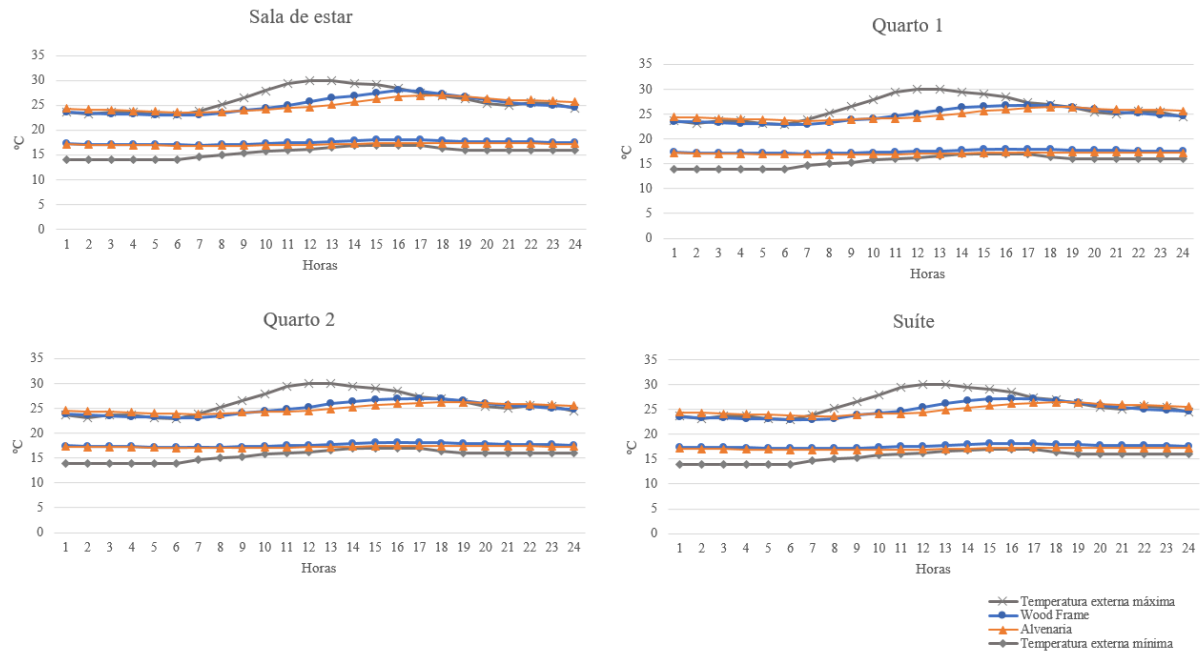


Figura 27: Gráficos de temperatura horária interna e externa

Fonte: Elaborado pela autora

Para a segunda análise foram considerados os dados climáticos de todo o ano. Na análise do *Energy Plus*, o *software* disponibiliza como resultados os números 1 (conforto), 0 (desconforto) e -1 (desocupado) para cada ambiente a cada hora. Dessa forma, após o processamento dos resultados, foi obtido o percentual de tempo em conforto em cada cômodo, enquanto ocupado, para os modelos, como pode ser observado na Figura 28.

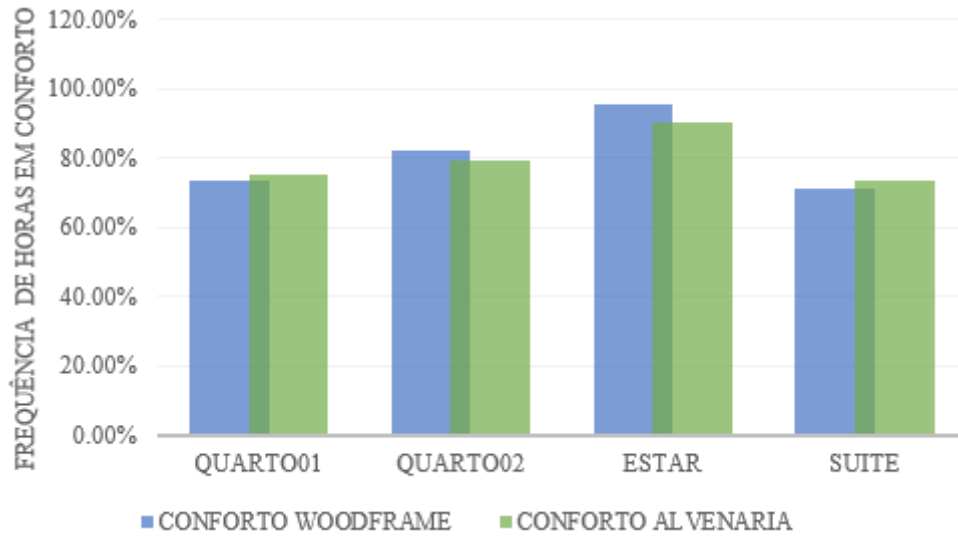


Figura 28: Comparação de conforto dos cômodos enquanto ocupados

Fonte: Elaborado pela autora

A Figura 29 e Figura 30 expõe os gráficos representando a quantidade de horas em conforto ao longo do ano para a envoltória do *Wood Frame* e da alvenaria, respectivamente.

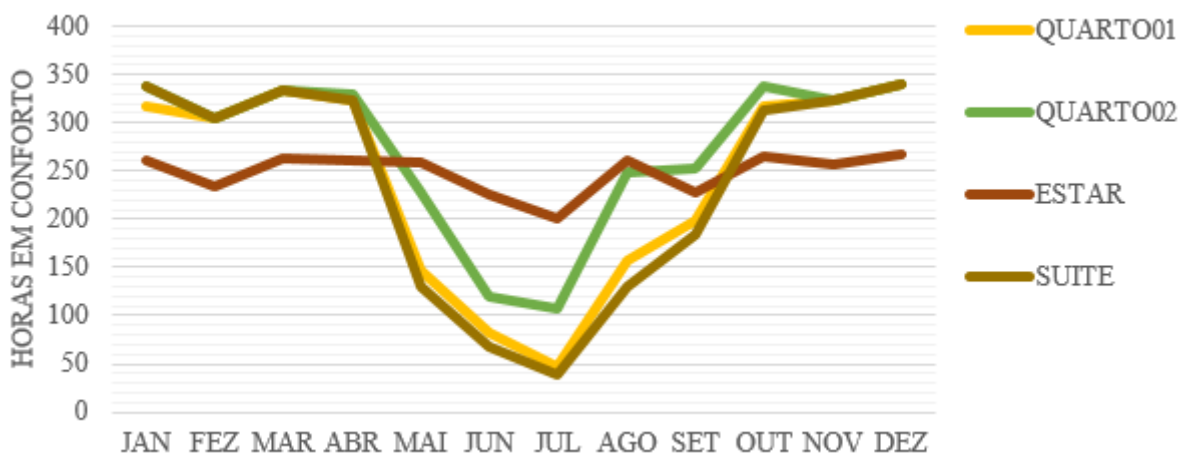


Figura 29: Total de horas mensais em conforto por cômodo na edificação em *Wood Frame*

Fonte: Elaborado pela autora

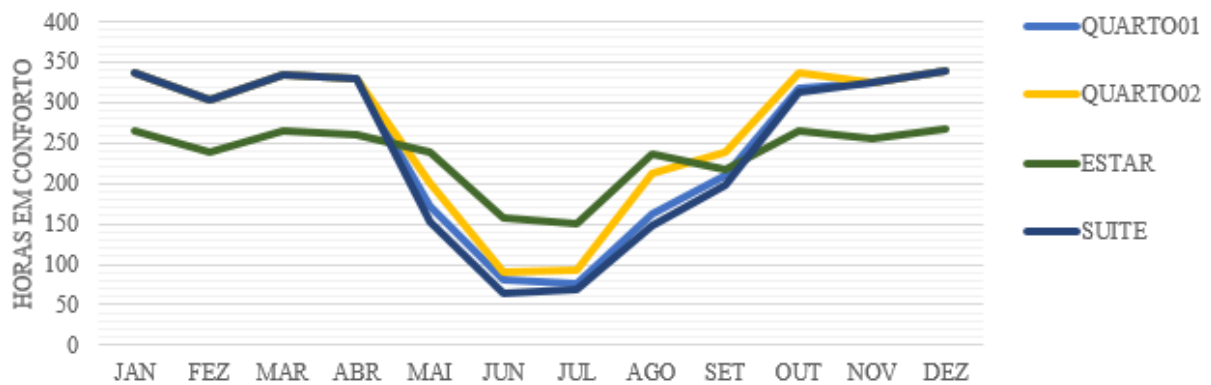


Figura 30: Total de horas mensais em conforto por cômodo na edificação em alvenaria

Fonte: Elaborado pela autora

4.5.9 Consumo energético

O resultado do consumo energético, em kWh, da iluminação, equipamentos presentes, refrigeração, calefação e ventilação do ambiente, é apresentado nas Tabelas 10 e 11, para o *Wood Frame* e alvenaria, respectivamente. É possível ainda observar nas Figuras 31 e 32 o gráfico do uso da energia na residência em *Wood Frame* e alvenaria e nas Figuras 33 e 34 os gráficos do uso final da energia elétrica ao longo do ano, respectivamente.

Tabela 10: Consumo energético da edificação em *Wood Frame*

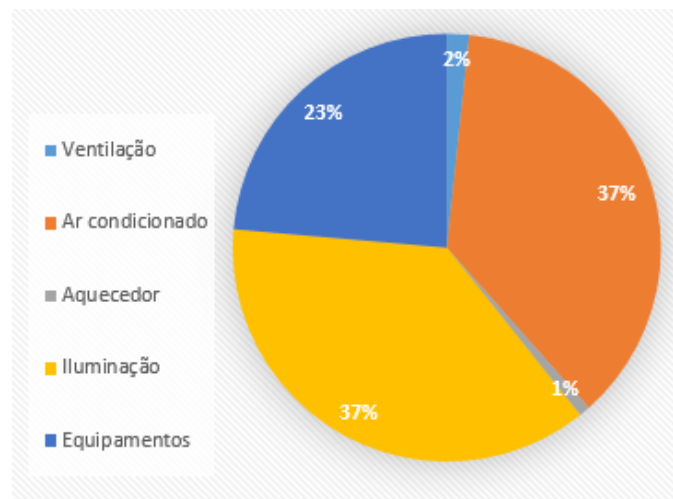
MÊS	Ventilação	Ar condicionado	Aquecedor	Iluminação	Equipamentos	TOTAL (kWh)	CUSTO (R\$)
Jan	8	177	0	68	43	296	173,75
Fev	8	190	0	62	39	299	175,65
Mar	6	134	0	68	43	251	145,21
Abr	2	50	0	67	42	161	88,14
Mai	0	1	0	68	43	112	60,60
Jun	0	0	14	66	42	122	66,01
Jul	0	0	4	69	43	116	62,77
Ago	0	0	0	68	43	111	60,06
Set	0	3	0	66	42	111	60,06
Out	1	27	0	68	43	139	75,21
Nov	3	68	0	66	42	179	99,56
Dez	7	145	0	69	43	264	153,46
Total anual	36	796	18	802	511	2161	1.220,49

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 11: Consumo energético da edificação em alvenaria

MÊS	Ventilação	Ar condicionado	Aquecedor	Iluminação	Equipamentos	TOTAL	CUSTO (R\$)
Jan	8	173	0	68	43	292	171,21
Fev	9	189	0	62	39	299	175,65
Mar	6	125	0	68	43	242	139,51
Abr	2	40	0	67	42	151	81,80
Mai	0	1	0	68	43	112	60,60
Jun	0	0	27	66	42	135	73,05
Jul	0	0	10	69	43	122	66,01
Ago	0	0	0	68	43	111	60,06
Set	0	2	12	66	42	122	66,01
Out	1	19	0	68	43	131	70,88
Nov	3	61	0	66	42	172	95,12
Dez	7	145	0	69	43	264	153,46
Total anual	36	755	48	802	511	2153	1.213,37

Fonte: Elaborado pela autora

**Figura 31: Uso da energia na edificação de Wood Frame**

Fonte: Elaborado pela autora

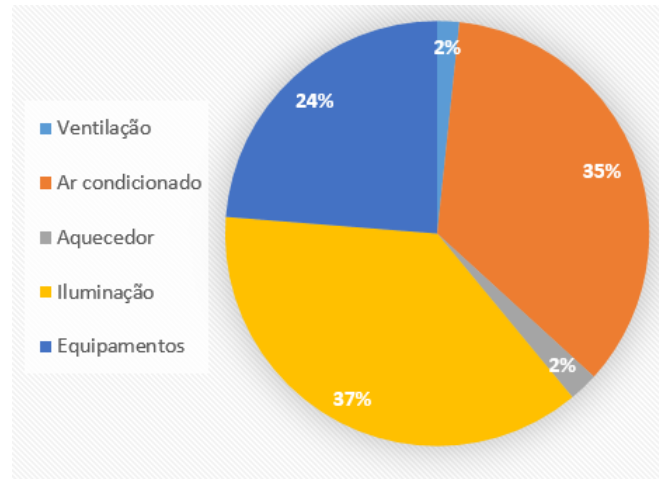


Figura 32: Uso da energia na edificação de alvenaria

Fonte: Elaborado pela autora

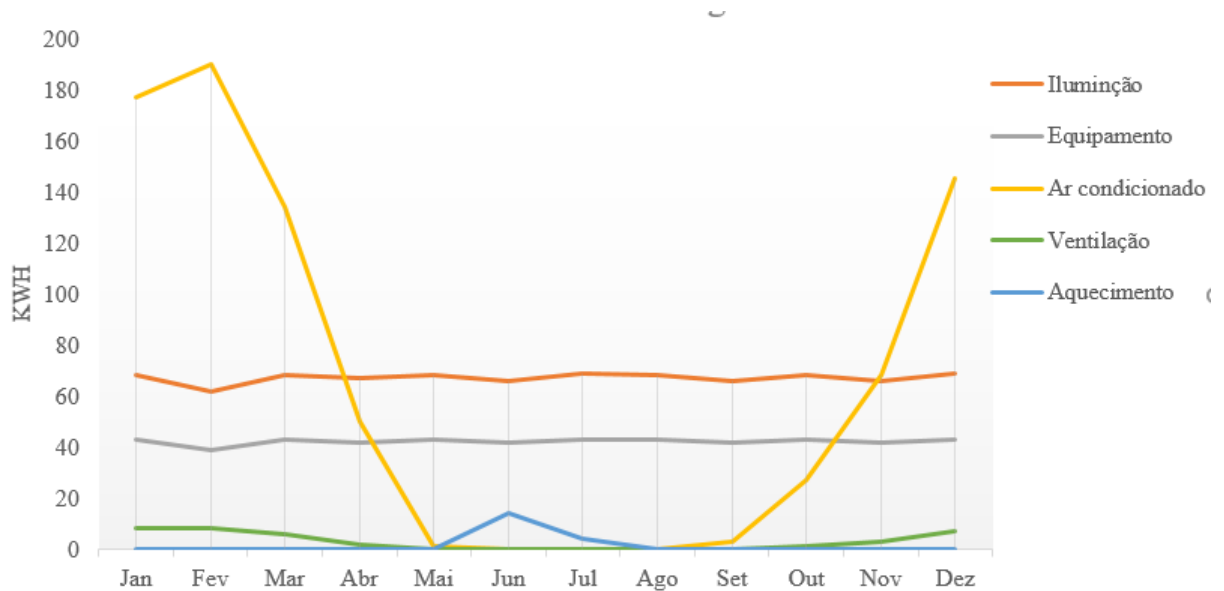


Figura 33: Uso final da energia ao longo do ano na edificação em Wood Frame

Fonte: Elaborado pela autora

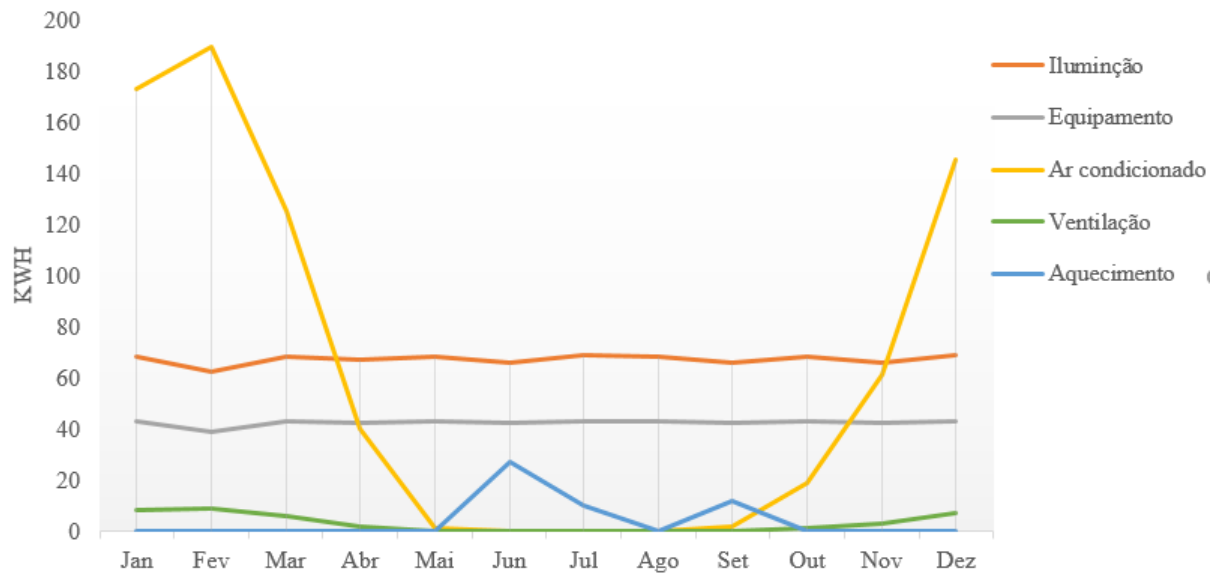


Figura 34: Uso final da energia ao longo do ano na edificação em alvenaria

Fonte: Elaborado pela autora

Para os fins do presente trabalho, foi necessário o cálculo do custo da energia elétrica, assim sendo aplicada uma taxa referente a outubro de 2017 correspondente à cobrada pela concessionária: para residências que consomem até 150kWh por mês, de 0,54110 reais/kWh e para a parcela de energia que ultrapassa 150 kWh, de 0,63415 reais/kWh (CELESC, 2017). Dessa forma foi possível obter o custo anual despendido com energia elétrica para cada sistema (Tabela 11 para o *Wood Frame* e Tabela 12 para a alvenaria).

Para a consideração da energia no custo global dos modelos se faz necessária a correção inflacionária ao longo do tempo com consumo energético da edificação (vida útil). Para tanto, se aplicou a taxa de inflação média, anteriormente calculada, ao custo do consumo de energia anual (Apêndice L).

4.6 ANÁLISE COMPARATIVA

Para a realização da análise comparativa, os custos de cada etapa ao longo da vida útil das edificações foram convertidos ao valor presente para caber uma análise contextualizada.

A Figura 35 apresenta um gráfico comparativo com os custos de construção e manutenção dos modelos propostos. A Figura 36 apresenta o fluxo de caixa com a economia gerada pela diferença dos custos da alvenaria para o *Wood Frame* e a Figura 37, esta economia acumulada.

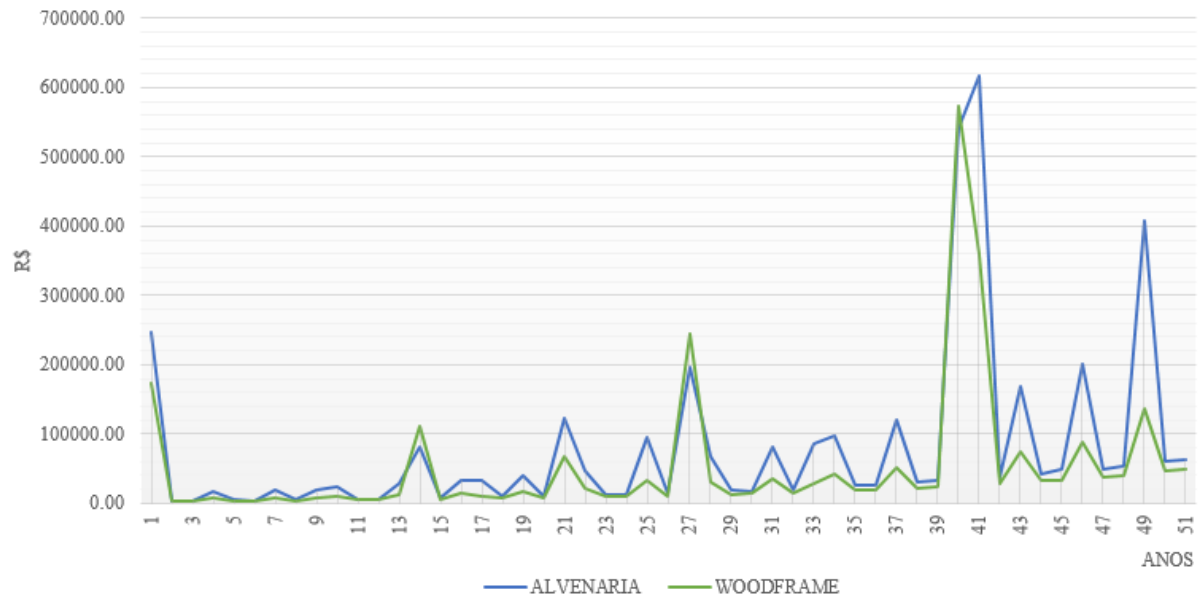


Figura 35: Gráfico comparativo com os custos de construção e manutenção para os dois modelos ao longo da vida útil

Fonte: Elaborado pela autora

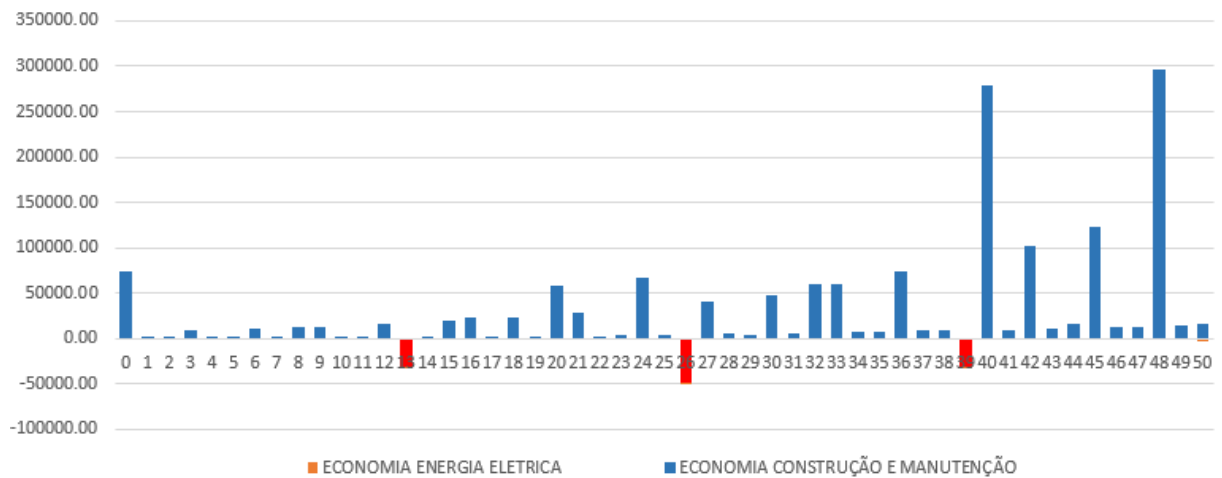


Figura 36: Fluxo de caixa gerado pela economia na adoção do sistema *Wood Frame* ao longo da vida útil, considerando construção e manutenção

Fonte: Elaborado pela autora

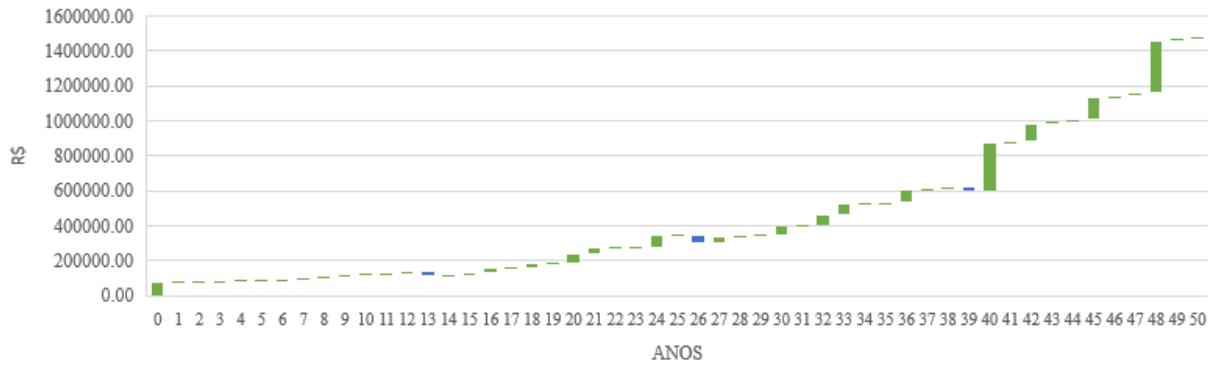


Figura 37: Fluxo de caixa acumulado gerado pela economia na adoção do sistema *Wood Frame* ao longo da vida útil

Fonte: Elaborado pela autora

O custo da energia elétrica dos dois sistemas, mensal e anual, ficou muito próximo. É apresentada na Figura 38 a comparação dos custos ao longo de um ano dos modelos e na Figura 39 a comparação ao longo da vida útil.

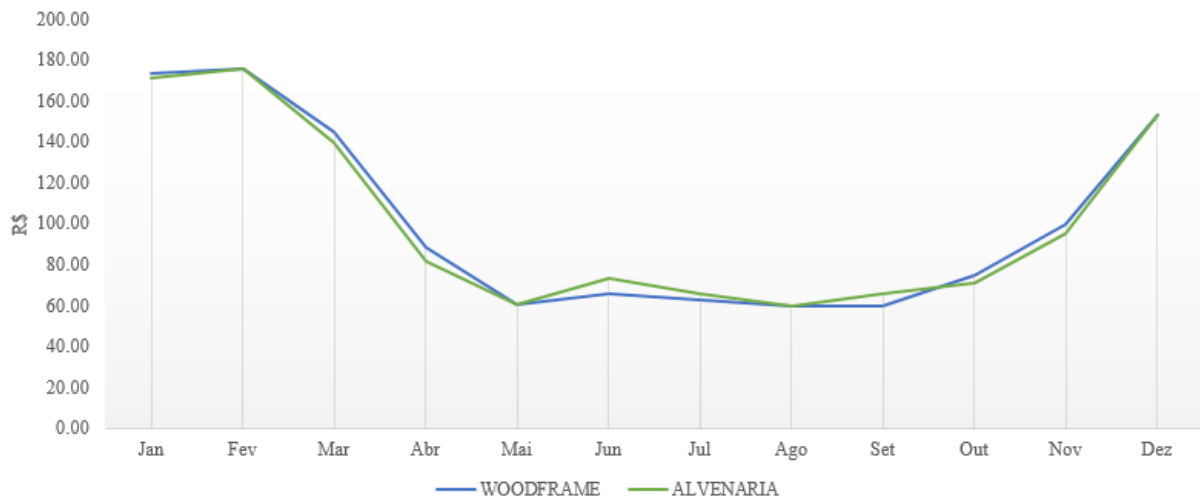


Figura 38: Comparação de custos com energia elétrica dos modelos ao longo de um ano

Fonte: Elaborado pela autora

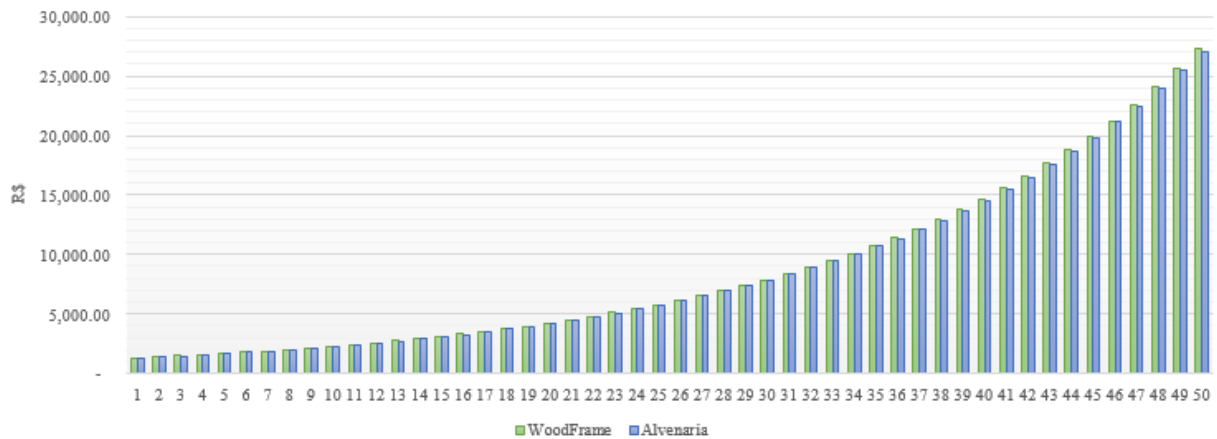


Figura 39: Comparação de custos com energia elétrica dos modelos ao longo da vida útil
 Fonte: Elaborado pela autora

Por fim, foram comparados os dois modelos considerando todas as análises: construção, manutenção e consumo energético, como pode ser observado na Tabela 12 e Figura 40. É possível observar a discrepância principalmente entre os custos de manutenções entre os dois sistemas, resultado que pode ser justificado pela metodologia adotada: a manutenção foi proporcional ao custo de construção de algumas etapas, incluindo ainda as substituições periódicas das mesmas, também baseadas no custo da construção, portando, a vantagem econômica observada na construção da alvenaria foi propagada para a manutenção com contribuição de acréscimos devido a inflação.

Tabela 12: Custo global das edificações

	<i>WOOD FRAME (R\$)</i>	<i>ALVENARIA (R\$)</i>
Construção	171.137,64	245.652,34
Manutenção	2.582.072,24	3.998.399,20
Consumo Energético	32.260,50	429.738,72
TOTAL	3.259.985,08	4.599.275,56

Fonte: Elaborado pela autora

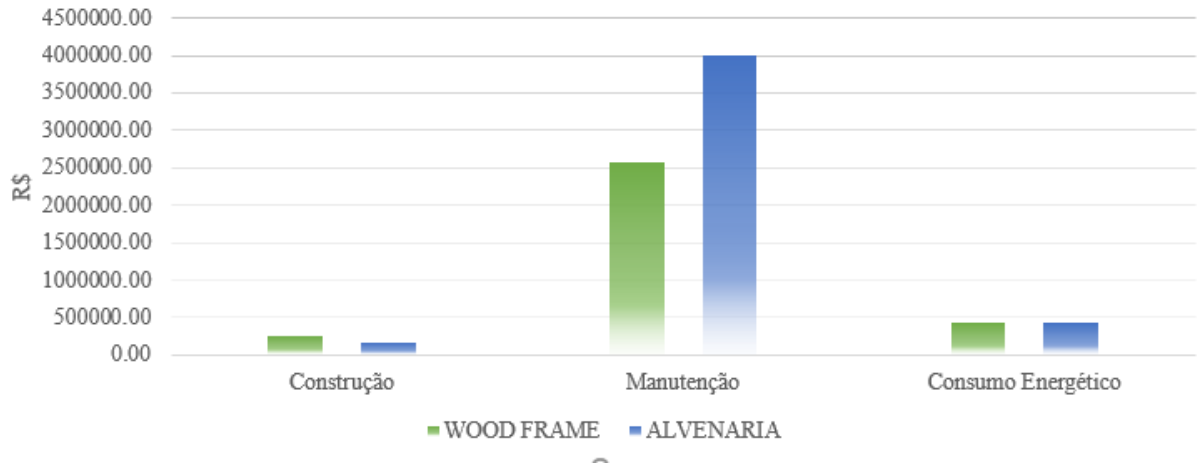


Figura 40: Comparação de custos construção, manutenção e consumo energético de cada sistema

Fonte: Elaborado pela autora

Com os estudos, foi possível obter a composição do custo total de cada modelo, como pode ser observado nas Figura 41 e 42, representado o sistema de *Wood Frame* e alvenaria.

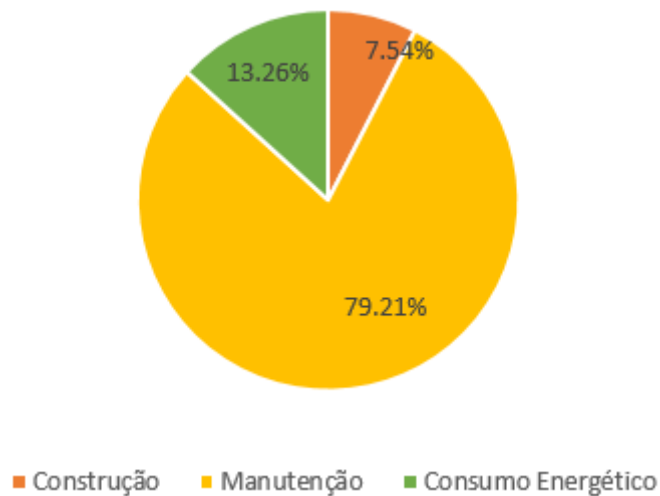


Figura 41: Composição do custo global da edificação em *Wood Frame*

Fonte: Elaborado pela autora

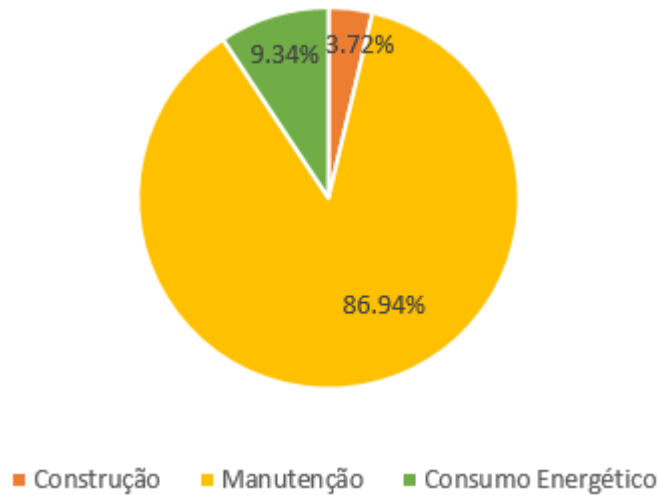


Figura 42: Composição do custo global da edificação em alvenaria

Fonte: Elaborado pela autora

Ainda em relação à comparação dos sistemas, o *Wood Frame* se mostrou muito mais vantajoso em todos os aspectos, mas, principalmente a longo prazo. Por esse motivo, foi realizado um estudo da diferença de custos globais da alvenaria para o *Wood Frame* ao longo da vida útil, gerando um fluxo de caixa representando a economia ao adotar o *Wood Frame*, como pode ser observado na Figura 43. As barras positivas representam a economia ao adotar este sistema ao invés da alvenaria, enquanto as barras negativas representam os períodos em que o *Wood Frame* foi mais dispendioso em relação à alvenaria.

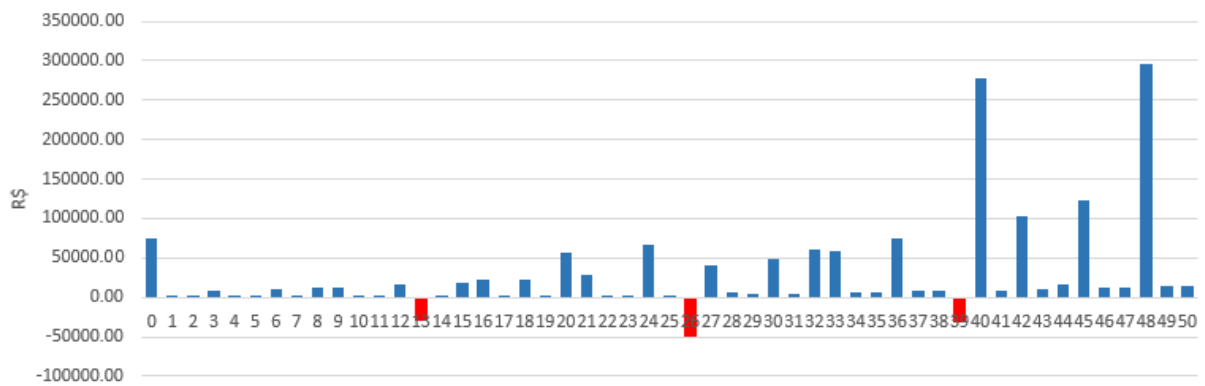


Figura 43: Fluxo de caixa da economia com a adoção do sistema em Wood Frame

Fonte: Elaborado pela autora

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho, com o objetivo de avaliar a vantagem do uso de edificações em *Wood Frame*, proporcionou informações para atestar a vantagem econômica na utilização deste sistema quando comparado com o convencional de alvenaria.

Em relação aos custos de construção, o *Wood Frame* se mostrou quase 30% mais econômico que a alvenaria. Isso se refletiu no custo unitário, em que o *Wood Frame* aparece abaixo. Entretanto, algumas etapas construtivas não foram consideradas neste orçamento o que poderia ser avaliado como a aproximação ao custo unitário básico. Ainda, a consideração destas etapas tornaria o resultado da alvenaria mais elevado afastando-se do custo referencial. Essa discrepância dos custos de construção pode ser apontada a etapa construtiva de estruturas da edificação em alvenaria (inexistente na edificação de *Wood Frame*), que corresponde a aproximadamente 28% do custo desta obra.

E relação a manutenção, pode-se observar que as etapas com os montantes mais elevados são as de maior custo e/ou de maior frequência de substituição, sendo no *Wood Frame* os revestimentos, pela manutenção e substituição das placas e isolantes que tem um custo relativamente elevado, e na alvenaria a pintura, por conta da periodicidade de substituição. Ainda é interessante comentar que a substituição das placas cimentíceas (VUP de 40 anos) e da membrana hidrófuga (não substituível) foram aplicadas dessa forma como uma suposição, na falta de bibliografias tratando das mesmas.

Para as simulações foi tomado o cuidado de adotar as paredes de dimensão de 19 cm para ambos os sistemas, assim como os demais componentes característicos de cada um. Em relação ao conforto térmico avaliado pelos critérios da ABNT NBR 15575, o sistema de *Wood Frame* se apresentou apto de acordo com os critérios de desempenho mínimo abordados, enquanto a alvenaria falha em alguns cômodos no inverno. Ainda, é interessante pontuar que no verão, mesmo com a temperatura externa se elevando, as temperaturas internas das edificações mantem uma constância confortável. Na análise pelo critério da norma ASHRAE 55, ambas as edificações apresentam uma queda de conforto no inverno, sendo que a em *Wood Frame* ainda mantem um conforto para sala de estar considerável. De modo geral, o conforto nos cômodos ocupados foi bem equilibrado para as duas edificações, sendo que o *Wood Frame* apresenta um desempenho um pouco melhor na sala de estar e no quarto 02, enquanto a alvenaria foi superior nos outros dois ambientes. Ainda, é interessante observar o conforto

térmico superior na sala de estar em relação aos outros cômodos, pode-se especular que este resultado é devido a maiores áreas de ventilação do ambiente.

Grande parcela do consumo energético foi devida ao uso de ar condicionado, em ambas as edificações, sendo que o *Wood Frame* apresentou um consumo relativamente maior e, conseqüentemente, um custo com a energia elétrica maior. Entretanto no inverno, é possível observar um uso maior de calefação na edificação em alvenaria (o que casa com o conforto térmico da alvenaria no inverno falhar) e, conseqüentemente, um custo maior de energia elétrica nesta estação.

Neste ponto, é interessante observar a finalidade da edificação, ou seja, se o uso estratégias de ventilação ou de condicionamento no ar estão sendo previstas no projeto. Uma edificação com um projeto voltado à ventilação natural não necessariamente vai obter um menor consumo energético com a adoção de um condicionamento do ar, e vice-versa. Isso ocorre pelo fato das estratégias para obter os determinados resultados serem diferentes: no primeiro caso, o intuito é provocar a circulação de ar e trocas térmicas (aberturas amplas e vedações menos espessas), no segundo caso, a intenção é enclausurar o ambiente diminuindo trocas térmicas e alterar a temperatura deste ar (aumentando espessuras e diminuindo aberturas).

Em relação aos custos globais, no fluxo de caixa acumulado foi possível observar o saldo positivo relativo à economia da adoção da edificação em *Wood Frame*. Considerando o custo global, a economia equivale a aproximadamente metade do custo global de um segundo investimento em *Wood Frame* e um número próximo de oito construções de novas casas em *Wood Frame*. Essa diferença se deve principalmente na etapa de manutenção ao longo da vida útil, em que, no caso da alvenaria, é em torno de 53% maior que o de *Wood Frame*, apesar do custo global de ambos os investimentos ser por volta de 80% devido a manutenção.

Esses valores apresentados, entretanto, podem deixar de retratar a realidade integralmente. Nour (2003) comenta sobre o custo global de uma construção:

A obtenção destes dados é complexa, em virtude de uma série de fatores entre os quais podem-se enumerar os principais: inexistência de métodos padronizados para coletar e armazenar dados de custo e desempenho das edificações, o longo período de separação entre a fase de projeto e de uso (quando passam a estar disponíveis os dados de custos de operação e manutenção), o dinamismo da fase de uso (já que ocorrem alterações nos padrões de ocupação em intervalos frequentes), a elevada variabilidade dos dados entre diferentes edificações, a existência de custos para coletar os dados, que acabam desestimulando sua apuração.

Dessa forma, destaca-se ainda algumas ressalvas: o orçamento desatualizado utilizado como base para a definição do custo de construção do *Wood Frame* podendo refletir em

resultados questionáveis; a estimativa de quantitativos para as etapas do sistema de alvenaria, principalmente o estrutural que representou em uma parcela significativa dos custos e que foi baseado em fórmulas que não representavam rigorosamente o projeto adotado; as ponderações das áreas das camadas para a formação das paredes simuladas são uma representação que não representa fielmente a realidade e não considera fatores como pontes térmicas; a influência das questões regionais e culturais da mão de obra que afetam na qualidade e produtividade da construção e manutenção e são quantificadas de forma a poderem ser representadas nos modelos; os resultados das análises de conforto térmico desconsiderando cargas internas (pelos critério da ABNT NBR 15575) e condicionamento de ar (pelos critério da ABNT NBR 15575 e ASHRAE 55) que se distanciam da realidade de uso das edificações; a adoção de uma inflação média que pode ser considerada uma previsão imprecisa para esses valores; e a adoção destes modelos específicos para a realização da análise entre as várias possibilidades e composições disponíveis.

SUJESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS:

- Comparação de resultados com alteração da coloração das paredes e a influência em termos de custos considerando o consumo energético).
- Verificação de viabilidade de adoção de outro recursos que podem vir a gerar economia como: reutilização de água, captação de água da chuva, investimentos em placas solares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Manual da Construção Industrializada**: Conceitos e etapas. Distrito Federal: ABDI, 2015.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR ENGINEERS CONDITIONING (ASHRAE). **ASHRAE 55-2010**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta, 2010.

AOKI, Nelson. Aspectos geotécnicos da interação estrutura – maciço de solos. In: XXVII Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural, 27, 1997, São Carlos/SP. **Anais da XXVII Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural**. V. 1.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (Org.). **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil**: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. Production. São Paulo. 2009.

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

_____. **NBR 14037**: Manual de operação, uso e manutenção das edificações. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos cerâmicos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 15575**: Desempenho de Edificações. Rio de Janeiro, 2013.

AYRES, Robert et al. **Rumo a uma Economia Verde**: Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza. Brasília: PNUMA, 2011. 672 p. Disponível em: <http://web.unep.org/greeneconomy/sites/unep.org.greeneconomy/files/field/image/green_economy_full_report_pt.pdf>. Acesso em: 03 de outubro de 2015

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício e seu acabamento**. São Paulo: Edgard Blücher, 1987.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O Edifício até Sua Cobertura**. São Paulo, Brasil: Ed. Edgar Blucher Ltda., 1977.

BARNES, N. M., THOMPSON, P. A. **Civil engineering bill of quantities**. CIRIA: London. September, 1971.

BRASILIT, Grupo Saint-Gobain. **Construção Industrializada**. 2014.

BREITBACH, Áurea Corrêa de Miranda. **Indústria da construção civil**: a retomada. Indicadores Econômicos. Porto Alegre, 2009.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Custo da construção. 2017**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/custo-da-construcao/cub-medio-brasil-custo-unitario-basico-de-construcao-por-m2>>. Acesso em: 02 de novembro de 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Desempenho de edificações**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_edicao.pdf>. Acesso em: 05 de junho de 2017.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 6ª edição, 1996.

CASAROTTO, Rosângela Mauzer. **Análise das Curvas de Agregação de Recursos de Pequenos Edifícios em Florianópolis, Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

CASTRO, Silvana Correia Laynes de. **O Uso da Madeira em Construções Habitacionais: a Experiência do Passado e a Perspectiva de Sustentabilidade no Exemplo da Arquitetura Chilena**. 180f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 2008.

CELESC. **RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.286, DE 15 DE AGOSTO DE 2017**. Disponível em: <<http://www.celesc.com.br/portal/index.php/duvidas-mais-frequentes/1140-tarifa>>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

CELSUL ENGENHARIA. Disponível em: <<http://www.celsulengenharia.com.br/empreendimentos/ilha-di-capri.html?tipo=1>>. Acesso em: 10 de novembro de 2017

CODIGO de Obras e Edificações de Florianópolis. Lei Complementar nº 60, de 11 de maio de 2000.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CYPE Ingenieros. **Gerador de Preços. Brasil**. Disponível em: <<http://www.brasil.geradordeprecos.info/>>. Acesso em: 05 de outubro de 2017.

DATec nº 020. **DATec nº 020** – Sistema Construtivo Tecverde: “Sistema leve em madeira”, 2013.

DEMOLINER, Carlos Alberto. POSSAN, Edna. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**. 1ª ed. Out. de 2013.

DEPEC – DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS. **Construção Civil. 2017**. Disponível em: <https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 18 de agosto de 2017.

DUTRA, Luciano, LAMBERTS, Roberto, PEREIRA, Fernando O. R.. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3a ed. 2014.

ESPÍNDOLA, L. R., DE MORAES, P. D. **Coordenação Modular em Sistemas Leves de Madeira e Sistemas Mistos**. 2008, Florianópolis. Florianópolis: ENTAC, 2008, p. 1-10.

FGV (DF). CBIC (Ed.). **A produtividade da Construção Civil brasileira**. Brasília: Gd7 Consultoria e Comunicação, 2009.

FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. **ConstruBusiness**: 12º Congresso brasileiro da construção. 12 ed. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://az545403.vo.msecnd.net/observatoriodaconstrucao/2016/12/BAIXAdeconconc-construbusiness-2016>>.pdf. Acesso em: 13 de outubro de 2017.

FERREIRA, Romário. Conheça a tecnologia e os custos de construção do primeiro empreendimento em *Wood Frame* do programa Minha Casa, Minha Vida. **Construção mercado**: negócios de incorporação e construção, ed. 146, set. 2013. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/146/artigo299692-1.aspx>>. Acesso em: 28 de outubro de 2017.

FIGUEIREDO, A.R.. **Análise do efeito de tensão média na resistência à fadiga por Fretting da liga Al 7050-t7451**. Dissertação de Mestrado, Publicação ENM.DM-153ª / 2010, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

FINATTI, Euclesio Manoel. (2014, agosto). **Wood Frame**: Sistema construtivo em estrutura de madeira. Apresentação no Simpósio Madeira e Construção, Curitiba, Paraná, Brasil, 2.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 1992. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1992.

GIRIBOLA, Maryana. (2013, agosto). **Habitação popular em madeira**. PINI, Equipe de Obra: como construir na prática, Planejamento. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/62/habitacao-popular-em-madeira-construtora-reduziu-em-15-o-292701-1.aspx>>. Acesso em: 26 de junho de 2017.

GLOBLA PLAC. Disponível em: <<http://www.globalplac.com.br/noticias/8-passos-da-construcao-frame/>>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

HENDRY, A. W. **Engineered Design of masonry buildings: fifty years development in Europe**. Prog. Struct. Eng. Master. 2002: 4: 291-300. University of Edinburgh, Scotland.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico**: 2010. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 14 de novembro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Índice Nacional de preços ao consumidor**. Disponível em: <<http://www.portalbrasil.net/inpc.htm>>. Acesso em: 30 de novembro de 2017.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R)**. Portaria n. 18. Eletrobrás, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL. **Roteiro para Desenvolvimento do Projeto de Arquitetura da Edificação**. Disponível em: <http://www.iab.org.br/sites/default/files/documentos/roteiro-arquitetonico.pdf>>. Acesso em: 25 de junho de 2017.

JOHN, V.M. **Custos de manutenção de edifícios**. In: Seminário sobre manutenção de edifícios, Porto Alegre. Anais – v. I. Porto Alegre: UFRGS, 1988.

KERN, A.P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES – LABEEE. **Arquivos climáticos**. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos>>. Acesso em: 11 de outubro de 2017.

LEROY MERRIN. Disponível em: <<https://www.leroymerlin.com.br/>>. Acesso em: 15 de outubro de 2017.

LIMMER, C.V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1997.

LINNER, Thomas. BOCK, Thomas. *Evolution of large-scale industrialisation and service innovation in Japanese prefabrication industry*. Construction Innovation. Vol. 12 Iss 2 pp. 156 – 17.

LOURO, Maria João Soares. Modelos de avaliação de marca. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 26-37, Abr./Jun. 2000.

MAROCKI, Priscila França. **Análise do ambiente competitivo do setor da construção civil baseado no modelo de Porter**. 2015. 66 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MARTINS, João Guerra. **Alvenaria** – Condições Técnicas de execução. 2009.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamento de obras**. 1ª Edição, 12ª Impressão, São Paulo: Editora PINI, 2013.

MEDEIROS JUNIOR, Roberto José. **Matemática Financeira**. 2012. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiqx8Po897WAhWEIJAKHRmRDRwQFgguMAE&url=http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/proeja/matematica_fin.pdf&usq=AOvVaw2gPaFr5gRRykAHUNKmXVw>. Acesso em: 14 de novembro 2017

MEIRELLES, Celia Regina M et al. A Viabilidade das Construções Leves em Madeira no Brasil. In: VIII Seminário Internacional de LARES – Mercados emergentes de Real Estate: novos desafios e oportUns. 2008. Disponível em <<http://www.lares.org.br/2008/img/Artigo008-Meirelles.pdf>>. Acesso em 20 de outubro de 2017.

MUTTI, Cristine do Nascimento. **Apostila da disciplina de Administração da Construção** - UFSC. Florianópolis, 2012.

NASCIMENTO, Luiz Antonio do. SANTOS, Eduardo Toledo. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**. v. 3, n. 1, p. 69-81, jan/mar 2003.

NOUR, Antonio Abdul. **Manutenção de edifícios diretrizes para elaboração de um sistema de manutenção de edifícios comerciais e residenciais**. 2003. 84 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios, Gestão da Produção de Edifícios, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, Daniel Schommer de. **Resgate de técnicas construtivas mais sustentáveis: análise e descrição do sistema enxaimel**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

PASSOS, Bruno Aied. **Impacto do uso de isolante térmico em Habitações de Interesse Social nas diferentes condições climáticas brasileiras**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

PINI. **TCPO 14**. São Paulo: PINI, 2013.

PIZZO, Luciana Maria Bonvino Figueiredo. VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes. Comparativo de sistemas construtivos, convencional e *Wood Frame* em residências unifamiliares. **Revista Cognitio**, n. 1, 2014.

PLANO DIRETOR DE URBANISMO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS. Lei Complementar n. 482, de 17 de janeiro de 2014.

RAMALHO, M. A., CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

RAMOS, Cleber et al. Utilização de Sapata na Construção Civil. **Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas**, Aracaju, v. 2., n.1., p. 21-26., mar. 2014.

REPÓRTER Brasil. **Deserto Verde: impacto do cultivo de eucalipto e pinus no Brasil**. 2011.

RICHTER, Cristiano. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitação de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SAKAMORI, M.M. **Modelagem 5D (BIM): processo de orçamentação com Estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2015.

SHINTECH. Disponível em: <<http://www.shintech.com.br/>>. Acesso em: 25 de junho de 2016.

SILVA, Marcos Roberto Rolim da. **Construções sustentáveis: um estudo sobre o método construtivo em Wood Frame para Uns residenciais**. 2017. 73 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina Marcos, Palhoça, 2017.

SILVA JUNIOR, Paulo Marcos. **Alguns erros de execução em Fundações**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco, Itatiba – SP: 2006.

SINAPI – ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Preços Referentes aos Insumos de Santa Catarina Não Desonerado, referentes ao mês de maio de 2017**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-maio-2017-sc/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_SC_092016_NaoDesonerado.zip>. Acesso em 25 maio de 2017.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA. **Como projetar em Wood Frame**. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/78512406/6491-Diretrizes-Para-Projetar-Em-Wood-Frame-Tecverde>>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

Vasconcelos, Laís Silva, Queiroz, Adriane Farias de. (2013, outubro). **O Campo Nacional de Pesquisas Sobre Gerenciamento Sustentável de Resíduo da Construção Civil (RCD)**. Simpósio sobre Gestão Empresarial e Sustentabilidade (SimpGES), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

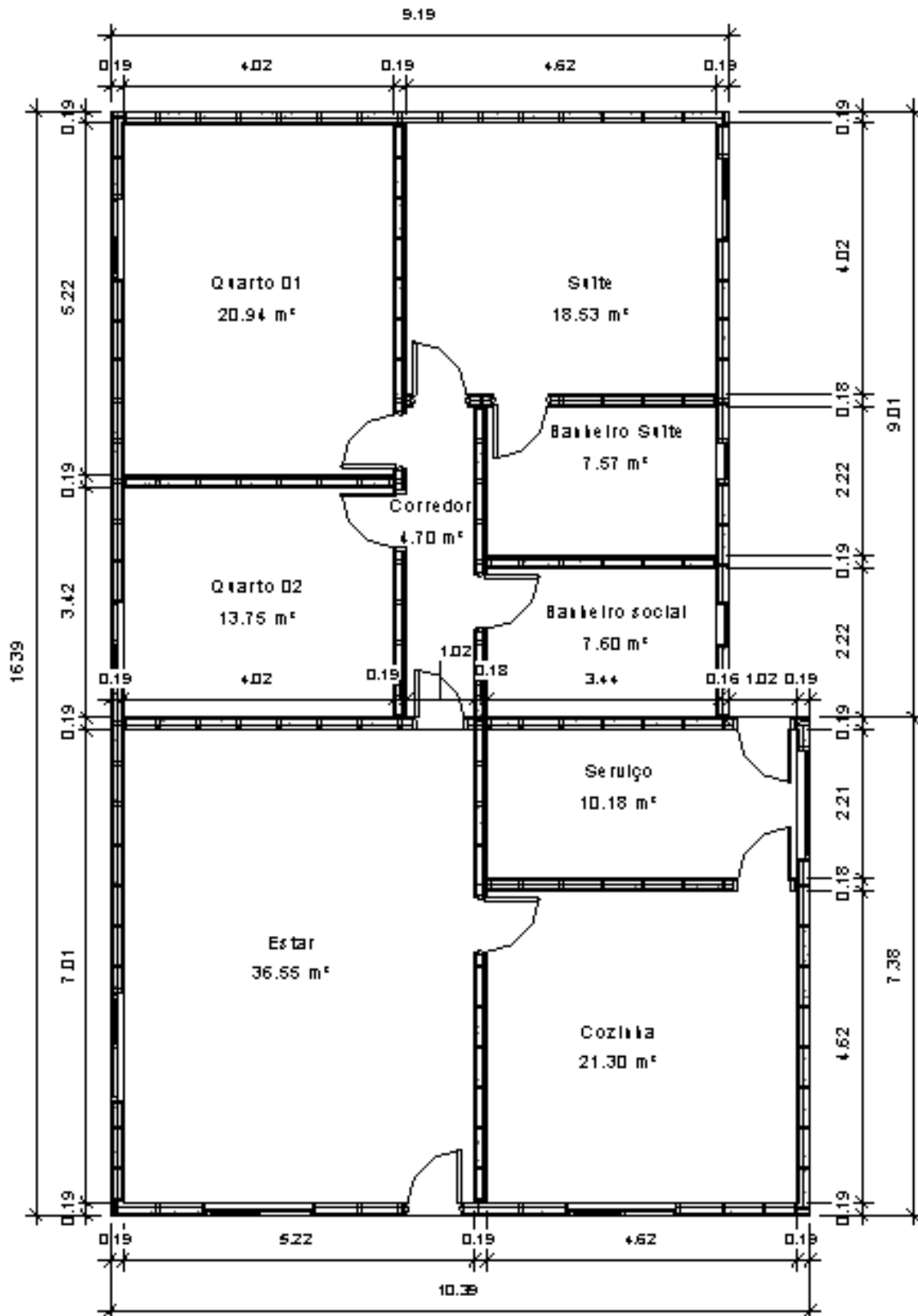
VAZ, Priscila Fernandes Lage. **Estudo sobre a racionalização na construção civil**. 2014. 90 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

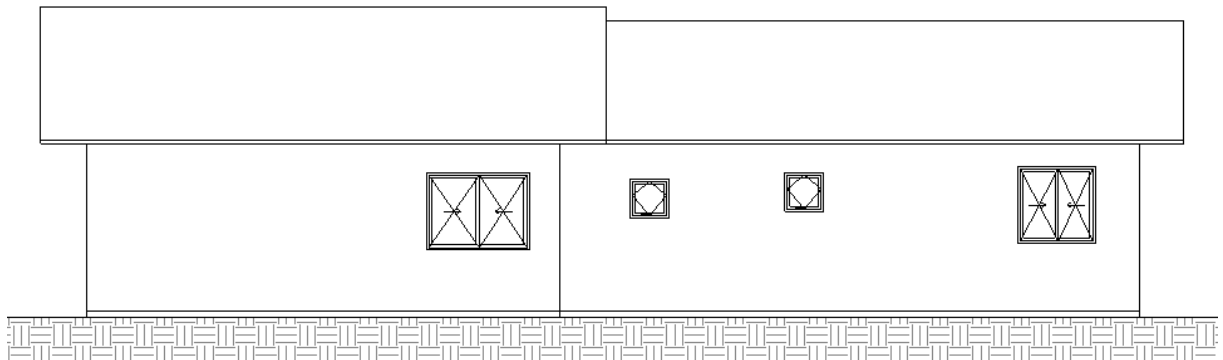
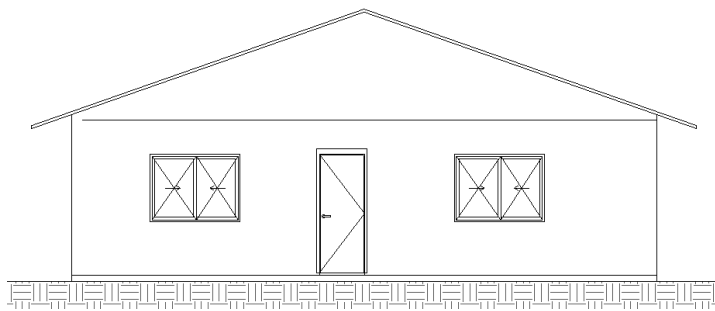
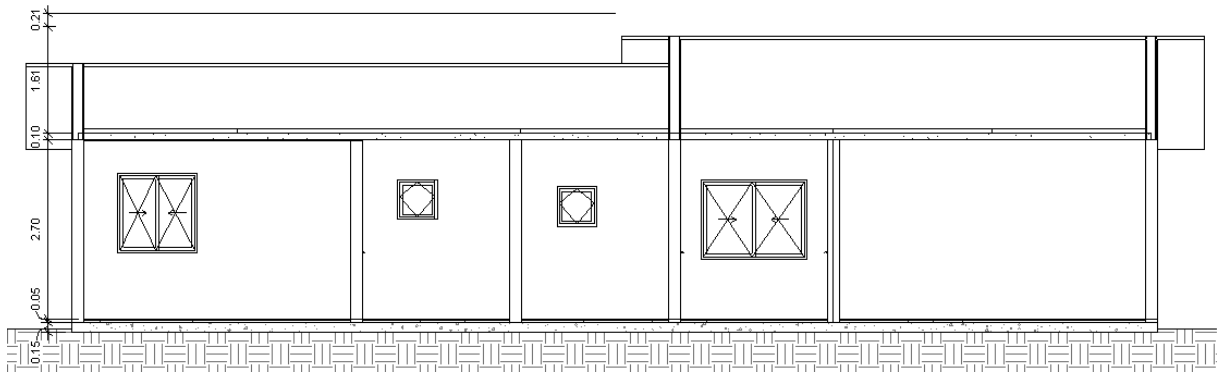
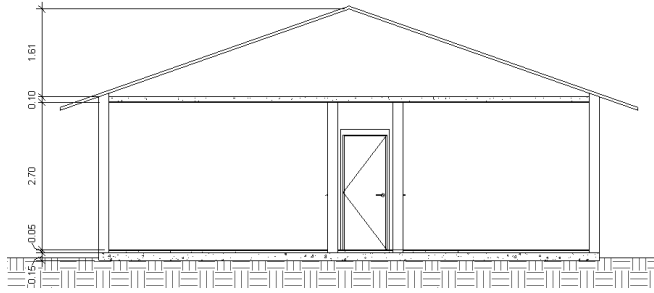
VIDA Útil e Desempenho das Edificações na ABNT: NBR 15575/13. São Paulo / Sp: Publicação Original, 2013. Publicação Original –revista Concreto – Ibracon – Ano Xli – Nº70. Disponível em: <<http://ie.org.br/site/ieadm/arquivos/arqnot7715.pdf>>. Acesso em: 14 de novembro de 2017.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10 ed. São Paulo: Editora PINI, 2009.

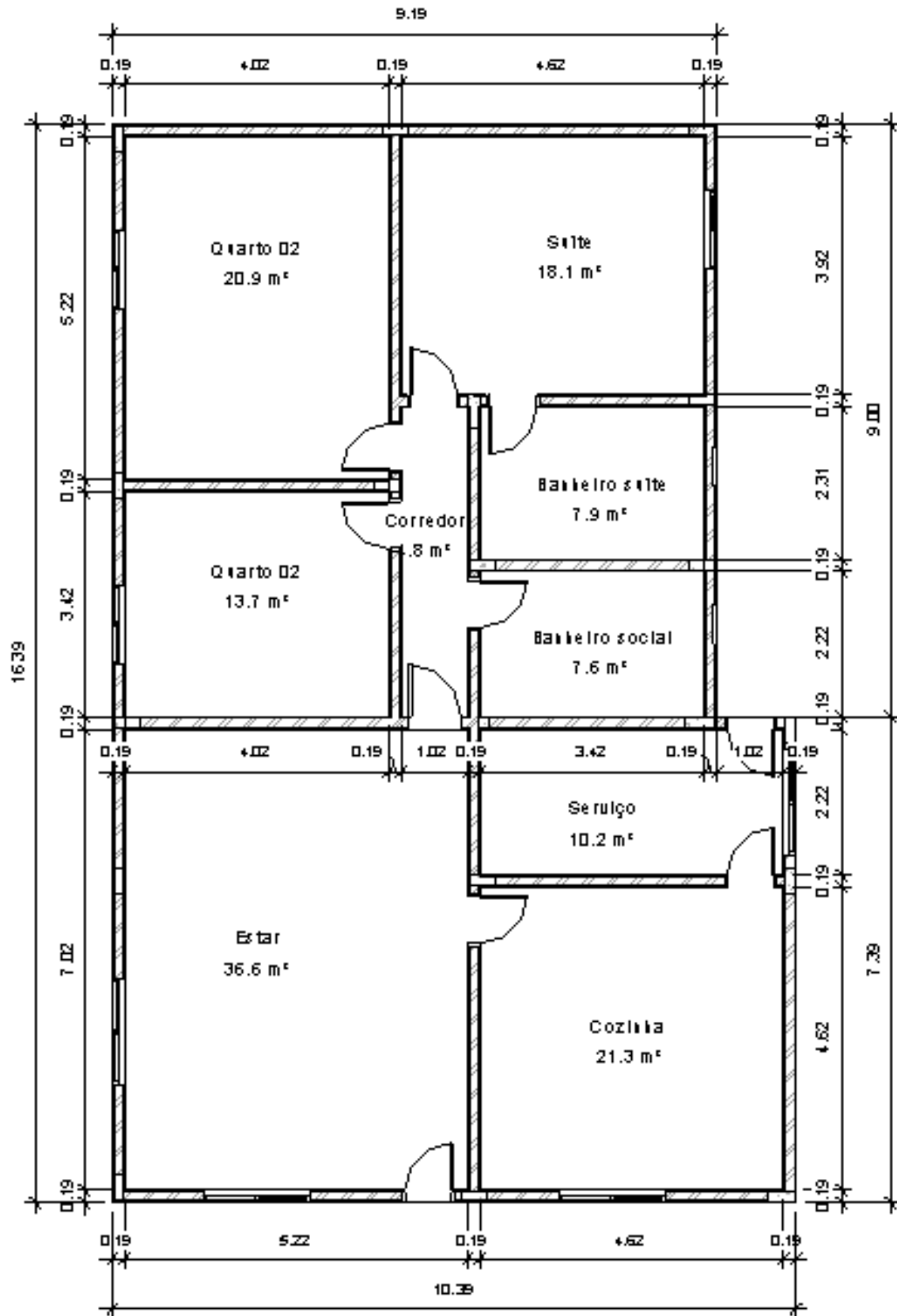
APÊNDICES

APÊNDICE A - Projeto arquitetônico da edificação em *Wood Frame* - planta

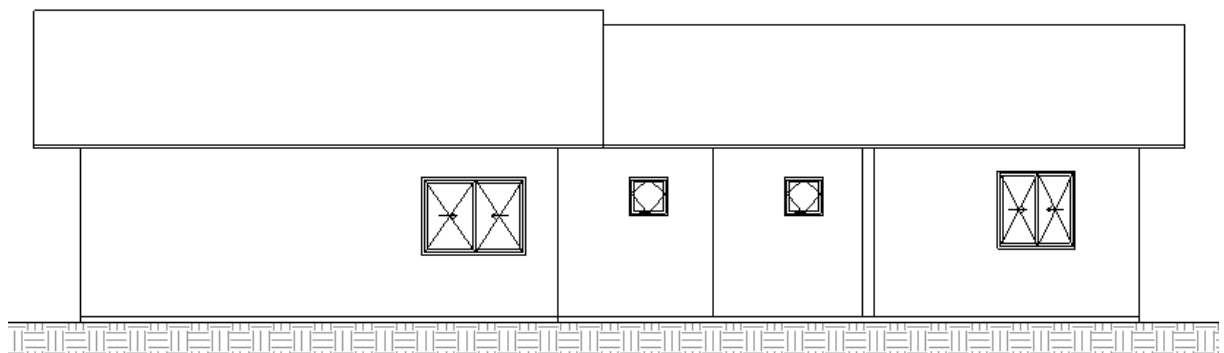
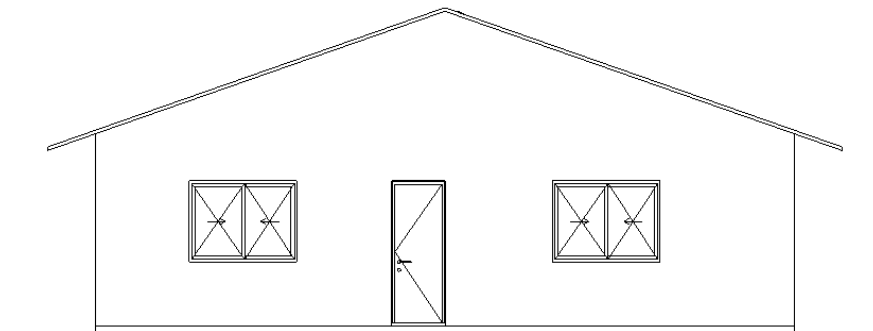
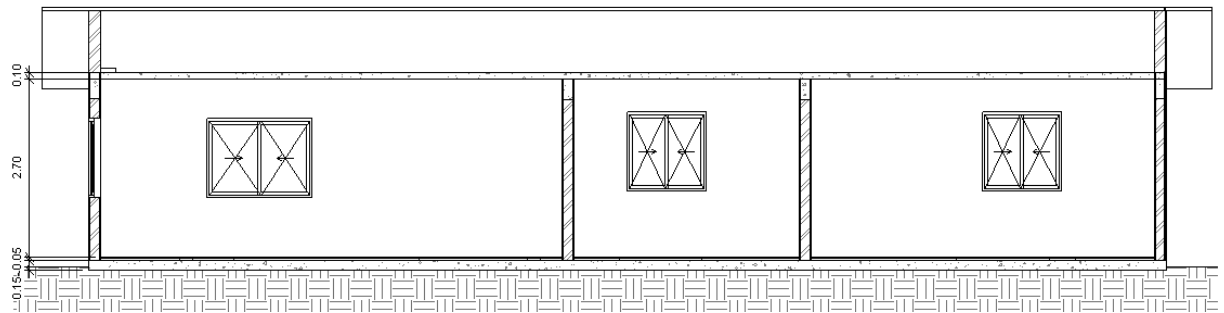
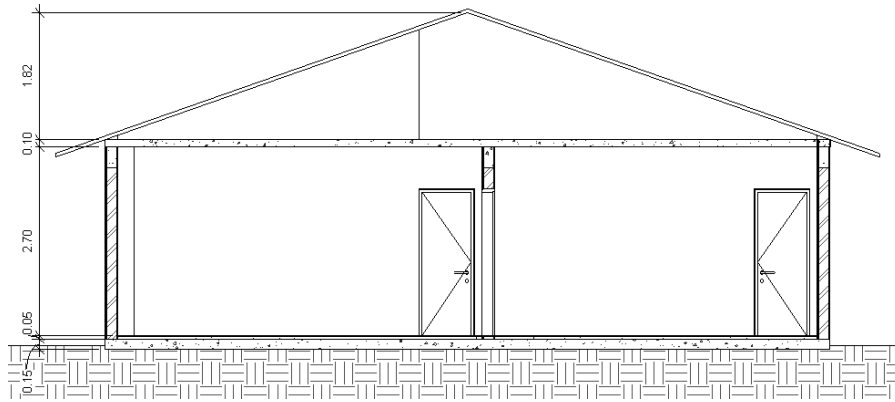


Projeto arquitetônico da edificação em *Wood Frame* – cortes e fachadas

APÊNDICE B - Projeto arquitetônico da edificação em alvenaria – planta



Projeto arquitetônico da edificação em alvenaria – cortes e fachadas



APÊNDICE C – Composições unitárias de custos

Subetapa		ATERRO MANUAL						
Serviço		Aterro Manual Apilado Maço 30Kg					m3	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	3.50	12.98	45.43	-	45.43	
Total do serviço					45.43	-	45.43	
Percentual por grupo					100.00%	0.00%	100.00%	
Subetapa		LASTRO DE CONCRETO						
Serviço		Lastro com Pó de Brita Apilado e=5cm					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	0.80	12.98	10.38	-	10.38	
MC	Pó de Brita (0,075 a 4,8 mm)	m³	0,06	54,89	-	3,02	3,02	
Total do serviço					10,38	3,02	13,40	
Percentual por grupo					100.00%	0.00%	100.00%	
Subetapa		LASTRO DE CONCRETO						
Serviço		Lastro de Concreto 5cm					m3	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	1.13	12.98	14.67	-	14.67	
MO	Pedreiro	h	0.31	17.94	5.56	-	5.56	
MT	Cimento Portland	kg	11.00	0.51	-	5.61	5.61	
MT	Areia	m3	0.03	70.00	-	2.10	2.10	
MT	Brita 2 (19,0 a 25,0 mm)	m3	0.04	57.50	-	2.30	2.30	
Total do serviço					20.23	10.01	30.24	
Percentual por grupo					66.90%	33.10%	100.00%	
Serviço		Contra piso e=5cm					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	0.80	12.98	10.38	-	10.38	
MO	Pedreiro	h	0.40	17.94	7.18	-	7.18	
MT	Cimento Portland	kg	8.45	0.51	-	4.31	4.31	
MT	Areia	m3	0.03	70.00	-	1.96	1.96	
MT	Brita 1 (9,5 a 19 mm)	m3	0.02	57.50	-	1.38	1.38	
MT	Brita 2 (19,0 a 25,0 mm)	m3	0.02	57.50	-	1.38	1.38	
MT	Impermeabilização (Sika 1 Saco 1kg)	kg	0.30	18.87	-	5.66	5.66	
Total do serviço					17.56	14.69	32.25	
Percentual por grupo					54.45%	45.55%	100.00%	
Subetapa		FORMAS DE TÁBUAS						
Serviço		Forma Tábua Pinho 3a. para Fundação Reaproveitamento 2x					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	1.30	12.98	16.87	-	16.87	
MO	Carpinteiro	h	1.30	18.25	23.73	-	23.73	
MT	Prego	kg	0.15	15.48	-	2.32	2.32	
MT	Tabua Pinho 3a Construção 2,5x30dz	m	2.50	10.80	-	27.00	27.00	
MT	Sarrafo Pinho 2,5x10	m	0.80	8.12	-	6.50	6.50	

Total do serviço					40.60	35.82	76.42
Percentual por grupo					53.13%	46.87%	100.00%
Subetapa	LANCAMENTO DE CONCRETO						
Serviço	Concreto p/ Fundação FCK=20MPa Preparo e Lançamento						m3
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Servente	h	12.00	12.98	155.76	-	155.76
MO	Pedreiro	h	4.00	17.94	71.76	-	71.76
MT	Cimento Portland	kg	370.00	0.51	-	188.70	188.70
MT	Areia	m3	0.61	70.00	-	42.70	42.70
MT	Brita 2 (19,0 a 25,0 mm)	m3	0.85	57.50	-	48.88	48.88
Total do serviço					227.52	280.28	507.80
Percentual por grupo					44.81%	55.19%	100.00%
Subetapa	FORMA PRONTA COMPENSADO RESINADO						
Serviço	Forma Compensado Resinado 12mm Reaprov. 2x						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Servente	h	1.35	12.98	17.52	-	17.52
MO	Carpinteiro	h	1.35	18.25	24.64	-	24.64
MT	Prego	kg	0.15	15.48	-	2.32	2.32
MT	Compensado 12mm Resinado	m2	0.69	30.28	-	20.89	20.89
MT	Tabua Pinho 3a Construção 2,5x30dz	m	3.74	10.80	-	40.39	40.39
MT	Pontaleta de Bracatinga 3m	m	2.96	6.21	-	18.38	18.38
MT	Desmoldante	l	0.01	5.38	-	0.05	0.05
Total do serviço					42.16	82.04	124.20
Percentual por grupo					33.94%	66.06%	100.00%
Subetapa	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMAS						
Serviço	Montagem e Desmontagem de Formas						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Carpinteiro	h	2.00	18.25	36.50	-	36.50
MO	Ajudante	h	2.00	14.12	28.24	-	28.24
Total do serviço					64.74	-	64.74
Percentual por grupo					100.00%	0.00%	100.00%
Subetapa	ARMADURAS						
Serviço	Armadura CA-50 Diâmetro 6,30mm						kg
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Armador	h	0.08	21.66	1.73	-	1.73
MO	Ajudante	h	0.08	17.53	1.40	-	1.40
MT	Aço CA-50 Diâmetro 6,30mm	kg	1.15	3.83	-	4.40	4.40
MT	Arame Recozido no. 18 (1,24 mm)	kg	0.02	8.58	-	0.17	0.17
Total do serviço					3.14	4.58	7.71
Percentual por grupo					40.66%	59.34%	100.00%
Serviço	Armadura CA-50 Diâmetro 8,00mm						kg
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Armador	h	0.08	18.10	1.45	-	1.45
MO	Ajudante	h	0.08	13.59	1.09	-	1.09
MT	Arame Recozido no. 18 (1,24 mm)	kg	0.02	8.58	-	0.17	0.17

MT	Aço CA-50 Diâmetro 8,00mm	kg	1.15	4.30	-	4.95	4.95	
Total do serviço					2.54	5.12	7.65	
Percentual por grupo					33.13%	66.87%	100.00%	
Serviço		Armadura CA-50 Diâmetro 10,0mm					kg	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Armador	h	0.08	18.10	1.45	-	1.45	
MO	Ajudante	h	0.08	13.59	1.09	-	1.09	
MT	Aço CA-50 Diâmetro 10,0mm	kg	1.15	3.66	-	4.21	4.21	
MT	Arame Recozido no. 18 (1,24 mm)	kg	0.02	8.58	-	0.17	0.17	
Total do serviço					2.54	4.38	6.92	
Percentual por grupo					36.66%	63.34%	100.00%	
Subetapa		CONCRETOS						
Serviço		Concreto Estrutural FCK=25MPa Preparo e Lançamento					m3	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	12.00	12.98	155.76	-	155.76	
MO	Pedreiro	h	4.00	17.94	71.76	-	71.76	
MT	Cimento Portland	kg	400.00	0.51	-	204.00	204.00	
MT	Areia	m3	0.60	70.00	-	42.00	42.00	
MT	Brita 2 (19,0 a 25,0 mm)	m3	0.85	57.50	-	48.88	48.88	
Total do serviço					227.52	294.88	522.40	
Percentual por grupo					43.55%	56.45%	100.00%	
Subetapa		ALVENARIA VEDAÇÃO TIJOLO CERÂMICO FURADO						
Serviço		Alvenaria Vedação Tijolo Cerâmico Furado e=10cm					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	0.60	12.98	7.79	-	7.79	
MO	Pedreiro	h	1.20	17.94	21.53	-	21.53	
MO	Operador de Betoneira	h	0.02	15.82	0.31	-	0.31	
MT	Cimento Portland	kg	3.72	0.51	-	1.90	1.90	
MT	Cal	kg	3.72	0.47	-	1.75	1.75	
MT	Areia	m3	0.02	70.00	-	1.54	1.54	
MT	Tijolo Cerâmico Furado 10x20x20	un	25.00	0.69	-	17.25	17.25	
Total do serviço					29.62	22.44	52.06	
Percentual por grupo					56.90%	43.10%	100.00%	
Subetapa		TELHA DE BARRO						
Serviço		Estrutura de Madeira Cobertura Telha Cerâmica					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	1.20	12.98	15.58	-	15.58	
MO	Carpinteiro	h	1.20	18.25	21.90	-	21.90	
MT	Prego	kg	0.12	15.48	-	1.86	1.86	
MT	Sarrafo Pinho 1x4"	m	4.00	5.84	-	23.36	23.36	
MT	Barrote 8x12	m	1.97	15.64	-	30.83	30.83	
MT	Caibros	m	3.13	12.08	-	37.77	37.77	
Total do serviço					37.48	93.82	131.29	
Percentual por grupo					28.54%	71.46%	100.00%	
Subetapa		COBERTURA COM TELHA DE CERÂMICA						
Serviço		Telha Cerâmica Romana					m2	

Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Servente	h	1.00	12.98	12.98	-	12.98
MO	Pedreiro	h	0.80	17.94	14.35	-	14.35
MT	Telha Cerâmica Romana	m2	1.10	25.28	-	27.81	27.81
Total do serviço					27.33	27.81	55.14
Percentual por grupo					49.57%	50.43%	100.00%
Subetapa	CUMEEIRAS DE TELHAS CERÂMICAS						
Serviço	Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Francesa/Colonial/Romana)						m
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Servente	h	0.50	12.98	6.49	-	6.49
MO	Pedreiro	h	0.50	17.94	8.97	-	8.97
MT	Cimento Portland	kg	0.20	0.51	-	0.10	0.10
MT	Cal	kg	0.60	0.47	-	0.28	0.28
MT	Areia	m3	0.00	70.00	-	0.14	0.14
MT	Cumeeira Cerâmica	un	3.00	4.14	-	12.42	12.42
Total do serviço					15.46	12.94	28.40
Percentual por grupo					54.43%	45.57%	100.00%
Subetapa	IMPERMEABILIZAÇÃO DE BALDRAMES						
Serviço	Impermeabilização com Feltro Asfáltico						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Pedreiro	h	0.22	17.94	3.95	-	3.95
MT	Frio Asfalto	kg	0.30	8.24	-	2.47	2.47
MT	Feltro Asfáltico	m2	2.04	27.99	-	57.10	57.10
Total do serviço					3.95	59.57	63.52
Percentual por grupo					6.21%	93.79%	100.00%
Subetapa	IMPERMEABILIZAÇÃO						
Serviço	Impermeabilização de Banheiros						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Servente	h	0.52	12.98	6.75	-	6.75
MO	Pedreiro	h	0.41	17.94	7.36	-	7.36
MT	Cimento Portland	kg	4.98	0.51	-	2.54	2.54
MT	Areia	m3	0.01	70.00	-	0.77	0.77
MT	Impermeabilização (Sika 1 Saco 1kg)	kg	0.60	18.87	-	11.32	11.32
Total do serviço					14.11	14.63	28.74
Percentual por grupo					49.08%	50.92%	100.00%
Serviço	Impermeabilização Laje Cobertura com Manta Asfáltica						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MT	Denvermanta Cor	m2	1.15	26.28	-	30.22	30.22
Total do serviço					-	30.22	30.22
Subetapa	REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO						
Serviço	Chapisco Interno						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Servente	h	0.02	12.98	0.29	-	0.29

MO	Operador de Betoneira	h	0.01	15.82	0.12	-	0.12	
MO	Mao de Obra Execução Chapisco Interno	m2	1.15	6.08	6.99	-	6.99	
MT	Cimento Portland	kg	3.40	0.51	-	1.73	1.73	
MT	Areia	m3	0.01	70.00	-	0.63	0.63	
Total do serviço					7.40	2.36	9.77	
Percentual por grupo					75.80%	24.20%	100.00%	
Serviço		3682 - Emboco Interno					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Mao de Obra Execução Emboco Interno	m2	1.15	6.08	6.99	-	6.99	
MT	Cimento Portland	kg	3.24	0.51	-	1.65	1.65	
MT	Cal	kg	2.24	0.47	-	1.05	1.05	
MT	Areia	m3	0.02	70.00	-	1.70	1.70	
Total do serviço					6.99	4.41	11.40	
Percentual por grupo					61.34%	38.66%	100.00%	
Serviço		Reboco Interno					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Mao de Obra Execução Reboco Interno	m2	1.15	6.08	6.99	-	6.99	
MT	Cal	kg	2.75	0.47	-	1.29	1.29	
MT	Areia	m3	0.01	70.00	-	0.63	0.63	
Total do serviço					6.99	1.92	8.91	
Percentual por grupo					78.43%	21.57%	100.00%	
Subetapa		REVESTIMENTO ARGAMASSADO EXTERNO						
Serviço		Chapisco Externo					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	0.03	12.98	0.39	-	0.39	
MO	Mao de Obra Execução Chapisco Externo	m2	1.15	6.08	6.99	-	6.99	
MT	Cimento Portland	kg	4.53	0.51	-	2.31	2.31	
MT	Areia	m3	0.01	70.00	-	0.81	0.81	
Total do serviço					7.38	3.12	10.50	
Percentual por grupo					70.32%	29.68%	100.00%	
Serviço		Emboco Externo					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Mao de Obra Execução Emboco Externo	m2	1.15	6.08	6.99	-	6.99	
MT	Cimento Portland	kg	3.24	0.51	-	1.65	1.65	
MT	Cal	kg	3.24	0.47	-	1.52	1.52	
MT	Areia Media	m3	0.02	63.00	-	1.53	1.53	
Total do serviço					6.99	4.71	11.70	
Percentual por grupo					59.77%	40.23%	100.00%	
Serviço		Reboco Externo					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Operador de Betoneira	h	0.01	15.82	0.16	-	0.16	
MO	Mao de Obra Execução Reboco Externo	m2	1.15	6.08	6.99	-	6.99	
MT	Cal	kg	3.66	0.47	-	1.72	1.72	
MT	Areia fina	m3	0.01	70.00	-	0.84	0.84	
Total do serviço					7.15	2.56	9.71	

Percentual por grupo					73.63%	26.37%	100.00%
Subetapa	AZULEJOS						
Serviço	Azulejo Colorido Incluindo Chapisco e Emboco						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Mao de Obra Execução Chapisco Interno	m2	1.15	6.08	6.99	-	6.99
MO	Mao de Obra Execução Emboco Interno	m2	1.15	6.08	6.99	-	6.99
MO	Mao de Obra Colocação de Azulejo	m2	1.00	6.08	6.08	-	6.08
MT	Cimento Portland	kg	6.07	0.51	-	3.10	3.10
MT	Cal	kg	8.50	0.47	-	4.00	4.00
MT	Areia	m3	0.05	70.00	-	3.81	3.81
MT	Cimento Para Rejunte	kg	0.25	2.54	-	0.64	0.64
MT	Azulejo Colorido	m2	1.10	13.81	-	15.19	15.19
MT	Cola Para Revestimentos Cerâmicos	kg	6.00	0.46	-	2.76	2.76
Total do serviço					20.06	29.48	49.55
Percentual por grupo					40.49%	59.51%	100.00%
Subetapa	EVESTIMENTO DE CERÂMICA SOBRE ARGAMASSA						
Serviço	Cerâmica Sobre Argamassa (Cimento e Cola)						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Mao de Obra Colocação Piso Cerâmico	m2	1.00	6.08	6.08	-	6.08
MT	Cimento Colante (Argamassa)	kg	4.00	2.50	-	10.00	10.00
MT	Piso Cerâmico	m2	1.10	13.81	-	15.19	15.19
Total do serviço					6.08	25.19	31.27
Percentual por grupo					19.44%	80.56%	100.00%
Serviço	Rejunte para Cerâmica Sobre Argamassa (Cimento e Cola)						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Rejuntador	h	0.25	6.08	1.52	-	1.52
MT	Rejunte Para Argamassa (Cimento e Cola)	kg	0.25	2.67	-	0.67	0.67
Total do serviço					1.52	0.67	2.19
Percentual por grupo					69.49%	30.51%	100.00%
Subetapa	REGULARIZAÇÃO PARA PISOS VINÍLICOS						
Serviço	Regularização de Base						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Servente	h	0.84	12.98	10.90	-	10.90
MO	Operador de Betoneira	h	0.03	15.82	0.47	-	0.47
MO	Profissional	h	0.75	26.84	20.13	-	20.13
MT	Cimento Portland	kg	10.26	0.51	-	5.23	5.23
MT	Areia	m3	0.03	70.00	-	2.42	2.42
Total do serviço					31.50	7.65	39.15
Percentual por grupo					80.47%	19.53%	100.00%
Subetapa	PINTURA ACRÍLICA						
Serviço	Pintura Acrílica 2 Demãos						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Servente	h	0.10	12.98	1.30	-	1.30
MO	Pintor	h	0.20	17.94	3.59	-	3.59
MT	Tinta Acrílica	l	0.38	19.80	-	7.52	7.52

Total do serviço					4.89	7.52	12.41	
Percentual por grupo					39.37%	60.63%	100.00%	
Serviço		Pintura Acrílica 3 Demãos					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	0.40	12.98	5.19	-	5.19	
MO	Pintor	h	0.50	17.94	8.97	-	8.97	
MT	Tinta Acrílica	l	0.29	19.80	-	5.70	5.70	
Total do serviço					14.16	5.70	19.86	
Percentual por grupo					71.29%	28.71%	100.00%	
Subetapa		PORTAS INTERNAS DE MADEIRA						
Serviço		Porta Madeira Interna 80x210cm					un	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	3.75	12.98	48.68	-	48.68	
MO	Carpinteiro	h	3.75	18.25	68.44	-	68.44	
MT	Marco de Madeira Para Porta	m	5.20	16.64	-	86.53	86.53	
MT	Folha Porta Madeira Interna 80x210cm	un	1.00	62.25	-	62.25	62.25	
MT	Vistas Madeira Para Porta	m	10.20	2.72	-	27.74	27.74	
MT	Fechadura Embutir Interna Completa	un	1.00	28.83	-	28.83	28.83	
MT	Dobradiça	un	3.00	29.83	-	89.49	89.49	
Total do serviço					117.11	294.84	411.95	
Percentual por grupo					28.43%	71.57%	100.00%	
Subetapa		PORTA MACIÇA						
Serviço		Porta Maciça Estilo Mexicano com Emendas e 4 Travas PME-35					un	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	3.75	12.98	48.68	-	48.68	
MO	Carpinteiro	h	3.75	18.25	68.44	-	68.44	
MT	Marco de Madeira Para Porta	m	5.20	16.64	-	86.53	86.53	
MT	Porta Maciça	un	1.00	479.98	-	479.98	479.98	
MT	Vistas Madeira Para Porta	m	10.20	2.72	-	27.74	27.74	
MT	Dobradiça	un	3.00	29.83	-	89.49	89.49	
MT	Fechadura Embutir Externa com Cilindro	un	1.00	38.53	-	38.53	38.53	
Total do serviço					117.11	722.27	839.38	
Percentual por grupo					13.95%	86.05%	100.00%	
Serviço		Janela de Alumínio Correr Veneziana					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		
MO	Servente	h	1.10	12.98	14.28	-	14.28	
MO	Pedreiro	h	1.80	17.94	32.29	-	32.29	
MT	Cimento Portland	kg	5.20	0.51	-	2.65	2.65	
MT	Cal	kg	1.04	0.47	-	0.49	0.49	
MT	Areia	m3	0.01	70.00	-	0.42	0.42	
MT	Janela Alumínio Correr Veneziana	m2	1.00	730.55	-	730.55	730.55	
Total do serviço					46.57	734.11	780.68	
Percentual por grupo					5.97%	94.03%	100.00%	
Serviço		Janela de Alumínio Maxim-ar					m2	
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total	
					MO	MT		

MO	Servente	h	1.05	12.98	13.63	-	13.63
MO	Pedreiro	h	1.70	17.94	30.50	-	30.50
MT	Cimento Portland	kg	5.20	0.51	-	2.65	2.65
MT	Cal	kg	1.04	0.47	-	0.49	0.49
MT	Areia	m3	0.01	70.00	-	0.42	0.42
MT	Caixilho Alumínio Maxim-ar	m2	1.00	453.17	-	453.17	453.17
Total do serviço					44.13	456.73	500.86
Percentual por grupo					8.81%	91.19%	100.00%
Serviço	Laje pré fabricada						m2
Tipo	Descrição	Un	Quant.	Custo	Preço total por grupo		Preço total
					MO	MT	
MO	Servente	h	1.83	12.98	23.75	-	23.75
MO	Pedreiro	h	0.40	17.94	7.18	-	7.18
MO	Carpinteiro	h	0.73	18.25	13.32	-	13.32
MO	Armador	h	0.15	18.10	2.72	-	2.72
MT	Cimento Portland 32 MPa	kg	9.00	0.51	-	4.59	4.59
MT	Pedra britada 1	m3	0.01	57.50	-	0.40	0.40
MT	Pedra britada 2	m4	0.02	57.50	-	1.19	1.19
MT	Laje pre-moldada convencional (lajotas + vigotas) para piso, unidirecional, m2 28,65 sobrecarga de 200 kg/m2, vão até 4,50 m (sem colocação)	m2	1.00	28.65	-	28.65	28.65
MT	Pontaletes de Bracatinga 3m	m	1.71	6.21	-	10.62	10.62
MT	Sarrafo 1" x 4" (altura: 100 mm / espessura: 25 mm)	m	0.97	5.84	-	5.66	5.66
MT	Tábua 1" x 12" (espessura: 25 mm / largura: 300 mm)	m	0.56	10.80	-	6.05	6.05
MT	Areia lavada media	m3	0.03	70.00	-	2.14	2.14
MT	Aço CA-50 6,30mm	kg	1.89	3.83	-	7.24	7.24
Total do serviço					46.97	66.53	113.50
Percentual por grupo					41.38%	58.62%	100.00%

APENDICE D - Fontes de pesquisa dos custos dos componentes

Componente	Fonte MO	Fonte Material
Escavação Manual Solo até 1.5m	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Lastro de Concreto 5cm	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Aterro Manual Apilado Maço 30Kg	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Forma Tábua Pinho 3a. para Fundação Reaproveitamento 2x	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Montagem e Desmontagem de Formas	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros	SINAPI (maio 2017)	CYPE Ingenieros
Concreto p/ Fundação FCK=20MPa Preparo e Lançamento	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
LAJE PRÉ-FABRICADA comum para forro, inteiros 38 cm, e = 10 cm (capeamento 2 cm e elemento de enchimento cerâmico 8 cm)	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Alvenaria Vedação Tijolo Cerâmico Furado e=10cm	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Porta pronta externa	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Porta interna	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x60	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Janela de alumínio sem veneziana 1,60x1,20	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Estrutura de Madeira Cobertura Telha Cerâmica	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Telha Cerâmica Romana	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Francesa/Colonial/Romana)	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Impermeabilização Laje Cobertura com Manta Asfáltica	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Impermeabilização com Feltro Asfáltico - baldrame	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Impermeabilização de Banheiros	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Chapisco Interno	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Chapisco Externo	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Reboco Interno	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Reboco Externo	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Emboco Interno	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Emboco Externo	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Azulejo Colorido Incluindo Chapisco e Emboco	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Regularização de Base	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Contra piso e=5cm	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Cerâmica Sobre Argamassa (Cimento e Cola)	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Rejunte para Cerâmica Sobre Argamassa (Cimento e Cola)	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Pintura Acrílica 2 Demãos	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Pintura Acrílica 3 Demãos	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Radier de concreto armado	Orçamento Rede iVerde	Orçamento Rede iVerde
Painel <i>Wood Frame</i> industrializado	Orçamento Rede iVerde	Orçamento Rede iVerde
Isolante lã de vidro 50mm	CYPE Ingenieros	CYPE Ingenieros
Montante 0,14x0,045m	CYPE Ingenieros	CYPE Ingenieros
Membrana hidrofuga	Loja Leroy Merlin	CYPE Ingenieros
Travessa/sócula 0,14x0,08m	CYPE Ingenieros	CYPE Ingenieros
Porta pronta externa	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Porta interna	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x60	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Janela de alumínio sem veneziana 1,60x1,20	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Estrutura de Madeira Cobertura Telha Cerâmica	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Telha Cerâmica Romana	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Francesa/Colonial/Romana)	SINAPI (maio 2017)	SINAPI (maio 2017)
Impermeabilização com Manta asfáltica	Orçamento Rede iVerde	Orçamento Rede iVerde
Impermeabilização das áreas úmidas	Orçamento Rede iVerde	Orçamento Rede iVerde
Impermeabilização com gesso	Orçamento Rede iVerde	Orçamento Rede iVerde
Gesso acartonado com tratamento nas juntas	Orçamento Rede iVerde	CYPE Ingenieros

Gesso acartonado resistente à umidade com tratamento nas juntas	CYPE Ingenieros	CYPE Ingenieros
Azulejos	Orçamento Rede iVerde	Orçamento Rede iVerde
Chapa cimentícia com tratamento das juntas	Orçamento Rede iVerde	CYPE Ingenieros
Piso em cerâmica com acabamento padrão	Orçamento Rede iVerde	Orçamento Rede iVerde
Pintura sobre gesso acartonado	Orçamento Rede iVerde	Orçamento Rede iVerde
Pintura externa	Orçamento Rede iVerde	Orçamento Rede iVerde

APENDICE E – Orçamento simplificado *WOOD FRAME*

Descrição	Un	Quant	Preço unitário		Preço total por grupo		Preço total
			MO	MT	MO	MT	
INFRAESTRUTURA					1,598.00	5,145.56	6,743.56
<i>FUNDAÇÕES</i>					1,598.00	5,145.56	6,743.56
Radier de concreto armado	m2	159.8	10	32.2	1,598.00	5,145.56	6,743.56
PAREDES EXTERNAS E INTERNAS					12,183.72	32,455.98	44,639.70
Painel <i>Wood Frame</i> industrializado	m2	530.46	18.38	43.22	9,749.85	22,926.48	32,676.34
Isolante lã de vidro 50mm	m2	222.63	3.19	9.87	710.19	2,197.36	2,907.55
Montante 0,14x0,045m	m3	3.29	6.01	1052.58	19.77	3,462.99	3,482.76
Membrana hidrofuga	m2	269.73	6.28	6.84	1,693.90	1,844.95	3,538.86
Travessa/sócula 0,14x0,08m	m3	2.5	4	809.68	10.00	2,024.20	2,034.20
ESQUADRIAS					1,711.68	13,703.73	15,415.42
<i>PORTAS</i>					1,054.01	3,508.44	4,562.45
Porta pronta externa	un	2	117.11	722.27	234.23	1,444.54	1,678.77
Porta interna	un	7	117.11	294.84	819.79	2,063.89	2,883.68
<i>JANELAS</i>					657.67	10,195.30	10,852.97
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x60	m2	0.72	44.127	456.7308	31.77	328.85	360.62
Janela de alumínio sem veneziana 1,60x1,20	m2	13.44	46.57	734.1108	625.90	9,866.45	10,492.35
COBERTURA					14,701.57	27,904.36	42,605.93
Estrutura de Madeira	m2	215	37.476	93.8182	8,057.34	20,170.91	28,228.25
Cobertura Telha Cerâmica	m2	215	27.332	27.808	5,876.38	5,978.72	11,855.10
Telha Cerâmica Romana	m2	215	27.332	27.808	5,876.38	5,978.72	11,855.10
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Francesa/Colonial/Romana)	m	17.8	15.46	12.944	275.19	230.40	505.59
Isolante lã de vidro 50mm	m2	154.44	3.19	9.87	492.66	1,524.32	2,016.99
IMPERMEABILIZAÇÕES					5,008.86	3,263.79	8,272.65
Impermeabilização com Manta asfáltica	m2	159.8	12	6	1,917.60	958.80	2,876.40
Impermeabilização das áreas úmidas	m2	32.1	19	15.34	609.90	492.41	1,102.31
Impermeabilização com gesso	m2	118.16	21	15.34	2,481.36	1,812.57	4,293.93
REVESTIMENTOS					13,716.87	10,965.09	24,681.96
<i>REVESTIMENTO DE TETO</i>					2,504.72	2,131.27	4,635.99
Gesso acartonado com tratamento nas juntas	m2	107.77	13.45	13.8	1,449.51	1487.226	2,936.73
Gesso acartonado resistente à umidade com tratamento nas juntas	m3	46.67	22.61	13.8	1,055.21	644.046	1,699.25
<i>REVESTIMENTO DE PAREDE</i>					11,212.16	8,833.82	20,045.98
Gesso acartonado com tratamento nas juntas	m2	255.44	13.45	13.8	3,435.67	3525.072	6,960.74

Gesso acartonado resistente à umidade com tratamento nas juntas	m3	118.16	22.61	13.8	2,671.60	1630.608	4,302.21
Azulejos	m2	118.16	9.21	17	1,088.25	2008.72	3,096.97
Chapa cimentícia com tratamento das juntas	m2	156.9	25.6	10.64	4,016.64	1669.416	5,686.06
PISOS					1,678.40	2,281.60	3,960.00
Piso em cerâmica com acabamento padrão	m2	142.6	11.77	16	1,678.40	2,281.60	3,960.00
PINTURA					1,756.34	2,338.91	4,095.24
Pintura sobre gesso acartonado	m2	380.92	2.87	4.35	1,093.24	1,657.00	2,750.24
Pintura externa	m2	156.76	4.23	4.35	663.09	681.91	1,345.00
TOTAL					52,355.45	98,059.02	150,414.47

APENDICE F – Orçamento simplificado alvenaria

Descrição	Un	Quant.	Preço unitário		Preço total por grupo		Preço total
			MO	MT	MO	MT	
INFRAESTRUTURA					23,305.34	18,799.78	42,105.12
<i>SERVIÇOS GERAIS</i>					1,706.96	0.61	1,707.57
Escavação Manual Solo até 1.5m	m3	31.46	38.03	-	1,196.47	-	1,196.47
Lastro de Concreto 5cm	m3	0.0605	20.23	10.01	1.22	0.61	1.83
Aterro Manual Apilado Maço 30Kg	m3	11.21	45.43	-	509.27	-	509.27
<i>FUNDAÇÕES</i>					21,598.38	18,799.17	40,397.55
Forma Tábua Pinho 3a. para Fundação Reaproveitamento 2x	m2	115.06	40.60	35.82	4,671.32	4,121.22	8,792.54
Montagem e Desmontagem de Formas	m2	115.06	64.74	-	7,448.98	-	7,448.98
Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros	kg	2013.48	2.54	4.62	5,114.24	9,302.28	14,416.52
Concreto p/ Fundação FCK=20MPa Preparo e Lançamento	m3	19.18	227.52	280.28	4,363.83	5,375.67	9,739.51
ESTRUTURA					33,492.44	35,852.10	69,344.53
<i>VIGAS</i>					22,067.38	21,374.93	43,442.31
Montagem e Desmontagem de Formas	m2	153.41	64.74	-	9,931.76	-	9,931.76
Forma Compensado Resinado 12mm Reaprov. 2x	m2	153.41	42.16	82.04	6,467.84	12,586.16	19,054.00
Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros	kg	1086.64	2.54	4.62	2,760.07	5,020.28	7,780.34
Concreto Estrutural FCK=25MPa Preparo e Lançamento	m3	12.78	227.52	294.88	2,907.71	3,768.50	6,676.21
<i>PILARES</i>					3,919.75	3,845.25	7,765.00
Montagem e Desmontagem de Formas	m2	26.85	64.74	-	1,738.27	-	1,738.27
Forma Compensado Resinado 12mm Reaprov. 2x	m2	26.85	42.16	82.04	1,132.01	2,202.84	3,334.85
Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros	kg	212.53	2.54	4.62	539.83	981.89	1,521.71
Concreto Estrutural FCK=25MPa Preparo e Lançamento	m3	2.24	227.52	294.88	509.64	660.52	1,170.16
<i>LAJES</i>					7,505.31	10,631.91	18,137.22
Laje pré-fabricada comum para forro, intereixo 38 cm, e = 10 cm (capeamento 2 cm e elemento de enchimento cerâmico 8 cm)	m2	159.8	46.97	66.53	7,505.31	10,631.91	18,137.22
PAREDES INTERNAS E EXTERNAS					5,723.45	4,334.56	10,058.01
Alvenaria Vedação Tijolo Cerâmico Furado e=10cm	m2	193.2	29.62	22.44	5,723.45	4,334.56	10,058.01
ESQUADRIAS					1,711.68	13,703.73	15,415.42
<i>PORTAS</i>					1,054.01	3,508.44	4,562.45

Porta pronta externa	un	2	117.11	722.27	234.23	1,444.54	1,678.77
Porta interna	un	7	117.11	294.84	819.79	2,063.89	2,883.68
JANELAS					657.67	10,195.30	10,852.97
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x60	m2	0.72	44.13	456.73	31.77	328.85	360.62
Janela de alumínio sem veneziana 1,60x1,20	m2	13.44	46.57	734.11	625.90	9,866.45	10,492.35
COBERTURA					14,208.91	26,380.04	40,588.94
Estrutura de Madeira Cobertura Telha Cerâmica	m2	215	37.48	93.82	8,057.34	20,170.91	28,228.25
Telha Cerâmica Romana	m2	215	27.33	27.81	5,876.38	5,978.72	11,855.10
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Francesa/Colonial/Romana)	m	17.8	15.46	12.94	275.19	230.40	505.59
IMPERMEABILIZAÇÕES					892.37	11,934.24	12,826.61
Impermeabilização Laje Cobertura com Manta Asfáltica	m2	159.8	-	30.22	-	4,829.48	4,829.48
Impermeabilização com Feltro Asfáltico - baldrame	m2	111.38	3.95	59.57	439.59	6,635.08	7,074.68
Impermeabilização de Banheiros	m2	32.1	14.11	14.63	452.77	469.68	922.45
REVESTIMENTOS					13,202.19	7,775.01	20,977.19
REVESTIMENTO DE TETO					4,489.36	1,546.10	6,035.46
Chapisco Interno	m2	155.2	7.40	2.36	1,148.90	366.89	1,515.79
Chapisco Externo	m2	155.2	7.38	3.12	1,145.59	483.49	1,629.09
Reboco Interno	m2	155.2	6.99	1.92	1,085.16	298.37	1,383.53
Reboco Externo	m2	155.2	7.15	2.56	1,109.71	397.34	1,507.05
REVESTIMENTO DE PAREDE INTERNA					5,452.00	4,656.09	10,108.09
Chapisco Interno	m2	147.6	7.40	2.36	1,092.64	348.93	1,441.56
Emboco Interno	m2	147.6	6.99	4.41	1,032.02	650.36	1,682.37
Reboco Interno	m2	147.6	6.99	1.92	1,032.02	283.76	1,315.78
Azulejo Colorido Incluindo Chapisco e Emboco	m2	114.4	20.06	29.48	2,295.32	3,373.05	5,668.37
REVESTIMENTO DE PAREDE EXTERNA					3,260.83	1,572.81	4,833.64
Chapisco Externo	m2	151.5	7.38	3.12	1,118.28	471.97	1,590.25
Emboco Externo	m2	151.5	6.99	4.71	1,059.29	712.97	1,772.26
Reboco Externo	m2	151.5	7.15	2.56	1,083.26	387.87	1,471.13
PISOS					8,080.41	6,872.84	14,953.25
Regularização de Base	m2	142.6	31.50	7.65	4,492.60	1,090.55	5,583.14
Contra piso e=5cm Cerâmica Sobre Argamassa (Cimento e Cola)	m2	142.6	17.56	14.69	2,504.06	2,094.87	4,598.92
Rejunte para Cerâmica Sobre Argamassa (Cimento e Cola)	m2	142.6	6.08	25.19	867.01	3,592.24	4,459.24
Rejunte para Cerâmica Sobre Argamassa (Cimento e Cola)	m2	142.6	1.52	0.67	216.75	95.19	311.94
PINTURA					10,513.51	8,869.77	19,383.27
Pintura Acrílica 2 Demãos	m2	834.4	4.89	7.52	4,076.88	6,278.03	10,354.90
Pintura Acrílica 3 Demãos	m2	454.5	14.16	5.70	6,436.63	2,591.74	9,028.37
TOTAL					111,130.2	134,522.0	245,652.3
					9	5	4

APENDICE G – Orçamento *Wood Frame* submetido à inflação

Descrição	Preço total (2013)	2014	2015	2016	2017	TOTAL ACUMULADO
INFRAESTRUTURA	6743.56	838.90	1520.00	887.45	196.91	10186.82
<i>FUNDAÇÕES</i>	6743.56	419.45	760.00	443.73	98.46	8465.19
Radier de concreto armado	6743.56	419.45	760.00	443.73	98.46	8465.19
PAREDES EXTERNAS E INTERNAS	44639.70	2032.47	3682.62	2150.10	477.07	52981.97
Painel wood frame industrializado	32676.34	2032.47	3682.62	2150.10	477.07	41018.60
Isolante lã de vidro 50mm	2907.55	-	-	-	-	2907.55
Montante 0,14x0,045m	3482.76	-	-	-	-	3482.76
Membrana hidrofuga	3538.86	-	-	-	-	3538.86
Travessa/sócula 0,14x0,08m	2034.20	-	-	-	-	2034.20
ESQUADRIAS	15415.42	0.00	0.00	0.00	0.00	15415.42
<i>PORTAS</i>	4562.45	-	-	-	-	4562.45
Porta pronta externa	1678.77	-	-	-	-	1678.77
Porta interna	2883.68	-	-	-	-	2883.68
<i>JANELAS</i>	10852.97	-	-	-	-	10852.97
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x60	360.62	-	-	-	-	360.62
Janela de aluminio sem veneziana 1,60x1,20	10492.35	-	-	-	-	10492.35
COBERTURA	42605.93	0.00	0.00	0.00	0.00	42605.93
Estrutura de Madeira	28228.25	-	-	-	-	28228.25
Cobertura Telha Cerâmica	11855.10	-	-	-	-	11855.10
Telha Cerâmica Romana	505.59	-	-	-	-	505.59
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Francesa/Colonial/Romana)	2016.99	-	-	-	-	2016.99
Isolante lã de vidro 50mm	2016.99	-	-	-	-	2016.99
IMPERMEABILIZAÇÕES	8272.65	514.56	932.33	544.34	120.78	10384.66
Impermeabilização com Manta asfáltica	2876.40	178.91	324.17	189.27	42.00	3610.74
Impermeabilização das areas umidas	1102.31	68.56	124.23	72.53	16.09	1383.73
Impermeabilização com gesso	4293.93	267.08	483.93	282.54	62.69	5390.18
REVESTIMENTOS	24681.96	1161.93	2105.29	1229.18	272.74	29451.09
<i>REVESTIMENTO DE TETO</i>	4635.99	-	-	-	-	4635.99
Gesso acartonado com tratamento nas juntas	2936.73	182.66	330.97	193.24	42.88	3686.48
Gesso acartonado resistente à umidade com tratamento nas juntas	1699.25	-	-	-	-	1699.25
<i>REVESTIMENTO DE PAREDE</i>	20045.98	-	-	-	-	20045.98
Gesso acartonado com tratamento nas juntas	6960.74	432.96	784.48	458.02	101.63	8737.82
Gesso acartonado resistente à umidade com tratamento nas juntas	4302.21	-	-	-	-	4302.21
Azulejos	3096.97	192.63	349.03	203.78	45.22	3887.63
Chapa cimentícea com tratamento das juntas	5686.06	353.67	640.82	374.14	83.02	7137.71
PISOS	3960.00	246.31	446.29	260.57	57.82	4970.99
Piso em cerâmica com acabamento padrão	3960.00	246.31	446.29	260.57	57.82	4970.99
PINTURA	4095.24	254.72	461.53	269.47	59.79	5140.76
Pintura sobre gesso acartonado	2750.24	171.07	309.95	180.97	40.15	3452.38

Pintura externa	1345.00	83.66	151.58	88.50	19.64	1688.38
TOTAL	150414.47	5048.89	9148.07	5341.1 1	1185.1 1	171137.64

APÊNDICE H – Indicação de manutenibilidade e periodicidade de substituição, caso convenha, nos componentes do modelo em *Wood Frame*.

Componente	Manutenção	Vida útil
INFRAESTRUTURA		
<i>FUNDAÇÕES</i>		
Radier de concreto armado	não manutenível	não substituível
PAREDES EXTERNAS E INTERNAS		
Painel <i>Wood Frame</i> industrializado	manutenível	não substituível
Isolante lã de vidro 50mm	manutenível	13
Montante 0,14x0,045m	manutenível	não substituível
Membrana hidrofuga	manutenível	não substituível
Travessa/sócula 0,14x0,08m	manutenível	não substituível
ESQUADRIAS		
<i>PORTAS</i>		
Porta pronta externa	manutenível	13
Porta interna	manutenível	13
<i>JANELAS</i>		
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x60	manutenível	20
Janela de alumínio sem veneziana 1,60x1,20	manutenível	20
COBERTURA		
Estrutura de Madeira Cobertura Telha Cerâmica	manutenível	não substituível
Telha Cerâmica Romana	manutenível	13
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Francesa/Colonial/Romana)	manutenível	13
Isolante lã de vidro 50mm	manutenível	13
IMPERMEABILIZAÇÕES		
Impermeabilização com Manta asfáltica	não manutenível	não substituível
Impermeabilização das áreas úmidas	manutenível	20
Impermeabilização com gesso	manutenível	20
REVESTIMENTOS		
<i>REVESTIMENTO DE TETO</i>		
Gesso acartonado com tratamento nas juntas	manutenível	13
Gesso acartonado resistente à umidade com tratamento nas juntas	manutenível	13
<i>REVESTIMENTO DE PAREDE</i>		
Gesso acartonado com tratamento nas juntas	manutenível	13
Gesso acartonado resistente à umidade com tratamento nas juntas	manutenível	13
Azulejos	manutenível	13
Chapa cimentícia com tratamento das juntas	manutenível	40
PISOS		
Piso em cerâmica com acabamento padrão	manutenível	13
PINTURA		
Pintura sobre gesso acartonado	manutenível	3
Pintura externa	manutenível	8

APÊNDICE I – Indicação de manutenibilidade e periodicidade de substituição, caso convenha, nos componentes do modelo em alvenaria.

Componente	Manutenção	Vida útil
INFRAESTRUTURA		
<i>SERVIÇOS GERAIS</i>		
Escavação Manual Solo até 1.5m	não manutenível	não substituível
Lastro de Concreto 5cm	não manutenível	não substituível
Aterro Manual Apilado Maço 30Kg	não manutenível	não substituível
<i>FUNDAÇÕES</i>		
Forma Tábua Pinho 3a. para Fundação Reaproveitamento 2x	não manutenível	não substituível
Montagem e Desmontagem de Formas	não manutenível	não substituível
Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros	não manutenível	não substituível
Concreto p/ Fundação FCK=20MPa Preparo e Lançamento	não manutenível	não substituível
ESTRUTURA		
<i>VIGAS</i>		
Montagem e Desmontagem de Formas	manutenível	não substituível
Forma Compensado Resinado 12mm Reaprov. 2x	manutenível	não substituível
Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros	manutenível	não substituível
Concreto Estrutural FCK=25MPa Preparo e Lançamento	manutenível	não substituível
<i>PILARES</i>		
Montagem e Desmontagem de Formas	manutenível	não substituível
Forma Compensado Resinado 12mm Reaprov. 2x	manutenível	não substituível
Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros	manutenível	não substituível
Concreto Estrutural FCK=25MPa Preparo e Lançamento	manutenível	não substituível
<i>LAJES</i>		
LAJE PRÉ-FABRICADA comum para forro, intereixo 38 cm, e = 1 0 cm (capeamento 2 cm e elemento de enchimento cerâmico 8 cm)	manutenível	não substituível
PAREDES INTERNAS E EXTERNAS		
Alvenaria Vedação Tijolo Cerâmico Furado e=10cm	manutenível	40
ESQUADRIAS		
<i>PORTAS</i>		
Porta pronta externa	manutenível	13
Porta interna	manutenível	13
<i>JANELAS</i>		
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x60	manutenível	20
Janela de alumínio sem veneziana 1,60x1,20	manutenível	20
COBERTURA		
Estrutura de Madeira Cobertura Telha Cerâmica	manutenível	não substituível
Telha Cerâmica Romana	manutenível	13
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Francesa/Colonial/Romana)	manutenível	13
IMPERMEABILIZAÇÕES		
Impermeabilização Laje Cobertura com Manta Asfáltica	manutenível	20
Impermeabilização com Feltro Asfáltico - baldrame	não manutenível	não substituível
Impermeabilização de Banheiros	manutenível	20
REVESTIMENTOS		
<i>REVESTIMENTO DE TETO</i>		
Chapisco Interno	manutenível	13
Chapisco Externo	manutenível	20
Reboco Interno	manutenível	13
Reboco Externo	manutenível	20
<i>REVESTIMENTO DE PAREDE INTERNA</i>		
Chapisco Interno	manutenível	13
Emboco Interno	manutenível	13
Reboco Interno	manutenível	13
Azulejo Colorido Incluindo Chapisco e Emboco	manutenível	13
<i>REVESTIMENTO DE PAREDE EXTERNA</i>		

Chapisco Externo	manutenível	20
Emboco Externo	manutenível	20
Reboco Externo	manutenível	20
PISOS		
Regularização de Base	manutenível	não substituível
Contra piso e=5cm	manutenível	não substituível
Cerâmica Sobre Argamassa (Cimento e Cola)	manutenível	13
Rejunte para Cerâmica Sobre Argamassa (Cimento e Cola)	manutenível	4
SERVIÇOS GERAIS		
Pintura Acrílica 2 Demãos	manutenível	3
Pintura Acrílica 3 Demãos	manutenível	8

APÊNDICE J - Manutenção da edificação em *Wood Frame* ao longo da vida útil da edificação.

	Investimento inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
INFRAESTRUTURA	10.186.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FUNDAÇÕES	8.465.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radier de concreto armado	8.465.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAREDES EXTERNAS E INTERNAS	52.981.97	845.66	899.86	957.53	1.018.90	1.084.20	1.153.69	1.227.63	1.306.31	1.390.03	1.479.12	1.573.92	1.674.79	8.204.29	1.896.34	2.017.88
Painel wood frame industrializado	41.018.60	654.71	696.67	741.32	788.83	839.39	893.19	950.43	1.011.34	1.076.16	1.145.13	1.218.52	1.296.62	1.379.72	1.468.15	1.562.24
Isolante lã de vidro 50mm	2.907.55	46.41	49.38	52.55	55.92	59.50	63.31	67.37	71.69	76.28	81.17	86.37	91.91	6,519.97	104.07	110.74
Montante 0,14x0,045m	3.482.76	55.59	59.15	62.94	66.98	71.27	75.84	80.70	85.87	91.37	97.23	103.46	110.09	117.15	124.66	132.64
Membrana hidrofuga	3.538.86	56.48	60.11	63.96	68.06	72.42	77.06	82.00	87.25	92.85	98.80	105.13	111.87	119.03	126.66	134.78
Travessa/sócula 0,14x0,08m	2.034.20	32.47	34.55	36.76	39.12	41.63	44.30	47.13	50.15	53.37	56.79	60.43	64.30	68.42	72.81	77.47
ESQUADRIAS	15.415.42	246.05	261.82	278.60	296.46	315.46	335.67	357.19	380.08	404.44	430.36	457.94	487.29	10.596.03	551.75	587.11
PORTAS	4.562.45	72.82	77.49	82.46	87.74	93.36	99.35	105.72	112.49	119.70	127.37	135.53	144.22	10.230.97	163.30	173.77
Porta pronta externa	1.678.77	26.80	28.51	30.34	32.28	34.35	36.56	38.90	41.39	44.04	46.87	49.87	53.07	3,764.52	60.09	63.94
Porta interna	2.883.68	46.03	48.98	52.12	55.46	59.01	62.79	66.82	71.10	75.66	80.50	85.66	91.15	6,466.45	103.21	109.83
JANELAS	10.852.97	173.23	184.33	196.14	208.71	222.09	236.33	251.47	267.59	284.74	302.99	322.40	343.07	365.06	388.45	413.35
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x	360.62	5.76	6.12	6.52	6.94	7.38	7.85	8.36	8.89	9.46	10.07	10.71	11.40	12.13	12.91	13.73
Janela de alumínio sem veneziana	10.492.35	167.47	178.21	189.63	201.78	214.71	228.47	243.12	258.70	275.28	292.92	311.69	331.67	352.93	375.54	399.61
COBERTURA	42.605.93	680.05	723.63	770.01	819.36	871.87	927.75	987.21	1.050.48	1.117.81	1.189.45	1.265.68	1.346.80	33.190.42	1.524.96	1.622.69
Estrutura de Madeira Cobertura Te	28.228.25	450.56	479.44	510.16	542.86	577.65	614.67	654.07	695.99	740.59	788.06	838.57	892.31	949.50	1.010.35	1.075.10
Telha Cerâmica Romana	11.855.10	189.22	201.35	214.26	227.99	242.60	258.15	274.69	292.30	311.03	330.96	352.17	374.75	26,584.22	424.32	451.51
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Fran	505.59	8.07	8.59	9.14	9.72	10.35	11.01	11.71	12.47	13.26	14.11	15.02	15.98	1,133.75	18.10	19.26
Isolante lã de vidro 50mm	2.016.99	32.19	34.26	36.45	38.79	41.27	43.92	46.74	49.73	52.92	56.31	59.92	63.76	4,522.95	72.19	76.82
IMPERMEABILIZAÇÕES	10.384.66	108.12	115.05	122.42	130.27	138.62	147.50	156.96	167.02	177.72	189.11	201.23	214.13	227.85	242.45	257.99
Impermeabilização com Manta asf	3.610.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impermeabilização das áreas umida	1.383.73	22.09	23.50	25.01	26.61	28.32	30.13	32.06	34.12	36.30	38.63	41.11	43.74	46.54	49.53	52.70
Impermeabilização com gesso	5.390.18	86.03	91.55	97.42	103.66	110.30	117.37	124.89	132.90	141.42	150.48	160.12	170.39	181.31	192.93	205.29
REVESTIMENTOS	29.451.09	470.08	500.21	532.26	566.38	602.68	641.30	682.40	726.14	772.68	822.20	874.89	930.96	50.276.28	1.054.12	1.121.68
REVESTIMENTO DE TETO	4.635.99	85.96	91.47	97.34	103.57	110.21	117.28	124.79	132.79	141.30	150.36	159.99	170.25	12.077.13	192.77	205.12
Gesso acartonado com tratamento	3.686.48	58.84	62.61	66.63	70.90	75.44	80.27	85.42	90.89	96.72	102.92	109.51	116.53	8,266.67	131.95	140.40
Gesso acartonado resistente à umida	1.699.25	27.12	28.86	30.71	32.68	34.77	37.00	39.37	41.90	44.58	47.44	50.48	53.71	3,810.46	60.82	64.72
REVESTIMENTO DE PAREDE	20.045.98	384.12	408.73	434.93	462.80	492.47	524.03	557.61	593.35	631.38	671.84	714.90	760.72	38.199.15	861.35	916.56
Gesso acartonado com tratamento	8.737.82	139.47	148.41	157.92	168.04	178.81	190.27	202.46	215.44	229.24	243.94	259.57	276.21	19,593.93	312.75	332.79
Gesso acartonado resistente à umida	4.302.21	68.67	73.07	77.75	82.74	88.04	93.68	99.69	106.07	112.87	120.11	127.80	135.99	9,647.39	153.99	163.85
Azulejos	3.887.63	62.05	66.03	70.26	74.76	79.56	84.65	90.08	95.85	102.00	108.53	115.49	122.89	8,717.74	139.15	148.06
Chapa cimentícea com tratamento	7.137.71	113.93	121.23	129.00	137.27	146.06	155.42	165.39	175.99	187.26	199.27	212.04	225.63	240.09	255.47	271.85
PISOS	4.970.99	79.34	84.43	89.84	95.60	101.72	108.24	115.18	122.56	130.42	138.78	147.67	157.14	11.147.09	177.92	189.33
Piso em cerâmica com acabamento	4.970.99	79.34	84.43	89.84	95.60	101.72	108.24	115.18	122.56	130.42	138.78	147.67	157.14	11,147.09	177.92	189.33
PINTURA	5.140.76	82.05	87.31	4.190.13	98.86	105.20	5.048.51	119.12	2.860.34	6.082.72	143.52	152.71	7.328.80	172.92	184.00	8.830.15
Pintura sobre gesso acartonado	3.452.38	55.10	58.64	4,159.62	66.39	70.65	5,011.74	79.99	85.12	6,038.43	96.38	102.56	7,275.43	116.13	123.57	8,765.85
Pintura externa	1.688.38	26.95	28.68	30.51	32.47	34.55	36.76	39.12	2,775.22	44.30	47.14	50.16	53.37	56.79	60.43	64.30
TOTAL	171.137.64	2.511.36	2.672.31	6.940.81	3.025.83	3.219.75	8.362.67	3.645.69	6.612.93	10.075.81	4.392.52	4.674.04	12.139.90	113.814.88	5.631.55	14.626.83

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
INFRAESTRUTURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FUNDAÇÕES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rádier de concreto armado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAREDES EXTERNAS E INTERNAS	2.147.20	2.284.82	2.431.25	2.587.07	2.752.88	2.929.31	3.117.05	3.316.82	3.529.39	3.755.59	18.397.55	4.252.41	4.524.95	4.814.95	5.123.54
Painel wood frame industrializado	1.662.36	1.768.90	1.882.27	2.002.91	2.131.27	2.267.87	2.413.22	2.567.88	2.732.45	2.907.58	3.093.92	3.292.21	3.503.21	3.727.73	3.966.64
Isolante lã de vidro 50mm	117.83	125.39	133.42	141.97	151.07	160.75	171.06	182.02	193.69	206.10	14.620.57	233.36	248.32	264.24	281.17
Montante 0,14x0,045m	141.15	150.19	159.82	170.06	180.96	192.56	204.90	218.03	232.00	246.87	262.70	279.53	297.45	316.51	336.80
Membrana hidrofuga	143.42	152.61	162.39	172.80	183.87	195.66	208.20	221.54	235.74	250.85	266.93	284.03	302.24	321.61	342.22
Travessa/sócula 0,14x0,08m	82.44	87.72	93.35	99.33	105.69	112.47	119.68	127.35	135.51	144.19	153.43	163.27	173.73	184.87	196.71
ESQUADRIAS	624.74	664.78	707.39	752.72	37.830.82	852.30	906.92	965.05	1.026.90	1.092.71	23.760.84	1.237.26	1.316.56	1.400.94	1.490.72
PORTAS	184.90	196.75	209.36	222.78	237.06	252.25	268.42	285.62	303.93	323.41	22.942.23	366.19	389.66	414.63	441.20
Porta pronta externa	68.04	72.40	77.04	81.97	87.23	92.82	98.77	105.10	111.83	119.00	8.441.67	134.74	143.38	152.56	162.34
Porta interna	116.87	124.36	132.33	140.81	149.83	159.44	169.65	180.53	192.10	204.41	14.500.56	231.45	246.28	262.07	278.86
JANELAS	439.84	468.03	498.02	529.94	37.593.76	600.05	638.50	679.43	722.97	769.31	818.61	871.07	926.90	986.31	1.049.52
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x	14.61	15.55	16.55	17.61	1.249.15	19.94	21.22	22.58	24.02	25.56	27.20	28.94	30.80	32.77	34.87
Janela de alumínio sem veneziana	425.22	452.48	481.48	512.33	36.344.61	580.11	617.29	656.85	698.95	743.74	791.41	842.13	896.10	953.53	1.014.65
COBERTURA	1.726.69	1.837.36	1.955.11	2.080.42	2.213.75	2.355.63	2.506.60	2.667.25	2.838.19	3.020.09	74.427.16	3.419.61	3.638.78	3.871.99	4.120.14
Estrutura de Madeira Cobertura Te	1.144.01	1.217.33	1.295.35	1.378.36	1.466.70	1.560.71	1.660.73	1.767.17	1.880.42	2.000.94	2.129.18	2.265.64	2.410.85	2.565.36	2.729.77
Telha Cerâmica Romana	480.45	511.24	544.01	578.88	615.98	655.45	697.46	742.16	789.73	840.34	59.613.23	951.51	1.012.49	1.077.38	1.146.43
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Fran	20.49	21.80	23.20	24.69	26.27	27.95	29.75	31.65	33.68	35.84	2.542.36	40.58	43.18	45.95	48.89
Isolante lã de vidro 50mm	81.74	86.98	92.56	98.49	104.80	111.52	118.66	126.27	134.36	142.97	10.142.39	161.89	172.26	183.30	195.05
IMPERMEABILIZAÇÕES	274.53	292.12	310.84	330.77	23.464.25	374.52	398.52	424.07	451.24	480.16	510.94	543.68	578.53	615.61	655.06
Impermeabilização com Manta asf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impermeabilização das áreas umida	56.08	59.67	63.50	67.57	4.793.14	76.50	81.41	86.63	92.18	98.09	104.37	111.06	118.18	125.75	133.81
Impermeabilização com gesso	218.45	232.45	247.35	263.20	18.671.11	298.02	317.12	337.44	359.07	382.08	406.57	432.62	460.35	489.85	521.25
REVESTIMENTOS	1.193.57	1.270.06	1.351.46	1.438.08	1.530.24	1.628.31	1.732.67	1.843.72	1.961.88	2.087.62	112.740.98	2.363.79	2.515.28	2.676.49	2.848.02
REVESTIMENTO DE TETO	218.27	232.26	247.14	262.98	279.84	297.77	316.85	337.16	358.77	381.76	27.082.10	432.27	459.97	489.45	520.82
Gesso acartonado com tratamento	149.40	158.98	169.17	180.01	191.54	203.82	216.88	230.78	245.57	261.31	18.537.42	295.88	314.85	335.02	356.50
Gesso acartonado resistente à umida	68.87	73.28	77.98	82.97	88.29	93.95	99.97	106.38	113.20	120.45	8.544.68	136.38	145.13	154.43	164.32
REVESTIMENTO DE PAREDE	975.30	1.037.81	1.104.32	1.175.09	1.250.41	1.330.54	1.415.82	1.506.56	1.603.11	1.705.86	85.658.88	1.931.52	2.055.31	2.187.04	2.327.20
Gesso acartonado com tratamento	354.12	376.81	400.96	426.66	454.01	483.10	514.07	547.01	582.07	619.37	43.938.01	701.31	746.26	794.08	844.98
Gesso acartonado resistente à umida	174.36	185.53	197.42	210.07	223.54	237.86	253.11	269.33	286.59	304.96	21.633.59	345.30	367.43	390.98	416.04
Azulejos	157.55	167.65	178.40	189.83	202.00	214.94	228.72	243.38	258.97	275.57	19.548.91	312.03	332.02	353.30	375.95
Chapa cimentícea com tratamento	289.27	307.81	327.54	348.53	370.87	394.63	419.93	446.84	475.48	505.95	538.38	572.88	609.60	648.67	690.24
PISOS	201.46	214.37	228.11	242.73	258.29	274.84	292.45	311.20	331.14	352.37	24.996.57	398.98	424.55	451.76	480.71
Piso em cerâmica com acabamento	201.46	214.37	228.11	242.73	258.29	274.84	292.45	311.20	331.14	352.37	24.996.57	398.98	424.55	451.76	480.71
PINTURA	4.701.58	221.69	10.639.06	251.02	267.11	12.818.53	302.44	321.83	22.830.11	364.40	387.75	18.608.38	439.05	467.19	22.420.41
Pintura sobre gesso acartonado	139.91	148.88	10.561.58	168.58	179.38	12.725.18	203.11	216.13	15.332.01	244.72	260.40	18.472.87	294.85	313.75	22.257.14
Pintura externa	4.561.67	72.81	77.48	82.44	87.73	93.35	99.33	105.70	7.498.09	119.68	127.35	135.51	144.20	153.44	163.27
TOTAL	10.869.77	6.785.20	17.623.22	7.682.80	68.317.33	21.233.44	9.256.67	9.849.93	32.968.86	11.152.95	255.221.78	30.824.12	13.437.69	14.298.92	37.138.62

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
INFRAESTRUTURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>FUNDAÇÕES</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radier de concreto armado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PAREDES EXTERNAS E INTERNAS	5,451.91	5,801.32	6,173.13	6,568.76	6,989.76	7,437.73	7,914.41	8,421.65	41,255.20	51,360.52	10,146.87	10,797.19	11,489.18	12,225.52	13,009.05
Painel wood frame industrializado	4,220.86	4,491.38	4,779.23	5,085.53	5,411.46	5,758.29	6,127.33	6,520.03	6,937.90	7,382.55	7,855.70	8,359.17	8,894.91	9,464.99	10,071.60
Isolante lã de vidro 50mm	299.19	318.37	338.77	360.48	383.58	408.17	434.33	462.16	32,785.59	523.30	556.84	592.53	630.50	670.91	713.91
Montante 0,14x0,045m	358.38	381.35	405.79	431.80	459.47	488.92	520.25	553.60	589.08	626.83	667.00	709.75	755.24	803.64	855.15
Membrana hidrofuga	364.15	387.49	412.33	438.75	466.87	496.79	528.63	562.51	598.56	42,461.72	677.75	721.18	767.40	816.59	868.92
Travessa/sócula 0,14x0,08m	209.32	222.74	237.01	252.20	268.37	285.57	303.87	323.34	344.07	366.12	389.58	414.55	441.12	469.39	499.47
ESQUADRIAS	1,586.27	1,687.93	1,796.11	1,911.22	2,033.71	2,164.05	2,302.75	2,450.33	53,281.99	131,042.74	2,952.29	3,141.51	3,342.84	3,557.09	3,785.06
<i>PORTAS</i>	469.48	499.57	531.59	565.66	601.91	640.49	681.54	725.22	51,446.32	821.15	873.78	929.78	989.37	1,052.78	1,120.25
Porta pronta externa	172.75	183.82	195.60	208.14	221.48	235.67	250.77	266.85	18,929.84	302.15	321.51	342.12	364.04	387.37	412.20
Porta interna	296.73	315.75	335.99	357.52	380.44	404.82	430.76	458.37	32,516.47	519.01	552.27	587.66	625.33	665.41	708.05
<i>JANELAS</i>	1,116.78	1,188.36	1,264.52	1,345.56	1,431.80	1,523.56	1,621.21	1,725.11	1,835.68	130,221.59	2,078.51	2,211.72	2,353.47	2,504.31	2,664.81
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x60	37.11	39.49	42.02	44.71	47.58	50.62	53.87	57.32	61.00	4,326.95	69.06	73.49	78.20	83.21	88.55
Janela de alumínio sem veneziana	1,079.68	1,148.87	1,222.50	1,300.85	1,384.23	1,472.94	1,567.34	1,667.79	1,774.68	125,894.64	2,009.45	2,138.23	2,275.27	2,421.10	2,576.26
COBERTURA	4,384.20	4,665.19	4,964.18	5,282.33	5,620.88	5,981.12	6,364.45	6,772.34	166,897.62	7,668.24	8,159.70	8,682.65	9,239.13	9,831.26	10,461.35
Estrutura de Madeira Cobertura Te	2,904.72	3,090.88	3,288.98	3,499.77	3,724.07	3,962.75	4,216.72	4,486.97	4,774.54	5,080.54	5,406.15	5,752.63	6,121.32	6,513.63	6,931.09
Telha Cerâmica Romana	1,219.90	1,298.09	1,381.28	1,469.81	1,564.01	1,664.25	1,770.91	1,884.40	133,678.43	2,133.69	2,270.44	2,415.95	2,570.79	2,735.55	2,910.87
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Fran	52.03	55.36	58.91	62.68	66.70	70.98	75.52	80.37	5,701.06	91.00	96.83	103.03	109.64	116.66	124.14
Isolante lã de vidro 50mm	207.55	220.85	235.01	250.07	266.10	283.15	301.30	320.61	22,743.59	363.02	386.28	411.04	437.38	465.42	495.25
IMPERMEABILIZAÇÕES	697.04	741.72	789.25	839.84	893.66	950.94	1,011.88	1,076.73	1,145.74	81,278.17	1,297.31	1,380.45	1,468.93	1,563.07	1,663.25
Impermeabilização com Manta asf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impermeabilização das áreas umida	142.39	151.51	161.22	171.56	182.55	194.25	206.70	219.95	234.05	16,603.03	265.01	281.99	300.06	319.29	339.76
Impermeabilização com gesso	554.66	590.20	628.03	668.28	711.11	756.69	805.18	856.79	911.70	64,675.14	1,032.30	1,098.46	1,168.86	1,243.78	1,323.49
REVESTIMENTOS	3,030.55	3,224.78	3,431.46	3,651.38	3,885.40	4,134.41	4,399.39	4,681.34	252,813.65	89,659.23	5,640.34	6,001.83	6,386.49	6,795.80	7,231.34
<i>REVESTIMENTO DE TETO</i>	554.20	589.72	627.51	667.73	710.52	756.06	804.52	856.08	60,729.69	969.33	1,031.45	1,097.56	1,167.90	1,242.75	1,322.40
Gesso acartonado com tratamento	379.34	403.66	429.53	457.05	486.35	517.52	550.68	585.98	41,568.85	663.49	706.02	751.27	799.42	850.65	905.17
Gesso acartonado resistente à umida	174.86	186.06	197.99	210.68	224.18	238.55	253.83	270.10	19,160.84	305.83	325.43	346.29	368.48	392.10	417.23
<i>REVESTIMENTO DE PAREDE</i>	2,476.35	2,635.06	2,803.95	2,983.65	3,174.87	3,378.35	3,594.87	3,825.26	192,083.95	88,689.90	4,608.89	4,904.27	5,218.59	5,553.05	5,908.94
Gesso acartonado com tratamento	899.13	956.76	1,018.08	1,083.32	1,152.75	1,226.63	1,305.25	1,388.90	98,527.86	1,572.64	1,673.43	1,780.68	1,894.80	2,016.24	2,145.46
Gesso acartonado resistente à umida	442.70	471.07	501.27	533.39	567.58	603.95	642.66	683.85	48,511.79	774.31	823.94	876.75	932.94	992.73	1,056.35
Azulajós	400.04	425.68	452.96	481.99	512.88	545.75	580.73	617.95	43,837.03	699.70	744.54	792.26	843.04	897.07	954.56
Chapa cimentícea com tratamento	734.48	781.55	831.64	884.94	941.66	1,002.01	1,066.23	1,134.56	1,207.27	85,643.25	1,366.98	1,454.59	1,547.82	1,647.02	1,752.57
PISOS	511.52	544.30	579.19	616.31	655.81	697.84	742.56	790.15	56,053.02	894.68	952.02	1,013.04	1,077.96	1,147.05	1,220.56
Piso em cerâmica com acabamento	511.52	544.30	579.19	616.31	655.81	697.84	742.56	790.15	56,053.02	894.68	952.02	1,013.04	1,077.96	1,147.05	1,220.56
PINTURA	528.99	12,702.76	27,013.36	637.36	678.21	32,547.21	767.92	817.14	39,214.70	20,879.73	984.54	47,248.05	1,114.78	1,186.22	56,927.09
Pintura sobre gesso acartonado	355.25	378.02	26,816.64	428.03	455.46	32,310.19	515.71	548.77	38,929.12	621.36	661.18	46,903.98	748.65	796.63	56,512.53
Pintura externa	173.74	12,324.74	196.72	209.33	222.74	237.02	252.21	268.37	285.57	20,258.37	323.35	344.07	366.13	389.59	414.56
TOTAL	16,190.48	29,368.00	44,746.68	19,507.20	20,757.42	53,913.30	23,503.36	25,009.69	610,661.92	382,783.32	30,133.07	78,264.72	34,119.30	36,306.01	94,297.71

	46	47	48	49	50	TOTAL manutenção	TOTAL construção +
INFRAESTRUTURA	-	-	-	-	-	-	10,186.82
<i>FUNDAÇÕES</i>	-	-	-	-	-	-	8,465.19
Radier de concreto armado	-	-	-	-	-	-	8,465.19
PAREDES EXTERNAS E INTERNAS	13,842.80	14,729.99	15,674.03	16,678.58	17,747.51	376,410.05	429,392.02
Painel wood frame industrializado	10,717.09	11,403.95	12,134.82	12,912.55	13,740.11	217,912.34	258,930.95
Isolante lã de vidro 50mm	759.67	808.35	860.16	915.29	973.95	68,563.65	71,471.20
Montante 0,14x0,045m	909.95	968.27	1,030.33	1,096.36	1,166.63	18,502.25	21,985.01
Membrana hidrofuga	924.61	983.87	1,046.93	1,114.02	1,185.42	60,625.06	64,163.92
Travessa/sócula 0,14x0,08m	531.48	565.55	601.79	640.36	681.40	10,806.74	12,840.94
ESQUADRIAS	4,027.65	4,285.78	4,560.45	4,852.73	5,163.74	330,543.12	345,958.54
<i>PORTAS</i>	1,192.05	1,268.45	1,349.74	1,436.25	1,528.30	107,588.35	112,150.80
Porta pronta externa	438.62	466.73	496.64	528.47	562.34	39,587.50	41,266.26
Porta interna	753.43	801.72	853.10	907.78	965.95	68,000.86	70,884.54
<i>JANELAS</i>	2,835.60	3,017.33	3,210.71	3,416.48	3,635.45	222,954.77	233,807.74
Janela de Alumínio Maxim-ar 60x	94.22	100.26	106.68	113.52	120.80	7,408.24	7,768.86
Janela de alumínio sem veneziana	2,741.38	2,917.07	3,104.03	3,302.96	3,514.65	215,546.53	226,038.88
COBERTURA	11,131.81	11,845.25	12,604.41	13,412.23	14,271.82	489,007.10	531,613.04
Estrutura de Madeira Cobertura Te	7,375.30	7,847.99	8,350.96	8,886.18	9,455.69	149,963.29	178,191.54
Telha Cerâmica Romana	3,097.43	3,295.94	3,507.18	3,731.95	3,971.13	279,558.25	291,413.35
Cumeeira p/ Telha Cerâmica (Fran	132.10	140.56	149.57	159.16	169.36	11,922.48	12,428.07
Isolante lã de vidro 50mm	526.99	560.76	596.70	634.94	675.64	47,563.09	49,580.08
IMPERMEABILIZAÇÕES	1,769.85	1,883.27	2,003.97	2,132.41	2,269.07	139,157.85	149,542.51
Impermeabilização com Manta asf	-	-	-	-	-	-	3,610.74
Impermeabilização das areas umida	361.53	384.70	409.36	435.60	463.51	28,426.35	29,810.09
Impermeabilização com gesso	1,408.31	1,498.57	1,594.61	1,696.81	1,805.56	110,731.50	116,121.68
REVESTIMENTOS	7,694.80	8,187.96	8,712.73	9,271.12	9,865.31	648,455.75	677,906.85
<i>REVESTIMENTO DE TETO</i>	1,407.15	1,497.34	1,593.30	1,695.41	1,804.07	127,002.44	131,638.43
Gesso acartonado com tratamento	963.18	1,024.91	1,090.60	1,160.49	1,234.87	86,931.87	90,618.35
Gesso acartonado resistente à umida	443.97	472.42	502.70	534.92	569.20	40,070.57	41,769.83
<i>REVESTIMENTO DE PAREDE</i>	6,287.65	6,690.62	7,119.43	7,575.71	8,061.24	521,453.31	541,499.29
Gesso acartonado com tratamento	2,282.96	2,429.28	2,584.97	2,750.64	2,926.93	206,048.77	214,786.59
Gesso acartonado resistente à umida	1,124.05	1,196.09	1,272.75	1,354.32	1,441.12	101,451.45	105,753.65
Azulejos	1,015.74	1,080.83	1,150.11	1,223.82	1,302.25	91,675.25	95,562.88
Chapa cimentícea com tratamento	1,864.90	1,984.42	2,111.60	2,246.93	2,390.94	122,277.84	129,415.55
PISOS	1,298.79	1,382.03	1,470.60	1,564.85	1,665.15	117,222.24	122,193.23
Piso em cerâmica com acabamento	1,298.79	1,382.03	1,470.60	1,564.85	1,665.15	117,222.24	122,193.23
PINTURA	1,343.15	1,429.23	1,518.48	1,618.30	1,722.01	481,276.12	486,416.87
Pintura sobre gesso acartonado	902.02	959.83	68,089.46	1,086.80	1,156.45	392,800.21	396,252.59
Pintura externa	441.13	469.40	33,299.02	531.50	565.56	88,475.91	90,164.29
TOTAL	41,108.84	43,743.51	46,414.68	49,530.23	52,704.62	2,582,072.24	2,753,209.88

	46	47	48	49	50	TOTAL manutenção	TOTAL construção + manutenção
ESTRUTURA	18,117.91	19,279.09	20,514.69	21,829.47	23,228.52	368,394.54	437,739.07
WALLS	11,350.34	12,077.78	12,851.85	13,675.52	14,551.99	230,788.55	274,230.66
Montagem e Desmontagem	2,594.91	2,761.22	2,938.18	3,126.43	3,326.87	52,762.74	62,694.50
Forma Compensado Resinac	4,378.31	5,297.37	5,636.88	5,998.15	6,382.57	101,224.83	120,278.83
Aço em barras nervuradas, C	2,032.80	2,163.08	2,301.71	2,443.23	2,606.20	41,333.26	49,113.60
Concreto Estrutural FCK=25	1,744.32	1,856.11	1,975.07	2,101.65	2,236.35	35,467.52	42,143.73
PAVIMENTOS	2,028.79	2,158.82	2,297.18	2,444.40	2,601.06	41,251.78	49,016.78
Montagem e Desmontagem	454.16	483.27	514.24	547.20	582.27	9,234.60	10,972.87
Forma Compensado Resinac	871.31	927.15	986.57	1,049.80	1,117.08	17,716.49	21,051.34
Aço em barras nervuradas, C	397.58	423.07	450.18	479.03	509.73	8,084.15	9,605.86
Concreto Estrutural FCK=25	305.73	325.33	346.18	368.36	391.97	6,216.53	7,386.63
LAJES	4,738.78	5,042.49	5,365.66	5,709.55	6,075.47	96,354.43	114,491.65
LAJE PRÉ-FABRICADA com	4,738.78	5,042.49	5,365.66	5,709.55	6,075.47	96,354.43	114,491.65
PAREDES INTERNAS	2,627.89	2,796.32	2,975.53	3,166.23	3,369.16	172,306.29	182,364.30
Alvenaria Vedação Tijolo Ce	2,627.89	2,796.32	2,975.53	3,166.23	3,369.16	172,306.29	182,364.30
ESQUADRIAS	4,027.65	4,285.78	4,560.45	4,852.73	5,163.74	330,543.12	345,958.54
PORTAS	1,192.05	1,268.45	1,349.74	1,436.25	1,528.30	107,588.55	112,150.80
Porta pronta externa	438.62	466.73	496.64	528.47	562.34	39,587.50	41,266.26
Porta interna	753.43	801.72	853.10	907.78	965.35	68,000.86	70,884.54
JANIEIS	2,835.60	3,017.33	3,210.71	3,416.48	3,635.45	222,954.77	233,897.74
Janela de Alumínio Maxima	94.22	100.26	106.68	113.52	120.80	7,408.24	7,768.86
Janela de alumínio sem venez	2,741.38	2,917.07	3,104.03	3,302.96	3,514.65	215,546.53	226,038.88
COBERTURA	10,604.83	11,284.49	12,007.72	12,777.29	13,596.19	441,444.01	482,032.96
Estrutura de Madeira Cobre	7,375.30	7,847.99	8,350.96	8,886.18	9,455.69	149,963.29	178,191.54
Telha Cerâmica Romana	3,091.43	3,295.94	3,507.18	3,731.95	3,971.13	279,558.25	291,413.35
Cumecira pl Telha Cerâmica	132.10	140.56	149.57	159.16	169.36	11,922.48	12,428.07
IMPERMEABILIZAÇÃO	1,502.83	1,599.14	1,701.63	1,810.69	1,926.74	118,163.03	130,389.64
Impermeabilização Laje Cob	1,261.82	1,342.69	1,428.74	1,520.31	1,617.74	99,212.92	104,042.40
Impermeabilização com Feltr	-	-	-	-	-	-	7,074.68
Impermeabilização de Banhe	241.01	256.46	272.90	290.39	309.00	18,950.11	19,872.56
REVESTIMENTOS	8,972.19	9,547.22	10,159.10	10,810.20	11,503.02	683,342.24	704,319.43
REVESTIMENTO DE TETO	1,576.91	1,677.97	1,785.51	1,899.95	2,021.72	143,459.04	149,434.50
Chapisco Interno	396.04	421.42	448.43	477.17	507.75	35,744.29	37,260.08
Chapisco Externo	425.64	452.92	481.94	512.83	545.70	33,153.32	34,782.41
Reboco Interno	361.48	384.65	409.30	435.53	463.44	32,625.40	34,008.93
Reboco Externo	393.75	418.99	445.84	474.42	504.82	41,936.03	43,443.09
REVESTIMENTO DE PARE	2,640.38	2,810.24	2,990.35	3,182.00	3,385.93	238,361.58	248,469.65
Chapisco Interno	376.64	400.78	426.47	453.80	482.88	33,993.92	35,435.49
Emboço Interno	439.56	467.73	497.71	529.61	563.55	39,672.51	41,354.89
Reboco Interno	343.78	365.81	389.26	414.20	440.75	31,027.76	32,343.54
Azulejo Colorido Incluindo C	1,481.00	1,575.91	1,676.91	1,784.39	1,898.75	133,667.36	139,335.73
REVESTIMENTO DE PARE	4,754.30	5,059.01	5,383.24	5,728.25	6,095.37	301,521.64	308,335.28
Chapisco Externo	463.05	492.72	524.30	557.90	593.66	50,084.32	51,674.57
Emboço Externo	384.37	409.00	435.21	463.11	492.79	74,385.58	76,157.85
Reboco Externo	3,906.89	4,157.28	4,423.72	4,707.24	5,008.93	137,051.74	138,522.87
PISOS	2,823.31	3,004.25	3,256.69	3,401.68	3,619.69	232,947.14	247,900.39
Regularização de Base	1,458.73	1,552.22	1,651.70	1,757.56	1,870.20	29,660.58	35,243.73
Contrapiso e=5cm	1,201.58	1,278.59	1,360.53	1,447.73	1,540.51	24,431.88	29,030.80
Cerâmica Sobre Argamassa	81.50	86.72	92.28	98.20	104.49	151,050.86	155,510.11
Rejunte para Cerâmica Sobr	81.50	86.72	92.28	98.20	104.49	27,803.81	28,115.75
PINTURA	5,064.34	5,388.92	5,822,286.09	6,101.80	6,492.87	1,651,258.83	1,670,642.10
Pintura Acrílica 2 Demãos	2,705.47	2,878.86	204,224.31	3,259.70	3,468.61	1,178,146.46	1,188,501.37
Pintura Acrílica 3 Demãos	2,358.88	2,510.06	178,061.78	2,842.11	3,024.26	473,112.36	482,140.73
TOTAL	53,740.95	57,185.21	443,461.91	64,750.10	68,899.93	3,398,399.20	4,244,051.54

APÊNDICE L - Custo da energia elétrica anual das edificações em *Wood Frame* alvenaria ao longo da vida útil da edificação.

	Custo energia elétrica anual (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
WoodFrame	1,220.49	1,298.72	1,381.95	1,470.52	1,564.77	1,665.05	1,771.76	1,885.32	2,006.15	2,134.72	2,271.54	2,417.12	2,572.03	2,736.87	2,912.28	3,098.93
Alvenaria	1,213.37	1,291.14	1,373.89	1,461.94	1,555.64	1,655.34	1,761.43	1,874.32	1,994.44	2,122.27	2,258.28	2,403.02	2,557.03	2,720.91	2,895.29	3,080.85

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
WoodFrame	3,297.54	3,508.88	3,733.76	3,973.06	4,227.69	4,498.64	4,786.96	5,093.76	5,420.22	5,767.60	6,137.24	6,530.58	6,949.12	7,394.49	7,868.41
Alvenaria	3,278.30	3,488.41	3,711.98	3,949.88	4,203.03	4,472.40	4,759.03	5,064.04	5,388.59	5,733.95	6,101.44	6,492.48	6,908.58	7,351.35	7,822.50

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
WoodFrame	8,372.69	8,909.30	9,480.29	10,087.89	10,734.42	11,422.39	12,154.45	12,933.43	13,762.33	14,644.36	15,582.91	16,581.62	17,644.34	18,775.17	19,978.47
Alvenaria	8,323.85	8,857.32	9,424.99	10,029.03	10,671.79	11,355.75	12,083.54	12,857.97	13,682.04	14,558.92	15,492.00	16,484.89	17,541.40	18,665.63	19,861.91

	46	47	48	49.00	50.00	TOTAL (R\$)
WoodFrame	21,258.89	22,621.37	24,071.17	25,613.89	27,255.49	432,260.50
Alvenaria	21,134.86	22,489.40	23,930.74	25,464.46	27,096.48	429,738.72

ANEXOS

ANEXO A: Indicações da ABNT NBR 15575 sobre o prazo de vida útil de projeto dos componentes de uma edificação.

Parte da edificação	Exemplos	VUP (anos)		
		Mínimo (≥)	Intermediário (≥)	Superior (≥)
Estrutura principal	Fundações, elementos estruturais (pilares, vigas, lajes e outros), paredes estruturais, estruturas periféricas, contenções e arrimos.	50	63	75
Estruturas auxiliares	Muros, divisórias, estrutura de escadas externas	20	25	30
Vedação externa	Paredes de vedação externas, painéis de fachada, fachadas-cortina	40	50	60
Vedação interna	Paredes e divisórias leves internas, escadas internas, guarda-corpos	20	25	30
Cobertura	Estrutura da cobertura de águas pluviais embutidos.	20	25	30
	Telhamento	13	17	20
	Calhas de beiral e coletores de águas pluviais aparentes, subcoberturas facilmente substituíveis	4	5	6
	Rufos, calhas internas e demais complementos (de ventilação, iluminação, vedação)	8	10	12
Revestimento interno aderido	Revestimento de pisos, parede e teto: de argamassa, de gesso, cerâmicos, pétreos, de tacos e assoalhos e sintéticos	13	17	20
Revestimento interno não aderido	Revestimentos de pisos: têxteis, laminados ou elevados, lambris, forros falsos	8	10	12
Revestimento de fachada aderido	Revestimento, molduras, componentes decorativos e cobre-muros	20	25	30
Piso externo	Pétreo, cimentados de concreto e cerâmico	13	17	20
Pintura	Pinturas internas e papel de parede.	3	4	5
	Pinturas de fachada, pinturas e revestimentos sintéticos texturizados.	8	10	12
Impermeabilização manutenível sem quebra de revestimento	Componentes de juntas e rejuntamentos, mata juntas, sancas, golas, rodapés e demais componentes de arremate.	4	5	6
	Impermeabilizações de caixa d'água, jardineiras, áreas externas com jardins, coberturas não utilizáveis, calhas e outros	8	10	12
Impermeabilização manutenível somente com a quebra dos revestimentos	Impermeabilizações de áreas internas, de piscina, de áreas externas com pisos, de coberturas utilizáveis, de rampas de garagem, etc.	20	25	30
Esquadrias externas (fachadas)	Janelas (componentes fixos e móveis), portas-balcão, gradis, grades de proteção, cobogós, brises. Inclusive complementos de acabamentos como peitoris, soleiras, pingadeiras e ferragens de manobra de fechamento.	20	25	30
Esquadrias internas	Portas e grades internas, janelas para áreas internas, boxes de banho.	8	10	12

		Portas externas, portas corta-fogo, portas e gradis de proteção a espaços internos sujeitos a queda > 2 m.	13	17	20
		Complementos de esquadrias internas, tais como ferragens, fechaduras, trilhos, folhas mosqueteiras, alisares e demais complementos de arremate e guarnição	4	5	6
Instalações prediais embutidas em vedações e manuteníveis somente por quebra das vedações ou dos revestimentos (inclusive forros falsos e pisos elevados não acessíveis)		Tubulações e demais componentes (inclui registros e válvulas) de instalações hidrosanitários, de gás, de combate a incêndio, de águas pluviais, elétricos.	20	25	30
		Reservatórios de água não facilmente substituíveis, redes alimentadoras coletoras, fossas sépticas e negras, sistemas de drenagem não acessíveis e demais elementos e componentes de difícil manutenção.	13	17	20
		Componentes desgastáveis e de substituição periódica, tais como gaxetas, vedações guarnições e outros.	3	4	5
Instalações aparentes ou em espaço de fácil acesso		Tubulações e demais componentes.	4	5	6
		Aparelhos e componentes de instalações facilmente substituíveis como louças, torneiras, sifões, engates flexíveis e demais metais sanitários, aspersores (sprinklers), mangueiras, interruptores, tomadas, disjuntores, luminárias, tampas de caixas, fiação e outros.	3	4	5
		Reservatórios de água.	8	10	12
Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis	Médio custo de manutenção	Equipamentos de recalque, pressurização, aquecimento de água, condicionamento de ar, filtragem, combate a incêndio e outros.	8	10	12
	Alto custo de manutenção	Equipamentos de calefação, transporte vertical, proteção contra descarga atmosférica e outros	3	17	20
*Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento a ABNT NBR 14037.					

ANEXO B: Orçamento disponibilizado pela Rede iVerde para uma residência em *Wood Frame*

Descrição	Un.	Quant.	Preço Unitário		Total
			Material	MO	
FUNDAÇÃO/SUBSOLO					
Locação	m ²	42.19	1.17	1.25	1882.52
Radier de concreto armado	m ²	42.18	32.20	10.00	102.10
PAREDES EXTERNAS E INTERNAS					
Painel woodframe industrializado	m ²	97.61	43.22	18.38	1780.42
COBERTURA					
Estrutura do telhado	m ²	1.76	880.68	91.48	6012.78
Telhas	m ²	71.16	10.40	2.56	3967.26
Beiral	m ²	18.93	18.85	12.00	1711.00
Isolante lã de vidro 90 mm - forro	m ²	38.12	7.68	12.00	922.06
IMPERMEABILIZAÇÕES					
Impermeabilização com manta asfáltica	m ²	21.05	12.00	6.00	538.99
Impermeabilização das áreas úmidas	m ²	9.78	19.00	15.34	750.20
Impermeabilização com gesso	m ²	11.06	21.00	15.34	1116.64
ESQUADRIAS/FERRAGENS E VIDROS					
<i>Esquadrias de madeira (inclusive ferragens)</i>					
Porta pronta 0,80 x 2,10 externa basculada alum.	Un.	1.00	364.00	55.00	378.90
Porta pronta 0,80 x 2,10 externa com ferragem	Un.	1.00	275.64	55.00	335.82
Porta pronta 0,80 x 2,10 interna semioca com ferragem	Un.	3.00	231.78	55.00	401.92
<i>Esquadrias de alumínio</i>					
Janela de alumínio maxin-ar 0,40 x 0,60	Un.	1.00	59.46	20.00	79.46
Janela de alumínio maxin-ar 0,60 x 0,60	Un.	1.00	74.32	22.00	96.32
Janela de alumínio com veneziana 1,20 x 1,20	Un.	2.00	303.51	30.00	667.01
Janela de aço sem veneziana 1,60 x 1,20	Un.	1.00	223.00	35.00	258.00
INSTALAÇÃO ELÉTRICA/TELEFONE/SUPERVISÃO/AUTOMAÇÃO					
Elétrica	Gb	1.00	430.00	360.00	790.00
INSTALAÇÃO HIDROSSANITÁRIA/GAS					
<i>Instalação hidráulica</i>					
Instalação água fria	Gb	1.00	305.00	352.34	790.00
Instalação esgoto	Gb	1.00	393.00	446.00	790.00
Caixa d'água 500l	Gb	1.00	156.00		2053.46
<i>Aparelhos, metais e bancas</i>					
Vaso sanitário com caixa acoplada	Un.	1.00	173.62		173.62
Torneira, pia de mármore com mão-francesa - cozinha	Un.	1.00	137.50		137.50
Tanque plástico e torneira	Un.	1.00	35.00		35.00
Torneira lavatório com coluna	Un.	1.00	54.77		54.77
REVESTIMENTOS INTERNOS					
<i>Revestimento de piso</i>					
Piso em cerâmica com acabamento padrão	m ²	41.93	11.77	16.00	4793.88
<i>Soleiras, rodapés e peitoris</i>					
Rodapé cerâmico	m ²	35.56	3.50	4.50	1164.40
<i>Revestimentos de parede</i>					
Gesso acartonado e tratamento de juntas	m ²	1441.04	13.45	MO fábrica	316.48
Azulejos	m ²	23.63	9.21	17.00	1896.99
<i>Revestimento de teto</i>					
Fosso PVC	m ²	41.93	11.00	8.00	619.34
REVESTIMENTOS DE FACHADA					
Chapa cimentícia com tratamento de juntas	m ²	87.36	25.60	MO fábrica	796.67
PINTURAS					
<i>Pinturas internas</i>					
Pintura sob gesso acartonado	m ²	117.41	2.97	4.35	2236.30
<i>Pinturas externas</i>					
Textura	m ²	106.29	4.23	4.35	1759.67

SERVIÇOS COMPLEMENTARES					576.04
Calçada	m ²	18.93	13.20	12.00	477.04
<i>Limpeza/desmobilização</i>					
Limpeza geral	Gb	1.00	32.00	67.00	99.00
TOTAL					27899.30