

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

KAUANE EDUARDA DA SILVA

AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA DE EDIFICAÇÃO:
Estudo de Caso em uma Edificação de Rolante/RS

São Leopoldo

2021

KAUANE EDUARDA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA DE EDIFICAÇÃO:
Estudo de Caso em uma Edificação de Rolante/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil, pelo Curso de graduação
da Universidade do Vale do Rio dos Sinos
- UNISINOS

Orientadora: Prof.^a Dra. Michele Ferreira Dias Morales

São Leopoldo

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Jair e Marisete, por todo o suporte que me deram ao longo da realização deste trabalho e da minha graduação. Vocês são exemplos de pessoas e de pais, espero poder ser tanto pra minha filha, quanto vocês são pra mim.

Agradeço também aos meus irmãos, Thales e Thiago, minha dinda, Marister e minha cunhada, Eduarda, por todo o apoio e incentivo que me deram durante o período deste trabalho. Obrigada por cuidarem tão bem da Maitê quando eu precisava me dedicar a este estudo.

À minha filha, Maitê, por ter sido o motivo da minha alegria em todos os momentos difíceis. Obrigada por me tirar sorrisos sempre que eu precisei, você me dá forças para vencer todos os obstáculos e nunca desistir dos meus objetivos.

À minha orientadora, Michele Morales, por ter me aceitado como orientanda e ter me ajudado a tornar este trabalho real. O seu conhecimento, a sua paciência, o seu carinho e a sua dedicação foram essenciais na realização deste estudo.

A todos os professores e mestres que buscam dar o melhor de si, dentro e fora da sala de aula. Obrigada por toda contribuição e por compartilharem tanto conhecimento e experiências de vida com seus alunos, sem dúvidas agraram de forma muito positiva na minha formação profissional e também pessoal.

Aos meus colegas da graduação, que mais do que isso, se tornaram amigos ao longo desses anos. Espero poder ter vocês sempre por perto. Em especial a Leticia, Amanda, Leonardo, Michele, Simone, Isadora e Juliana, sou muito grata por todos os momentos compartilhados com vocês.

E a todas aquelas pessoas que de alguma forma estiveram presentes durante o período da minha graduação, sendo elas amigos, familiares e colegas de trabalho. Obrigada por todo carinho, apoio, incentivo e paciência nos momentos em que eu precisava me ausentar para focar nos estudos.

“Se você quer chegar onde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz.”

(GATES, s.d)

RESUMO

A indústria da construção civil gera grande impacto na economia de uma nação, onde cada vez se aumenta mais a procura por mecanismos que auxiliem na otimização dos resultados financeiros. Neste contexto, as empresas vêm buscando adotar métodos inovadores garantindo seu desenvolvimento na atualidade, sem impactar as gerações futuras. Dessa forma, existe a necessidade de assegurar que haja a redução dos custos, minimização dos impactos ambientais e também sociais, não apenas na fase da construção, mas também durante todo o ciclo de vida de uma edificação. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é apresentada atualmente como a principal ferramenta para a compreensão do comportamento de uma edificação ao longo de todo o seu ciclo de vida, tendo como fundamentação a estabilização de três pilares da sustentabilidade: impactos ambientais, econômicos e sociais. O foco deste trabalho se dá no desempenho econômico de uma edificação, tendo como objetivo avaliar os custos ao longo do seu ciclo de vida, utilizando a técnica da Avaliação do Custo do Ciclo de Vida (ACCV). O estudo de caso foi elaborado seguindo os procedimentos de cálculo dispostos pelas normas *International Organization for Standardization* (ISO) 15686-5:2008 e *European Standard* (EN) 16627:2015. Este trabalho apresenta um estudo que demonstra como a ACCV foi conduzida e mostra como as variáveis de Custo de Ciclo de Vida (CCV) foram identificadas e usadas para desenvolver um orçamento para todo o ciclo de vida da edificação. O escopo da pesquisa é do berço ao túmulo, ou seja, considera as fases de pré-construção (aquisição do terreno), produto (aquisição dos materiais), construção, uso (operação, manutenção e substituição) da edificação, ao longo de 50 anos, até a sua demolição e destinação final dos resíduos gerados. Verifica-se neste estudo que os custos da fase de uso da edificação são cerca de 5,70 vezes maiores do que os custos da fase inicial (aquisição do terreno, projeto e construção). O custo de energia, pertencente a fase de uso da edificação, constitui 33% do custo total do ciclo de vida, representando o custo que gera maior impacto na vida útil (VU) da edificação.

Palavras-chave: Avaliação dos Custos do Ciclo de Vida. Desempenho Econômico. Construção Civil. Vida Útil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desempenho da edificação ao longo do tempo com e sem manutenção	21
Figura 2 – Distribuição dos custos ao longo do ciclo de vida de um edifício de escritórios	24
Figura 3 – Desenvolvimento dos custos versus potencial de otimização ao longo do ciclo de vida	29
Figura 4 – Fluxograma de processo para o cálculo da avaliação do desempenho econômico	30
Figura 5 – Principais categorias de custo da ACCV	31
Figura 6 – Planta Baixa do 1º pavimento	44
Figura 7 – Planta Baixa do 2º pavimento	44
Figura 8 – Corte esquemático	45
Figura 9 – Delineamento da pesquisa	46

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Edificação utilizada como objeto de estudo.....	43
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados da ACCV da Turquia para BT1.....	41
Gráfico 2 – Resultados do estudo da Turquia para BT2.....	41
Gráfico 3 – Custos da construção	56
Gráfico 4 – Custo das etapas do ciclo de vida da edificação, em termos nominais ..	64
Gráfico 5 – Custo acumulado das etapas do ciclo de vida da edificação, em termos nominais	64
Gráfico 6 – Custo das etapas do ciclo de vida da edificação, em valores reais (i=4,95%)	66
Gráfico 7 – Custo acumulado das etapas do ciclo de vida da edificação, em valores reais (i=4,95%).....	67
Gráfico 8 – Custo das etapas do ciclo de vida da edificação, em valores reais (i=6,76%)	68
Gráfico 9 – Análise de sensibilidade dos valores de inflação, em termos reais	69
Gráfico 10 – Custo das etapas do ciclo de vida da edificação, em VPL (i=4,95% e d=13%)	72
Gráfico 11 – Custo acumulado das etapas do ciclo de vida da edificação, em VPL (i=4,95% e d=13%)	73
Gráfico 12 – Resultados obtidos versus resultados de outros autores	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Módulos de informações das etapas do ciclo de vida da edificação	18
Quadro 2 – Módulos de informações do ciclo de vida das edificações	19
Quadro 3 – Sistemas construtivos e respectivos prazos mínimos de VU	22
Quadro 4 – Conjunto de normas da ISO 15686	26
Quadro 5 – Conjunto de normas da EN 15643.....	27
Quadro 6 – Etapas pertencentes ao escopo da ACCV.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da ACCV da Malásia	40
Tabela 2 – Tabela de áreas da edificação utilizada como objeto de estudo	42
Tabela 3 – Valores de IPTU no ano de 2020	57
Tabela 4 – Valores gastos com limpeza no ano de 2020	57
Tabela 5 – Custos com substituições ao longo do ciclo de vida da edificação (50 anos).....	58
Tabela 6 – Valores do consumo de energia	60
Tabela 7 – Consumo de água	62
Tabela 8 – Custo ano a ano das etapas do ciclo de vida da edificação, em VPL (i=4,95% e d=13%)	70

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACCV	Avaliação dos Custos do Ciclo de Vida
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
BBSR	Vida Útil dos Componentes para Avaliação do Ciclo de Vida
BNB	Sistema de Avaliação de Edifícios Sustentáveis
CCV	Custo do Ciclo de Vida
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
CRVR	Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos
DMT	Distância Média de Transporte
DoD	Departamento de Defesa
EN	<i>European Standard</i>
EUA	Estados Unidos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPC	Índice de Preços ao Consumidor
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPTU	Imposto Predial e Territorial
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
RCC	Resíduos da Construção Civil
REHDA	Associação de Incorporadores Imobiliários
RGE	Rio Grande Energia
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SNIPC	Sistema Nacional de Índices de Preço ao Consumidor
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	Valor Presente Líquido
VU	Vida Útil
VUP	Vida Útil de Projeto
WLC	Custo de toda vida

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 TEMA.....	14
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	15
1.3 PROBLEMA.....	15
1.4 OBJETIVOS.....	16
1.4.1 Objetivo Geral	16
1.4.2 Objetivos Específicos	16
1.5 JUSTIFICATIVA.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 CICLO DE VIDA DAS EDIFICAÇÕES.....	18
2.1.1 Vida Útil das Edificações	20
2.2 AVALIAÇÃO DE CUSTOS DO CICLO DE VIDA DE EDIFICAÇÕES.....	23
2.2.1 Normas de avaliação de custos do ciclo de vida	25
2.2.2 Método de avaliação de custos do ciclo de vida	28
2.2.3 Categorias de custo da ACCV	30
2.2.3.1 Custos Iniciais.....	32
2.2.3.2 Custos de Operação (Uso de água e energia).....	32
2.2.3.3 Custos de Manutenção, Reparo e Substituição.....	33
2.2.3.4 Custos de fim de vida.....	33
2.2.3.5 Valores Residuais.....	34
2.2.3.6 Encargos Financeiros.....	34
2.2.3.7 Benefícios ou custos não monetários.....	34
2.2.4 Período de estudo	34
2.2.5 Cálculo do Custo do Ciclo de Vida	35
2.2.5.1 Valores nominais e valores reais.....	36
2.2.5.2 Valor presente líquido.....	37
2.2.5.3 Payback Simples.....	38
2.2.5.4 Payback Descontado.....	39
2.2.5.5 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	39
2.3 ESTUDOS DE CASO SOBRE ACCV.....	39
2.3.1 Estudo de caso da Associação de Incorporadores Imobiliários de Kuala Lumpur na Malásia	39

2.3.2 Estudo de caso de edificações residenciais em Gaziantep na Turquia	40
3 MÉTODO DE PESQUISA	42
3.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	42
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	45
3.3 AVALIAÇÃO DO CUSTO DO CICLO DE VIDA	46
3.3.1 Período do estudo de caso.....	46
3.3.2 Data base do estudo	47
3.3.3 Definição do objetivo e escopo do estudo	47
3.3.3.1 Fase Inicial (A0 à A5)	48
3.3.3.1.1 <i>Terreno e taxas associadas (A0)</i>	48
3.3.3.1.2 <i>Custos de materiais e processos de construção (A1 a A5)</i>	48
3.3.3.2 Fase de uso (B1 a B7)	49
3.3.3.2.1 <i>Uso (B1)</i>	49
3.3.3.2.2 <i>Manutenção (B2)</i>	49
3.3.3.2.3 <i>Reparo (B3)</i>	49
3.3.3.2.4 <i>Substituição (B4)</i>	50
3.3.3.2.5 <i>Remodelação (B5)</i>	51
3.3.3.2.6 <i>Uso de Energia (B6)</i>	51
3.3.3.2.7 <i>Uso de Água (B7)</i>	51
3.3.3.3 Fim de vida (C1 a C4)	52
3.3.3.3.1 <i>Desconstrução (C1)</i>	52
3.3.3.3.2 <i>Transporte (C2)</i>	52
3.3.3.3.3 <i>Processamento de resíduos para reutilização, recuperação ou reciclagem (C3)</i>	53
3.3.3.3.4 <i>Disposição final (C4)</i>	53
3.3.3.4 Taxa de inflação e taxa de desconto	53
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	55
4.1 CUSTOS DE CADA ESTAPA DO CICLO DE VIDA	55
4.1.1 Fase inicial (A0 a A5)	55
4.1.1.1 Terreno (A0).....	55
4.1.1.2 Construção (A1 à A5).....	55
4.1.2 Fase de uso (B1 a B7)	56
4.1.2.1 Uso e manutenção (B1 e B2)	56
4.1.2.1.1 <i>Fase de uso (B1)</i>	56

4.1.2.1.2 <i>Manutenção (B2)</i>	57
4.1.2.2 Substituição (B4)	58
4.1.2.3 Uso de energia (B6)	60
4.1.2.4 Uso de água (B7)	61
4.1.3 Fim de vida (C1 a C4)	62
4.1.3.1 Desconstrução (C1)	62
4.1.3.2 Transporte (C2)	63
4.2 AVALIAÇÃO DO CUSTO DO CICLO DE VIDA	63
4.2.1 Custo do ciclo de vida total (valores nominais)	63
4.2.2 Custo do ciclo de vida total (valores reais)	65
4.2.2.1 Análise de sensibilidade dos valores de inflação, em valores reais	67
4.2.3 Custo do ciclo de vida total (valor presente líquido)	69
4.2.4 Discussão dos resultados obtidos versus outros autores	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICE A – ORÇAMENTO DA CONSTRUÇÃO	81
APÊNDICE B – ORÇAMENTO DA FASE DE FIM DE VIDA	97

1 INTRODUÇÃO

Vários estudos realizados pelo Departamento de Defesa (DoD) dos Estados Unidos (EUA) indicaram que um equipamento adquirido pelo menor valor pode não ser necessariamente o que custará menos ao longo da sua vida útil (VU). O custo de propriedade (custo operacional) de um sistema de engenharia pode ser bastante significativo e frequentemente excede o custo de aquisição (custo inicial), podendo representar até 75% do custo total do ciclo de vida, portanto uma faceta importante é considerar todos os custos alocados e distribuídos durante a VU de um equipamento, pois uma decisão tomada tendo como base apenas os custos iniciais pode não ser a melhor decisão a longo prazo (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006; DHILLON, 2009).

Isso se aplica também à realidade da construção civil, cujos custos operacionais, como consumo de energia, chegam a 48% do custo do ciclo de vida do edifício (DWAİKAT; ALI, 2018). A abordagem utilizada para estimar os custos totais da VU de uma edificação é conhecida como Avaliação dos Custos do Ciclo de Vida (ACCV). Ela possui como principal objetivo estimar os custos do ciclo de vida da edificação. Com base nos resultados obtidos através da ACCV, podem ser tomadas decisões que resultam na minimização das despesas vitalícias da edificação. Esse processo pode ser descrito como um argumento que estabelece uma proposição, a partir da qual se delibera sobre determinada alternativa (BULL, 2003).

O Custo do Ciclo de Vida (CCV) pode ser definido simplesmente como a soma de todos os custos incorridos durante a VU de um projeto. Para realizar o cálculo do CCV, vários tipos de informações relacionadas à economia são necessários, pois a avaliação requer que todos os custos potenciais sejam calculados levando em consideração o valor temporal do dinheiro. Para isso, são levadas em consideração taxas inflação e desconto para obtenção do CCV (DHILLON, 2009).

A ACCV destaca-se, atualmente, como uma ferramenta de excelência para redução de custos e escolha de alternativas de projeto, além de ser útil na tomada de decisões associadas a substituição de equipamentos, planejamento e orçamento.

1.1 TEMA

Aplicação da técnica de Avaliação dos Custos do Ciclo de Vida (ACCV) em edificações de uso misto.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Considerando a complexidade da ACCV, a pesquisa está balizada dentro dos tópicos a seguir:

- a) O estudo foi aplicado a uma edificação de uso misto construída na cidade de Rolante no Rio Grande do Sul;
- b) O escopo do estudo contempla as fases de pré-construção (aquisição do terreno), produto (aquisição dos materiais), construção, uso e operação e fim de vida da edificação;
- c) A ACCV foi realizada através da utilização do Excel;
- d) A edificação em estudo já encontra-se construída, sendo que a obra foi concluída no ano de 2016;
- e) Os dados operacionais utilizados no estudo são reais, tendo sido coletados os custos de consumo de energia e de água no ano de 2020.

1.3 PROBLEMA

Durante a década de 1930, muitos usuários da construção começaram a se dar conta de que os custos com o uso e operação (manutenção, energia, gerenciamento, etc.) das edificações possuíam impacto significativo no orçamento dos ocupantes. Desde então, passou-se a pensar melhor sobre o principal método de tomada de decisões, o qual tinha como base a suposição de que a solução inicialmente mais barata seria a melhor opção financeira. Verificou-se então que nem sempre o sistema com o menor custo inicial é a solução mais barata ao longo da VU do edifício. Tornando-se óbvia a necessidade de utilizar outro método de análise financeira que levasse em consideração os custos do funcionamento do edifício, para dar credibilidade às tomadas de decisões (BULL, 2003).

A aplicação da ACCV na prática ainda é limitada e enfrenta problemas, principalmente relacionados a incertezas associadas a suposições de custos do ciclo de vida. A tarefa de obtenção de dados de entrada confiáveis para análise é difícil e consome tempo, isso se deve a escassez de informações de custos de desempenho reais das edificações, podendo gerar resultados com baixa precisão. Atrelado a isso, ainda existe a falta de percepção sobre os benefícios da utilização desta técnica. Tudo

isso faz da ACCV uma análise cara, considerada de alta complexidade e que poucos profissionais da área fazem (DHILLON, 2009; DWAIKAT E ALI, 2018).

1.4 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho estão descritos a seguir, divididos em Objetivo Geral e Objetivos Específicos.

1.4.1 Objetivo Geral

Este estudo tem como objetivo geral a avaliação dos custos do ciclo de vida de uma edificação de uso misto, construída no estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Rolante.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos dividem-se em:

- a) Levantar dados referentes aos custos da construção da edificação em estudo;
- b) Levantar dados referentes aos custos do uso e operação da edificação em estudo;
- c) Levantar dados decorrentes do uso e manutenção da edificação em estudo;
- d) Aplicar a metodologia de avaliação do custo do ciclo de vida da edificação;
- e) Analisar os resultados obtidos e compará-los com a literatura.

1.5 JUSTIFICATIVA

Frente aos desafios do atual cenário econômico brasileiro e ao grande impacto que a indústria da construção civil exerce sobre a economia de um país, percebe-se a necessidade de tentar-se prever as consequências econômicas de uma decisão antes de tomá-la. Importantes mudanças na eficiência ambiental e na minimização de gastos operacionais de uma edificação, podem ser alcançados com poucas alterações nas fases de projeto e construção. Desta forma gerando maior incentivo em investimentos no setor, além disso, grande parte das vezes, estamos lidando com o dinheiro de outras pessoas, logo temos como pré-requisito conquistar a confiança de

alguém. Um meio de alcançar esse objetivo seria com a utilização de um método de previsão de resultados e avaliação financeira que possua embasamento teórico atual (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (CBIC), 2019; SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006; BULL, 2003).

O produto da indústria da construção civil é um investimento de alto valor, que possui VU longa e seus custos impactantes que vão além dos custos de projeto e construção. Em sua maioria, os custos da fase de uso do produto (operação, manutenção e substituição da edificação) podem custar mais caro do que o valor inicial da construção. Isso é válido tanto para construções novas, quanto para reformas, portanto, faz sentido avaliar o impacto que a operação e manutenção causam no custo-benefício das construções (HERALOVA, 2019; ROMM, 1994; SNODGRASS, 2008; FULLER, 2016).

Os projetistas, tradicionalmente, se concentram em buscar meios de minimizar somente os custos iniciais de uma construção, sem pensar nos impactos que essas decisões terão ao longo do ciclo de vida de uma edificação. Essa prática pode acabar resultando em custos desnecessariamente altos de operação e manutenção, além de poderem estar produzindo estruturas ineficientes e de vida curta (SNODGRASS, 2008).

O CCV pode ser descrito como um meio de auditar as consequências financeiras de uma decisão e a ACCV é o método matemático utilizado para estimar os custos gerais das alternativas de projeto e deliberar sobre a opção que garanta o menor CCV total da edificação, consistente com sua qualidade e função. Essa ferramenta pode ser utilizada para comparar alternativas e selecionar a que maximiza a economia líquida quando se tem opções de projeto que atendam aos mesmos requisitos de desempenho, mas diferem em relação a custos iniciais e operacionais. (BULL, 2003; FULLER, 2016).

O principal incentivo para a aplicação de uma ACCV na fase de planejamento de uma edificação é aumentar a possibilidade de redução dos custos da fase operacional do edifício. De forma que a ACCV ajuda a determinar se a implantação sistemas construtivos alternativos irá resultar em custos operacionais reduzidos, mesmo que para isso seja necessário um investimento inicial mais alto (BULL, 2003).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta fundamentação teórica está abordado o tema de avaliação do ciclo de vida das edificações, bem como outros temas pertinentes ao ciclo de vida de uma edificação, tais como vida útil, categorias de custos e período de estudo. Estão apresentadas neste capítulo as normas pertinentes a ACCV e o processo dos cálculos para obtenção do CCV. Num segundo momento será abordado a metodologia da ACCV das edificações bem como as suas respectivas etapas e o seu cálculo.

2.1 CICLO DE VIDA DAS EDIFICAÇÕES

As edificações possuem um ciclo de vida que se constitui de cinco etapas definidas por: pré-construção, produto, processo de construção, uso e operação, e fim de vida. A *European Standard* (EN) 16627 (2015) emprega para essas etapas as seguintes subdivisões: módulos A0 à A5 representam os limites do estágio de planejamento e construção, anterior ao uso, módulos B1 à B7 representam os limites do estágio de uso e módulos C1 à C4 representam os limites do estágio de fim de vida, após o uso da edificação (GUO; LI; SKITMORE, 2010; BS EN 16627, 2015). O Quadro 1 apresenta os módulos de informações das etapas do ciclo de vida das edificações.

Quadro 1 – Módulos de informações das etapas do ciclo de vida da edificação

INFORMAÇÕES DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO										INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES ALÉM DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO						
A0		A1 - 3		A4 - 5		B1 - 7					C1 - 4		D			
PRÉ - CONSTRUÇÃO		PRODUTO		PROCESSO DE CONSTRUÇÃO		USO					FIM DE VIDA		Benefícios e pesos além dos limites do sistema			
Terreno e taxas associadas A0		Suprimento de materiais Transporte Manufatura A1-A3		Transporte A4 Processo de instalação da construção A5		B1	B2	B3	B4	B5	Desconstrução C1	Transporte C2	Processamento de resíduos para reutilização, recuperação ou reciclagem C3	Disposição final C4	Reuso Recuperação Reciclagem Potencial	
						Uso										
						B6 Uso operacional de energia										
					B7 Uso operacional de água											

Fonte: Adaptado de EN 16627 (2015, p. 27, tradução nossa).

Segundo Basile (2017) o ciclo de vida das edificações possui etapas sequenciais que permitem o conhecimento desde o início até o encerramento do ciclo de vida das edificações. Sendo relevante o detalhamento dessas etapas, demonstradas no Quadro 2, seguindo os limites dos sistemas considerados em cada módulo do ciclo de vida, conforme a EN 16627:2015.

Quadro 2 – Módulos de informações do ciclo de vida das edificações

(continua)

Etapas	Módulos	Limites do sistema
Pré-construção	A0 (terreno e taxas associadas)	Inclui os custos relacionados a atividades anteriores a seleção do local de construção, incluindo compras, gastos com aluguel e impostos. Exemplo: compra do terreno.
Produto	A1 (matéria-prima)	Envolve os custos decorrentes dos processos do “berço ao portão” de materiais e serviços utilizados na construção.
	A2 (transporte)	
	A3 (fabricação)	
Processo de construção	A4 (transporte até o canteiro)	Engloba o custo com transporte de materiais, produtos e equipamentos desde o portão da fábrica até o local da construção.
	A5 (processo de construção)	Inclui todos os custos com serviços necessários para construção. Exemplos: movimentação de terra, mão de obra, uso de água e energia e etc.
Uso	B1 (uso)	Envolve os custos da utilização da edificação. Exemplos: impostos, segurança e etc.
	B2 (manutenções)	Contabiliza os custos relacionados aos componentes e produtos utilizados nas manutenções da edificação. Exemplo: limpeza interior e exterior, manutenção do desempenho funcional e técnico, bem como das qualidades estéticas dos componentes do edifício.
	B3 (reparo)	Inclui os custos com reparos dos componentes da edificação durante a sua utilização. Devem contemplar o objeto reparado bem como os equipamentos utilizados no reparo além da gestão dos resíduos gerados.
	B4 (substituição)	Engloba os custos com o componente substituído e produtos acessórios, processos de remoção e instalação dos componentes e gestão dos resíduos.

	B5 (remodelação)	Envolve os custos de gerenciamento, projeto e taxas associadas, custos dos novos componentes do edifício e do processo de renovação além da gestão dos resíduos gerados.
	B6 (uso de energia operacional)	Custo com a utilização de energia operacional, incluindo a energia utilizada pelos sistemas técnicos integrados nos edifícios durante a operação do edifício.
	B7 (uso de água operacional)	Custo com o consumo de água durante a etapa operacional, incluindo a água utilizada durante a VU do edifício (excluindo os custos com manutenção, reparação, substituição e remodelação).
Fim de vida	C1 (desconstrução)	Inclui os custos com a desconstrução, todas operações necessárias para desmontagem e/ou demolição no local.
	C2 (transporte)	Engloba os custos com transporte até a disposição final.
	C3 (processamento de água)	Inclui os custos incorridos pelas operações de tratamento realizadas no canteiro ou em locais temporários.
	C4 (descarte)	Contabiliza os custos resultantes da eliminação final dos materiais, incluindo a neutralização, incineração ou o aterro.
Benefícios e cargas além do limite do sistema	D (reuso, recuperação, reciclagem e potencial)	Contempla a renda gerada pela reutilização e reciclagem dos resíduos gerados pelo edifício, bem como a recuperação de energia (exportada).

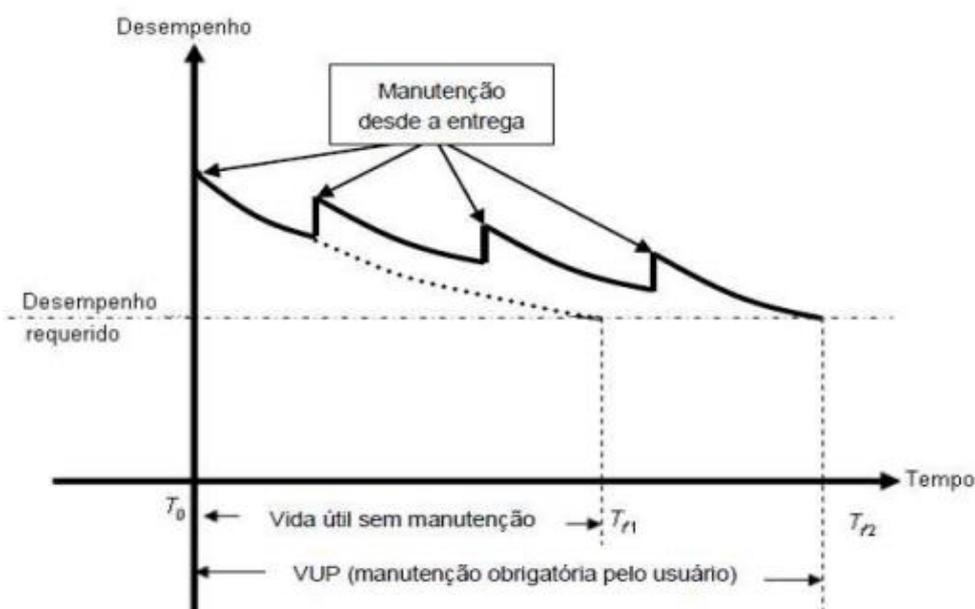
Fonte: Elaborado pela autora a partir da EN 16627 (2015, tradução nossa).

2.1.1 Vida Útil das Edificações

De acordo com a *International Organization For Standardization (ISO) 15686-1* (2011), a VU de um edifício refere-se ao período de tempo em que um edifício e seus componentes satisfaçam o nível mínimo aceitável de desempenho. O planejamento da VU deve ser integrado ao processo de desenvolvimento do projeto. Conforme a Norma Técnica Brasileira (NBR) 15575-1 (2013), toda edificação possui uma VU, que se traduz pelo período de tempo entre o início da operação e uso, após sua construção ou reforma, até o momento no qual o edifício e/ou os seus sistemas se igualam ou excedem as exigências de desempenho para as quais foram projetadas e construídos, considerando a periodicidade e execução dos processos de manutenção e reparo.

Quando a VU estimada de um componente for menor que a VU do edifício, este componente precisará de manutenção ou substituição para manter a sua função de forma adequada até o fim do uso da VU do edifício. A VU pode ser prolongada através de ações de manutenção, como mostra na Figura 1. Essas ações devem ser realizadas para garantir o atendimento da vida útil de projeto (VUP), elas são estabelecidas, assim como o valor da VUP, pelo incorporador e/ou proprietário e projetista. A VUP baliza o processo de produção da edificação, portanto deve ser estabelecida inicialmente junto aos projetos. O planejamento da VU é um processo de estimativa e/ou previsão de eventos futuros e, portanto, não se pode esperar uma precisão completa (ISO 15686-1, 2011; NBR 15575, 2013).

Figura 1 – Desempenho da edificação ao longo do tempo com e sem manutenção



Fonte: Elaborado pela autora a partir da NBR 15575-1 (2013).

A VU de um edifício é determinada usando o conhecimento disponível sobre a VU dos componentes que serão empregados na construção da edificação (ISO 15686-1, 2011). A NBR 15575:2013 fornece diretrizes para o estabelecimento dos prazos mínimos de VUP para diversas partes do edifício, adotando o período de 50 anos para a VUP mínima da estrutura do edifício, apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Sistemas construtivos e respectivos prazos mínimos de VU

(continua)

Parte da edificação	Exemplos	VU mínima de projeto
Estrutura principal	Fundações, elementos estruturais, paredes estruturais, estruturas periféricas, contenções, etc.	50 anos
Estruturas auxiliares	Muros divisórios, estrutura de escadas externas	20 anos
Vedação externa	Paredes de vedação externas, painéis de fachada, fachadas-cortina	40 anos
Vedação interna	Paredes e divisórias leves internas, escadas internas, guarda-corpos	20 anos
Cobertura	Estrutura da cobertura	20 anos
	Telhamento	13 anos
	Calhas de beiral e coletores de águas pluviais	4 anos
	Rufos, calhas internas e demais complementos	8 anos
Revestimento interno aderido	Revestimento de piso, parede e teto de argamassa, gesso, cerâmicos, pétreos, etc.	13 anos
Revestimento interno não aderido	Revestimentos de pisos têxteis, laminados ou elevados; lambris; forros falsos	8 anos
Revestimento de fachada aderido e não aderido	Revestimentos, molduras, componentes decorativos e cobre-muros	20 anos
Piso externo	Pétreo, cimentados de concreto e cerâmico	13 anos
Pintura	Pinturas internas e papel de parede	3 anos
	Pinturas de fachada, sintéticos texturizados	8 anos
Impermeabilização	Juntas e rejuntamentos	4 anos
	Caixa d'água, áreas externas com jardins, etc.	8 anos
	Áreas internas, piscina, áreas externas com pisos, coberturas utilizáveis, rampas de garagem, etc.	20 anos
Esquadrias externas	Janelas, grades de proteção. Inclusos complementos de acabamento	20 anos
Esquadrias internas	Portas e grades internas, janelas, boxes de banho	8 anos
	Portas externas, portas corta-fogo	13 anos
	Ferragens, fechaduras, trilhos, etc.	4 anos
Instalações prediais embutidas	Hidrossanitários, gás, combate a incêndio, elétricos	20 anos
	Reservatórios de água, redes alimentadoras e coletoras, fossas sépticas, sistemas de drenagem, etc.	13 anos
	Gaxetas, vedações, guarnições, etc.	3 anos
Instalações aparentes	Tubulações e demais componentes	4 anos
	Louças, torneiras, sifões, interruptores, disjuntores, etc.	3 anos

	Reservatórios de água	8 anos
Equipamentos com médio custo de manutenção	Recalque, pressurização, combate a incêndio, aquecimentos de água, condicionamento de ar, etc.	8 anos
Equipamentos com alto custo de manutenção	Calefação, transporte vertical, proteção contra descargas atmosféricas, etc.	13 anos

Fonte: Elaborado pela autora a partir da NBR 15575-1 (2013).

2.2 AVALIAÇÃO DE CUSTOS DO CICLO DE VIDA DE EDIFICAÇÕES

O conceito de ACCV surgiu na década de 60, originalmente desenvolvido pelo Departamento de Defesa (DoD) dos Estados Unidos (EUA), possuindo como objetivo aumentar a eficácia das compras governamentais. Somente na década de 70 foi implantada como uma necessidade decorrente da crise do petróleo, tendo como principal objetivo analisar a redução de custos operacionais. A metodologia da ACCV tornou-se popular nos anos 80, quando a crescente pressão competitiva na maioria dos mercados forçou as empresas a melhorar a capacidade de controlar e reduzir custos de fabricação. Nas décadas de 80 e 90, houve a inclusão de modelos de impactos ambientais e econômicos, hoje ainda foram adicionadas as variáveis sociais (EMBLEMSVAG, 2003; SANTOS; AGUIRRE; CANALLI, 2016).

A metodologia da ACV consiste na análise e na comparação dos impactos dos três pilares da sustentabilidade: ambiental, econômico e social. Eles podem ser gerados por diferentes sistemas que apresentam funções similares (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006).

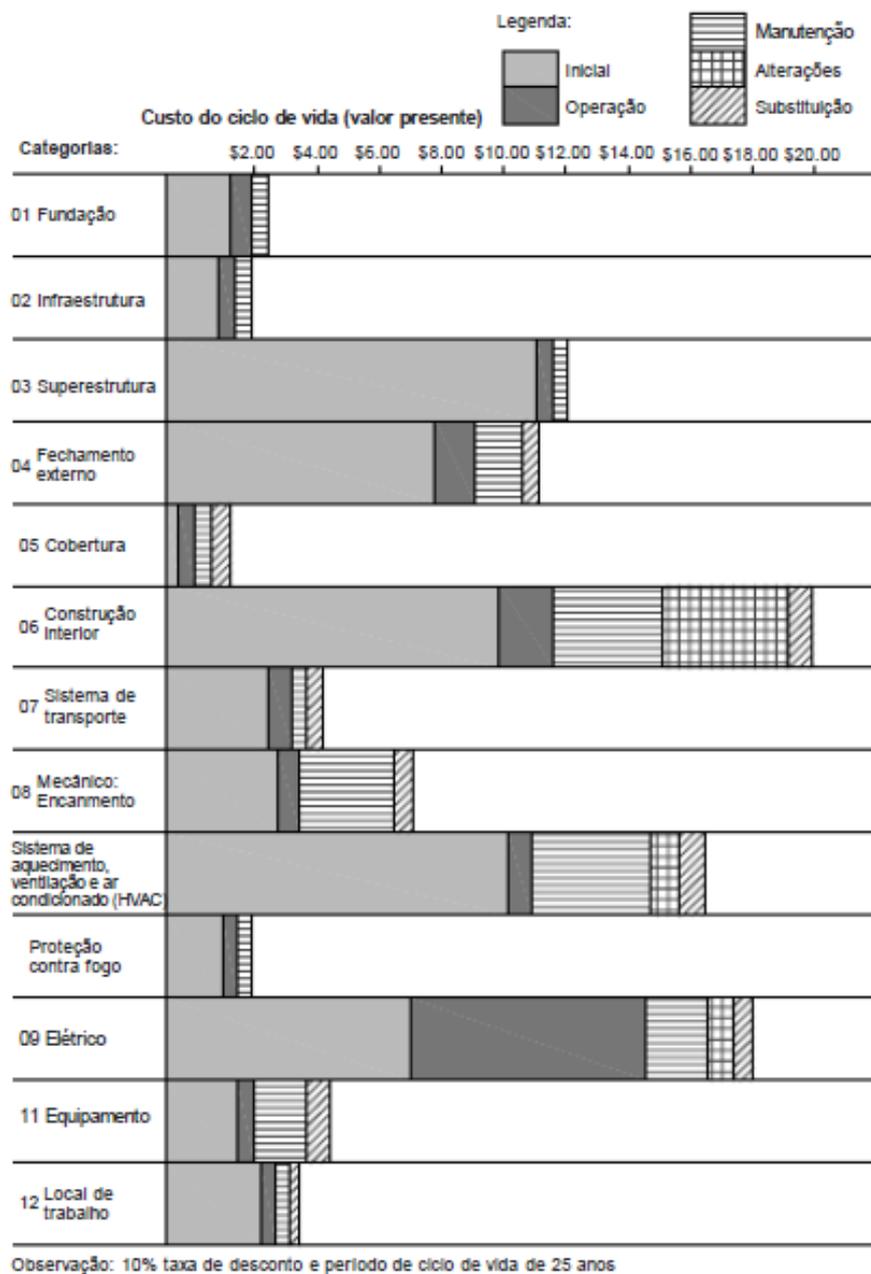
Na construção civil o conceito de ACV tem sido aplicada na avaliação de materiais de construção, para fins de melhorias de processos e produtos, e em esquemas de avaliação ou certificação ambiental de edifícios. Desta forma, pode-se dizer que, a metodologia de ACV de edificações compreende diversos conceitos atrelados a um projeto de sustentabilidade, sendo a ACCV apenas uma dessas partes (GUO; LI; SKITMORE, 2010; EN 16627, 2015).

De acordo com Fuller (2016) a ACCV é um método de avaliação econômica, no qual leva em consideração todos os custos de aquisição, uso, operação, manutenção e descarte de um edifício. Scheiderova-Heralova (2018) ainda cita que é um método utilizado para estimar o custo total do ciclo de vida de um projeto de construção por um período de tempo definido. As decisões tomadas no estágio de projeto determinarão a efetividade da VU da construção, nesta fase pode ser obtido

um enorme benefício no CCV. Para obter o menor valor, todos os custos incorridos durante toda a VU devem ser estimados.

Dell'Isola e Kirk (2003) separam os custos por sistemas construtivos. Na Figura 2 pode-se observar que os custos de operação, manutenção, substituição e reparo, muitas vezes, se igualam ou até mesmo ultrapassam os valores do investimento inicial.

Figura 2 – Distribuição dos custos ao longo do ciclo de vida de um edifício de escritórios



Fonte: Adaptado de Dell'Isola; Kirk (2003, tradução nossa).

Esta ferramenta é particularmente adequada na avaliação do desempenho de custos da edificação. Visando facilitar as escolhas onde existem alternativas de projeto que satisfaçam o mesmo nível de desempenho exigido, atenda aos objetivos do cliente, mas que possam diferir nos custos de operação, manutenção e reparo subsequentes e ainda possivelmente VU diferente. (FULLER; PETERSEN, 1995; FULLER, 2016).

Neste contexto, o principal objetivo de uma ACCV é estimar os custos gerais das alternativas de projeto, para então poder ser feita a seleção do investimento que garante que a edificação ofereça o menor CCV total, consistente com sua qualidade e função (FULLER; PETERSEN, 1995; FULLER, 2016).

De acordo com a EN 16627 (2015), a ACCV pode ser utilizada na construção civil para auxiliar nos processos de tomadas de decisão. De acordo com a ISO 15686-5 (2008) as decisões a seguir podem ser tomadas a partir de uma ACCV:

- a) Avaliação de diferentes cenários de investimento (por exemplo, reformar uma instalação existente ou construir uma nova) na fase de planejamento;
- b) Escolha entre projetos alternativos durante a fase de projeto e construção;
- c) Escolha entre componentes alternativos durante as fases de construção ou uso;
- d) Comparação e/ ou análise de *benchmarking*¹ de decisões anteriores, em um nível individual (por exemplo, custos de energia, custos de limpeza), ou em um nível estratégico (por exemplo, plano aberto versus alojamentos de escritório);
- e) Estimativas de custos futuros para fins orçamentários ou para avaliação da aceitabilidade de uma opção com base no custo.

2.2.1 Normas de avaliação de custos do ciclo de vida

A série de normas *International Organization for Standardization (ISO) 15686*, sob o título geral Edifícios e ativos construídos – Planejamento de vida útil², apresenta metodologia para previsão de VU de componentes da construção, ela consiste nas

¹ Processo de avaliação da empresa em relação à ocorrência, por meio do qual incorpora os melhores desempenhos de outras firmas e/ou aperfeiçoa os seus próprios métodos.

² “*Buildings and constructed assets — Service life planning*”

seguintes partes, apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Conjunto de normas da ISO 15686

Norma	Título Geral	Especificação
ISO 15686-1	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Estrutura e princípios gerais
ISO 15686-2	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Procedimentos de previsão de vida útil
ISO 15686-3	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Autorias e análises de desempenho
ISO 15686-4	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Planejamento de vida útil usando informações de modelagem do edifício
ISO 15686-5	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Custo do ciclo de vida
ISO 15686-7	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Avaliação de desempenho para feedback dos dados de vida útil da prática
ISO 15686-8	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Vida útil de referência e estimativa de vida útil
ISO/TS 15686-9	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Guia para avaliação dos dados de vida útil
ISO 15686-10	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Quando avaliar o desempenho funcional
ISO/TR 15686-11	Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil	Terminologia

Fonte: Elaborado pela autora a partir da ISO 15686 (2021, tradução nossa).

Entre as partes, destaca-se a ISO 15686-5 (2008), referente ao CCV das edificações. Ela desenvolve modelos de custo, de gestão e manutenção das construções, tendo em vista o custo global, o que permite a avaliação comparativa do desempenho de custos ao longo de um determinado período de tempo.

A série de normas *European Standard* (EN) 15643, sob título geral Sustentabilidade de obras de construção. Avaliação da sustentabilidade de edifícios e obras de engenharia civil³, apresenta um sistema para a avaliação da sustentabilidade de edifícios usando a abordagem ciclo de vida, consiste nas partes apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Conjunto de normas da EN 15643

Norma	Título Geral	Especificação
EN 15643-1	Sustentabilidade de obras de construção	Estrutura geral
EN 15643-2	Sustentabilidade de obras de construção	Estrutura para a avaliação do desempenho ambiental
EN 15643-3	Sustentabilidade de obras de construção	Estrutura para avaliação do desempenho social
EN 15643-4	Sustentabilidade de obras de construção	Estrutura para avaliação do desempenho econômico
EN 15643-5	Sustentabilidade de obras de construção	Avaliação da sustentabilidade de edifícios e obras de engenharia. Enquadramento sobre princípios e requisitos específicos para obras de engenharia civil.

Fonte: Elaborado pela autora a partir da EN 15643 (2021, tradução nossa).

Entre as partes, destaca-se a EN 15643-4 (2012), que estabelece um sistema referente a estruturação para avaliação do desempenho econômico do ciclo de vida das edificações, incluindo os principais desenvolvidos na ISO 15686-5, mas com adaptações para avaliação da sustentabilidade no contexto europeu. Como parte complementar a esta norma o *European Committee for Standardization* (CEN) TC 350 elaborou a EN 16627:2015, sob o título Sustentabilidade das obras de construção – Avaliação de desempenho econômico dos edifícios – Métodos de cálculo⁴, que fornece procedimentos de cálculo para ACCV de edifícios novos ou reformas, como parte de uma avaliação da sustentabilidade do edifício (EN 16627, 2015).

A norma EN 16627 (2015) descreve duas abordagens para o cálculo do desempenho econômico. A primeira abordagem refere-se ao CCV, onde expressa o desempenho econômico em termos de custo ao longo do ciclo de vida, levando em consideração custos negativos relacionados à exportação e reutilização de energia e reciclagem de partes do edifício durante seu ciclo de vida e no fim de vida, o cálculo desse indicador é obrigatório para conformidade com a norma. A segunda abordagem trata do equilíbrio do ciclo de vida, considera o CCV, mas além disso, também

³ “Sustainability of construction works. Sustainability assessment of buildings and civil engineering works”

⁴ “Sustainability of construction works – Assessment of economic performance of buildings – Calculation methods”

considera as rendas geradas pela edificação ao longo do ciclo de vida e no fim da vida, mas o cálculo desse indicador é opcional para conformidade com a norma.

A norma *American Society for Testing and Materials (ASTM) E917 (2017)*, sob título Prática padrão para medir os custos do ciclo de vida de edifícios e sistemas construtivos⁵, estabelece um procedimento para avaliar o CCV de um edifício ou sistema construtivo, comparando os CCV de projetos ou sistemas de construção alternativos que satisfaçam os mesmos requisitos funcionais.

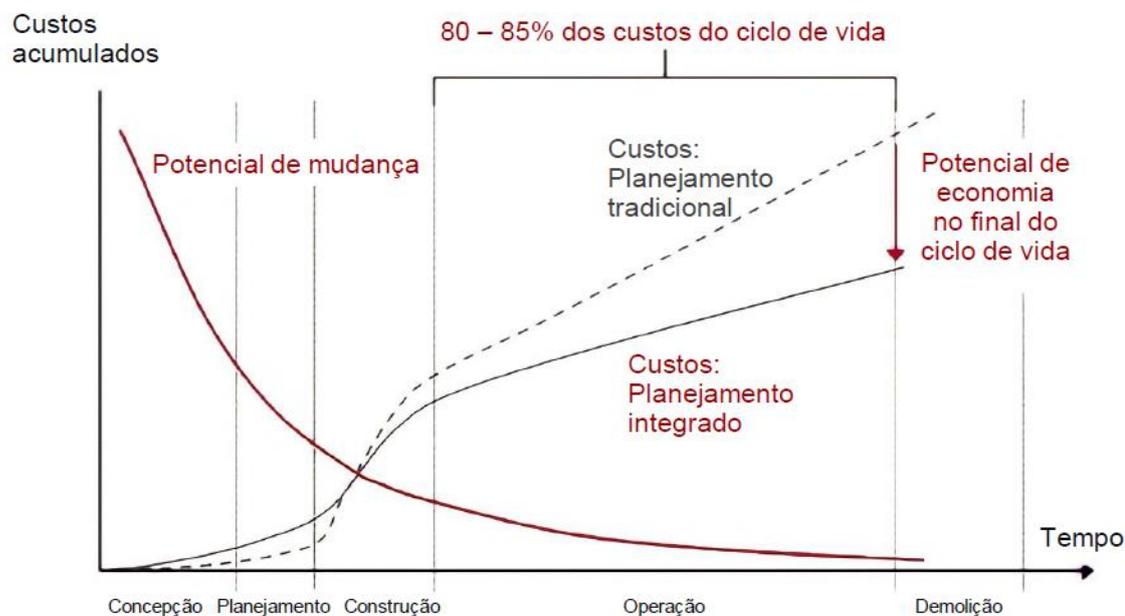
2.2.2 Método de avaliação de custos do ciclo de vida

É importante que a ACCV seja feita no início do processo de projeto, pois nessa fase ainda há chances de refinar o projeto a fim de garantir uma redução considerável nos CCV da edificação. Um estudo realizado na Grã-Bretanha, no ano de 1986 já demonstrava que após o projeto 66% dos custos totais já estão fixos e após a construção esse número passa a ser de 95%. Outro ponto importante a ser considerado no início do processo é a escolha do local de implantação da obra, pois ela possui grande relevância, isso se deve as condições climáticas do local (WÜBBENHORST, 1986; FULLER; SANTOS; AGUIRRE; CANALLI, 2016).

A fase da pré-construção representa um papel crucial no desempenho dos custos futuros do ciclo de vida de uma edificação, nesta fase o potencial de otimização dos custos é quase infinito. A fase de planejamento e projeto oferece o maior potencial de influência no CCV pós-construção. Os estágios iniciais do projeto de uma edificação podem determinar até 80% dos seus custos operacionais, de manutenção e substituição. Já nas últimas fases do planejamento, a possibilidade de mudanças diminui muito, uma vez que a oportunidade de otimizar os custos torna-se cada vez mais limitada a medida se avança nas fases. Este comportamento pode ser observado na Figura 3, que demonstra o desenvolvimento dos custos versus o potencial de otimização deles ao longo do ciclo de vida de um edifício (ISO 15686-5, 2008; KOVACIC E ZOLLER, 2015).

⁵ “*Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems*”

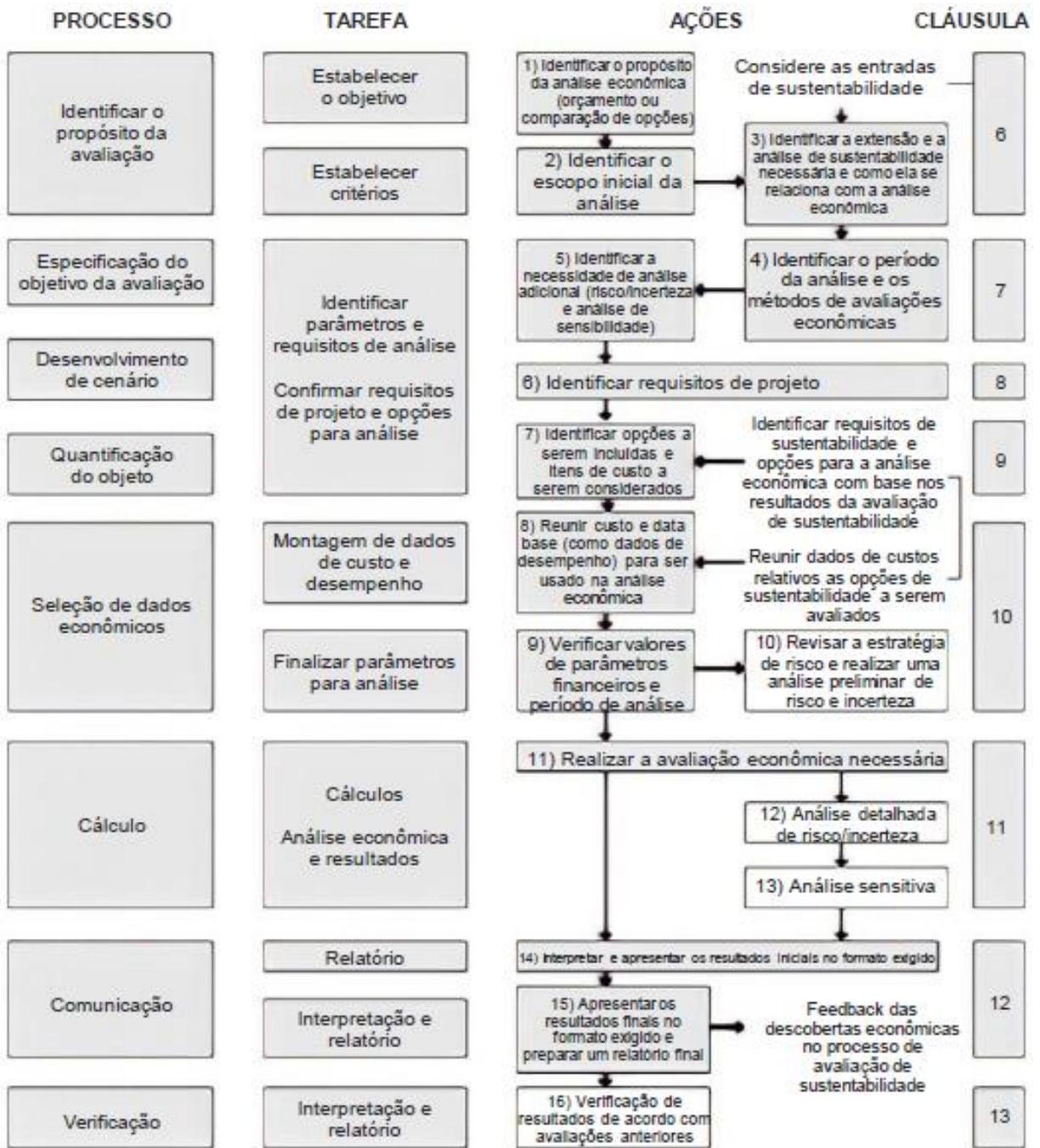
Figura 3 – Desenvolvimento dos custos versus potencial de otimização ao longo do ciclo de vida



Fonte: LaSalle, 2008 apud Kovacic e Zoller, 2015 (tradução nossa).

De acordo com Fuller (2016) uma das tarefas mais desafiadoras da ACCV será a de determinar, quantificar e expressar em valores monetários os impactos econômicos do projeto. A Norma Europeia EN 16627 (2015) especifica os métodos de cálculo, para sua correta realização, a referida norma estabelece que deve ser seguido o processo representado pelos passos ilustrados na Figura 4, a fim de garantir que as informações essenciais sejam coletadas e analisadas.

Figura 4 – Fluxograma de processo para o cálculo da avaliação do desempenho econômico

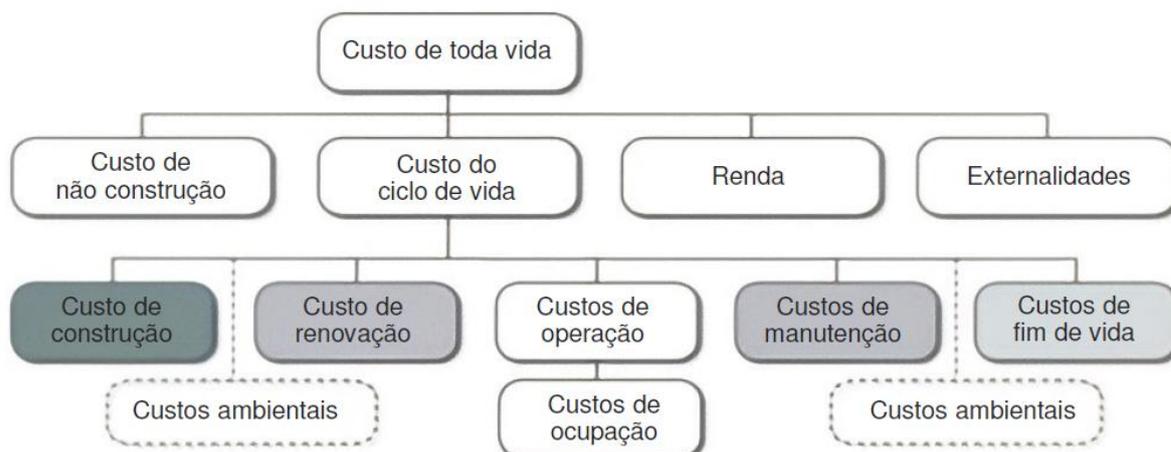


Fonte: Adaptado de EN 16627 (2015, p. 20, tradução nossa).

2.2.3 Categorias de custo da ACCV

Segundo Fuller (2016) a ACCV representa todos os custos gastos durante o ciclo de vida de um edifício. Os custos relacionados ao edifício geralmente se enquadram nas categorias apresentadas na Figura 5.

Figura 5 – Principais categorias de custo da ACCV



Fonte: Adaptado de RICS (2016, tradução nossa).

De acordo com RICS (2016), a ACCV pode abordar um período análise, que vai além do considerado no CCV. Este período de análise, como pode ser visto na Figura 5, é chamado de custo de toda vida (WLC), a diferença entre o CCV e o WLC é que o CCV se concentra apenas nas fases de construção, uso e fim de vida. Já o WLC inclui custos de não construção, renda e externalidades, como por exemplo, gastos com um projeto que não foi construído.

Os custos serão relevantes quando diferirem de uma alternativa para outra e serão significativos quando forem grandes o suficiente para gerar uma diferença credível no CCV total. Todos os custos devem ser inseridos em valor presente líquido (VPL). O menor CCV total é a medida mais simples de interpretação da ACCV (FULLER, 2016).

A determinação dos custos será feita com base na descrição do projeto utilizado como objeto do estudo e os cenários para cada módulo do ciclo de vida da edificação (EN 16627, 2015).

A norma ISO 15686-5 (2008) fornece uma estrutura de discriminação de custos para os componentes do CCV de uma edificação, que incluem quatro principais categorias: custos iniciais (projeto e construção); custos de operação; custo de manutenção; e custos de fim de vida.

De acordo com Snodgrass (2008) o cálculo do CCV consiste, basicamente, em somar todos os custos, iniciais, de operação e de fim de vida de uma edificação, ao longo do período de tempo que espera usá-la, então subtrair o valor residual que você pode obter dela no final desse período.

Kneifel e Webb (2020) propõem a Equação 1, descrita a seguir, como uma fórmula simplificada para o cálculo da ACCV. Esta fórmula funciona para todos os tipos de projetos, sejam eles grandes ou pequenos.

$$CCV = I + Repl - Res + E + W + OM\&R + X \quad (1)$$

Onde:

CCV = CCV, em VP, de uma dada alternativa;

I = custos de investimento, em VPL;

Repl = custos de reposição de capital, em VP;

Res = valor residual (valor da venda do terreno, valor da sucata), em VPL;

E = custos de energia no VP;

W = custos com água no VP;

OM&R = custos com operação, manutenção e reparo em VP;

X = outros custos, em VPL.

2.2.3.1 Custos Iniciais

Os custos de projeto e construção constituem o elemento de custos iniciais do CCV das edificações. Nesta categoria podem ser inclusos os custos com investimento de capital, quando se tratar da aquisição de uma edificação ou terreno e custos da construção, onde serão feitas estimativas detalhadas dos custos de construção. Geralmente, essas estimativas não estão disponíveis até que o projeto esteja definido (DWAIKAT E ALI, 2018; FULLER, 2016).

2.2.3.2 Custos de Operação (Uso de água e energia)

As despesas operacionais de energia e água são baseadas no consumo, nas taxas atuais e nas projeções de preço. Como o consumo de energia e, em certa medida, o consumo de água, a configuração e o invólucro do edifício são interdependentes, os custos de energia e água são geralmente avaliados para o edifício como um todo, e não para os sistemas ou componentes individuais do edifício (FULLER, 2016).

Os custos de energia geralmente são difíceis de prever com precisão na fase de projeto. Devem ser feitas suposições sobre perfis de uso, taxas de ocupação e horários, os quais afetam o consumo de energia. A definição sobre os dados de

consumo de energia na fase de projeto poderá ser feita com base em análises de engenharia ou de programas computacionais. As cotações dos preços dos fornecedores devem ser levadas em conta, bem como a estrutura tarifária que pode variar no inverno e verão. Desta forma será obtida uma estimativa o mais próximo possível da realidade. Os custos do consumo de água devem ser tratados da mesma forma que os custos de energia (FULLER, 2016).

2.2.3.3 Custos de Manutenção, Reparo e Substituição

Os custos de manutenção do edifício se referem a todas as ações necessárias para manter o edifício ou seus componentes funcionando de uma maneira que atenda aos requisitos mínimos de desempenho da edificação. Compreendendo todas as atividades necessárias para preservar e proteger os componentes do edifício (DWAIKAT E ALI, 2018; RICS, 2016).

Essa categoria de custos costuma ser difícil de estimar, pois os horários de operação e os padrões de manutenção variam de edifício para edifício, podendo haver grandes variações nesses custos, mesmo para as edificações do mesmo tipo e idade (FULLER, 2016).

De acordo com a ISO 15686-5:2008, os seguintes itens devem estar inclusos nesta categoria: gestão de manutenção, adaptação ou reforma do edifício, pequenos custos de reparo e substituição, custos de substituição de sistemas ou componentes principais, limpeza, manutenção do solo, taxa de redecação de bens e serviços de manutenção.

O número e o momento das substituições dos sistemas prediais dependem da VU estimada dos sistemas e da duração do período de estudo (FULLER, 2016).

2.2.3.4 Custos de fim de vida

O custo do fim da vida é um elemento essencial do CCV da edificação. Refere-se ao custo associado à eliminação de um ativo no fim de sua VU, incluindo custos de inspeções, desconstrução, demolição, descarte de entulho ou quaisquer outros custos associados com as operações de disposição final (DWAIKAT E ALI, 2018).

2.2.3.5 Valores Residuais

O valor residual de uma edificação é o valor restante no final do período de estudo ou momento em que é substituído durante o período de estudo. Os valores residuais podem ser baseados no valor de revenda ou no valor da sucata. Como regra geral, o valor residual de uma edificação pode ser calculado proporcionalmente com os seus custos iniciais (FULLER, 2016).

2.2.3.6 Encargos Financeiros

Encargos financeiros e outros pagamentos se aplicam, se um projeto for financiado. Os encargos financeiros são geralmente incluídos nos pagamentos do contrato negociados (FULLER, 2016).

2.2.3.7 Benefícios ou custos não monetários

Benefícios ou custos não monetários são custos para os quais não há uma maneira objetiva de se atribuir um valor, como por exemplo benefícios derivados de um sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC), são custos muito difíceis de estimar. Por essa razão, esses custos não precisam ser considerados na ACCV, mas se forem significativos, devem ser considerados na decisão final de investimento e incluídos na documentação do projeto (FULLER, 2016).

2.2.4 Período de estudo

O período do estudo de uma ACCV pode ou não ser equivalente a VU do edifício. Ele pode representar o período em que o investidor irá utilizar a edificação, sendo que esse período pode acabar antes da edificação atingir seu período de VU. Quando a VU for muito longa, pode ser adotado um período de estudo menor de forma conservadora, tendo em vista que a incerteza associada a previsão de custos de longo prazo reduz substancialmente a credibilidade dos resultados. Ao adotar um período de estudo menor do que a VU do edifício é importante que o valor residual seja incluído na avaliação (ASTM E917, 2017).

De acordo com Dell'Isola e Kirk (2003) um período de estudo ideal para edifícios seria de 25 a 40 anos, pois quando os custos futuros são analisados em VPL, os

custos além de 40 anos podem ser insignificantes. Já a ISO 15686-5 (2008) recomenda que o período de estudo não exceda 100 anos, pela mesma razão.

É importante que em uma ACCV feita para comparar alternativas de investimentos em VPL, o mesmo período de estudo seja utilizado entre as alternativas. Independente do objetivo da ACCV, deve ser utilizado o mesmo período de estudo para todas as categorias de custo associadas ao investimento (ASTM E917, 2017).

2.2.5 Cálculo do Custo do Ciclo de Vida

O CCV é um cálculo feito para contabilizar os custos presentes e futuros de um projeto, ao longo do seu ciclo de vida. Pode ser definido simplesmente como a soma de todos os custos incorridos durante a VU de um projeto. Na condução de uma ACCV os custos devem ser calculados levando em consideração o valor do dinheiro no tempo, devendo estar claramente indicados em termos nominais, reais, ou valor presente líquido (VPL). Para que esses custos sejam calculados, vários tipos de informações relacionadas à economia são necessários. Para isso, são utilizadas taxas de inflação e desconto. Idealmente, os custos devem estar em VPL (DHILLON, 2009; ISO 15686-5, 2008; KNEIFEL E WEBB, 2020).

Com a estimativa e custos por ano, uma taxa de desconto e um período de estudo definidos é possível calcular o CCV de uma alternativa. Primeiramente devem ser calculados os VPL de todos os custos incorridos durante o período de estudo, usando a taxa de desconto. Em seguida, esses valores devem ser somados para encontrar o CCV. Embora muitas informações devam ser reunidas e manipuladas para realizar uma ACCV, a fórmula geral é bastante direta (KNEIFEL E WEBB, 2020).

A Equação 2, proposta por Fuller e Petersen (1995), apresenta a fórmula geral para o cálculo do CCV em VPL:

$$CCV = \sum_{t=0}^N \frac{F}{(1+d)^t} \quad (2)$$

Onde:

CCV = CCV total, em VPL;

F = soma de todos os custos, em valor futuro, menos o valor residual, que ocorrem no ano t ,

N = número de anos do período da análise;

d = taxa de desconto usada para ajustar o valor futuro a VPL (%).

Como os edifícios possuem VU longa, geralmente de dezenas de anos, os custos não podem ser simplesmente somados, se fazendo necessário o ajuste do valor do dinheiro no tempo. Isso se deve a influência que a inflação pode ter sobre a viabilidade econômica de um investimento (SNODGRASS, 2008).

É válido utilizar métodos de análise de viabilidade econômica, que, assim como a ACCV, representam um conjunto de princípios e técnicas necessárias para a tomada de decisões de longo prazo sobre alternativas de investimento. Os valores da ACCV precisam ser aplicados corretamente, com os mesmos valores de entrada e ajustes de tempo (FULLER, 2016).

2.2.5.1 Valores nominais e valores reais

De acordo com a EN 16627 (2015), os valores nominais indicam custos sem a aplicação de taxa de inflação. Em contrapartida, de acordo com a ISO 15686-5:2008, os custos reais desconsideram os efeitos da inflação, já os custos nominais levam em consideração o efeito da inflação.

Neste estudo foi adotado o inverso do que a ISO 15686-5:2008 impõe, pois essa é a forma que os autores brasileiros denominam esses indicadores econômicos. Portanto, estão definidos que os custos em termos nominais desconsideram os efeitos da inflação, referindo-se aos valores atuais de bens ou serviços. Já os custos em termos reais referem-se aos custos que são estimados levando em consideração o efeito da inflação, desta forma, eles representam a quantidade de dinheiro que será pago no ano em que os custos tiverem que ser pagos (ISO 15686-5, 2008).

Quando o objetivo da ACCV for gerar um orçamento financeiro do ciclo de vida de um investimento, as saídas de dinheiro futuras precisam ser avaliadas, portanto deve ser conduzida em valores reais. Os custos reais podem ser utilizados para fazer uma soma monetária para garantir que os valores estarão disponíveis quando necessários (ISO 15686-5, 2008).

Inicialmente, deve-se calcular os custos em termos nominais para garantir a precisão dos cálculos, independentemente do momento em que os custos irão ocorrer. Embora os custos em termos nominais não sirvam para preparar orçamentos financeiros, a soma deles serve para ambientar as pessoas com os valores atuais,

pois ele permite o uso de informações atuais conhecidas (EN 16627, 2015; ISO 15686-5, 2008).

Os custos reais devem ser derivados da projeção econômica (ISO 15686-5, 2008). Sendo calculado utilizando a matemática dos juros compostos, que refere-se a juros pagos sobre juros, através do fator de inflação $(1+i)^n$. A inflação representa a redução no poder de compra do dinheiro ano a ano. A Equação 3 determina o montante acumulado F , depois de n anos, ao multiplicar o custo nominal P pelo fator de inflação composto anualmente (ASTM E917, 2017; BLANK E TARQUIN, 2008; KNEIFEL E WEBB, 2020).

$$F = P (1 + i)^n \quad (3)$$

Onde:

P = valor no ano base (R\$);

F = valor futuro (R\$);

n = número de anos entre a data base e a ocorrência do custo;

i = taxa de inflação (%).

A taxa de inflação pode ser obtida através de relatórios periódicos sobre informações históricas das taxas de inflação emitidos por algum departamento de estatísticas do país do estudo. Esses relatórios contêm dados sobre o Índice de Preços ao Consumidor (IPC) para diferentes tipos de bens e serviços (DWAIKAT E ALI, 2018).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2021), no Brasil, o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) é produzido pelo Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC) e possui como objetivo medir a inflação de um conjunto de produtos e serviços comercializados no varejo.

2.2.5.2 Valor presente líquido

O VPL é a soma dos fluxos de caixa futuros descontados, podendo ser definido como a soma de dinheiro que precisaria ser investida hoje para atender a todos os requisitos financeiros futuros, à medida que surgem ao longo da VU do investimento (BULL, 2003; EN 16627, 2015).

O VPL é a medida padrão em uma ACCV que será utilizada para fins de comparação entre alternativas de investimentos e tomadas de decisões. Estimar os custos em VPL reduz as incertezas associadas a previsão da inflação. Na construção

civil a ACCV em VPL pode ser utilizada, por exemplo, para comparação entre alternativas de projeto, sistemas construtivos e componentes da construção, onde desejamos saber se vale a pena gastar um valor adicional de dinheiro na fase da construção de uma edificação, para que haja redução subsequente nos custos de operação. Como por exemplo, adicionar cerâmica em uma parede pode gerar um custo adicional na construção em comparação a execução de uma parede com pintura, mas futuramente não terá o custo de manutenção que uma parede com pintura exige (BULL, 2003; EN 16627, 2015; ISO 15686-5, 2008).

O cálculo da ACCV, em termos de VPL, consistem em descontar os custos futuros, que ocorrem em diferentes pontos do tempo, até a data base para que eles possam ser somados. Isso é feito através do uso de uma taxa de desconto e da Equação 4. A seleção da taxa de desconto tem um grande impacto sobre o resultado do CCV. No setor privado, geralmente a taxa de desconto é baseada na taxa mínima de atratividade (TMA) aceitável pelo investidor, podendo variar significativamente de investidor para investidor (EN 16627, 2015; FULLER E PETERSEN, 1995; ISO 15686-5, 2008).

$$VPL = \frac{F}{(1 + d)^n} \quad (4)$$

Onde:

VPL = valor descontado até o ano base (R\$);

F = valor futuro (R\$);

n = número de anos entre a data base e a ocorrência do custo;

d = taxa de desconto (%).

2.2.5.3 Payback Simples

Pode ser definido como o número de períodos (anos, meses, etc.) para recuperar o investimento inicial. Para calcular o período de *payback* de um projeto soma-se os valores dos fluxos de caixa, período a período, até que essa soma se iguale ao valor do investimento inicial. Uma vez que o período de *payback* é encontrado, então basta somar os fluxos de caixa ao valor do investimento inicial. Embora esse método possua algumas desvantagens ao ser comparado com os outros indicadores, ele é amplamente empregado por ser a maneira mais simples para se analisar a viabilidade econômica de um investimento (PRATES, 2017).

2.2.5.4 Payback Descontado

Semelhante ao *payback* simples, possui como diferença a utilização de uma taxa de desconto, em geral esta taxa de desconto será a TMA, antes de se proceder a soma dos fluxos de caixa, ou seja, leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Todos os fluxos de caixa futuros deverão ser descontados pela TMA em relação ao período ao qual o fluxo está atrelado (PRATES, 2017; FULLER, 2016).

Fuller (2016) ressalta que o *payback* simples e o *payback* descontado só serão consistentes com a ACCV se forem calculados para todo o período do estudo, não apenas nos anos de período de retorno.

2.2.5.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)

É a taxa de retorno do investimento, considerando o valor temporal do dinheiro. É a taxa de desconto que zera o VPL dos fluxos de caixa de um projeto, ou seja, faz com que todas as entradas se igualem a todas as saídas de caixa. A diferença entre a TIR e a VPL é que enquanto a VPL oferece um indicador absoluto, em moeda, a TIR oferece uma visão em percentual, tornando-se mais fácil a comparação com outros investimentos. Esse indicador deve ser comparado com a TMA, o projeto será considerado economicamente viável quando o valor da TIR for superior ao da TMA (PRATES, 2017; BORGES, 2013).

2.3 ESTUDOS DE CASO SOBRE ACCV

Este tópico visa apresentar dois estudos de caso de ACCV.

2.3.1 Estudo de caso da Associação de Incorporadores Imobiliários de Kuala Lumpur na Malásia

Este estudo de caso, escrito por Luay N. Dwaikat e Kherun N. Ali, foi publicado no *Journal of Building Engineering* em julho de 2018, foi feito analisando a Associação de incorporadores imobiliários⁶ (REHDA) de Kuala Lumpur, capital da Malásia. A sede da REHDA é um edifício de escritório verde de três andares certificado pelo *Malaysian*

⁶ “*Real Estate and Housing Developers’ Association (REHDA)*”

Green Building Index (GBI) em 2014, com 2695 m² de área construída (DWAIKAT; ALI, 2018).

A sede da REHDA, construída entre os anos de 2009 e 2012, foi projetada para adotar tecnologias verdes e recursos ecológicos, como paredes externas com revestimento duplo para reduzir a incidência do calor, paredes de bloqueio de ventilação, recursos de resfriamento de água, mini jardim no telhado, sistemas de captação de água da chuva, além de um sistema fotovoltaico. De acordo com critérios de projeto, a estimativa de demanda de energia anual da edificação é de cerca de 502.913 kWh/ano, o que equivale a 87 kWh/m²/ano (DWAIKAT; ALI, 2018).

O artigo deste estudo demonstra como a análise do CCV foi conduzida e mostra como as variáveis do CCV foram identificadas e usadas para desenvolver um orçamento de ciclo de vida para todo o ciclo de vida do edifício verde, que se estende por 60 anos (DWAIKAT; ALI, 2018).

Verifica-se nesse estudo de caso que os custos futuros do edifício verde estudado são cerca de 3,6 vezes mais altos do que os custos com projeto e construção. O custo de energia constitui um peso de 48% do orçamento total do ciclo de vida do edifício e essa proporção passa a ser de 60% quando ponderamos apenas contra os custos operacionais do edifício. Verificou-se também que a redução do consumo de energia da edificação verde é o fator mais influente para reduzir o CCV total. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos neste estudo (DWAIKAT; ALI, 2018).

Tabela 1 – Resultados da ACCV da Malásia

nº	Descrição	Custo total do ciclo de vida (\$)	Peso
1	Custo de projeto e construção	3.666.518,00	22%
2	Custo de energia do edifício	8.076.352,00	48%
3	Custo de água e sistema de esgoto do edifício	337.911,00	2%
4	Custo de manutenção do edifício	4.631.839,00	27%
5	Custo do fim de vida	173.014,00	1%
6	Custo total do ciclo de vida	16.885.634,00	100%

Fonte: Adaptado de Dwaikat e Ali (2016, tradução nossa).

2.3.2 Estudo de caso de edificações residenciais em Gaziantep na Turquia

Este estudo de caso, escrito por Adem Atmaca, foi publicado no *International Journal of Building Engineering* em fevereiro de 2016, foi feito analisando dois edifícios residenciais Gaziantep, na Turquia. Os edifícios residenciais estão denominados

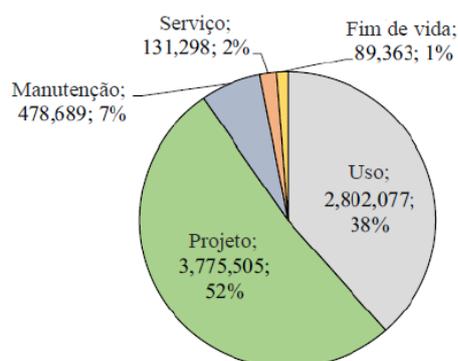
neste estudo como BT1 e BT2. BT1 tem área bruta de 250 m² por andar, cinco andares e dois apartamentos por andar. BT2 possui 100 m² de área bruta por andar, tem 13 andares, 4 apartamentos por andar (ATMACA, 2016).

Este estudo apresenta avaliação de energia, emissões e CCV para os dois edifícios estudados. O foco do estudo é estimar o uso de energia, emissões de carbono e os custos por metro quadrado das fases de construção, operação e demolição, em um período de 50 anos de VU (ATMACA, 2016).

Ambos os edifícios do estudo possuem estrutura de concreto armado moldado *in loco*. BT1 é construído em uma área urbana e BT2 é construído em uma área rural. Existem diferenças significativas no número de andares, número de apartamentos, área construída e altura entre os edifícios (ATMACA, 2016).

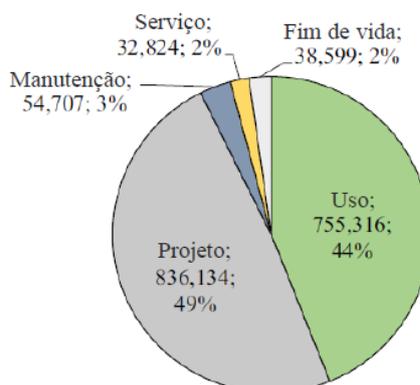
O CCV foi estimado de BT1 foi de 7,28 milhões de dólares e de BT2 foi de 1,72 milhões de dólares. Os Gráficos 1 e 2 apresentam os resultados obtidos neste estudo, para BT1 e BT2, respectivamente (ATMACA, 2016).

Gráfico 1 – Resultados da ACCV da Turquia para BT1



Fonte: Adaptado de Atmaca (2016, tradução nossa).

Gráfico 2 – Resultados do estudo da Turquia para BT2



Fonte: Adaptado de Atmaca (2016, tradução nossa).

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo consiste na apresentação da metodologia que utilizada para atingir os objetivos desta pesquisa, caracterizada como um estudo de caso, que, de acordo com Ventura (2007), é um modelo de pesquisa que visa à investigação de um caso específico, bem fundamentado, contextualizando em tempo e lugar, para que se possa realizar uma busca circunstanciada de informações. Yin (2015) ainda salienta que essa metodologia é empregada visando responder principalmente as questões de “*como*” ou “*por quê*” o estudo está sendo realizado, onde o pesquisador possui pouco ou nenhum controle sobre o comportamento da pesquisa e apresentando como foco da proposta um fenômeno contemporâneo.

3.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O projeto selecionado como objeto de estudo trata-se de uma edificação de uso misto, comercial e residencial, construída na cidade de Rolante/RS, localizada a 95 km da cidade de Porto Alegre (MUNICÍPIO DE ROLANTE, 2021).

A edificação possui 2 pavimentos, o primeiro pavimento é composto por 3 salas comerciais, um salão de festas, garagem e hall e o segundo por 6 apartamentos. A Tabela 2 apresenta a distribuição das áreas. A edificação recebeu a carta de habitação (habite-se) em 2016, sendo que a execução do projeto iniciou em maio de 2013 e sua conclusão se deu em abril de 2016.

Tabela 2 – Tabela de áreas da edificação utilizada como objeto de estudo

1º pav.	273,00	m²
Sala 01	77,00	m ²
Sala 02	40,47	m ²
Sala 03	39,33	m ²
Uso comum	116,20	m ²
2º pav.	322,79	m²
Apartamento 01	53,90	m ²
Apartamento 02	46,49	m ²
Apartamento 03	42,23	m ²
Apartamento 04	45,64	m ²
Apartamento 05	55,34	m ²
Apartamento 06	51,54	m ²
Uso comum	27,65	m ²
Total	595,79	m²

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O escritório que elaborou e executou esse projeto está denominado neste trabalho como “Escritório A”. As unidades autônomas da edificação são alugadas e gerenciadas por uma imobiliária, denominada como “Imobiliária A” neste trabalho.

O sistema construtivo da edificação é composto por estrutura de concreto armado moldado *in loco*, vedação vertical do tipo blocos cerâmicos sem função estrutural de 12 furos e esquadrias de vidro e alumínio. Os revestimentos internos e externos foram executados em argamassa com pintura e nas áreas molhadas internas aplicou-se revestimento cerâmico. O sistema de cobertura é constituído por telhas de fechamento de fibrocimento e estrutura de madeira, sobre laje de forro pré-moldada.

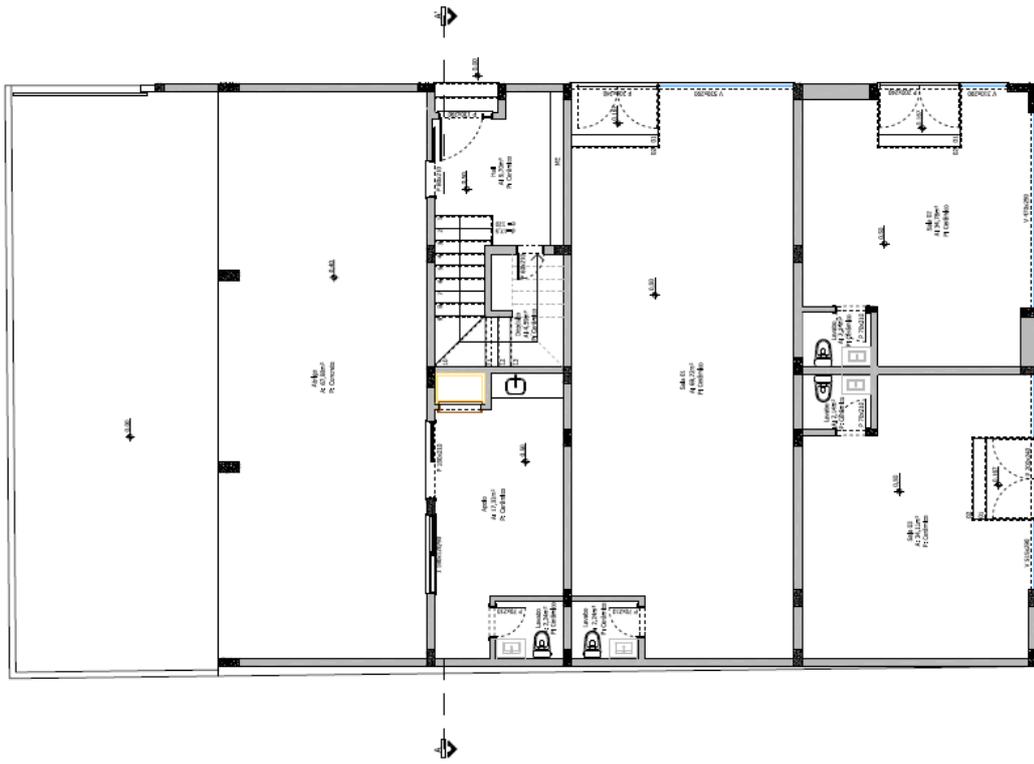
A Fotografia 1 apresenta a vista externa do edifício construído e as Figuras 6, 7 e 8 demonstram as características do projeto adotado para este estudo.

Fotografia 1 – Edificação utilizada como objeto de estudo



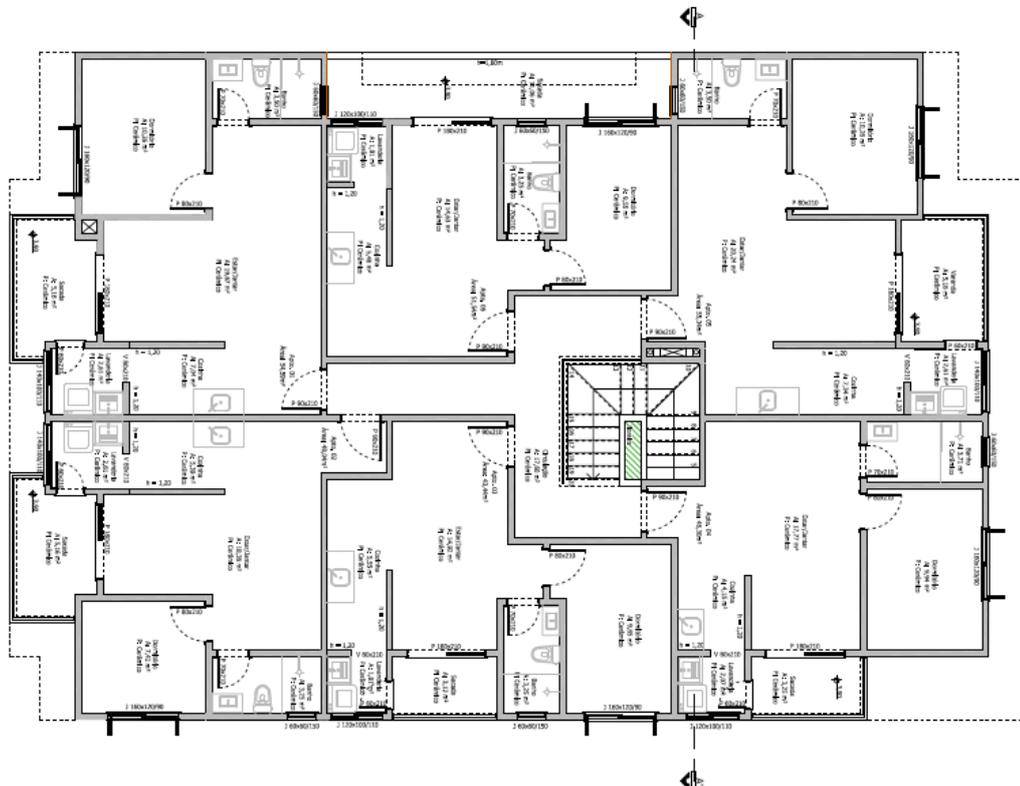
Fonte: Registrada pela autora (2021).

Figura 6 – Planta Baixa do 1º pavimento



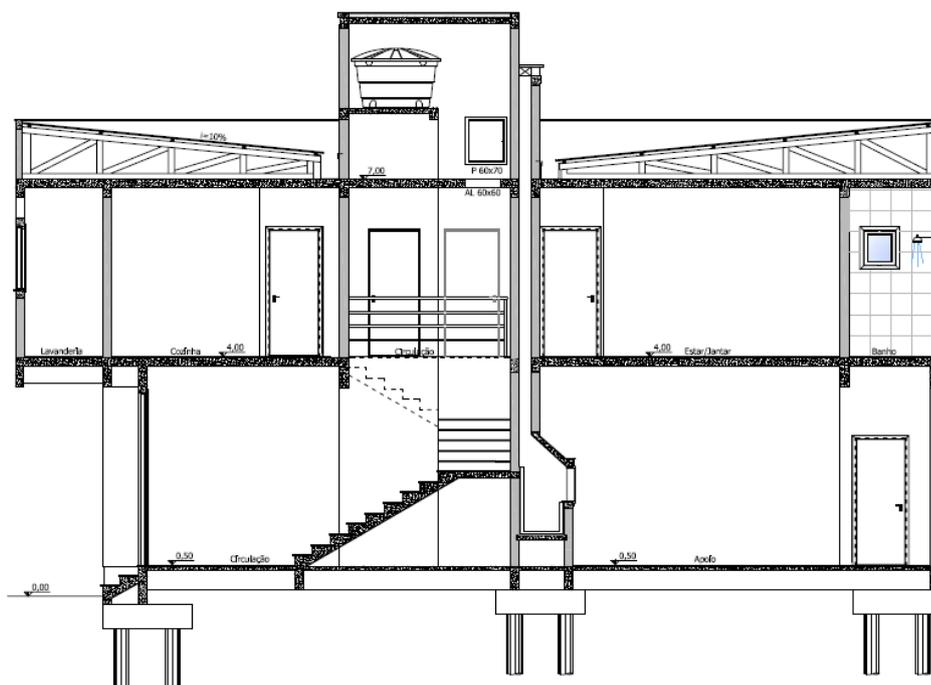
Fonte: Escritório A (2013).

Figura 7 – Planta Baixa do 2º pavimento



Fonte: Escritório A (2013).

Figura 8 – Corte esquemático

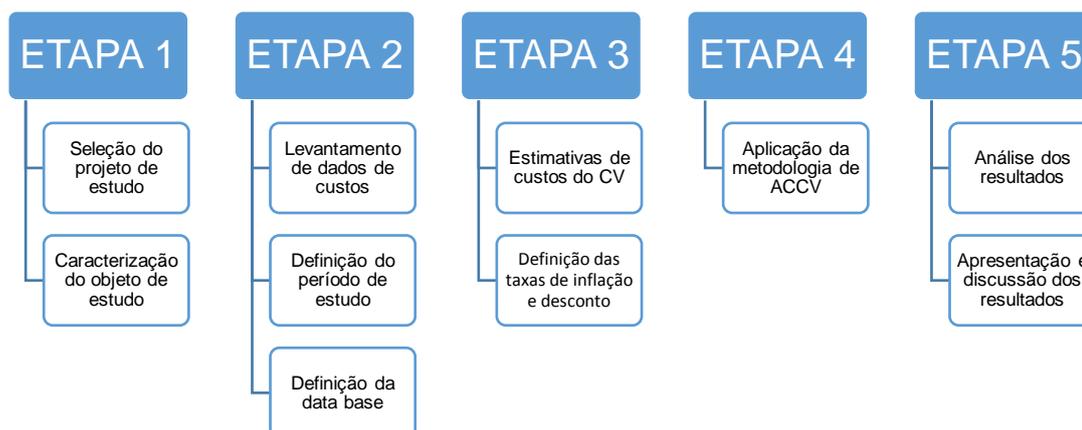


Fonte: Escritório A (2013).

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O escopo desta pesquisa compreende cinco etapas, conforme demonstrado da Figura 9. Inicialmente, na etapa 1, realizou-se a seleção do projeto do estudo de caso, sendo caracterizada a edificação utilizada. Na etapa 2 levantou-se todos os dados necessários para aplicação do método de ACCV e definiu-se o período de estudo e a data base. Na etapa seguinte, denominada etapa 3, com os dados obtidos na etapa anterior, foram estimados os CCV e definidos os valores das taxas de inflação e desconto. Na etapa 4 aplicaram-se os cálculos do método de ACCV, que consiste na obtenção dos valores futuros e posteriormente dos valores presentes, para análise final dos resultados. E por fim, a etapa 5, apresenta as análises e discussões dos resultados obtidos.

Figura 9 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

3.3 AVALIAÇÃO DO CUSTO DO CICLO DE VIDA

De acordo com a EN 16627 (2015), o nível de precisão dos dados de entradas e saídas adotados nos cálculos da ACCV depende do escopo e do uso do estudo.

São necessários vários tipos de informações para executar uma ACCV. Isso inclui dados para gerar estimativas dos custos iniciais, operacionais, de manutenção, transporte, fim de vida, VU, taxas de inflação e taxa de desconto. Para realizar uma ACCV eficaz, a disponibilidade de um bom banco de dados de custos é muito importante. Sendo assim, antes de iniciar um estudo de CCV, é importante examinar cuidadosamente fatores como aplicabilidade, disponibilidade e compatibilidade dos dados (DHILLON, 2009).

Para realização deste estudo foram consideradas as normas ISO 15686-5:2008 e EN 16627:2015.

3.3.1 Período do estudo de caso

Uma vez que o objetivo deste estudo de caso é desenvolver um orçamento para todo CV da edificação, o período do estudo foi determinado conforme a VUP. De acordo com a NBR 15575:2013, a VUP mínima da estrutura de um edifício deve ser de 50 anos. Portanto, a análise cobre um período de 50 anos, entre 2020 (data considerada como final da construção) a 2070 (data de fim de vida prevista). Considera-se que, para este estudo, quando o edifício atingir a VUP estabelecida,

será demolido. Na prática possivelmente a edificação poderá passar por um processo de *retrofit*⁷ e possuir $VU > VUP$.

3.3.2 Data base do estudo

Optou-se por utilizar o ano de 2020 como data base, por ser o ano da maioria dos dados coletados. Pelo mesmo motivo, a fim de facilitar o entendimento do estudo, optou-se por considerar que a edificação tenha sido construída no ano de 2020 e sua ocupação tenha se dado em 2021.

3.3.3 Definição do objetivo e escopo do estudo

O objetivo da ACCV realizada foi conhecer o comportamento dos custos da edificação utilizada como objeto de estudo nas diferentes fases da sua VU. Para esta pesquisa, o escopo da ACCV engloba todo o ciclo de vida da edificação, ou seja, será realizada do “berço ao túmulo”, que compreende desde a etapa de pré-construção (A0) à disposição final dos resíduos (C4), ao longo de 50 anos, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 – Etapas pertencentes ao escopo da ACCV

INFORMAÇÕES DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO														
A0		A1 - 3		A4 - 5		B1 - 7					C1 - 4			
PRÉ - CONSTRUÇÃO		PRODUTO		PROCESSO DE CONSTRUÇÃO		USO					FIM DE VIDA			
Terreno e taxas associadas A0		Suprimento de materiais Transporte Manufatura A1-A3		Transporte A4 Processo de instalação da construção A5		B1	B2	B3	B4	B5	Desconstrução C1 Transporte C2 Processamento de resíduos para reutilização, recuperação ou reciclagem C3 Disposição final C4			
						Uso	Manutenção	Reparo	Substituição	Remodelação				
						B6 Uso operacional de energia								
						B7 Uso operacional de água								

Fonte: Adaptado de BS EN 16627 (2015, p. 27).

⁷ Processo de remodelação ou atualização do edifício, visando o aumento da VU.

Este capítulo visa apresentar a forma de obtenção dos dados utilizados nas estimativas de custos, discriminando cada etapa dos cálculos da ACCV feita neste estudo, tendo em vista que os resultados estão apresentados no capítulo seguinte.

3.3.3.1 Fase Inicial (A0 à A5)

Os custos da fase inicial englobam as despesas associadas com a compra do terreno e suas taxas associadas e o valor da construção, incluindo o suprimento de materiais, transporte dos mesmos, manufatura e o processo de instalação da construção. Os tópicos a seguir descrevem os custos associados a esta etapa da VU da edificação.

3.3.3.1.1 *Terreno e taxas associadas (A0)*

As taxas associadas a compra do lote foram desconsideradas devido a impossibilidade da obtenção destes custos, sendo então considerado apenas o valor da compra do terreno.

3.3.3.1.2 *Custos de materiais e processos de construção (A1 a A5)*

Devido ao baixo nível de detalhamento do orçamento de obras fornecido pelo Escritório A os custos iniciais foram obtidos através da realização de um orçamento, apresentado no Apêndice A.

Afim de obter-se um orçamento muito próximo da realidade da edificação, a coleta de dados para a quantificação das composições do orçamento deu-se com base nas informações obtidas nos projetos fornecidos pelo Escritório A, em visita a edificação e informações coletadas diretamente com o proprietário.

Para o desenvolvimento do orçamento utilizou-se a plataforma de orçamento de obras OrçaFascio⁸ e o banco de dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Optou-se por utilizar a base de dados do Rio Grande do Sul de janeiro de 2020, por ser o ano considerado como de início e término da obra. Os custos com encargos sociais de mão de obra atribuídos são não desonerados.

⁸ <https://www.orcafascio.com/>

Os valores de insumos e composições de serviços do SINAPI englobam todos os custos associados as fases de produto (A1 a A3) e processo de construção (A4 e A5), desta forma, não se fez necessário calcular esses custos separadamente. A taxa B.D.I utilizada foi de 35%. A escolha deste valor de BDI se deu com base no tempo da construção, no tipo de contrato feito com a construtora e nos riscos associados ao período de obra.

3.3.3.2 Fase de uso (B1 a B7)

A fase de uso engloba todos os custos associados com uso, manutenção, reparo, substituição, remodelação, uso operacional de energia e uso operacional de água. Os tópicos a seguir descrevem os custos associados a esta etapa da VU da edificação.

3.3.3.2.1 *Uso (B1)*

Na etapa de uso consideraram-se os gastos com Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e seguro do ano de 2020. Esses dados foram informados pelo proprietário da edificação.

3.3.3.2.2 *Manutenção (B2)*

O único item de manutenção considerado neste estudo foi da limpeza das áreas comuns da edificação, o proprietário informou o valor médio semanal gasto com limpeza no ano de 2020. Tendo em vista que a limpeza das unidades autônomas é de responsabilidade dos inquilinos, não foi possível obter esses dados. Os demais gastos com manutenção, como por exemplo, substituições de filtros de ar-condicionado e limpeza da caixa d'água não foram possíveis de serem previstos, portanto não foram considerados na estimativa de custo de manutenção.

3.3.3.2.3 *Reparo (B3)*

Devido à complexidade de estimar a frequência e profundidade dos reparos, considerou-se que durante a VU desta edificação não haveria nenhum tipo de reparo.

Foram considerados apenas as substituições completas dos elementos da edificação, conforme descrito no item a seguir.

3.3.3.2.4 Substituição (B4)

Para estimar os custos de substituições durante a VU da edificação se fez necessário a utilização de uma base de dados de VU de componentes da construção. A base de dados escolhida para este estudo foi a tabela de VU dos componentes para ACV de acordo com o Sistema de Avaliação de Edifícios Sustentáveis⁸ (BNB). Os dados de VU da tabela de Vida Útil dos Componentes para Avaliação do Ciclo de Vida⁹ (BBSR) são desenvolvidos especialmente para a aplicação nos cálculos de ACCV e Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de edifícios no contexto da aplicação do sistema BNB para projetos de construção federais na Alemanha (BBSR, 2017).

A partir da tabela BBSR foi possível prever quais componentes da edificação deverão ser substituídos dentro do período de estudo de 50 anos e quantas substituições irão ocorrer dentro deste prazo. Para estimar o custo dos componentes que irão precisar de substituição utilizou-se o orçamento feito para o item 3.3.3.1.2 deste estudo.

A NBR 15575-1:2013 utiliza critérios de falha para definir as VUP mínimas dos componentes do edifício. Esses critérios são motivados por limitações de custo ou técnicas, não estando relacionados a VU de um elemento de construção real, desta forma, condições reais, como por exemplo exposições a agentes agressivos, não estão sendo consideradas (MORALES *et al.*, 2020). Por esse motivo os valores de VUP apresentados na norma são incompatíveis com as substituições de um cenário real de uma edificação, como por exemplo, a VUP mínima recomendada pela norma para revestimento interno aderido é de ≥ 20 anos (NBR 15575-1, 2013). É pouco provável que será necessário fazer a substituição dos revestimentos internos aderidos dentro de 20 anos, por esse motivo optou-se por utilizar como referência os dados da BBSR, que foram desenvolvidos especialmente para as estimativas de uma ACCV.

⁸ “*Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)*”

⁹ “*Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse (BBSR)*”

3.3.3.2.5 Remodelação (B5)

Considerou-se que durante a VU desta edificação não haveria nenhum tipo de remodelação de layout interno ou de fachada, portanto este tópico não foi incluído no escopo desta pesquisa.

3.3.3.2.6 Uso de Energia (B6)

Para estimar o CCV de energia foram coletados os dados de consumo durante um período de doze meses, entre os meses de abril de 2020 e março de 2021. Os valores de consumo mensal de energia de cada unidade autônoma da edificação foram obtidos através do site da Rio Grande Energia (RGE), no qual a Imobiliária A possui acesso as contas de energia dos inquilinos e do condomínio. Posteriormente, os valores de consumo de energia mensal foram somados para se obter o valor total do consumo do ano de 2020.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2021), o valor da tarifa média da distribuidora RGE é de 0,590 R\$/kWh. Neste valor não estão contemplados os tributos e outros elementos presentes nas contas de luz, tais como ICMS, PIS/PASEP e Cofins, Taxa de Iluminação Pública e o adicional da Bandeira Tarifária. Para o cálculo do custo do consumo médio anual optou-se por utilizar o valor em reais da conta de luz ao invés dos dados de consumo em kWh, dessa forma os tributos e outros elementos presentes nas contas estão sendo contemplados nos cálculos.

3.3.3.2.7 Uso de Água (B7)

Semelhante a coleta de dados de energia, foram obtidos os dados de consumo de um período de doze meses, entre os meses de abril de 2020 e março de 2021. A edificação possui apenas um hidrômetro de leitura, ou seja, uma conta de água para todas as unidades autônomas da edificação. Os valores de consumo mensal de água da edificação foram coletados através do site da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), pela Imobiliária A, posteriormente foram somados para se obter o valor total do consumo do ano de 2020.

De acordo com a CORSAN (2020), o valor médio do preço base do m³ de água das categorias Residencial B e Comercial C1 é de 5,91 R\$/m³ e o valor médio do serviço básico para as mesmas categorias é de R\$28,05. Nesses valores não estão inclusos os valores dos tributos, portanto optou-se por utilizar o valor em reais das contas de água ao invés dos dados de consumo em m³, desta forma os tributos estão inclusos nos cálculos.

3.3.3.3 Fim de vida (C1 a C4)

A fase do fim de vida engloba todos os custos associados com a desconstrução, transporte, processamento de resíduos para reutilização, recuperação ou reciclagem e a disposição final. Os tópicos a seguir descrevem os custos associados a esta etapa da VU da edificação.

3.3.3.3.1 *Desconstrução (C1)*

Para obter dos custos com a desconstrução da edificação realizou-se um orçamento de demolição através da plataforma de orçamento de obras OrçaFascio, com base nas tabelas de composições de custos e serviços de demolição e remoção do SINAPI.

3.3.3.3.2 *Transporte (C2)*

Para estimar os custos com o transporte dos entulhos gerados com a demolição da edificação até a disposição final fez-se necessário calcular o volume de resíduos gerados, para isso, utilizou-se o fator proposto no estudo do Solís-Guzmán *et al.* (2009). O uso deste fator consiste em multiplicar a área construída do edifício, equivalente a 595,79 m², pelo fator de 1,2676 m³ de resíduo por m² construído, obtendo assim o volume de resíduos gerados na demolição de uma edificação.

Para limpeza do terreno após a demolição, os resíduos gerados serão transferidos para uma central de tratamento de resíduos sólidos, descrita no item 3.3.1.3.4. De posse do volume de entulho e da distância média de transporte (DMT), foi possível estimar o custo do transporte através do OrçaFascio, utilizando o caderno técnico de composições para Transporte, Carga e Descarga de materiais do SINAPI.

A distância considerada refere-se ao deslocamento dos resíduos a partir da cidade de Rolante até a cidade de São Leopoldo/RS.

3.3.3.3.3 Processamento de resíduos para reutilização, recuperação ou reciclagem (C3)

Considerou-se que os resíduos gerados na demolição da edificação serão depositados diretamente em um aterro sanitário de resíduos da construção civil, sem passar pela etapa de processamento de resíduos para reutilização, recuperação ou reciclagem, devida dificuldade de se estimar estes custos. Portanto, esta etapa não foi incluída no escopo deste estudo.

3.3.3.3.4 Disposição final (C4)

Os resíduos gerados na cidade de Rolante, incluindo a classe de Resíduos da Construção Civil (RCC), são destinados a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da cidade de São Leopoldo/RS, localizado da Rua Dirceu Elias de Moura, Bairro Arroio da Manteiga. (COMPANHIA RIOGRANDENSE DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS (CRVR), 2020; GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2014).

Considerou-se que esta etapa não irá gerar nenhum custo.

3.3.3.4 Taxa de inflação e taxa de desconto

Todos os custos obtidos e apresentados neste capítulo referem-se ao valor na data base (2020). Para estimar os custos em termos reais e VPL se faz necessário o uso de uma taxa de inflação e uma taxa de desconto, que estão definidos a seguir. Todos os cálculos e gráficos das estimativas de custos foram feitos no Excel.

Nesta ACCV, primeiramente obtiveram-se os custos em termos nominais, ou seja, valores sem a aplicação de taxas de inflação ou desconto. Essa etapa do cálculo foi feita apenas para fins de familiarização com os custos. Posteriormente, utilizando a Equação 3 e uma taxa de inflação, foram feitas as estimativas anuais dos custos de todas as etapas da VU da edificação em termos reais, convertendo-se os custos para valores futuros. A soma dos valores futuros anuais de todas as etapas do ciclo de vida

da edificação, ao longo dos 50 anos, representa o CCV total da edificação, podendo ser chamado de orçamento do ciclo de vida.

Tendo em vista que os resultados das ACCV são muito sensíveis a trocas de valores de inflação, as estimativas de custos desse estudo foram feitas utilizando o valor de 4,95% de inflação e posteriormente foi realizada uma análise de sensibilidade dos custos em relação aos valores dos juros, utilizando um valor de inflação de 6,76%.

O valor de 4,95% de inflação foi adotado com base na média aritmética dos valores da série histórica do IPCA, de acordo com dados do IBGE. Optou-se por utilizar os valores de uma janela de anos, de janeiro de 2015 a abril de 2021, pois a média de toda série histórica, desde o plano real em 1996 até abril de 2021, resultaria em um valor de inflação de 2,86%. Ao comparar este valor com a média do valor de inflação dos últimos 12 meses no Brasil (em torno de 6,76%) pode-se considerar que esse valor é baixo para o cálculo do CCV (IBGE, 2021).

O segundo valor de inflação adotado foi de 6,76%, que representa o valor do IPCA acumulado de 12 meses, de maio de 2020 a abril de 2021 (IBGE, 2021). Ao analisar os dados da série histórica do índice nota-se que os valores da inflação só têm aumentado ao longo dos anos, desta forma, parece ser sensato analisar os valores obtidos com um valor de inflação maior, tendo em vista que esse cenário pode ser mais próximo de um cenário futuro real.

Por fim, para a estimativa dos custos em VPL, todos os custos futuros foram descontados a valor presente até a data base utilizando a Equação 4 e uma taxa de desconto. De acordo com Atmaca (2016), por causa do risco futuro, a taxa de desconto adotada deve exceder a taxa de inflação. Com base no estudo de viabilidade econômica da Nogueira (2012), adotou-se o valor de 13% de taxa de desconto. A soma dos VLP anuais de todas as etapas do ciclo de vida da edificação, ao longo dos 50 anos, representa quanto dinheiro precisaria ser investido hoje para atender as demandas dos gastos futuros.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo visa apresentar os resultados obtidos através da análise dos dados e dos cálculos da ACCV executada neste estudo, discriminando as etapas realizadas para a obtenção dos mesmos, destacando a forma de obtenção de cada custo bem como a avaliação feita a partir de cada resultado.

4.1 CUSTOS DE CADA ESTAPA DO CICLO DE VIDA

Este tópico visa apresentar os dados obtidos e as estimativas de custos calculadas para cada etapa do ciclo de vida da edificação, destacando a forma de obtenção de cada custo.

4.1.1 Fase inicial (A0 a A5)

Os custos associados a compra do terreno (A0) e a fase de construção (A1 a A5) foram somados, formando o tópico de custos iniciais. O custo total deste item na data base de 2020 é de R\$ 1.254.453,13. A discriminação de cada item é apresentada a seguir.

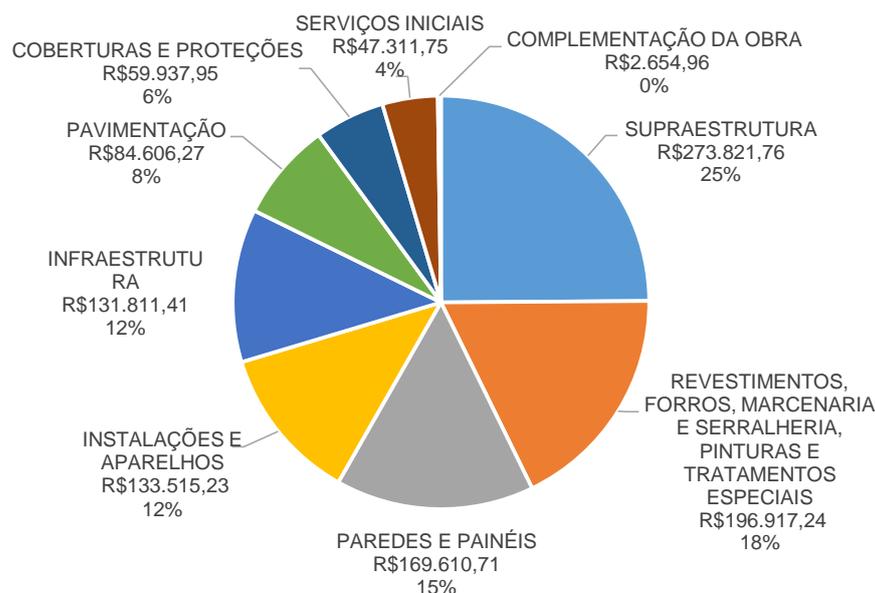
4.1.1.1 Terreno (A0)

De acordo com o proprietário, a compra do terreno ocorreu no ano de 2013 e o valor pago pelo foi R\$ 110.000,00. Utilizando a Equação 3 e aplicando o valor de inflação de 4,95% estimou-se o valor futuro do terreno. De acordo com a estimativa o terreno estaria valendo R\$ 154.265,85 no ano de 2020, este valor foi considerado nos cálculos.

4.1.1.2 Construção (A1 à A5)

O valor total da construção, conforme o orçamento apresentado no Apêndice A, foi de R\$ 1.100.187,28, que representa 1.846,60 R\$/m². Neste valor estão inclusas as despesas diretas e indiretas, sendo que o valor atribuído de BDI foi de 35%. O Gráfico 3 apresenta as etapas do orçamento e seus respectivos valores e porcentagens.

Gráfico 3 – Custos da construção



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

4.1.2 Fase de uso (B1 a B7)

A fase de uso engloba todos os custos associados com o uso, manutenção, substituição, uso operacional de energia e uso operacional de água. A discriminação de cada item é apresentada a seguir.

4.1.2.1 Uso e manutenção (B1 e B2)

Os custos associados ao uso (B1) e manutenção (B2) foram somados, formando o tópico uso e manutenção. O custo total deste item na data base de 2020 é de R\$ 9.737,23. A discriminação de cada item é apresentada a seguir.

4.1.2.1.1 Fase de uso (B1)

O valor total da fase de uso na data base de 2020 é de R\$ 5.057,23, sendo que o valor gasto com seguro da edificação foi de R\$ 1.596,20 e com IPTU foi de R\$ 3.460,03. A Tabela 3 apresenta os gastos com IPTU por unidade autônoma.

Tabela 3 – Valores de IPTU no ano de 2020

Unidade	Valor
Sala 01	R\$ 456,53
Sala 02	R\$ 396,05
Sala 03	R\$ 397,49
Apto 01	R\$ 374,32
Apto 02	R\$ 368,68
Apto 03	R\$ 347,82
Apto 04	R\$ 353,93
Apto 05	R\$ 387,56
Apto 06	R\$ 377,65
TOTAL	R\$ 3.460,03

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

4.1.2.1.2 Manutenção (B2)

O valor gasto com limpeza no ano de 2020 foi de R\$ 4.160,00. De acordo com informação do proprietário o valor médio semanal gasto com a limpeza da edificação no ano de 2020 foi de R\$ 90,00. De posse dessa informação, estimou-se o gasto anual com limpeza, apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores gastos com limpeza no ano de 2020

Mês	Valor
Jan/20	R\$ 450,00
Fev/20	R\$ 360,00
Mar/20	R\$ 360,00
Abr/20	R\$ 360,00
Mai/20	R\$ 450,00
Jun/20	R\$ 360,00
Jul/20	R\$ 450,00
Ago/20	R\$ 360,00
Set/20	R\$ 360,00
Out/20	R\$ 450,00
Nov/20	R\$ 360,00
Dez/20	R\$ 360,00
TOTAL	R\$ 4.680,00

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

4.1.2.2 Substituição (B4)

A Tabela 5 apresenta a listagem dos componentes analisados e seus respectivos anos e valores das substituições, quando necessárias. Os valores de VU considerados são baseados na tabela de BBSR de acordo com o BNB (2017).

Tabela 5 – Custos com substituições ao longo do ciclo de vida da edificação (50 anos) (continua)

Componente	VU	nº de substituições em 50 anos	Ano que ocorrerá a substituição	Valor no ano base (2020)
1. FUNDAÇÕES				R\$ -
1.2 Fundações Profundas				R\$ -
Estacas perfuradas	≥ 50	0	-	R\$ -
1.3 Subpisos e painéis de piso				R\$ -
Laje de piso	≥ 50	0	-	R\$ -
2. PAREDES EXTERNAS				R\$ 59.601,77
2.2 Vedação externa				R\$ -
Vedação de alvenaria	≥ 50	0	-	R\$ -
2.3 Portas e janelas externas				R\$ 22.959,77
Portas de vidro	≥ 50	0	-	R\$ -
Portas de correr	30	1	2043	R\$ 14.111,36
Janelas (moldura e caixilho) de alumínio	≥ 50	0	-	R\$ -
Fechaduras e amortecedores	25	1	2038	R\$ 8.848,41
2.4 Revestimento de parede externa				R\$ 36.642,00
Impermeabilização em contato com o solo, contra a pressão de água: membranas impermeabilizantes	≥ 50	0	-	R\$ -
Pintura externa	15	3	2028	R\$ 12.214,00
			2043	R\$ 12.214,00
			2058	R\$ 12.214,00
Revestimento argamassado	≥ 50	0	-	R\$ -
2.7 Diversos				R\$ -
Guarda-corpo em aço galvanizado	≥ 50	0	-	R\$ -
Painéis de vidro de guarda-corpo	≥ 50	0	-	R\$ -
3. PAREDES INTERNAS				R\$ 58.708,11
3.2 Paredes internas de vedação				R\$ -
Parede de alvenaria	≥ 50	0	-	R\$ -
3.4 Portas e janelas interiores				R\$ 6.071,97
Portas de madeira	≥ 50	0	-	R\$ -
Dobradiças	30	1	2043	R\$ 1.337,22

				(conclusão)
Fechaduras de portas e janelas	30	1	2043	R\$ 4.734,75
Vidros de janelas	≥ 50	0	-	R\$ -
3.5 Revestimento de parede interna				R\$ 52.636,14
Pintura interna	15	3	2028	R\$ 17.545,38
			2043	R\$ 17.545,38
			2058	R\$ 17.545,38
Revestimentos cerâmicos	≥ 50	0	-	R\$ -
3.7 Diversos				R\$ -
Corrimão da escada	≥ 50	0	-	R\$ -
4. TETO				R\$ 52.478,36
4.1 Estruturas de teto				R\$ -
Laje	≥ 50	0	-	R\$ -
4.2 Forro e revestimento				R\$ 52.478,36
Forro de gesso	≥ 50	0	-	R\$ -
Pintura	10	4	2023	R\$ 13.119,59
			2033	R\$ 13.119,59
			2043	R\$ 13.119,59
			2053	R\$ 13.119,59
5. COBERTURA				R\$ 9.930,77
5.1 Estrutura de telhado				R\$ -
Estrutura de suporte: telhado inclinado	≥ 50	0	-	R\$ -
5.3 Coberturas de telhado				R\$ 9.930,77
Impermeabilização líquida em telhados planos	20	2	2033	R\$ 796,47
			2053	R\$ 796,47
Telhas de fibrocimento	≥ 50	0	-	R\$ -
Tampas de parapeito de pedra natural ou artificial	≥ 50	0	-	R\$ -
Tampas de parapeito: aço galvanizado	30	1	2043	R\$ 3.181,71
Drenagem (calhas, tubos de queda, ralos de telhado)	40	1	2053	R\$ 5.156,12
TOTAL				R\$ 180.719,01

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Para facilitar o entendimento dos resultados, o valor total das substituições foi dividido igualmente para todos os 50 anos do período de estudo, desta forma, obteve-se um valor estimado de R\$ 3.614,38 de substituições por ano.

4.1.2.3 Uso de energia (B6)

A soma total dos valores de consumo anual de energia das unidades autônomas (UA) é de R\$ 14.606,78, esse valor representa o custo total gasto em 2020 e implica em um valor de consumo médio mensal de R\$ 1.217,23. A Tabela 6 demonstra os dados de consumo de energia obtidos.

Tabela 6 – Valores do consumo de energia

Mês	Condomínio	Sala 01	Sala 02	Sala 03	Apto 01
Abr/20	R\$ -	R\$ 322,62	R\$ 357,64	R\$ 72,82	R\$ 129,05
Mai/20	R\$ 60,93	R\$ 385,91	R\$ 57,58	R\$ -	R\$ 169,94
Jun/20	R\$ -	R\$ 189,00	R\$ 178,20	R\$ 41,97	R\$ 124,20
Jul/20	R\$ 57,16	R\$ 120,90	R\$ 206,24	R\$ -	R\$ 141,35
Ago/20	R\$ -	R\$ 91,81	R\$ 243,87	R\$ 63,43	R\$ 167,36
Set/20	R\$ 64,63	R\$ -	R\$ 254,00	R\$ -	R\$ 137,30
Out/20	R\$ -	R\$ -	R\$ 296,52	R\$ 56,45	R\$ 116,66
Nov/20	R\$ 59,41	R\$ -	R\$ 315,20	R\$ -	R\$ 116,63
Dez/20	R\$ -	R\$ 146,40	R\$ 506,68	R\$ 86,65	R\$ 152,70
Jan/21	R\$ 63,97	R\$ 370,82	R\$ 598,50	R\$ -	R\$ 248,59
Fev/21	R\$ -	R\$ 340,00	R\$ 218,64	R\$ 69,02	R\$ 135,58
Mar/21	R\$ 58,55	R\$ 276,43	R\$ 54,47	R\$ 49,43	R\$ 145,27
Consumo total por UA	R\$ 364,65	R\$ 2.243,89	R\$ 3.287,54	R\$ 439,77	R\$ 1.784,63
Mês	Apto 02	Apto 03	Apto 04	Apto 05	Apto 06
Abr/20	R\$ 143,80	R\$ 111,53	R\$ 58,07	R\$ 50,70	R\$ 78,35
Mai/20	R\$ -	R\$ 269,31	R\$ -	R\$ -	R\$ 62,22
Jun/20	R\$ -	R\$ 141,30	R\$ -	R\$ 187,45	R\$ 51,30
Jul/20	R\$ -	R\$ 140,46	R\$ -	R\$ 212,46	R\$ 86,23
Ago/20	R\$ -	R\$ 172,14	R\$ -	R\$ 199,88	R\$ 109,98
Set/20	R\$ -	R\$ 160,83	R\$ -	R\$ 171,62	R\$ 84,34
Out/20	R\$ -	R\$ 151,66	R\$ -	R\$ 137,08	R\$ 62,22
Nov/20	R\$ 46,78	R\$ 143,62	R\$ -	R\$ 142,66	R\$ 76,15
Dez/20	R\$ 137,82	R\$ 283,58	R\$ -	R\$ 143,76	R\$ 90,23
Jan/21	R\$ 266,35	R\$ 335,40	R\$ -	R\$ 197,41	R\$ 125,34
Fev/21	R\$ 152,53	R\$ 344,93	R\$ -	R\$ 172,46	R\$ 96,70
Mar/21	R\$ 150,31	R\$ 329,87	R\$ 128,02	R\$ 179,56	R\$ 99,87
Consumo total por UA	R\$ 897,58	R\$ 2.584,65	R\$ 186,09	R\$ 1.795,05	R\$ 1.022,93

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Os valores zerados referentes ao condomínio e sala 03 ocorreram porque nesses meses as contas não atingiram o valor mínimo de cobrança da RGE, sendo assim, os valores acumularam para o mês seguinte. O comportamento do consumo de energia das salas comerciais foi influenciado, em alguns meses, pelo período de *lockdown* em decorrência da pandemia do Coronavírus (COVID-19). Observa-se que no mês de maio de 2020, por exemplo, houve uma redução no consumo de energia das salas 02 e 03, pois os comércios instalados nessas salas, neste período, estavam com o funcionamento restrito. Por outro lado, observa-se que nos apartamentos 01 e 03 o consumo de energia aumentou neste mesmo mês, possivelmente porque os inquilinos estavam permanecendo por mais tempo em casa. Desta forma, pode-se dizer que houve um equilíbrio nos valores de consumo, não impactando de forma negativa os resultados deste estudo. Outras situações também impactam no comportamento do consumo de energia de um comércio, como por exemplo, o fechamento dele ou alteração do seu endereço, como ocorreu na metade de julho de 2020 na sala 01, o que explica o valor reduzido da conta de energia do mês de agosto de 2020 e o valor zerado nos meses seguintes. Em fevereiro de 2021, ocorreu a mesma situação na sala 02, o que explica o valor reduzido em março de 2021. O mesmo também ocorre nos apartamentos 02, 04 e 05, onde os meses que ficaram com o consumo zerado são referentes aos períodos em que os apartamentos ficaram sem locação. Também é importante observar que nos meses de dezembro de 2020, janeiro de 2021 e fevereiro de 2021 ocorreu um aumento nos valores de consumo de energia, comportamento comum no Sul do Brasil nesses meses, por causa do aumento de temperatura do verão e conseqüentemente, aumento do uso de ar-condicionado.

4.1.2.4 Uso de água (B7)

O valor total gasto com água em 2020 foi de R\$ 5.134,66, esse valor implica em um consumo médio mensal de R\$ 427,89. A Tabela 7 demonstra os dados de consumo de água obtidos.

Tabela 7 – Consumo de água

Mês	Valor
Abr/20	R\$ 377,05
Mai/20	R\$ 348,75
Jun/20	R\$ 438,93
Jul/20	R\$ 416,38
Ago/20	R\$ 422,09
Set/20	R\$ 444,62
Out/20	R\$ 410,56
Nov/20	R\$ 460,08
Dez/20	R\$ 448,20
Jan/21	R\$ 465,75
Fev/21	R\$ 513,27
Mar/21	R\$ 388,98
TOTAL	R\$ 5.134,66

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Nota-se que no mês de maio de 2020 ocorreu uma redução no valor do consumo de água, assim como no consumo de energia, esse comportamento também pode ser explicado pelo período de *lockdown* em decorrência da pandemia do Coronavírus (COVID-19), tendo em vista que o comércio da sala 02 era responsável por grande parte do consumo de água e estava com o funcionamento restrito nesse período. A redução do consumo de água do mês de março de 2021 comprova esse comportamento, já que nesse período ocorreu o fechamento do comércio instalado na sala 02.

4.1.3 Fim de vida (C1 a C4)

Os custos associados a desconstrução (C1) e transporte (C2) foram somados, formando o tópico fim de vida. O custo total deste item na data base é de R\$ 96.347,15.

4.1.3.1 Desconstrução (C1)

O orçamento realizado para obtenção da estimativa de custo da desconstrução encontra-se no Apêndice B. O valor total estimado foi de R\$ 67.709,08 na data base, este valor representa 113,65 R\$/m².

4.1.3.2 Transporte (C2)

Multiplicando a área construída do edifício, equivalente a 595,79 m², pelo fator de 1,2676 m³ de resíduo por m² construído, espera-se que o edifício gere um volume de resíduos de aproximadamente 755,22 m³.

A DMT do edifício até a central de tratamento de resíduos sólidos de São Leopoldo é de 73,5 km (GOOGLE MAPS, 2021).

O custo previsto com o transporte do entulho até a central de tratamento de resíduos foi de R\$ 28.638,07. A estimativa do custo com transporte encontra-se junto com o orçamento da demolição no Apêndice B.

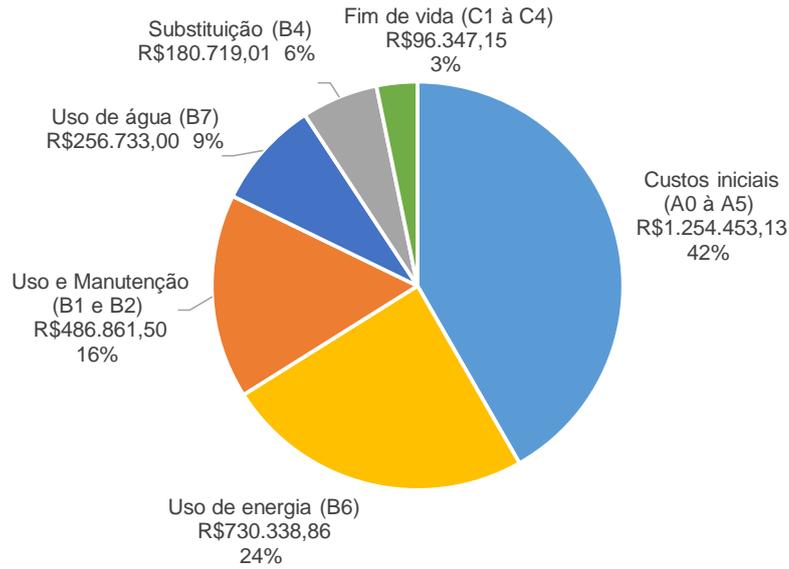
4.2 AVALIAÇÃO DO CUSTO DO CICLO DE VIDA

Conhecendo-se os custos iniciais, de uso e manutenção, de substituições e de fim de vida, tornou-se possível projetá-las ao longo do ciclo de vida da edificação. Os custos anuais estimados foram tabulados e agregados para gerar o CCV apresentado neste tópico.

4.2.1 Custo do ciclo de vida total (valores nominais)

O custo total estimado do ciclo de vida da edificação, em termo nominal, é igual a R\$ 3.005.452,64, resultando em um custo médio do ciclo de vida de 5.044,48 R\$/m². O Gráfico 4 demonstra a participação de cada etapa no CCV total, em valores nominais, expresso em valores monetários e em porcentagem, para cada etapa do ciclo de vida da edificação.

Gráfico 4 – Custo das etapas do ciclo de vida da edificação, em termos nominais

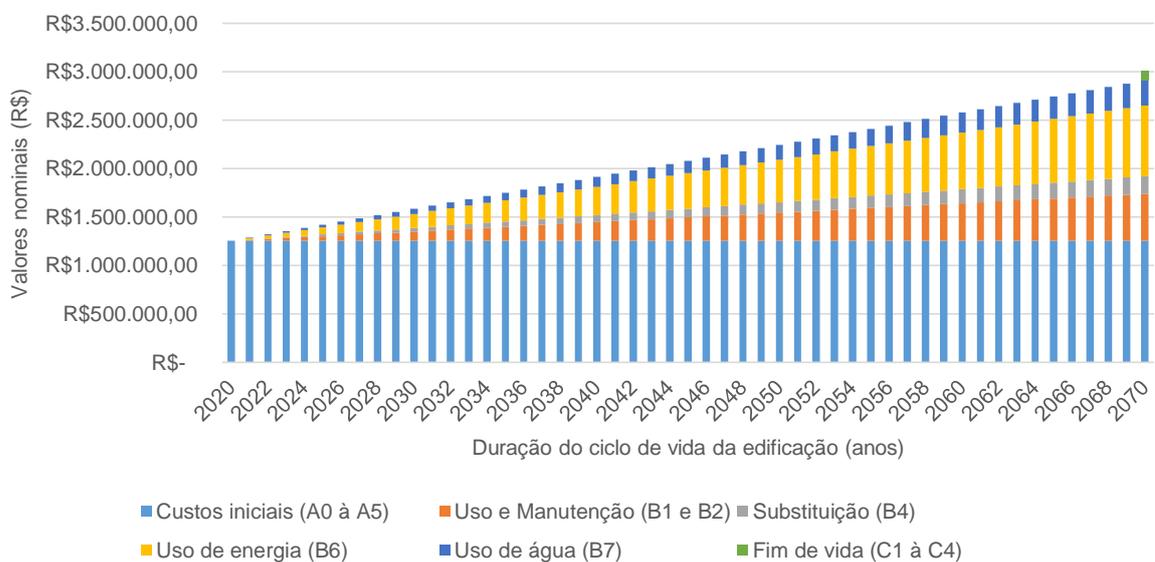


Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Os resultados apresentados demonstram que a etapa de custos iniciais (aquisição do terreno e materiais e construção) é a mais impactante no CCV total, quando não são consideradas atualizações monetárias.

O Gráfico 5 demonstra os CCV da edificação para cada etapa do ciclo de vida, em valores nominais, representados por colunas empilhadas, demonstrando os valores acumulados correspondentes ao final de cada ano, durante 50 anos.

Gráfico 5 – Custo acumulado das etapas do ciclo de vida da edificação, em termos nominais



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O ano de 2020 corresponde ao período da obra, pode ser observado que neste ano o único custo considerado é referente a fase inicial. Ao longo do restante da duração do ciclo de vida o custo da fase inicial foi uniformemente distribuído. Os custos referentes a fase de uso foram considerados a partir do ano 2021, ano que ocorre a ocupação da edificação, até o fim do período de estudo, 50 anos depois. O custo do fim de vida é representado somente no ano de 2070, ano que representa o fim do ciclo de vida, no qual ocorre a desconstrução da edificação.

Conforme pode ser observado, ao considerar valores nominais, os custos da etapa de uso (B1 a B7) juntamente com os custos do fim de vida (C1 a C4), superam os custos iniciais, ao término do ciclo de vida da edificação (ano de 2070). Este fato reforça a relevância de considerar aspectos referentes à operação durante o processo de elaboração do projeto arquitetônico, visto que a etapa operacional foi altamente impactante nos custos do ciclo de vida desta edificação.

O crescimento retilíneo do gráfico se explica pelo acúmulo dos valores nominais, ano a ano, sem aplicação de valores de inflação.

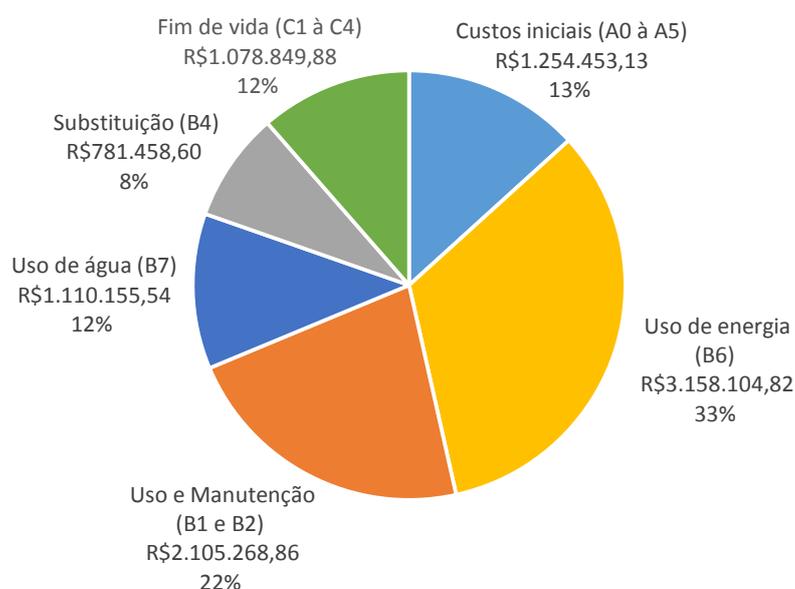
4.2.2 Custo do ciclo de vida total (valores reais)

Os valores reais representam os custos com atualizações monetárias, através da aplicação de uma taxa de inflação, não descontados. Eles indicam a quantidade de dinheiro que pode se esperar pagar por cada elemento do ciclo de vida da edificação quando os gastos de fato ocorrerem. A soma dos valores futuros de todas as etapas do ciclo de vida, ao longo dos 50 anos do período de estudo, representa o CCV total da edificação.

O CCV total, em valores reais, considerando um valor de inflação de 4,95%, foi estimado em R\$ 9.488.290,83, resultando em um custo médio de 15.925,56 R\$/m².

O Gráfico 6 demonstra a participação de cada etapa no CCV total, em valores reais, expressos em valores monetários e em porcentagem, considerando 4,95% de taxa de inflação, para cada etapa do ciclo de vida da edificação.

Gráfico 6 – Custo das etapas do ciclo de vida da edificação, em valores reais
($i=4,95\%$)

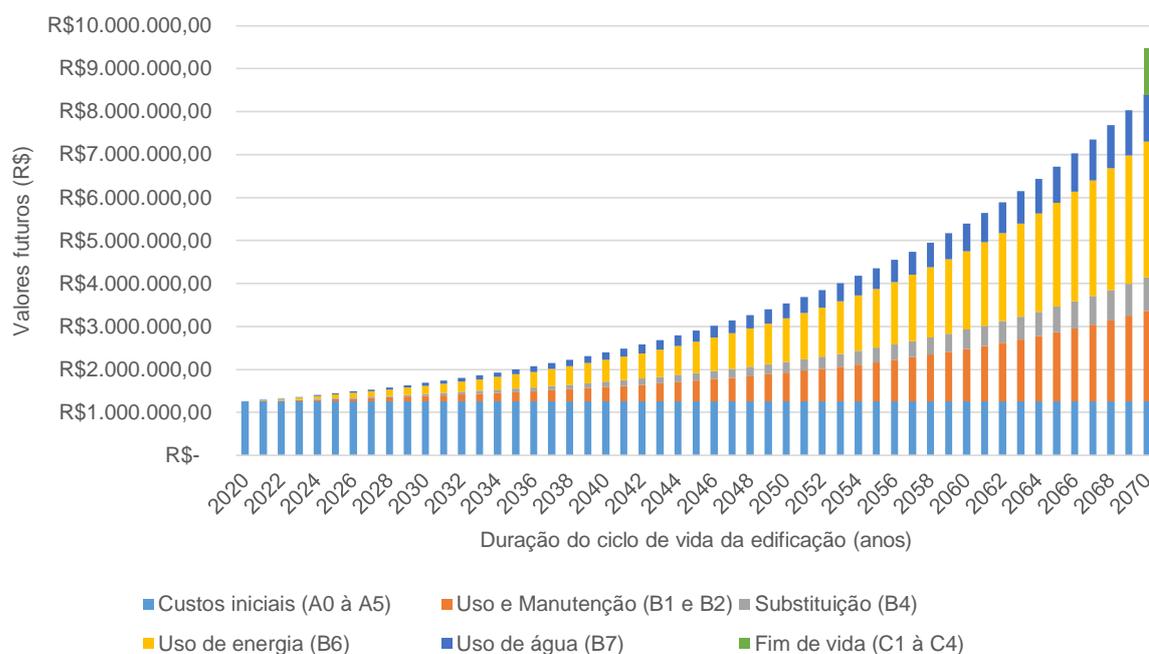


Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quando os custos têm sua atualização monetária considerando a inflação, a participação de cada etapa no CCV se altera. O custo do uso de energia passa a representar o maior peso entre os componentes do ciclo de vida, constituindo 33% do orçamento total. Ele representa mais do que o dobro do custo estimado para fase inicial e este peso passa a ser de 44% quando apenas a fase de uso é analisada. O custo de uso e manutenção representa 22% do orçamento total do ciclo de vida e também é maior do que o peso de 13% do custo da fase inicial. Já o custo das substituições é o menor entre eles, representando 8% do custo total. No total, os custos futuros da edificação são cerca de 6,56 vezes maiores do que os custos iniciais.

O Gráfico 7 demonstra os CCV da edificação para cada etapa do ciclo de vida, em valores reais, considerando um valor de 4,95% de inflação, representados por colunas empilhadas, demonstrando os valores acumulados correspondentes ao final de cada ano, durante 50 anos.

Gráfico 7 – Custo acumulado das etapas do ciclo de vida da edificação, em valores reais ($i=4,95\%$)



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

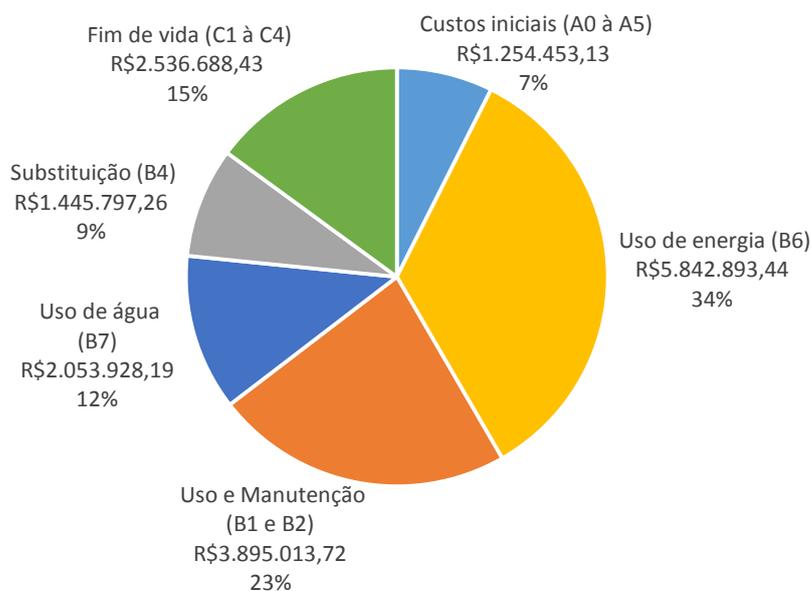
A forma da curva é determinada pela quantidade de custos consideradas em cada ano e a sua curvatura é explicada pelo crescimento exponencial da inflação sobre o CCV. Observa-se aqui que a etapa de uso da edificação (B1 a B7) e fim de vida (C1 a C4) tem participação acentuada pelo acréscimo da atualização monetária dos custos considerados.

4.2.2.1 Análise de sensibilidade dos valores de inflação, em valores reais

Conforme pode ser observado nos resultados deste tópico do estudo, as ACCV são muito sensíveis as mudanças de taxas de inflação, de forma que uma pequena alteração no valor da inflação afeta significativamente os resultados finais da avaliação. A análise de sensibilidade dos valores de inflação foi feita comparando os resultados obtidos através da aplicação dos valores de inflação de 4,95% e 6,76%. A escolha desses valores está explicada no tópico 3.3.3.4 deste estudo.

O Gráfico 8 demonstra a participação de cada etapa no CCV total, em valores reais, expressos em valores monetários e em porcentagem, considerando 6,76% de taxa de inflação, para cada etapa do ciclo de vida da edificação.

Gráfico 8 – Custo das etapas do ciclo de vida da edificação, em valores reais
($i=6,76\%$)

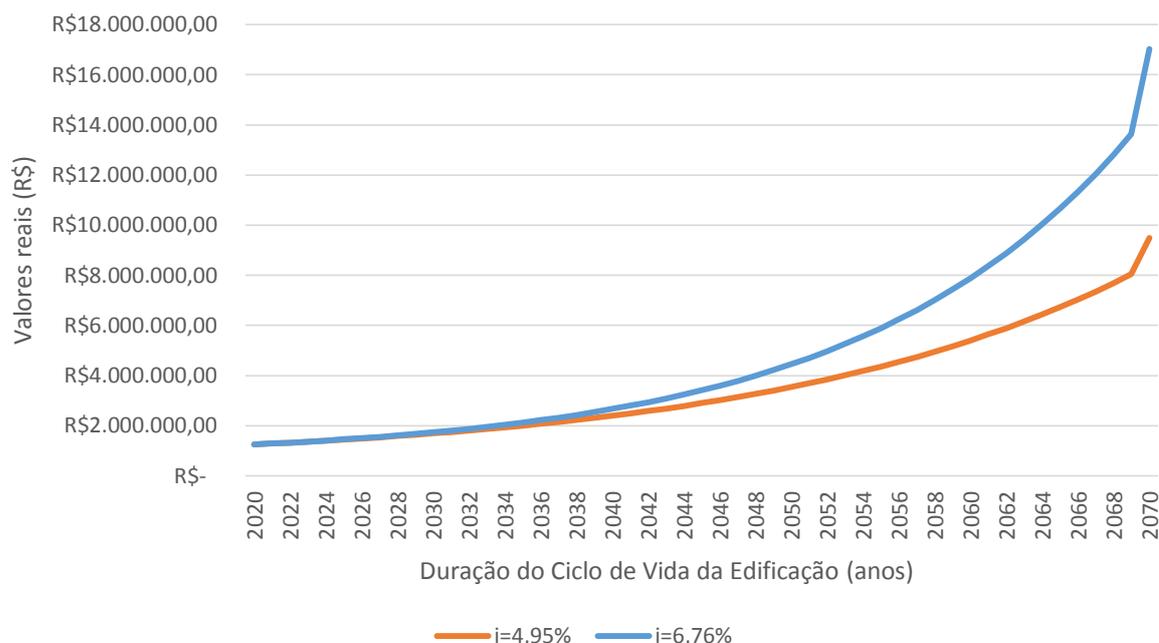


Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Com o aumento do valor de inflação, o custo total do ciclo de vida passa a ser R\$ 17.028.774,17. As análises indicam que o custo do uso de energia (R\$ 3.158.104,82) representa 34% do total, sendo o maior entre os custos do ciclo de vida da edificação. Já o custo com substituições (R\$ 781.458,60) é o menor entre eles, representando 8% do custo total. Percebe-se um aumento significativo no valor do fim de vida, que com o valor da inflação de 4,95% representava 12% do CCV total e com o aumento do valor da inflação para 6,76%, este custo passa a representar 15% do CCV total da edificação.

O Gráfico 9 apresenta as curvas de crescimento exponencial influenciadas por diferentes valores de inflação.

Gráfico 9 – Análise de sensibilidade dos valores de inflação, em termos reais



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Analisando o comportamento de cada curva, torna-se visível a grande influência que um pequeno aumento no valor da inflação tem sobre o custo total do ciclo de vida da edificação. O CCV total para o valor de inflação de 4,95% é de R\$ 9.488.290,83, já para o valor de inflação de 6,76% é de R\$ 17.028.774,17, ou seja, esse aumento no valor da inflação fez com que o valor do CCV total, em termos reais, quase dobrasse.

As curvas iniciam em R\$ 1.254.453,13, pois esse é o valor referente ao custo inicial, que ocorre no ano de 2020. O crescimento exponencial do restante da curva representa os custos da etapa de uso da edificação, sob a influência dos valores de inflação. O pico acentuado no final de cada curva é explicado pelo custo do fim de vida, que ocorre somente no ano de 2070.

4.2.3 Custo do ciclo de vida total (valor presente líquido)

Apresentar o CCV em VPL não é o objetivo deste estudo, tendo em vista que ele não será utilizado para fins de comparação com outros investimentos. Como a ISO 15686-5 recomenda que, idealmente, a ACCV deve ser apresentada com os custos em VPL, optou-se por trazer os resultados da ACCV em VPL também.

O VPL representa o custo com atualizações monetárias, através da aplicação de uma taxa de inflação e posteriormente de uma taxa de desconto. Ele indica a quantidade de dinheiro que seria pago na data base por cada elemento do ciclo de vida da edificação.

O custo total do ciclo de vida, em VPL, foi estimado em R\$ 1.677.571,32. Esse valor considera a taxa de inflação de 4,95% e posteriormente foi descontado com uma taxa de desconto de 13%, conforme foi explicado no item 3.3.3.4 deste estudo.

A Tabela 8 apresenta os custos, em VPL, não acumulados, referentes a cada etapa do ciclo de vida da edificação, ao longo dos 50 anos do período de estudo.

Tabela 8 – Custo ano a ano das etapas do ciclo de vida da edificação, em VPL

(i=4,95% e d=13%)

Ano		Custos iniciais (A0 a A5) (R\$)	Uso e Manutenção (B1 e B2) (R\$)	Substituição (B4) (R\$)	Uso de energia (B6) (R\$)	Uso de água (B7) (R\$)	Fim de vida (C1 a C4) (R\$)
0	2020	1.254.453,13	-	-	-	-	-
1	2021	0,00	9.043,56	3.356,90	13.566,21	4.768,87	0,00
2	2022	0,00	8.399,31	3.117,75	12.599,76	4.429,14	0,00
3	2023	0,00	7.800,95	2.895,65	11.702,17	4.113,62	0,00
4	2024	0,00	7.245,22	2.689,37	10.868,52	3.820,57	0,00
5	2025	0,00	6.729,08	2.497,78	10.094,26	3.548,39	0,00
6	2026	0,00	6.249,70	2.319,84	9.375,15	3.295,61	0,00
7	2027	0,00	5.804,48	2.154,58	8.707,28	3.060,83	0,00
8	2028	0,00	5.390,98	2.001,09	8.086,98	2.842,78	0,00
9	2029	0,00	5.006,93	1.858,53	7.510,87	2.640,27	0,00
10	2030	0,00	4.650,24	1.726,13	6.975,81	2.452,18	0,00
11	2031	0,00	4.318,96	1.603,16	6.478,86	2.277,49	0,00
12	2032	0,00	4.011,28	1.488,96	6.017,31	2.115,24	0,00
13	2033	0,00	3.725,52	1.382,88	5.588,64	1.964,55	0,00
14	2034	0,00	3.460,12	1.284,37	5.190,51	1.824,60	0,00
15	2035	0,00	3.213,63	1.192,87	4.820,75	1.694,62	0,00
16	2036	0,00	2.984,69	1.107,89	4.477,32	1.573,89	0,00
17	2037	0,00	2.772,07	1.028,97	4.158,36	1.461,77	0,00
18	2038	0,00	2.574,59	955,67	3.862,13	1.357,64	0,00
19	2039	0,00	2.391,18	887,58	3.586,99	1.260,92	0,00
20	2040	0,00	2.220,83	824,35	3.331,46	1.171,09	0,00
21	2041	0,00	2.062,62	765,63	3.094,13	1.087,67	0,00
22	2042	0,00	1.915,68	711,09	2.873,71	1.010,18	0,00

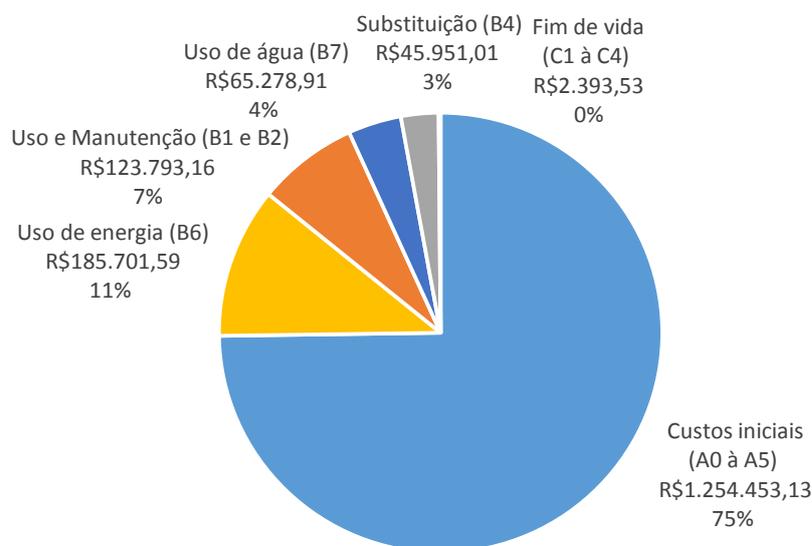
							(conclusão)
23	2043	0,00	1.779,21	660,43	2.668,99	938,22	0,00
24	2044	0,00	1.652,46	613,38	2.478,85	871,38	0,00
25	2045	0,00	1.534,74	569,68	2.302,26	809,30	0,00
26	2046	0,00	1.425,41	529,10	2.138,25	751,65	0,00
27	2047	0,00	1.323,86	491,41	1.985,92	698,10	0,00
28	2048	0,00	1.229,55	456,40	1.844,45	648,37	0,00
29	2049	0,00	1.141,96	423,89	1.713,05	602,18	0,00
30	2050	0,00	1.060,61	393,69	1.591,02	559,28	0,00
31	2051	0,00	985,05	365,64	1.477,67	519,44	0,00
32	2052	0,00	914,88	339,60	1.372,41	482,44	0,00
33	2053	0,00	849,70	315,40	1.274,64	448,07	0,00
34	2054	0,00	789,17	292,93	1.183,83	416,15	0,00
35	2055	0,00	732,95	272,07	1.099,50	386,50	0,00
36	2056	0,00	680,74	252,68	1.021,17	358,97	0,00
37	2057	0,00	632,24	234,68	948,42	333,40	0,00
38	2058	0,00	587,20	217,96	880,86	309,64	0,00
39	2059	0,00	545,37	202,44	818,11	287,59	0,00
40	2060	0,00	506,52	188,02	759,83	267,10	0,00
41	2061	0,00	470,43	174,62	705,70	248,07	0,00
42	2062	0,00	436,92	162,18	655,42	230,40	0,00
43	2063	0,00	405,80	150,63	608,73	213,99	0,00
44	2064	0,00	376,89	139,90	565,37	198,74	0,00
45	2065	0,00	350,04	129,93	525,09	184,58	0,00
46	2066	0,00	325,10	120,68	487,68	171,43	0,00
47	2067	0,00	301,94	112,08	452,94	159,22	0,00
48	2068	0,00	280,43	104,09	420,67	147,88	0,00
49	2069	0,00	260,45	96,68	390,71	137,34	0,00
50	2070	0,00	241,90	89,79	362,87	127,56	2.393,53
Total (R\$)		1.254.453,13	123.793,16	45.951,01	185.701,59	65.278,91	2.393,53

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Os valores da Tabela 8 referem-se ao valor do dinheiro no tempo. Observa-se que os valores vão diminuindo a medida que os anos vão passando, esse efeito se explica pela desvalorização do real ao longo do tempo. Ou seja, quanto que vale uma determinada quantia de dinheiro ao longo de 50 anos.

O Gráfico 10 demonstra a participação de cada etapa no CCV total, em VPL, expressos em valores monetários e em porcentagem, considerando 4,75% de taxa de inflação e 13% de taxa de desconto, para cada etapa do ciclo de vida da edificação.

Gráfico 10 – Custo das etapas do ciclo de vida da edificação, em VPL ($i=4,95\%$ e $d=13\%$)

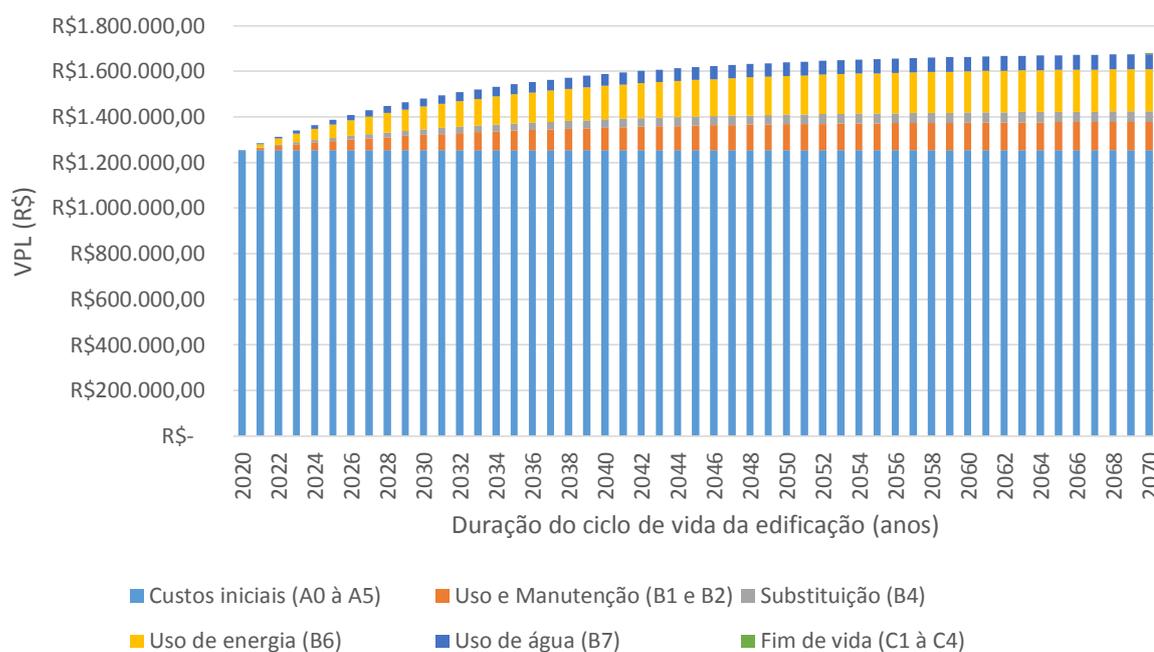


Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Ao considerar valor presente líquido, os custos da etapa de uso (B1 a B7) juntamente com os custos do fim de vida (C1 a C4), representam 25% do CCV total, ao término do ciclo de vida da edificação (ano de 2070). Apesar dos custos futuros da edificação não superarem os custos iniciais, quando analisados em VPL, eles ainda representam um custo significativo no CCV total da edificação.

O Gráfico 11 representa o comportamento dos CCV da edificação para cada etapa do ciclo de vida, em VPL representados por colunas empilhadas, demonstrando os valores acumulados correspondentes ao final de cada ano, durante os 50 anos do período do estudo.

Gráfico 11 – Custo acumulado das etapas do ciclo de vida da edificação, em VPL
($i=4,95\%$ e $d=13\%$)



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

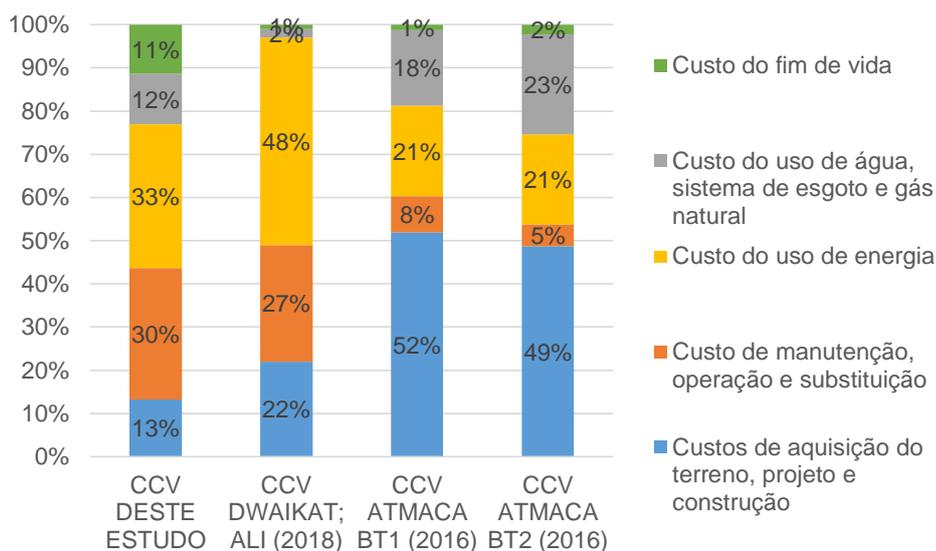
Conforme pode ser observado nos resultados do CCV em termo de VPL, devido a aplicação da taxa de desconto, o valor absoluto dos gastos futuros diminui ao serem convertidos em gastos atuais. Quando a edificação possui uma VU longa, é esperado que o custo cumulativo se estabilize ao passar dos anos e o custo do fim de vida passa a contribuir menos no CCV total (HAN *et al.*, 2014). Este comportamento fica evidente na Tabela 8 e no Gráfico 11.

4.2.4 Discussão dos resultados obtidos versus outros autores

Este tópico aborda uma discussão dos resultados obtidos neste estudo de caso versus resultados obtidos nos estudos dos autores Dwaikat e Ali (2018) e Atmaca (2016). Os estudos citados nesta comparação são os mesmos que estão descritos no item 2.3 deste trabalho.

O Gráfico 12 apresenta os valores, em percentual, referente as composições dos custos de quatro ACCV, sendo que a primeira coluna representa os resultados deste estudo.

Gráfico 12 – Resultados obtidos versus resultados de outros autores



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Analisando os resultados apresentados no Gráfico 12 é possível fazer comparações entre os pesos dos CCV de cada estudo. É importante ressaltar que no no estudo do Dwaikat e Ali (2018), no item do custo do uso de água, sistema de esgoto e gás natural, estão sendo considerados apenas os custos do uso de água e do sistema de esgoto. Já nos estudos do Atmaca (2016), neste mesmo item, estão sendo considerados apenas os custos com gás natural. E para o mesmo item, o resultado deste estudo considera apenas o custo do uso de água. Sendo assim torna-se difícil fazer uma comparação entre os pesos que esse item representa em cada estudo (ATMACA, 2016; DWAIKAT E ALI, 2018).

Embora a estrutura das edificações dos estudos do Atmaca seja semelhante a do objeto de estudo deste estudo, ou seja, possuem estrutura de concreto armado moldado *in loco*. Percebe-se que o peso dos custos de aquisição do terreno, projeto e construção das edificações do Atmaca são bastante superiores. Esse fato pode ser explicado por alguns componentes utilizados que encarecem a construção, como por exemplo, paredes externas duplas de blocos de concreto com ar no meio e isoladas com 50 mm de espuma de poliestireno extrudado e janelas com vidros duplos. Nota-se que, a adoção dessas medidas no projeto das edificações do Atmaca acarretou na redução do custo da energia futuro. Essa informação se confirma quando comparamos o custo da energia da Malásia e da Turquia. De acordo com Atmaca (2016) o custo médio da tarifa de energia na Turquia no ano de 2016 era de 0,156

USD/kWh e conforme Dwaikat e Ali (2018), o custo médio da tarifa da energia na Malásia no ano de 2018 era de 0,127 USD/kWh. Ao comparar a tarifa média de energia desses países, conclui-se que a energia na Turquia custa mais caro do que na Malásia e mesmo assim, o custo do consumo de energia das edificações do estudo do Atmaca são menores do que do Dwaikat e Ali.

A edificação do estudo do Dwaikat e Ali é um edifício verde, ou seja, foi projetada com recursos ecológicos, como por exemplo, paredes externas com revestimento duplo, telhado verde e sistema de captação de água da chuva. A adoção dessas medidas ecológicas encarece o valor da construção. Isso explica o valor percentual maior do item de custos de aquisição do terreno, projeto e construção, em comparação com a edificação deste estudo (ATMACA, 2016; DWAIKAT E ALI, 2018).

Existem muitas outras variáveis que explicariam as diferenças de peso do item de custos de aquisição do terreno, projeto e construção, como por exemplo, localização e valores dos terrenos em cada país, custo dos materiais e mão de obra da construção, padrão e tipo de uso da edificação. Mas as análises comparativas, dentro do contexto desse estudo, possuem foco nos custos futuros gerados pelo uso das edificações, sendo que o consumo de energia possui o maior impacto entre estes custos.

O valor da tarifa média de energia da RGE para o ano de 2021 é de 0,590 R\$/kWh, convertendo esse valor para Dólares americanos (1 Dólar americano = 5,04 Reais brasileiros), obtêm-se o valor de 0,120 USD/kWh. Essa informação demonstra que o custo de energia do Brasil é o menor entre os países analisados (ANEEL, 2021; GOOGLE FINANCE, 2021).

Este estudo apresenta o maior peso do item de manutenção, operação e substituição, em comparação com os outros três estudos. Isso se deve ao fato de que não foram considerados reparos, ou seja, considerou-se que os elementos seriam substituídos quando necessário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ACCV é uma técnica que permite a quantificar e avaliar todos os custos associados ao ciclo de vida de uma edificação, considerando as mudanças de preços ao longo dos anos do período de estudo.

Tendo como principal objetivo avaliar os custos do ciclo de vida de uma edificação, este estudo de caso evidenciou a importância de serem considerados aspectos referentes à operação durante o processo de elaboração do projeto arquitetônico, visto que a etapa operacional é altamente impactante nos CCV de uma edificação.

Mesmo com alguns riscos e incertezas, principalmente associados a falta de confiabilidade nos dados de entrada e nas suposições de custos do ciclo de vida, o desenvolvimento de uma ACCV permite que os profissionais de engenharia e arquitetura, juntamente dos seus clientes, tomem decisões durante a fase de concepção do projeto que poderão afetar significativamente nos custos futuros de operação, manutenção e substituição das edificações. Possibilitando, desta forma, a execução de construções potencialmente mais econômicas durante sua fase de uso.

Foi possível verificar através dos resultados deste estudo que os custos futuros, associados a fase de uso da edificação, quando analisados em valor futuro, são cerca de 5,70 vezes maiores do que os custos iniciais. Sendo que os custos iniciais (aquisição do terreno e materiais e construção) representam 13% do custo total do ciclo de vida, os custos da fase de uso (operação, manutenção e substituição) representam 75% do CCV total e, por fim, os custos da fase de fim de vida representam 12%.

O uso de energia representa o maior impacto no CCV total da edificação, sendo de 33%, que representa mais do que o dobro do custo inicial estimado em 13%. Portanto, considera-se que adotar medidas na fase de projeto e construção que resultariam na redução do consumo de energia é o fator mais importante para reduzir o custo total do ciclo de vida da edificação.

Observou-se que a qualidade dos resultados é função da qualidade dos dados de entrada, portanto, tendo disponível informações mais reais sobre o desempenho da edificação seria possível obter uma estimativa de custo mais próxima da realidade.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 15575-1. **Desempenho de edificações habitacionais** – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ANEEL. **Ranking das Tarifas**. Brasil, 2021. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>>. Acesso em: 03 maio 2021.

ASTM. **E917-17**: Standard practice for measuring life-cycle costs of buildings and building systems. West Conshohocken, 2017.

ATMACA, A. **Life cycle assessment and cost analysis of residential buildings in South East of Turkey**: part 1 – review and methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 21, p. 831–846, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11367-016-1050-8>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

ATMACA, A. **Life cycle assessment and cost analysis of residential buildings in South East of Turkey**: part 2 – a case study. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 21, p. 925–942, 2016. Disponível em: <<https://doi-org.ez101.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11367-016-1051-7>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

BASILE, Ivan. **Metodologia de análise do custo do ciclo de vida da edificação para o setor de serviços**. São Paulo, 2017.

BBSR. **Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)**, 2017. Disponível em: <<https://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/nutzungsdauern-von-bauteilen.html>>. Acesso em: 05 maio 2021.

BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia Econômica**. 6 ed. São Paulo: McGraw Hill, 2008. Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos.

BORGES, Leandro. **Como e Por que Fazer um Estudo de Viabilidade Econômica e Financeira**. [S.l.], 23 set. 2013. Disponível em: <<https://blog.luz.vc/como-fazer/como-e-por-que-fazer-um-estudo-de-viabilidade-economica-e-financeira/>>. Acesso em: 02 dez. 2019.

BRASIL. *In*: GOOGLE finance. Google, 2021. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/googlefinance/disclaimer/>>. Acesso em: 15 maio 2021.

BULL, John W. **Life Cycle Costing for Construction**. Department of Civil Engineering, University of Newcastle upon Tyne. Newcastle upon Tyne: Taylor & Francis, 2003.

CBIC. **Sondagem indústria da construção**. 10 ed. Confederação Nacional da Indústria (CNI). [S.l.], out. 2019. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Sondagem_Construcao_out_2019_v1.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2019.

CEN. **EN 16627**: Sustainability of construction works – Assessment of economic performance of buildings – Calculation methods. Brussels: British Standard, 2015.

CORSAN. **Sistema Tarifário**. Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <<https://www.corsan.com.br/sistematarifario>>. Acesso em: 03 maio 2021.

CRVR. **Central de Tratamento de Resíduos de São Leopoldo**. São Leopoldo, [2021?]. Disponível em: <<http://crvr.com.br/area-de-atuacao/central-de-tratamento-de-residuos-de-sao-leopoldo/>>. Acesso em: 04 maio 2021.

DELL'ISOLA, Alphonse. J.; KIRK, Stephen. J. **Life Cycle Costing for Facilities: Economic Analysis for Owners and Professionals in: Planning, Programming, and Real Estate Development; Designing, Specifying, and Construction; Maintenance, Operations, and Procurement**. Kingston, 2003.

DHILLON, B.S. **Life Cycle Costing for Engineers**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2009.

DWAIKAT, Luay N.; ALI, Kherun N. **Green buildings life cycle cost analysis and life cycle budget development: Practical applications**. Journal of Building Engineering, v. 18, p. 303-311, July 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.job.2018.03.015>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

EMBLEMSVÅG, Jan. **Life-Cycle Costing: Using Activity-Based Costing and Monte Carlo Methods to Manage Future Costs and Risks**. New Jersey, Mar. 2003.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN). **EN 15643-4**: Sustainability of construction works – Assessment of buildings – Part 4: Framework for the assessment of economic performance. Brussels: British Standard, 2012.

FULLER, Sieglinde K; PETERSEN, Stephen R. **Life-Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program**. 2. ed. Washington, DC: U.S. Department of Commerce, 1995.

FULLER, Sieglinde. **Life-Cycle Cost Analysis (LCCA)**. National Institute of Standards and Technology (NIST): Whole Building Design Guide (WBDG). Sept. 2016. Disponível em: <<https://www.wbdg.org/resources/life-cycle-cost-analysis-lcca>>. Acesso em: 27 set. 2019.

GLUCH, Pernilla; BAUMANN, Henrikke. **The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making**. Building and Environment, v. 29, p. 571-580, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.10.008>>. Acesso em: 25 mai. 2021

GUO, H. L.; Heng; SKITMORE, Martin. **Life-cycle Management of Construction Projects Based on Virtual Prototyping Technology**. Journal of Management in Engineering, v. 26, Sept. 2010. Disponível em: <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2010\)26:1\(41\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2010)26:1(41))>. Acesso em: 27 set. 2019.

HAN, Guiyuan; SREBRIC, Jelena; ENACHE-POMMER, Elena. **Variability of optimal solutions for building components based on comprehensive life cycle cost analysis**. Energy and Buildings, v. 79, p. 223-231, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.10.036>>. Acesso em: 15 de abr. de 2021.

HERALOVA, R. Schneiderova. **Life Cycle Costing of Public Construction Projects**. V. 290, Conference Series: Earth and Environmental Science. Czech Republic, July 2019. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/290/1/012060>>. Acesso em: 01 junho 2021.

IBGE. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA**. Brasil, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 03 maio 2021.

IBGE. **Inflação**. Maio, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>>. Acesso em: 03 maio 2021.

ISO. **ISO 15686-1: Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 1: General principles and framework**. 1 ed. Geneva: British Standard, July 2011.

ISO. **ISO 15686-5: Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life Cycle Costing**. 1 ed. Geneva: British Standard, July 2008.

KNEIFEL, Joshuan; WEBB, David. **LIFE CYCLE COSTING MANUAL: for the federal energy management program**. 2. ed. NIST Handbook 135, Washington: U.s. Department Of Energy, Sept. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.6028/NIST.HB.135-2020>>. Acesso em: 13 maio 2021.

KOVACIC, Iva; ZOLLER, Veronika. **Building life cycle optimization tools for early design phases**. Energy. Vienna, v. 92, Part 3, p. 409-419, Dec. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.027>>. Acesso em: 15 maio 2021.

MORALES, M. F. D. *et al.* **Uncertainties related to the replacement stage in LCA of buildings: A case study of a structural masonry clay hollow brick wall**. Journal of Cleaner Production, v. 251, p. 119-649, Apr. 2020.

Município de Rolante. **História do Município**. Portal do Cidadão. Rolante, [2021?]. Disponível em: <<https://rolante.atende.net/#!/tipo/pagina/valor/11>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

NOGUEIRA, Luisa Lembi. **O estudo de viabilidade econômica em projetos de incorporação imobiliárias: uma abordagem simplificada para o modelo de construção a preço de custo**. Savassi: Instituto de Educação Tecnológica (IETEC), dez. 2012. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1511>. Acesso em: 15 maio 2021.

PRATES, Wladimir Ribeiro. **Engenharia econômica: payback, valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR)**. [S.l.], 01 jan. 2017. Disponível em: <<https://cienciaenegocios.com/engenharia-economica-payback-valor-presente-liquido-vpl-e-taxa-interna-de-retorno-tir/>>. Acesso em: 02 dez. 2019. Blog: WR Prates.

ROLANTE RS. *In*: GOOGLE maps. Mountain View: Google, 2021. Disponível em: <<https://goo.gl/maps/RCKqv1YRFZFWPvjD7>>. Acesso em: 15 maio 2021.

ROMM, Joseph J. **Lean and Clean Managemen**. New York: Kodansha America, 1994.

ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS (RICS). **Professional Guidance Life Cycle Costing**. 1. ed., London: RICS, Apr. 2016. Disponível em: <<https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/upholding-professional-standards/sector-standards/construction/black-book/life-cycle-costing-1st-edition-rics.pdf>>. Acesso em: 04 de out. de 2019.

SANTOS, Angela dos; AGUIRRE, Débora; CANALLI, Natália. **O Ciclo de vida das Edificações**. Porto Alegre: IMED. p. 1-5, 2016 Disponível em: <https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_44_version_1.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2019.

SCHNEIDEROVA-HERALOVA, Renata. **Importance of Life Cycle Costing for Construction Projects**. Czech Republic: Engineering For Rural Development, May. 2018. Disponível em: <<http://tf.llu.lv/conference/proceedings2018/Papers/N405.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA (SEMA). **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul (PERS-RS)**. Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201905/03155041-pers-final.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2021.

SNODGRASS, Kathleen. **Life-Cycle Cost Analysis for Buildings is Easier than you thought**. Washington D.C.: Usda, 2008. 24 p.

SOARES, Sebastião Roberto; SOUZA, Danielle Maia de; PEREIRA, Sibeli Warmiling. **A avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil**. 1. ed. Coletânea Habitare, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), [S.l.], v. 7, p. 96-127, jan. 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/245032762_A_avaliacao_do_ciclo_de_vida_no_contexto_da_construcao_civil>. Acesso em: 02 dez. 2019.

SOLÍS-GUZMÁN, Jaime *et al.* **A Spanish Model for quantification and management of construction waste**. Waste Manag, v. 29, p. 2542-2548, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.05.009>>. Acesso em: 15 de abr. de 2021.

VENTURA, Magda Maria. **O estudo de caso como modalidade de pesquisa**. Revista SoCERJ, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.

WÜBBENHORST, Klaus L. **Life Cycle Costing for Construction Projects**. Long Range Planning, [s.l.], v. 19, p. 87-97, 1986. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0024-6301\(86\)90275-X](https://doi.org/10.1016/0024-6301(86)90275-X)>. Acesso em: 15 maio 2021.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. *E-book*.

APÊNDICE A – ORÇAMENTO DA CONSTRUÇÃO

Obra	Bancos	B.D.I.	Encargos Sociais
Orçamento TCC II	SINAPI - 01/2020 – Rio Grande do Sul	35,0%	Não Desonerado: 0,00%

Orçamento Sintético

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI	Total	Peso (%)
1			SERVIÇOS INICIAIS					47.311,75	4,30 %
1.1	00001	Próprio	PROJETOS (ARQUITETÔNICO E COMPLEMENTARES) E EXECUÇÃO	vb	1	28.000,00	37.800,00	37.800,00	3,44 %
1.2	93584	SINAPI	EXECUÇÃO DE DEPÓSITO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO. AF_04/2016	m²	6	606,30	818,50	4.911,00	0,45 %
1.3	99059	SINAPI	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 2,00M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_10/2018	m	67	37,63	50,80	3.403,60	0,31 %
1.4	98524	SINAPI	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA. AF_05/2018	m²	347	2,56	3,45	1.197,15	0,11 %
2			INFRAESTRUTURA					131.811,41	11,98 %
2.1	101174	SINAPI	ESTACA BROCA DE CONCRETO, DIÂMETRO DE 25CM, ESCAVAÇÃO MANUAL COM TRADO CONCHA, COM ARMADURA DE ARRANQUE. AF_05/2020	m	114	59,58	80,43	9.169,02	0,83 %
2.2	101176	SINAPI	ESTACA BROCA DE CONCRETO, DIÂMETRO DE 30CM, ESCAVAÇÃO MANUAL COM TRADO CONCHA, INTEIRAMENTE ARMADA. AF_05/2020	m	402	102,40	138,24	55.572,48	5,05 %
2.3	96528	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 1 UTILIZAÇÃO. AF_06/2017	m²	80,53	122,83	165,82	13.353,48	1,21 %

2.4	96533	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 2 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	m ²	148,76	70,66	95,39	14.190,21	1,29 %
2.5	93358	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_03/2016	m ³	18,59	65,31	88,16	1.638,89	0,15 %
2.6	96557	SINAPI	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	m ³	33,47	412,78	557,25	18.651,15	1,70 %
2.7	94319	SINAPI	ATERRO MANUAL DE VALAS COM SOLO ARGILO-ARENOSO E COMPACTAÇÃO MECANIZADA. AF_05/2016	m ³	33,02	37,46	50,57	1.669,82	0,15 %
2.8	96545	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	575,87	9,44	12,74	7.336,58	0,67 %
2.9	96547	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	712,62	6,83	9,22	6.570,35	0,60 %
2.10	96543	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	227,86	11,90	16,06	3.659,43	0,33 %
3			SUPRAESTRUTURA					273.821,76	24,89 %
3.1	92410	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	m ²	200,62	116,20	156,87	31.471,25	2,86 %
3.2	92720	SINAPI	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	m ³	12,15	395,52	533,95	6.487,49	0,59 %
3.3	92759	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	788,06	9,78	13,20	10.402,39	0,95 %

3.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	445,02	8,92	12,04	5.358,04	0,49 %
3.5	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	75,37	8,16	11,01	829,82	0,08 %
3.6	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	1239,46	7,20	9,72	12.047,55	1,10 %
3.7	92763	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	1333,76	6,01	8,11	10.816,79	0,98 %
3.8	92447	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	m²	508,12	109,52	147,85	75.125,54	6,83 %
3.9	92723	SINAPI	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	m³	46,15	381,01	514,36	23.737,71	2,16 %
3.10	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	kg	799,65	5,64	7,61	6.085,33	0,55 %
3.11	92725	SINAPI	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	m³	13,85	376,75	508,61	7.044,24	0,64 %

3.12	101963	SINAPI	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA PISO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+4). AF_11/2020	m²	258,76	108,20	146,07	37.797,07	3,44 %
3.13	101964	SINAPI	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA FORRO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+3). AF_11/2020	m²	313,8	100,65	135,87	42.636,00	3,88 %
3.14	102074	SINAPI	ESCADA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO, FCK 20 MPA, COM 2 LANCES EM "U" E LAJE PLANA, FÔRMA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA. AF_11/2020	m³	1,11	2.657,69	3.587,88	3.982,54	0,36 %
4			PAREDES E PAINÉIS					169.610,71	15,42 %
4.1			Alvenaria					94.626,12	8,60 %
4.1.1	87487	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 19X19X39CM (ESPESSURA 19CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	319,15	71,30	96,25	30.718,18	2,79 %
4.1.2	87513	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X19CM (ESPESSURA 11,5CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	575,99	74,08	100,00	57.599,00	5,24 %
4.1.3	93186	SINAPI	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	34,6	46,74	63,09	2.182,91	0,20 %
4.1.4	93189	SINAPI	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA PORTAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	33,35	53,42	72,11	2.404,86	0,22 %
4.1.5	93196	SINAPI	CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	m	9,9	45,50	61,42	608,05	0,06 %
4.1.6	93197	SINAPI	CONTRAVERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA VÃOS DE MAIS DE 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	m	16,3	50,59	68,29	1.113,12	0,10 %

4.2			Esquadrias					74.984,59	6,82 %
4.2.1			Madeira					25.143,71	2,29 %
4.2.1.1	90841	SINAPI	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 60X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	un.	1	759,27	1.025,01	1.025,01	0,09 %
4.2.1.2	90842	SINAPI	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 70X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	un.	10	797,42	1.076,51	10.765,10	0,98 %
4.2.1.3	90843	SINAPI	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	un.	6	807,79	1.090,51	6.543,06	0,59 %
4.2.1.4	100689	SINAPI	KIT DE PORTA DE MADEIRA FRISADA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO MÉDIO, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE BATENTE, FECHADURA COM EXECUÇÃO DO FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	un.	6	840,81	1.135,09	6.810,54	0,62 %
4.2.2			Metálicas					21.878,59	1,99 %
4.2.2.1	94569	SINAPI	JANELA DE ALUMÍNIO TIPO MAXIM-AR, COM VIDROS, BATENTE E FERRAGENS. EXCLUSIVE ALIZAR, ACABAMENTO E CONTRAMARCO. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	m²	2,16	485,71	655,70	1.416,31	0,13 %
4.2.2.2	94570	SINAPI	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER COM 2 FOLHAS PARA VIDROS, COM VIDROS, BATENTE, ACABAMENTO COM ACETATO OU BRILHANTE E	m²	17,28	305,95	413,03	7.137,15	0,65 %

			FERRAGENS. EXCLUSIVE ALIZAR E CONTRAMARCO. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019							
4.2.2.3	100702	SINAPI	PORTA DE CORRER DE ALUMÍNIO, COM DUAS FOLHAS PARA VIDRO, INCLUSO VIDRO LISO INCOLOR, FECHADURA E PUXADOR, SEM ALIZAR. AF_12/2019	m²	28,14	350,77	473,53	13.325,13	1,21 %	
4.2.3			Vidros					27.962,29	2,54 %	
4.2.3.1	84959	SINAPI	VIDRO LISO COMUM TRANSPARENTE, ESPESSURA 6MM	m²	41,59	145,94	197,01	8.193,64	0,74 %	
4.2.3.2	102184	SINAPI	PORTA DE ABRIR COM MOLA HIDRÁULICA, EM VIDRO TEMPERADO, 90X210 CM, ESPESSURA 10 MM, INCLUSIVE ACESSÓRIOS. AF_01/2021	un.	1	2.088,09	2.818,92	2.818,92	0,26 %	
4.2.3.3	102185	SINAPI	PORTA DE ABRIR COM MOLA HIDRÁULICA, EM VIDRO TEMPERADO, 2 FOLHAS DE 90X210 CM, ESPESSURA DD 10MM, INCLUSIVE ACESSÓRIOS. AF_01/2021	un.	3	4.185,12	5.649,91	16.949,73	1,54 %	
5			COBERTURAS E PROTEÇÕES					59.937,95	5,45 %	
5.1			Cobertura					50.456,55	4,59 %	
5.1.1	94210	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	m²	301,39	34,57	46,66	14.062,85	1,28 %	
5.1.2	92564	SINAPI	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM MADEIRA NÃO APARELHADA, VÃO DE 12 M, PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	un.	8	2.040,36	2.754,48	22.035,84	2,00 %	
5.1.3	92543	SINAPI	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m²	301,39	15,93	21,50	6.479,88	0,59 %	

5.1.4	94228	SINAPI	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m	22,65	51,23	69,16	1.566,47	0,14 %
5.1.5	94231	SINAPI	RUFO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, CORTE DE 25 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m	76	31,14	42,03	3.194,28	0,29 %
5.1.6	101979	SINAPI	CHAPIM (RUFO CAPA) EM AÇO GALVANIZADO, CORTE 33. AF_11/2020	m	89,55	25,79	34,81	3.117,23	0,28 %
5.2			Impermeabilizações					9.481,40	0,86 %
5.2.1			Fundações					1.699,75	0,15 %
5.2.1.1	98557	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF_06/2018	m²	42,23	29,82	40,25	1.699,75	0,15 %
5.2.2			Sanitários					4.056,45	0,37 %
5.2.2.1	98546	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA, UMA CAMADA, INCLUSIVE APLICAÇÃO DE PRIMER ASFÁLTICO, E=3MM. AF_06/2018	m²	42,74	70,31	94,91	4.056,45	0,37 %
5.2.3			Sacadas					2.943,15	0,27 %
5.2.3.1	98546	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA, UMA CAMADA, INCLUSIVE APLICAÇÃO DE PRIMER ASFÁLTICO, E=3MM. AF_06/2018	m²	31,01	70,31	94,91	2.943,15	0,27 %
5.2.4			Laje da caixa d'água					782,05	0,07 %
5.2.4.1	98546	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA, UMA CAMADA, INCLUSIVE APLICAÇÃO DE PRIMER ASFÁLTICO, E=3MM. AF_06/2018	m²	8,24	70,31	94,91	782,05	0,07 %
6			REVESTIMENTOS, FORROS, MARCENARIA E SERRALHERIA, PINTURAS E TRATAMENTOS ESPECIAIS					196.917,24	17,90 %
6.1			Revestimentos internos e externos					117.851,88	10,71 %

6.1.1	87879	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	m²	1209,44	3,06	4,13	4.994,98	0,45 %
6.1.2	87545	SINAPI	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MENOR QUE 5M2, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	305,96	20,18	27,24	8.334,35	0,76 %
6.1.3	87529	SINAPI	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	903,47	26,76	36,12	32.633,33	2,97 %
6.1.4	87905	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	m²	628,94	6,71	9,05	5.691,90	0,52 %
6.1.5	87775	SINAPI	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	m²	628,94	42,38	57,21	35.981,65	3,27 %
6.1.6	87268	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 25X35 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. AF_06/2014	m²	305,96	59,00	79,65	24.369,71	2,22 %
6.1.7	84089	SINAPI	PEITORIL EM MARMORE BRANCO, LARGURA DE 25CM, ASSENTADO COM ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA MEDIA), PREPARO MANUAL DA ARGAMASSA	m	34	127,37	171,94	5.845,96	0,53 %
6.2			Forros					30.292,80	2,75 %
6.2.1	96113	SINAPI	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES COMERCIAIS. AF_05/2017_P	m²	295,9	34,80	46,98	13.901,38	1,26 %

6.2.2	87882	SINAPI	CHAPISCO APLICADO NO TETO, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA TRAÇO 1:4 E EMULSÃO POLIMÉRICA (ADESIVO) COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	m²	308,69	4,23	5,71	1.762,61	0,16 %
6.2.3	90406	SINAPI	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM TETO, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_03/2015	m²	308,69	35,11	47,39	14.628,81	1,33 %
6.3			Marcenaria e serralheria					5.513,40	0,50 %
6.3.1	99855	SINAPI	CORRIMÃO SIMPLES, DIÂMETRO EXTERNO = 1 1/2", EM AÇO GALVANIZADO. AF_04/2019_P	m	14,5	69,44	93,74	1.359,23	0,12 %
6.3.2	99841	SINAPI	GUARDA-CORPO PANORÂMICO COM PERFIS DE ALUMÍNIO E VIDRO LAMINADO 8 MM, FIXADO COM CHUMBADOR MECÂNICO. AF_04/2019_P	m	4,65	661,76	893,37	4.154,17	0,38 %
6.4			Pintura					43.259,16	3,93 %
6.4.1	88485	SINAPI	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	m²	1532,41	1,91	2,57	3.938,29	0,36 %
6.4.2	88489	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m²	1532,41	12,57	16,96	25.989,67	2,36 %
6.4.3	88484	SINAPI	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM TETO, UMA DEMÃO. AF_06/2014	m²	604,59	2,24	3,02	1.825,86	0,17 %
6.4.4	88488	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM TETO, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m²	604,59	14,10	19,03	11.505,34	1,05 %
7			PAVIMENTAÇÃO					84.606,27	7,69 %
7.1	87630	SINAPI	CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS SECAS SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 3CM. AF_06/2014	m²	535,01	32,75	44,21	23.652,79	2,15 %
7.2	87263	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M². AF_06/2014	m²	178,99	83,62	112,88	20.204,39	1,84 %

7.3	87251	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2. AF_06/2014	m²	297,7	29,26	39,50	11.759,15	1,07 %
7.4	88649	SINAPI	RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45CM. AF_06/2014	m	419,61	5,08	6,85	2.874,32	0,26 %
7.5	72948	SINAPI	COLCHAO DE AREIA PARA PAVIMENTACAO EM PARALELEPIPEDO OU BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADOS	m³	7,31	75,60	102,06	746,05	0,07 %
7.6	93681	SINAPI	EXECUÇÃO DE PÁTIO/ESTACIONAMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO RETANGULAR COLORIDO DE 20 X 10 CM, ESPESSURA 8 CM. AF_12/2015	m²	145,76	55,22	74,54	10.864,95	0,99 %
7.7	98689	SINAPI	SOLEIRA EM GRANITO, LARGURA 15 CM, ESPESSURA 2,0 CM. AF_06/2018	m	70,99	89,19	120,40	8.547,19	0,78 %
7.8	98671	SINAPI	PISO EM GRANITO APLICADO EM AMBIENTES INTERNOS. AF_06/2018	m²	12,98	339,98	458,97	5.957,43	0,54 %
8			INSTALAÇÕES E APARELHOS					133.515,23	12,14 %
8.1			Louças e metais					9.456,70	0,86 %
8.1.1	86931	SINAPI	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA, INCLUSO ENGATE FLEXÍVEL EM PLÁSTICO BRANCO, 1/2 X 40CM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	un.	10	399,09	538,77	5.387,70	0,49 %
8.1.2	86933	SINAPI	BANCADA DE MÁRMORE SINTÉTICO 120 X 60CM, COM CUBA INTEGRADA, INCLUSO SIFÃO TIPO GARRAFA EM PVC, VÁLVULA EM PLÁSTICO CROMADO TIPO AMERICANA E TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	un.	10	301,41	406,90	4.069,00	0,37 %
8.2			Instalações Elétricas					59.418,64	5,40 %
8.2.1	91941	SINAPI	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" BAIXA (0,30 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	86	7,69	10,38	892,68	0,08 %

8.2.2	91940	SINAPI	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" MÉDIA (1,30 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	106	11,64	15,71	1.665,26	0,15 %
8.2.3	91939	SINAPI	CAIXA RETANGULAR 4" X 2" ALTA (2,00 M DO PISO), PVC, INSTALADA EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	74	22,18	29,94	2.215,56	0,20 %
8.2.4	92000	SINAPI	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	84	24,34	32,85	2.759,40	0,25 %
8.2.5	91996	SINAPI	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	30	27,17	36,67	1.100,10	0,10 %
8.2.6	91992	SINAPI	TOMADA ALTA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	60	34,46	46,52	2.791,20	0,25 %
8.2.7	91953	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	23	22,99	31,03	713,69	0,06 %
8.2.8	91959	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	18	36,41	49,15	884,70	0,08 %
8.2.9	92023	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	9	40,56	54,75	492,75	0,04 %
8.2.10	92027	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	3	53,98	72,87	218,61	0,02 %
8.2.11	91957	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	3	41,71	56,30	168,90	0,02 %
8.2.12	91955	SINAPI	INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	7	28,32	38,23	267,61	0,02 %

8.2.13	91987	SINAPI	CAMPAINHA CIGARRA (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2017	un.	6	39,68	53,56	321,36	0,03 %
8.2.14	91985	SINAPI	INTERRUPTOR PULSADOR CAMPAINHA (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2017	un.	6	21,85	29,49	176,94	0,02 %
8.2.15	91937	SINAPI	CAIXA OCTOGONAL 3" X 3", PVC, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	un.	102	8,51	11,48	1.170,96	0,11 %
8.2.16	97598	SINAPI	SENSOR DE PRESENÇA SEM FOTOCÉLULA, FIXAÇÃO EM TETO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	un.	6	40,92	55,24	331,44	0,03 %
8.2.17	97597	SINAPI	SENSOR DE PRESENÇA COM FOTOCÉLULA, FIXAÇÃO EM TETO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	un.	5	42,77	57,73	288,65	0,03 %
8.2.18	97593	SINAPI	LUMINÁRIA TIPO SPOT, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA FLUORESCENTE DE 15 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	un.	2	79,47	107,28	214,56	0,02 %
8.2.19	97605	SINAPI	LUMINÁRIA ARANDELA TIPO MEIA LUA, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA LED DE 6 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	un.	5	76,54	103,32	516,60	0,05 %
8.2.20	97585	SINAPI	LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM 2 LÂMPADAS TUBULARES FLUORESCENTES DE 18 W, COM REATOR DE PARTIDA RÁPIDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	un.	33	60,46	81,62	2.693,46	0,24 %
8.2.21	97592	SINAPI	LUMINÁRIA TIPO PLAFON, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA LED DE 12/13 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	un.	71	98,24	132,62	9.416,02	0,86 %
8.2.22	83463	SINAPI	QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO, PARA 12 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES, COM BARRAMENTO TRIFASICO E NEUTRO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	un.	12	272,71	368,15	4.417,80	0,40 %
8.2.23	101533	SINAPI	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA, SUBTERRÂNEA, TRIFÁSICA, COM CAIXA DE EMBUTIR, CABO DE 10 MM2 E DISJUNTOR DIN 50A (NÃO INCLUSA MURETA DE ALVENARIA). AF_07/2020	un.	1	834,75	1.126,91	1.126,91	0,10 %

8.2.24	91835	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO, PVC, DN 25 MM (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	m	951,15	7,21	9,73	9.254,68	0,84 %
8.2.25	91926	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	m	3268	2,67	3,60	11.764,80	1,07 %
8.2.26	91930	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 6 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	m	288	5,78	7,80	2.246,40	0,20 %
8.2.27	93653	SINAPI	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 10A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	un.	8	10,06	13,58	108,64	0,01 %
8.2.28	93655	SINAPI	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 20A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	un.	0	11,47	15,48	0,00	0,00 %
8.2.29	93663	SINAPI	DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 25A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	un.	8	52,95	71,48	571,84	0,05 %
8.2.30	93665	SINAPI	DISJUNTOR BIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 40A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	un.	8	58,07	78,39	627,12	0,06 %
8.3			Instalações hidráulicas, sanitárias e de gás					45.156,55	4,10 %
8.3.1			Instalações hidráulicas					10.647,42	0,97 %
8.3.1.1	88503	SINAPI	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un.	1	715,40	965,79	965,79	0,09 %
8.3.1.2	95675	SINAPI	HIDRÔMETRO DN 25 (3/4"), 5,0 M³/H FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2016	un.	1	174,04	234,95	234,95	0,02 %
8.3.1.3	89987	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	un.	17	89,35	120,62	2.050,54	0,19 %
8.3.1.4	94498	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 2", INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	un.	3	152,63	206,05	618,15	0,06 %

8.3.1.5	89356	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	m	144,9	16,02	21,62	3.132,73	0,28 %
8.3.1.6	89357	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	m	109,9	22,35	30,17	3.315,68	0,30 %
8.3.1.7	94651	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016	m	6,5	17,69	23,88	155,22	0,01 %
8.3.1.8	95635	SINAPI	KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM PVC SOLDÁVEL DN 25 (¾") FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (EXCLUSIVE HIDRÔMETRO). AF_11/2016	un.	1	129,16	174,36	174,36	0,02 %
8.3.2			Instalações sanitárias					29.846,14	2,71 %
8.3.2.1	98059	SINAPI	FILTRO ANAERÓBIO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,88 M, ALTURA INTERNA = 1,50 M, VOLUME ÚTIL: 3331,1 L (PARA 19 CONTRIBUINTES). AF_05/2018	un.	1	2.170,77	2.930,53	2.930,53	0,27 %
8.3.2.2	98053	SINAPI	TANQUE SÉPTICO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,40 M, ALTURA INTERNA = 2,50 M, VOLUME ÚTIL: 3463,6 L (PARA 13 CONTRIBUINTES). AF_05/2018	un.	1	1.677,75	2.264,96	2.264,96	0,21 %
8.3.2.3	97901	SINAPI	CAIXA ENTERRADA HIDRÁULICA RETANGULAR EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 0,4X0,4X0,4 M PARA REDE DE ESGOTO. AF_05/2018	un.	2	224,51	303,08	606,16	0,06 %
8.3.2.4	97902	SINAPI	CAIXA ENTERRADA HIDRÁULICA RETANGULAR EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 0,6X0,6X0,6 M PARA REDE DE ESGOTO. AF_05/2018	un.	1	443,31	598,46	598,46	0,05 %
8.3.2.5	89710	SINAPI	RALO SECO, PVC, DN 100 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	un.	19	9,80	13,23	251,37	0,02 %

8.3.2.6	89709	SINAPI	RALO SIFONADO, PVC, DN 100 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	un.	16	10,01	13,51	216,16	0,02 %
8.3.2.7	98110	SINAPI	CAIXA DE GORDURA PEQUENA (CAPACIDADE: 19 L), CIRCULAR, EM PVC, DIÂMETRO INTERNO= 0,3 M. AF_05/2018	un.	10	457,82	618,05	6.180,50	0,56 %
8.3.2.8	89711	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	m	116,4	14,07	18,99	2.210,43	0,20 %
8.3.2.9	89712	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	m	92,6	20,80	28,08	2.600,20	0,24 %
8.3.2.10	89713	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	m	45,25	31,69	42,78	1.935,79	0,18 %
8.3.2.11	89714	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	m	90,05	40,83	55,12	4.963,55	0,45 %
8.3.2.12	89849	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 150 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	m	93	40,53	54,71	5.088,03	0,46 %
8.3.3			Instalações de gás					4.662,99	0,42 %
8.3.3.1	92687	SINAPI	TUBO DE AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MÉDIA, CONEXÃO ROSQUEADA, DN 15 (1/2"), INSTALADO EM RAMAIS E SUB-RAMAIS DE GÁS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	m	197	17,54	23,67	4.662,99	0,42 %
8.4			Prevenção e combate a incêndio					17.550,00	1,60 %
8.4.1	00002	Próprio	PPCI (PROJETO, MÃO DE OBRA E COMPONENTES)	vb	1	13.000,00	17.550,00	17.550,00	1,60 %
8.5			Ar condicionado					1.933,34	0,18 %

8.5.1	89865	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM DRENO DE AR-CONDICIONADO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	m	57,7	9,71	13,10	755,87	0,07 %
8.5.2	97327	SINAPI	TUBO EM COBRE FLEXÍVEL, DN 1/4", COM ISOLAMENTO, INSTALADO EM RAMAL DE ALIMENTAÇÃO DE AR CONDICIONADO COM CONDENSADORA INDIVIDUAL FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	m	49	17,80	24,03	1.177,47	0,11 %
9			COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA					2.654,96	0,24 %
9.1	9537	SINAPI	LIMPEZA FINAL DA OBRA	m ²	595,79	2,61	3,52	2.097,18	0,19 %
9.2	100981	SINAPI	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M ³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M ³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m ³	74,47	5,55	7,49	557,78	0,05 %

Total sem BDI	815.046,15
Total do BDI	285.141,13
Total Geral	1.100.187,28

APÊNDICE B – ORÇAMENTO DA FASE DE FIM DE VIDA

Obra	Bancos	B.D.I.	Encargos Sociais
Demolição TCC II	SINAPI - 08/2020 – Rio Grande do Sul	0,0%	Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.

Orçamento Sintético

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI	Total	Peso (%)
1			DEMOLIÇÃO					67.709,08	70,28 %
1.1	97625	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA PARA QUALQUER TIPO DE BLOCO, DE FORMA MECANIZADA, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m³	895,14	34,12	34,12	30.542,17	31,70 %
1.2	97627	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m³	106,73	226,25	226,25	24.147,66	25,06 %
1.3	97629	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE LAJES, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m³	57,26	103,05	103,05	5.900,64	6,12 %
1.4	97641	SINAPI	REMOÇÃO DE FORRO DE GESSO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	295,9	3,67	3,67	1.085,95	1,13 %
1.5	97644	SINAPI	REMOÇÃO DE PORTAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	36,12	6,88	6,88	248,50	0,26 %
1.6	97645	SINAPI	REMOÇÃO DE JANELAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	30,72	22,98	22,98	705,94	0,73 %
1.7	85421	SINAPI	REMOCAO DE VIDRO COMUM	m²	79,39	12,87	12,87	1.021,74	1,06 %
1.8	97663	SINAPI	REMOÇÃO DE LOUÇAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	un.	10	9,15	9,15	91,50	0,09 %

1.9	97647	SINAPI	REMOÇÃO DE TELHAS, DE FIBROCIMENTO, METÁLICA E CERÂMICA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	301,39	2,59	2,59	780,60	0,81 %
1.10	97654	SINAPI	REMOÇÃO DE TESOURAS DE MADEIRA, COM VÃO MAIOR OU IGUAL A 8M, DE FORMA MECANIZADA, COM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	un.	8	116,26	116,26	930,08	0,97 %
1.11	97650	SINAPI	REMOÇÃO DE TRAMA DE MADEIRA PARA COBERTURA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m²	301,39	5,58	5,58	1.681,75	1,75 %
1.12	97661	SINAPI	REMOÇÃO DE CABOS ELÉTRICOS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m	915,15	0,52	0,52	475,87	0,49 %
1.13	97662	SINAPI	REMOÇÃO DE TUBULAÇÕES (TUBOS E CONEXÕES) DE ÁGUA FRIA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	m	261,3	0,37	0,37	96,68	0,10 %
2			TRANSPORTE					28.638,07	29,72 %
2.1	95879	SINAPI	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	Txkm	22656,7	0,80	0,80	18.125,36	18,81 %
2.2	93599	SINAPI	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	Txkm	32852,22	0,32	0,32	10.512,71	10,91 %

Total sem BDI

Total do BDI

Total Geral

96.347,15

0,00

96.347,15