



UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental

MATHEUS ALMEIDA MIRANDA SILVA

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS FINANCEIROS DAS ATIVIDADES
RELACIONADAS AO MEIO AMBIENTE PARA IMPLANTAÇÃO DE UM
EMPREENDIMENTO VERTICAL LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE
RIBEIRÃO PRETO - SP

RIBEIRÃO PRETO
2021

Matheus Almeida Miranda Silva

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS FINANCEIROS DAS ATIVIDADES
RELACIONADAS AO MEIO AMBIENTE PARA IMPLANTAÇÃO DE UM
EMPREENHIMENTO VERTICAL LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE
RIBEIRÃO PRETO - SP

Dissertação apresentada como requisito
para obtenção do título de Mestre pelo
programa de Pós-Graduação em
Tecnologia Ambiental do
Centro de Ciências Exatas, Naturais e
Tecnologias da Universidade de Ribeirão
Preto.
Área de concentração: Tecnologia
Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Almeida
Frata

Ribeirão Preto
2021

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

S586c Silva, Matheus Almeida Miranda, 1993-
Composição de custos financeiros das atividades relacionadas
ao meio ambiente para implantação de um empreendimento vertical
localizado no município de Ribeirão Preto – SP / Matheus Almeida
Miranda Silva. – Ribeirão Preto, 2022.
85 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Almeida Frata.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto,
UNAERP, Tecnologia Ambiental. Ribeirão Preto, 2022.

1. Custos ambientais. 2. Sustentabilidade ambiental.
3. Construção Civil. 4. Composição de custos. 5. Construção
sustentável. I. Título.

CDD 628

MATHEUS ALMEIDA MIRANDA SILVA

**“ COMPOSIÇÃO DE CUSTOS FINANCEIROS DAS ATIVIDADES
RELACIONADAS AO MEIO AMBIENTE PARA IMPLANTAÇÃO DE UM
EMPREENHIMENTO VERTICAL LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE
RIBEIRÃO PRETO - SP”**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre pelo programa de Mestrado em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto.
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Almeida Frata.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Data de qualificação: 17 de dezembro de 2021

Resultado: **APROVADO**

BANCA EXAMINADORA

Assinado de forma digital por
Gustavo Almeida Frata
Dados: 2021.12.20 13:38:55 -03'00'

Prof. Dr. Gustavo Almeida Frata
Presidente/Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP

Assinado de forma digital por LUCIANO FARIAS DE
NOVAES:05040506643
Dados: 2022.01.11 11:44:57 -03'00'

Prof. Dr. Luciano Farias de Novaes
Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP

Prof. Dr. Eduardo Lucena Cavalcante Amorim
CTEC/UFAL

Ribeirão Preto
2021



Documento assinado digitalmente
Eduardo Lucena Cavalcante de Amorim
Data: 20/12/2021 11:42:59-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por estar sempre iluminando meus caminhos e me dando sabedoria para seguir fazendo escolhas corretas na vida pessoal e profissional. A seu lado, tenho certeza de que Nossa Senhora Auxiliadora, Dom Bosco e Santo Antônio têm olhado sempre por mim.

A minha esposa, Ana Carolina Vasconcelos Saldanha Silva, por todo o companheirismo e o amor. Sem dúvida, sem ela a meu lado, nada disso seria possível.

A minha família, sou extremamente grato por estar sempre presente na minha vida possibilitando que eu tivesse acesso aos estudos.

A meus pais, José Silva e Marta Rosa Farias de Almeida Miranda Silva, eterna gratidão por tamanho compromisso e dedicação na minha criação e educação.

A minha avó, Maria de Lourdes Farias de Almeida, que nos deixou durante esse processo de Mestrado, sou eternamente grato por tamanho amor e carinho que sempre teve comigo e com meus irmãos.

A meus irmãos, Lucas Almeida Miranda Barreto e João Pedro Almeida Miranda Silva, pela imensa parceria e amor.

A meu orientador, Prof. Dr. Gustavo de Almeida Frata, pela confiança, incentivo e apoio acreditando nos meus ideais e projeto. Sem dúvida, foi o grande impulsionador deste trabalho.

A todos os meus professores de Mestrado, em especial Prof. Dr. Luciano Novaes e a Profa. Dra. Luciana Rezende, exemplos e referências de profissionais.

Ao departamento de Pós-Graduação da UNAERP, em especial à Natália Aparecida, por toda receptividade e prontidão.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte deste processo e que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

Ora, a fé é o firme fundamento das coisas que se esperam, e a prova das coisas que se não veem.

Hebreus 11:1

RESUMO

Na indústria da construção civil, verifica-se a relevante necessidade de promoção de ações que mitiguem os impactos ambientais no momento de execução dos empreendimentos. Com isso, promover a expansão das cidades sem que haja um descaso no meio ao qual estão inseridas. Sob o aspecto orçamentário, muitas empresas possuem uma dotação cada dia mais enxuta, mas há um aumento na exigência dos clientes, cada vez mais atentos aos padrões de qualidade relacionados à execução das obras, além da necessidade emergente de garantir que os empreendimentos atendam a todos os requisitos, as exigências e os critérios ambientais, de modo que seja inserido no meio urbano de forma sustentável e com o mínimo de impacto ao meio ambiente e ao sistema urbano, na maioria dos casos, já existente. Frente a este cenário, o objetivo deste trabalho é demonstrar, através de uma composição de custo, as possibilidades que as empresas têm de gerar seu planejamento orçamentário, olhando de forma mais criteriosa para as questões ambientais, de modo a atender as demandas ambientais desde o momento de aquisição do terreno até o período de construção e no pós-obra. Foram levantados dados históricos de base orçamentária, a qual é alimentada com cotações realizadas mensalmente pelo setor qualificado, de uma empresa que atua no ramo da construção civil, para que fosse possível predispor de todos os custos de caráter ambiental para implantação de um empreendimento imobiliário. Aliado a isso, foi feita toda a caracterização da área de estudo, evidenciando todas as exigências ambientais, sejam elas vindas da prefeitura ou de concessionárias de água, esgoto e energia, para que a base orçamentária pudesse contemplar todos os custos voltados ao atendimento das exigências. Por fim, foi feito um comparativo entre custos entre um empreendimento com itens considerados sustentáveis e um empreendimento sem esses itens. Levando em consideração os resultados obtidos, em relação ao montante geral gasto para implantação de um empreendimento sustentável, cerca de 4,6% estão diretamente relacionados a algum item classificado como de aspecto ambiental, representando um custo de R\$ 75,43 por metro quadrado construído. Em paralelo aos custos ambientais, a maior parcela do investimento é proveniente da parte inicial de implantação que contempla as contrapartidas solicitadas pelos órgãos municipais, tais como extensões de redes de água e esgoto, execução de melhorias em vias públicas, os quais representam um valor de R\$ 47,22/m², cerca de 63% do custo ambiental total. Em seguida, com 28% aparecem os custos de implantação de itens sustentáveis, como sistemas de luminárias de LED e de captação de energia solar, por exemplo. E, como menor parcela, vem os custos de descartes da construção com 9%. Levantando todo o exposto, para a implantação de itens sustentáveis e regularização do empreendimento de acordo com as exigências municipais, houve um custo de R\$ 262,61 por m² construído.

Palavras-chave: Custos Ambientais. Sustentabilidade Ambiental. Construção Civil. Composição de custos. Construção sustentável.

ABSTRACT

In the civil construction industry, there is a relevant need to promote actions that mitigate environmental impacts at the time of execution of projects. Thus, promoting the expansion of cities without neglecting the environment in which they are inserted. From a budgetary point of view, many companies have an increasingly leaner endowment, but there is an increase in customer demand, increasingly attentive to quality standards related to the execution of works, in addition to the emerging need to ensure that the projects meet everyone the requirements, requirements and environmental criteria, so that it is inserted in the urban environment in a sustainable way and with a minimum impact on the environment and the urban system, in most cases, already existing. Faced with this scenario, the objective of this work is to demonstrate, through a cost composition, the possibilities that companies have to generate their budget planning, looking more carefully at environmental issues, in order to meet environmental demands since the time of land acquisition until the construction period and after construction. Historical budget data were collected, which is fed with quotations made monthly by the qualified sector, from a company that operates in the civil construction sector, so that it would be possible to pre-dispose of all costs of an environmental nature for the implementation of a real estate project. In addition to this, the entire characterization of the study area was carried out, evidencing all environmental requirements, whether from the city hall or water, sewage and energy concessionaires, so that the budget base could include all costs aimed at meeting the requirements. Finally, a comparison was made between costs between an enterprise with items considered sustainable and an enterprise without these items. Finally, a comparison was made between costs between an enterprise with items considered sustainable and an enterprise without these items. Taking into account the results obtained, in relation to the general amount spent for the implementation of a sustainable enterprise, about 4.6% are directly related to an item classified as an environmental aspect, representing a cost of R\$ 75.43 per square meter built. In parallel with environmental costs, most of the investment comes from the initial part of implementation, which includes the compensation requested by municipal bodies, such as extensions of water and sewage networks, execution of improvements in public roads, which represent a value of R\$ 47.22/m², about 63% of the total environmental cost. Then, with 28%, there are the costs of implementing sustainable items, such as LED lighting systems and solar energy capture, for example. And, as a smaller share, comes construction disposal costs with 9%. Taking all the above, for the implementation of sustainable items and regularization of the enterprise according to municipal requirements, there was a cost of R\$ 262.61 per m² built.

Keywords: Environmental Costs. Environmental Sustainability. Construction. Cost composition. Sustainable construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis	20
Figura 2. Tripé da Sustentabilidade	21
Figura 3. Classificação dos resíduos sólidos com base no Plano Nacional dos Resíduos Sólidos	25
Figura 4. Classificação dos resíduos da construção civil	26
Figura 5. Variação percentual de volume em m ³ de RCD nas diversas fases da construção	28
Figura 6. Coletores de Resíduos Sólidos em empreendimento residencial vertical na cidade de Ribeirão Preto - SP	28
Figura 7. “Big-bags” para coleta de resíduos sólidos em canteiro de obras na cidade de Ribeirão Preto - SP	29
Figura 8. Pirâmide dos 3R’s como estratégia para o setor de resíduos sólidos	29
Figura 9. Torneira com arejador e redutor de pressão	31
Figura 10. Caixa acoplada com sistema duplo de descarga	32
Figura 11. Empreendimento com luminárias de LED	33
Figura 12. Bicicleta compartilhada entregue para moradores do condomínio	34
Figura 13. Placas para captação de energia solar	35
Figura 14. Etapas da metodologia utilizada neste trabalho	38
Figura 15. Projeto de levantamento Planialtimétrico do Terreno	41
Figura 16. Planta Baixa do Projeto Arquitetônico do Empreendimento, com definições de locação de blocos, áreas comuns, acessibilidade e detalhes gerais	42
Figura 17. Cortes e Fachadas do Projeto Arquitetônico do Empreendimento	43
Figura 18. Planta Baixa de apartamento tipo do empreendimento	43
Figura 19. Demarcação do terreno de estudo	57
Figura 20. Localização e sobreposição do terreno para o empreendimento de estudo	58
Figura 21. Detalhe da matrícula do Registro de Imóveis do Empreendimento de Estudo, com apontamento da descrição da área de implantação	59
Figura 22. Vista Urbanística de Implantação do empreendimento no terreno com delimitação e localização dos blocos, áreas comuns e ruas internas e externas	60
Figura 23. Diretriz de Abastecimento de Água e Captação de Esgoto do empreendimento de estudo.	61
Figura 24. Diretriz de Abastecimento de Energia do empreendimento de estudo	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Itens ambientais e de integração analisados no condomínio de estudo	39
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela Base SINAPI – Composição de custos de pintura 2 demãos	36
Tabela 2. Custo da Atividade 01: Supressão de Árvores	63
Tabela 3. Custo da Atividade 02: Plantio de Mudas	63
Tabela 4. Custo da Atividade 03: Manutenção	64
Tabela 5. Custo da Atividade 04: Execução de Rede de Água	64
Tabela 6. Custo da Atividade 05: Execução de Rede de Esgoto	65
Tabela 7. Custo da Atividade 06: Execução de Rede de Drenagem	66
Tabela 8. Custo da Atividade 07: Execução de Abertura de Via Pública	66
Tabela 9. Custo da Atividade 08: Execução de Abertura de Calçada	67
Tabela 10. Custo da Atividade 09: Execução de Recapeamento Asfáltico	68
Tabela 11. Custo da Atividade 10: Serviços de Topografia	68
Tabela 12. Custo da Atividade 11: Execução de Rede Elétrica	68
Tabela 13. Custo da Atividade 12: Execução de Sinalização Viária	69
Tabela 14. Custo da Atividade 13: Segregação de Resíduos	69
Tabela 15. Custo da Atividade 14: Implementação de torneiras com arejador e redutor	70
Tabela 16. Custo da Atividade 15: Implementação de caixas acopladas com sistema duplo de descarga	71
Tabela 17. Custo da Atividade 16: Implementação de coletores de resíduos sólidos para coleta seletiva	71
Tabela 18. Custo da Atividade 17: Implementação de luminárias de LED	72
Tabela 19. Custo da Atividade 18: Implementação de bicicletas compartilhadas	72
Tabela 20. Custo da Atividade 19: Implementação de sistema para captação de energia solar	72
Tabela 21. Custos Ambientais de Implantação comparados aos demais custos de implantação	73
Tabela 22. Custos Ambientais x Totais	74
Tabela 23. Resumo geral de custos considerando todos os custos levantados para a implantação e regularização de todos os itens ambientais propostos no empreendimento de estudo	76
Tabela 24. Comparativo de custo entre torneiras comuns e com arejador e redutor	77
Tabela 25. Comparativo de custo caixas acopladas com descargas duplas e caixas acopladas com descargas comuns	78
Tabela 26. Comparativo de custo: luminárias de LED e de vapor metálico	78
Tabela 27. Comparativo de custo: investimento adicional em itens sustentáveis	79
Tabela 28. Investimento adicional total para implementação e itens sustentáveis no empreendimento de estudo	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparativo geral – Custos Ambientais	75
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Área
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP	Área de Preservação Permanente
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CFL	Compact Fluorescent Lamp (Lâmpada Fluorescente Compacta)
CM	Centímetro
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CUB	Custo Unitário Básico
DN	Diâmetro Nominal
DOF	Documento de Origem Florestal
E	Espessura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
I	Comprimento
L	Litro
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
M	Metro Linear
M ²	Metro Quadrado
M ³	Metro Cúbico
Mat	Material
MO	Mão de Obra
NBR	Norma Brasileira Registrada
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis
ONU	Organização das Nações Unidas
PAC	Programa de Aceleração e Crescimento
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PNE	Portadores de Necessidades Especiais
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
QTDE	Quantidade
RSI	Resíduos Sólidos Industriais
RSR	Resíduos Sólidos Rurais
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UNID	Unidade
UV	Radiação Ultravioleta
ZPM	Zona de Proteção Máxima
ZUP	Zona de Urbanização Preferencial

SUMÁRIO

	página
1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
3.2 ASPECTOS AMBIENTAIS E SUSTENTÁVEIS NA IMPLANTAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO	22
3.3 ASPECTOS AMBIENTAIS NO PROCESSO CONSTRUTIVO	24
3.3.1 Torneiras com Arejador e Redutor de Pressão	31
3.3.2 Caixas Acopladas com Sistema Duplo de Descarga	32
3.3.3 Coletores de Resíduos Sólidos para Coleta Seletiva	33
3.3.4 Luminárias de LED	33
3.3.5 Bicicletas compartilhadas	34
3.3.6 Sistema de captação de energia solar	34
3.4 ASPECTOS DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS NO PROCESSO CONSTRUTIVO	35
4 MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E ESTUDO DE IMPACTOS	39
4.1.1 Sobreposição da implantação com topográfico	40
4.1.2 Análise dos projetos arquitetônico, de redes e de vias no caso de empreendimentos em que a rua de entrada ou entorno não estejam executadas	42
4.1.3 Levantamento de custos ambientais e de integração com o sistema urbano existente	44
4.2 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	44
4.2.1 Custo com Supressão de Árvores	44
4.2.2 Custo com Plantio de Árvores (Mitigação Ambiental)	45
4.2.3 Custo com Manutenção de Paisagismo	45
4.2.4 Custos de integração do empreendimento com o sistema urbano existente	46
4.2.4.1 Custo com Execução de Rede de Água	46
4.2.4.2 Custo com Execução de Rede de Esgoto	46
4.2.4.3 Custo com Execução de Rede de Drenagem	47
4.2.4.4 Custo com Execução de Abertura de Via Pública	47
4.2.4.5 Custo com Execução de Abertura de Calçada	48
4.2.4.6 Custo com Execução de Recapeamento Asfáltico para trechos com escavação para execução de redes hidráulicas	48
4.2.4.7 Custos com Topografia	49
4.2.4.8 Custos com Execução de Rede Elétrica	49

4.2.4.9 Custos com Sinalização Viária	49
4.2.5 CUSTOS COM RESÍDUOS GERADOS NA CONSTRUÇÃO	50
4.2.6 CUSTOS COM IMPLANTAÇÕES SUSTENTÁVEIS	50
4.2.6.1 Custo com Implementações de torneiras com arejador e redutor de pressão	51
4.2.6.2 Custo com Implementações de caixas acopladas com sistema duplo de descarga	51
4.2.6.3 Custo com Implementações de Coletores de Resíduos Sólidos para Coleta Seletiva	51
4.2.6.4 Custo com Implementações de Luminárias de LED	52
4.2.6.5 Custo com Implementações de Bicicletas Compartilhadas	52
4.2.6.6 Custo com Implementações de sistema de captação de energia solar	52
4.3 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS FINANCEIROS DO EMPREENDIMENTO	53
4.4 COMPARATIVO FINANCEIRO: INVESTIMENTO ADICIONAL EM ITENS SUSTENTÁVEIS	54
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E ESTUDO DE IMPACTOS	56
5.1.1 Sobreposição da implantação com topográfico	56
5.1.2 Análise dos projetos arquitetônico, de redes e de vias no caso de empreendimentos em que a rua de entrada ou entorno não estejam executadas	60
5.2 LEVANTAMENTO DE CUSTOS	62
5.2.1 Custos de implantação	63
5.2.1.1 Custo com Supressão de Árvores	63
5.2.1.2 Custo com Plantio de Árvores (Mitigação Ambiental)	63
5.2.1.3 Custo com Manutenção de Paisagismo	64
5.2.2 Custos de integração com sistema urbano existente	64
5.2.2.1 Custo com Execução de Rede de Água	64
5.2.2.2 Custo com Execução de Rede de Esgoto	65
5.2.2.3 Custo com Execução de Rede de Drenagem	65
5.2.2.4 Custo com Execução de Abertura de Via Pública	66
5.2.2.5 Custo com Execução de Abertura de Calçada	67
5.2.2.6 Custo com Execução de Recapeamento Asfáltico para trechos com escavação para execução de redes hidráulicas	67
5.2.2.7 Custo com Serviços de Topografia	68
5.2.2.8 Custo com Execução de Rede Elétrica	68
5.2.2.9 Custo com Execução Sinalização Viária	69
5.2.3 Custos com resíduos da construção	69
5.2.4 Custos de implantações sustentáveis no condomínio	70
5.2.4.1 Custo com Implementação de torneiras com arejador e redutor de pressão	70
5.2.4.2 Custo com Implementação de caixas acopladas com sistema duplo	70

de descarga	
5.2.4.3 Custo com Implementação de coletores de resíduos sólidos para coleta seletiva	71
5.2.4.4 Custo com Implementação de luminárias de LED	71
5.2.4.5 Custo com Implementação de bicicletas compartilhadas.	72
5.2.4.6 Custo com Implementação de sistema para captação de energia solar	72
5.3 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS FINANCEIROS DO EMPREENDIMENTO	73
5.4 COMPARATIVO FINANCEIRO: INVESTIMENTO ADICIONAL EM ITENS SUSTENTÁVEIS	77
5.4.1 Custos de torneiras com arejador e redutor, comparado ao de torneiras comuns	77
5.4.2 Custos de descargas com duplo acionamento, comparado ao custo de descargas comuns	78
5.4.3 Custos de luminárias de LED, comparado ao de luminárias de vapor metálico	78
6 CONCLUSÕES	80
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	82
7.1 QUESTIONÁRIO DE BENEFÍCIOS REFLETIDOS NA COMUNIDADE	82
7.2 VALIDAÇÃO DA RELAÇÕES DESENVOLVIDAS PARA EMPREENDIMENTOS EM OUTRAS REGIÕES	82
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

O debate e os estudos sobre os aspectos ambientais na construção civil têm evidenciado, nitidamente, um enorme choque de interesses, de culturas e de custos, frente ao complicado histórico que essa relação traz consigo. Sem dúvida, ao falar nesse vínculo, faz-se necessário buscar, na história, os primeiros avanços das sociedades a partir das expansões territoriais e, por consequência, interferências no meio ambiente existente.

A história do mundo mostra que a construção civil sempre existiu para atender necessidades básicas e imediatas do homem, sem a preocupação com a técnica aprimorada em um primeiro momento (CORRÊA, 2009). Isso trouxe um legado negativo de constantes impactos no ambiente de entorno das áreas de crescimento, tornando-se um ponto de sérias preocupações atuais.

Com as diversas modificações históricas do meio, as políticas públicas do Brasil sofreram inúmeras alterações, desde os processos de colonização quando, inicialmente, tinha-se um modelo autoritário e burocrático, até os dias atuais, onde existe o modelo democrático e participativo. Tais mudanças de gestão e de pensamento se dão ao longo dos anos com os diversos entraves políticos e socioeconômicos relacionados a diversidade de aspectos que refletiram diretamente no crescimento do país.

Com o passar dos anos, distintas iniciativas começam a ser tomadas para tentar ter um maior controle dos aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos ambientais. Nesse contexto, em 1972, a Conferência de Estocolmo trouxe importantes marcos para o desenvolvimento da política mundial do meio ambiente com a criação do Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente (PNUMA), em que se estabeleceu que, seria indispensável um trabalho de Educação Ambiental formando indivíduos com responsabilidade para proteção do meio existente.

Assim, com a Declaração de Estocolmo (fruto da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano) o tema sustentabilidade passa a ter ampla visibilidade. Durante a Conferência, foram elaborados e definidos “[...] princípios comuns que ofereçam aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano” (ONU, 1972). O desenvolvimento com sustentabilidade e a preservação do meio ambiente como garantia de sobrevivência das gerações presentes e futuras devem ser assegurados.

A defesa e o melhoramento do meio ambiente humano para as gerações presentes e futuras se converteu na meta imperiosa da humanidade, que se deve perseguir, ao mesmo tempo em que se mantêm as metas fundamentais já estabelecidas, da paz e do desenvolvimento econômico e social em todo o mundo, e em conformidade com elas (ONU, 1972).

Em 1992, a temática foi objeto da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Eco-92, que salientava a melhor maneira de tratar as questões ambientais seria assegurando a participação de todos os cidadãos no quesito, através de acesso adequado às informações relativas ao meio ambiente disponibilizadas pelas autoridades de modo a que todos pudessem participar dos processos decisórios.

Sendo assim, fica claro que o Brasil se encontra em uma constante luta entre os impactos ambientais causados pela necessidade de crescimento territorial. Daí, vem a importância do papel de expansão consciente do setor da construção civil. É evidente que esse setor é um dos que mais interfere na economia do país e que tem a capacidade de ser um termômetro para outros setores produtivos. Isso, pois, determinada cidade encontra-se em expansão através dos avanços na construção civil, o que significa que a economia está crescendo e que, portanto, as oportunidades para outras áreas acabam surgindo. Segundo o Plano Plurianual (2018-2021), a evolução do PIB municipal de Ribeirão Preto tem, como grande agente, o investimento privado, que se dá, principalmente, no setor de comércio e de serviços, através da construção civil e da instalação na cidade de grandes redes de empresas comerciais, tais como shoppings centers, centrais logísticas, transportadoras e prestadoras de serviços diretos ao público, cujos investimentos têm efeito multiplicador na estrutura econômica da cidade.

No contexto dos avanços mais significativos sobre a questão da proteção e preservação ambiental, Frata (2019) destaca.

O Brasil passa por grandes avanços na temática de proteção ambiental, especialmente com a promulgação de legislações voltadas à preservação dos recursos naturais, exigindo desta forma, um planejamento mais eficaz principalmente dos gestores municipais, que devem estar atentos ao cumprimento das legislações ambientais em comunhão com planejamento urbano e bem-estar da população (FRATA, 2019, p.22).

O autor destaca, ainda, os desafios de uma gestão sustentável das cidades, frente à necessidade de um processo consistente de proximidade entre a sustentabilidade ambiental de empreendimentos e o crescimento urbano.

Um avanço quanto ao estreitamento das temáticas ambiental e urbana surgiu na promulgação da Constituição Federal de 1988, quando as Leis Orgânicas Municipais e os Planos Diretores tomam forma. Entretanto, ainda está em processo de construção a interligação dos setores governamentais para uma consolidação e posta em marcha de uma gestão sustentável das cidades (FRATA, 2019, p. 26).

É importante salientar que, nesse processo de crescimento horizontal, o seguimento das diretrizes e das leis municipais e ambientais é, atualmente, exigido e fiscalizado pelos órgãos competentes. Contudo, nem sempre é possível garantir o cumprimento de tais nuances, já que, infelizmente, ainda há relevante discrepância entre o contingente de órgãos fiscalizadores e a velocidade e a quantidade de regiões em crescimento, independentemente de serem financiadas pelo setor público ou privado.

Desse modo, o grande desafio começa a ser criado: como expandir sem prejudicar o meio ambiente? Sabe-se que o crescimento territorial de qualquer cidade se dá através da exploração de áreas ainda não habitadas, sendo inevitável, a modificação do meio existente. Sendo assim, os processos de interferências ambientais começam a vir à tona, sendo esses feitos corretamente ou de forma desordenada.

Historicamente, a construção civil é um setor com poucos estudos e análises, no que diz respeito aos custos ambientais de construção. Isso se reflete na necessidade de aprofundar as referências dessa temática. Portanto, um trabalho de composição de custos financeiros das atividades relacionadas ao meio ambiente para a implantação de um empreendimento, torna-se de extrema relevância para um setor tão carente de medidas e análises de cunho ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar e quantificar os custos ambientais para a implantação de um empreendimento vertical de construção civil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a área e estudar os impactos ambientais que a implementação do empreendimento residencial em estudo pode causar, com apontamentos das regularizações documentais, compensações necessárias e custos atribuídos à sustentabilidade ambiental;
- Levantar custos ambientais e de integração com o sistema urbano existente, custos durante a construção e custos para implementação de itens sustentáveis;
- Apresentar composição de custo financeiros para a implementação e para a regularização das questões de sustentabilidade ambiental do empreendimento avaliado; e
- Realizar o comparativo financeiro, evidenciando o quanto a mais a construtora investiu para entregar o empreendimento com itens considerados sustentáveis.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é um dos setores mais representativos para a Economia brasileira, reponde por 7,78% do Produto Interno Bruto (PIB), ocupando o segundo lugar. É superado, apenas, pelo setor agroindustrial. Destaca-se tanto por sua finalidade como pela quantidade de empregos gerados para a mão-de-obra pouco qualificada (IBGE, 2014). Além disso, tem um destaque dados seus empreendimentos, divididos em edificações e em infraestrutura (SINDUSCON, 2014) e, principalmente, pelos impactos relevantes causados pela execução das obras.

Entre os anos de 1850 e de 1930, desencadeou-se a construção de usinas e de ferrovias. Nesse período, foram constituídas as primeiras empresas de construção nacionais, organizadas especificamente para esse tipo de atividade. Surgiu, assim, a indústria da construção civil nacional. Naquele momento, os operários da construção, em grande parte imigrantes, tornaram-se a “elite” entre as classes operárias, com maior padrão cultural, melhores condições de trabalho, maiores salários e melhor força associativa (XAVIER, 2014).

Na década de 2003 a 2013, a construção civil foi um dos setores mais representativos, tanto por sua finalidade quanto pela quantidade de empregos gerados, principalmente para a mão-de-obra pouco qualificada, houve um aumento significativo na execução de obras, a criação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), a facilidade de crédito, os financiamentos do BNDES e a inserção de construtoras estrangeiras no mercado, advindas, principalmente, da Argentina, da Espanha e dos EUA, para integrar consórcios construtores. Fatos esses que impulsionaram, em 2006, as taxas de desemprego para números inferiores a 6%; sendo atingido, em 2013, o marco histórico da criação de mais de 3 milhões de empregos formais na construção civil (SINDUSCON, 2014).

Com essa constante evolução do setor, a relevância dos impactos ambientais foi ganhando maior proporção, porém nos canteiros de obra a gestão sempre teve dificuldades em conciliar os processos construtivos com o que estes impactam no ambiente.

O impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Para Xavier *et al.* (2014), a responsabilidade de superar os desafios da gestão é atribuída à equipe, não apenas a um único gestor. Destaca-se, assim, que cabe à equipe do projeto superar todas as dificuldades e desafios para solucionar as interferências no desenrolar dos trabalhos e para aperfeiçoar o processo de gestão ao longo do ciclo de vida do empreendimento para assegurar que todas as metas sejam cumpridas com bom desempenho técnico e com a compatibilização dos recursos em função da obra.

O Brasil é um dos países de maiores riquezas naturais, tanto em fauna quanto em flora. Tal situação seria confortável se não fosse a atual relação crítica que há entre o homem e o meio ambiente. Segundo estudo publicado na revista PLoS One, o Brasil está na lista dos principais países que causam dano ao meio ambiente. A pesquisa intitulada de “Evaluating the Relative Environmental Impact of Countries”, publicada em 2010, traz como principal objetivo apresentar métricas simples de medição de impactos ambientais. Na avaliação dos autores, o país é o pior para o meio ambiente, pois sua quantidade de desmatamento é enorme (sendo o primeiro entre os países listados) e fica em quarto quando o assunto é emissão de CO₂.

Em 2000, durante a Cúpula do Milênio, promovida pela Organização das Nações Unidas em Nova Iorque (EUA), líderes de 191 países firmaram um pacto que busca deixar o mundo mais pacífico, justo e sustentável. Tal fato ficou conhecido como Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Esses foram um conjunto de oito metas, quais sejam: (i) reduzir a pobreza; (ii) atingir o Ensino Básico universal; (iii) igualdade entre os sexos e autonomia das mulheres; (iv) reduzir mortalidade infantil; (v) melhoria da saúde materna; (vi) combater o HIV; (vii) garantir a sustentabilidade ambiental; e (viii) parceria mundial para o desenvolvimento; tais metas tiveram o ano de 2015 como ano final para tornar o mundo um lugar melhor e mais justo para se viver.

Entretanto, os esforços para alcançar os ODM até 2015 não se encerraram nessa data, uma vez que suas ações, a partir de então, passam a alinhar-se com a

nova agenda criada, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, tendo em mente a necessidade de fiscalização do trabalho na esfera dos ODM (PNUD, 2015).

Ao final de 2015, uma nova agenda foi criada, estabelecendo o novo prazo de 2030 para que os ODS fossem alcançados. Isso consiste em 17 ODS e mais 169 metas, todos aprovados e considerados complementarmente à discussão e proposta anteriores estabelecidos nos ODM. Os ODS são (i) a erradicação da pobreza, (ii) a fome zero e agricultura sustentável, (iii) a saúde e o bem-estar, (iv) a educação de qualidade, (v) a igualdade de gênero, (vi) a água potável, (vii) a energia limpa e acessível, (viii) o trabalho decente e crescimento econômico, (ix) a indústria, inovação e tecnologia, (x) a redução das desigualdades, (xi) as cidades e comunidades sustentáveis, (xii) o consumo e a produção responsáveis, (xiii) a ação sobre a mudança global do clima, (xiv) a vida na água, (xv) a vida terrestre, (xvi) a paz, justiça e instituições eficazes, e (xvii) as parcerias e meios de implementação.

Figura 1. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis



Fonte: ONU, 2021.

Como os ODS formam a agenda global para o desenvolvimento das sociedades, permitirão às empresas líderes demonstrar como seu negócio ajuda a promover o desenvolvimento sustentável, tanto minimizando impactos negativos quanto maximizando os impactos positivos sobre as pessoas do planeta (SDG COMPASS, 2015).

Sendo assim, fica evidente que, atualmente, as empresas privadas são uma parte importante da solução e da aplicação dessas medidas de melhoria e de mitigação. Entretanto, o impasse ocorre quando essas também não querem perder poder e lucratividade. Uma solução, para o impasse de criar mudanças que não gerem desconfiança nos ricos e nos poderosos, deve ser apresentar as premissas de sustentabilidade em termos de oportunidades, não, de ameaças (ADAMS, 2006). Visualizando os aspectos dessa forma, algumas das grandes empresas têm buscado aderir a esses pactos globais com o intuito de ganhar visibilidade e de terem valorização de sua própria marca, além de assumir responsabilidades no cumprimento das medidas socioambientais estabelecidas.

O escopo geral para a geração e para a análise desses índices necessários para essa expansão dos serviços da construção civil de forma sustentável, deve passar pela análise dos três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental, conforme representado pela Figura 2.

Figura 2. Tripé da Sustentabilidade



Fonte: Projeta Sustentável, 2020.

Da perspectiva econômica, através da caracterização do terreno e estudo de impactos ambientais, torna-se possível analisar os custos ambientais gerados e quais custos, em paralelo serão gastos para mitigar esses impactos, bem como outros investimentos que serão feitos como melhoria e retorno ao meio ambiente. No aspecto social, analisa-se como a construção de um empreendimento sustentável traz retorno à comunidade que nele residirá e, também, a todo entorno que será contemplado com melhorias. Por fim, ambientalmente, todo o processo realizado

nas etapas do estudo demonstra que, após caracterizar o terreno, deve-se evidenciar os impactos e gerar os custos, analisando tanto o empreendimento quanto o seu entorno. Dessa forma, é possível determinar indicadores ambientais para a definição de um empreendimento que vai atender todos os pilares da sustentabilidade.

3.2 ASPECTOS AMBIENTAIS E SUSTENTÁVEIS NA IMPLANTAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO

Analisando esse processo, deve-se levar em consideração desde a obtenção da matéria-prima até o seu descarte final, bem como todos os processos que vão gerar possíveis impactos no momento de implantação do empreendimento. Na execução das obras de construção civil, vários impactos são provocados, como consequentes perdas de materiais, além de problemas referentes à interferência no entorno da obra e nos meios biótico, físico e antrópico do local da edificação (CARDOSO; ARAÚJO,2004).

No início de determinado empreendimento, diversos aspectos devem ser seguidos, a fim de garantir a correta implantação do projeto em questão. Especificamente, no que tange a aspectos referentes às políticas ambientais, o terreno deve ser caracterizado e zoneado, recebendo diretrizes ambientais através de um ofício emitido pelo departamento de gestão ambiental municipal. Em geral, a caracterização de determinado terreno deve levar em conta a área de abrangência, o endereço, o cadastro no Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e a matrícula. Além disso, devem ser bem definidos os aspectos de vegetação da gleba e do entorno, evidenciando sistemas de áreas verdes, de lazer e de acompanhamento viário.

A implementação de determinado empreendimento dá-se, inicialmente, com a definição e com a compra do terreno. A partir daí, passa a ser de responsabilidade do construtor solicitar aos órgãos competentes todas as diretrizes necessárias para o bom e correto andamento da construção, sejam de água e de esgoto, de saneamento, de energia, de urbanística e de meio ambiente. Vale ressaltar que as definições ambientais, implementadas através dessas diretrizes, baseiam-se nas leis municipais que trazem à tona aspectos da caracterização da vegetação da cidade, definindo o escopo das espécies consideradas exóticas e nativas, e como se dará a

compensação ambiental a partir da necessidade de retirada da vegetação original através da modificação do terreno existente para que seja possível a implantação da construção.

Segundo Barreto (2005), a construção civil é uma indústria que produz grandes impactos ambientais, desde a extração das matérias-primas necessárias para a produção de materiais, passando pela execução dos serviços nos canteiros de obra até a destinação final dada aos resíduos gerados, ocasionando grandes alterações na paisagem urbana, acompanhadas de áreas degradadas.

As empresas da construção civil têm grande impacto na economia, na sociedade e no ambiente. Ao mesmo tempo em que desempenham importante papel econômico, o setor, também, é responsável pelo consumo significativo de recursos naturais e pelo impacto ambiental bastante expressivo (PASCHOALIN FILHO; DIAS; CORTES, 2014). Todavia, quando se fala desse tipo de investimento na construção civil, a compra de terreno para posterior edificação, a realidade da maioria das empresas do setor no país demonstra que os aspectos ambientais nem sempre são vistos como prioridade, uma vez que afetam, significativamente, o orçamento da construção.

Frente a esse cenário, cada vez mais as empresas têm implementado internamente setores de gestão ambiental, os quais têm como objetivo estabelecer estratégias de sustentabilidade que serão desenvolvidas nas unidades a serem construídas com foco no atendimento aos requisitos das partes interessadas e promoção da melhoria do desempenho da organização. Essa forma de organização pode estar envolvida em impactos por meio de suas próprias atividades ou através dos impactos de terceiros como fornecedores e terceirizados, por exemplo. Nos canteiros, têm sido cada vez mais comum, a prática de atividades sustentáveis, tanto com o foco interno quanto com a preocupação do entorno do empreendimento.

Os processos de adequação ambiental de um empreendimento passam por algumas etapas. A primeira é a **aquisição do terreno**. Nesse tópico, o setor responsável pela prospecção e pela compra de terrenos tomará as definições sobre a compra e a implementação do condomínio, considerando todas as diretrizes municipais estabelecidas pelos órgãos competentes e, assim que for finalizado o plano de orçamento inicial de obra com os valores de compra bem como as melhorias realizadas no entorno, haverá a legalização do empreendimento junto à Prefeitura Municipal.

O segundo aspecto trata da **legalização do empreendimento**, processo que implica em toda a tramitação nos órgãos públicos envolvidos, verificando as exigências de desmembramento, de licenças ambientais, de alvará, de registro de imóvel, de viabilidade de concessionárias e de escrituração de terreno. Em seguida, passa-se ao **gerenciamento de condicionantes após legalização**, nessa ocasião, são definidos métodos que as diretrizes condicionantes e medidas compensatórias ou mitigadoras serão cumpridas, bem como aprovação dos projetos finais e aceite definitivo de todos os órgãos competentes.

O próximo passo, o **controle de documentação**, trata do controle dos prazos de aprovação e acompanhamento das condicionantes e diretrizes, atentando às datas. Por fim, o último passo é a **construção**. No período construtivo do empreendimento, os gestores de obra e os engenheiros continuarão se atentando ao cumprimento das condicionantes estabelecidas e, em paralelo, terão de manter as medidas de segregação e descarte de resíduos a fim de mitigar os possíveis impactos durante esse período.

3.3 ASPECTOS AMBIENTAIS NO PROCESSO CONSTRUTIVO

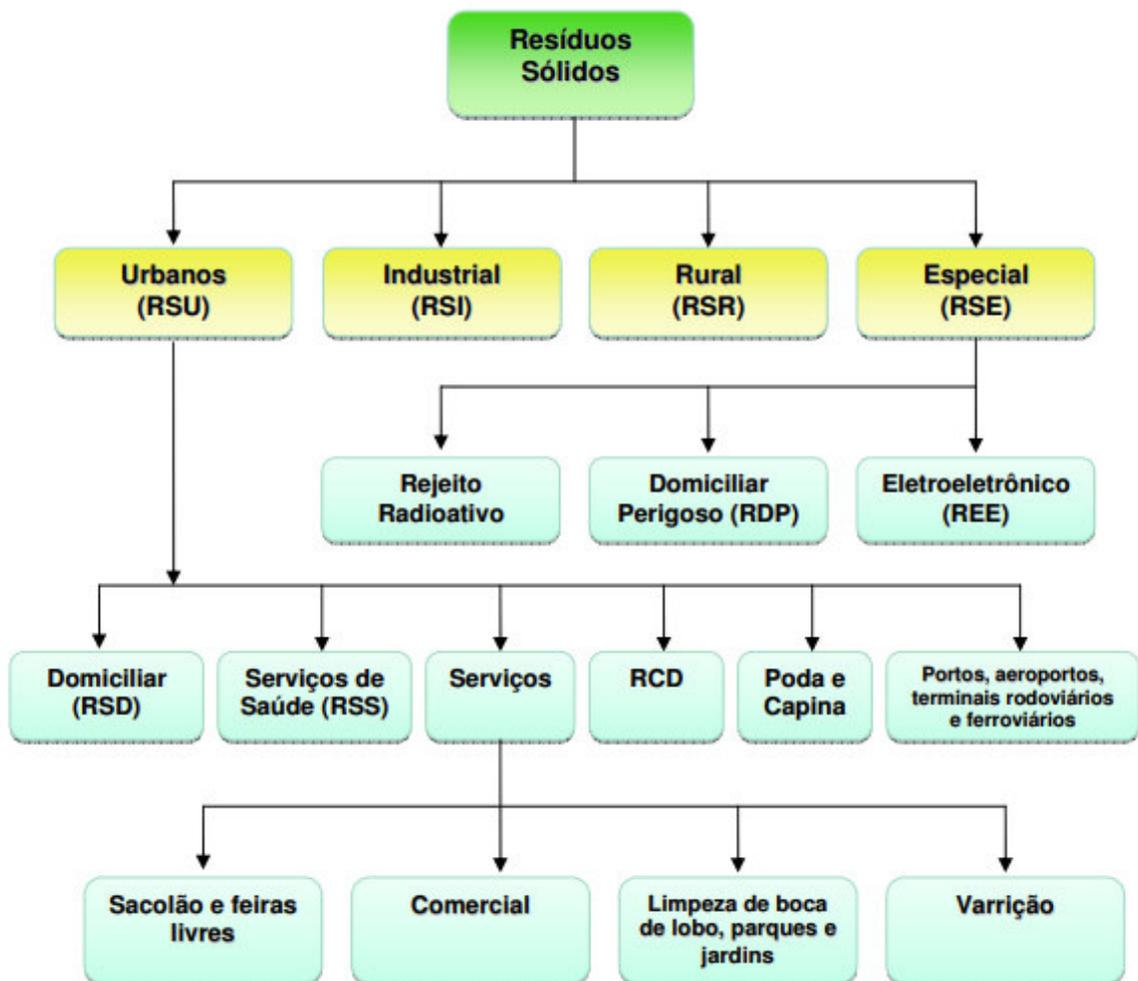
Um dos pontos importantes ao se analisar a relação entre os aspectos ambientais e os processos construtivos de engenharia, é, justamente, a forma com que as empresas de construção civil têm feito seus planos de gerenciamento de resíduos com o objetivo garantir que o ciclo do resíduo seja totalmente acompanhado, desde a geração até a reciclagem ou reutilização ou descarte final.

Segundo Schalch e Córdoba (2009), os resíduos sólidos podem ser classificados em quatro categorias básicas, conforme Figura 3. Os autores definiram os grandes grupos, quais sejam:

- Resíduos Sólidos Urbanos (RSU): resíduos sólidos domiciliares; de serviço de saúde; de portos; de aeroportos; de terminais rodoviários e ferroviários; da construção e demolição; de poda e capina; e de serviços (feiras livres, comerciais, de varrição e de limpeza de boca de lobo, parques e jardins);
- Resíduos Sólidos Industriais (RSI): resíduos oriundos de diversas cadeias produtivas industriais;

- Resíduos Sólidos Rurais (RSR): resíduos sólidos oriundos de atividades agropecuárias;
- Resíduos Sólidos Especiais (RSE): rejeitos radioativos e resíduos domiciliares perigosos (RDP) e eletroeletrônicos (REE).

Figura 3. Classificação dos resíduos sólidos com base no Plano Nacional dos Resíduos Sólidos



Fonte: Adaptado de Schalch e Córdoba, 2009.

No âmbito da construção, analisando os Resíduos de Construção e Demolição (RCD), o artigo 20 da Lei n. 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, destaca que estão sujeitos à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, dentre outros, as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Sendo assim, as empresas de engenharia têm buscado cada vez mais qualificar o seu corpo de funcionários, a fim

de garantir o devido cumprimento e funcionamento do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

O PGRCC deve atender às diretrizes dispostas na Política Nacional de Resíduos Sólidos bem como às Resoluções CONAMA n. 275/2001, n. 307/2002, n. 348/2004, n. 431/2011, n. 448/2012 e n. 469/2015. Tais atendimentos gerais vão permear as definições que o Plano de Gerenciamento deve seguir para garantir a devida classificação dos resíduos para sua segregação e posterior descarte correto e definir os padrões de consumo de matéria-prima para cada m² construído

De acordo com a Resolução do CONAMA n. 307/2002, alterada pelas Resoluções n. 348/2004, n. 431/2011, n. 448/2012 e n. 469/2015, classificam-se os Resíduos da Construção Civil da seguinte forma.

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11).

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação dada pela Resolução nº 348/04).

§ 1º No âmbito dessa resolução consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida. (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).

§ 2º As embalagens de tintas usadas na construção civil serão submetidas a sistema de logística reversa, conforme requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contemple a destinação ambientalmente adequados dos resíduos de tintas presentes nas embalagens. (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).

Segundo o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PMGIRS) da cidade de Ribeirão Preto, em conjunto com a Lei Complementar n. 2.538/2012 os resíduos gerados pela iniciativa privada ficam por conta dos

respectivos geradores, sejam eles munícipes, empresários ou empresas construtoras. Ainda há a possibilidade do descarte de pequenos volumes de resíduos produzidos pelos munícipes (até 100 kg) nos pontos das atuais caçambas sociais.

A divisão dos resíduos provenientes da construção civil, conforme Figura 4, é um processo extremamente importante para que seja possível analisar, frente à agressividade do resíduo qual destinação este terá, isto é: para um resíduo considerado Classe A (tijolo cerâmico), por exemplo, a sua destinação se dará para aterros de resíduos classe A, ou, a depender do empreendimento, pode ser utilizado para outro fim, reciclando o mesmo. Por outro lado, um resíduo Classe D (tinta), considerado como sendo perigoso, deverá ser retido, após sua utilização, em local com armazenamento adequado, para que possa, posteriormente, ser levado à destinação específica conforme norma. Isso pode ocorrer através de uma logística reversa feita em parceria com o fornecedor, por exemplo.

Figura 4. Classificação dos resíduos da construção civil

Classificação Resíduos da Construção Civil			
(Segundo Resolução CONAMA nº 307/2002, alterada pelas Resoluções nº 348/2004, 431/2011, 469/2015)			
<p>Classe A</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reutilizáveis ou Recicláveis como agregados 	<p>Classe B</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recicláveis para outras destinações 	<p>Classe C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não há tecnologia/aplicação economicamente viável 	<p>Classe D</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perigosos

Fonte: Adaptado Resolução CONAMA n. 307/2002, alterada pelas Resoluções n. 348/2004, n. 431/2011, n. 469/2015.

Segundo Marques Neto (2003), na produção de RCD de uma obra, a mais significativa parcela é aquela descartada e retirada pelas empresas coletoras. Outras parcelas são usadas para aterros e enchimentos de pisos e paredes. Em seu estudo, Marque Neto (2003) quantifica a geração de RCD por áreas licenciadas no município de São Carlos, acompanhando 5 obras de diferentes tipologias e, analisa os diferentes períodos e grupos de geração de resíduos produzidos por área construída, conforme Figura 5.

Figura 5. Variação percentual de volume em m³ de RCD nas diversas fases da construção



Fonte: Adaptado de Marques Neto, 2003.

Nos canteiros, uma etapa muito importante para a correta adequação e segregação dos resíduos produzidos durante obra é o armazenamento temporário. Estes podem ser pequenos caixotes, tonéis, “big bags”, sacos ou similares, conforme Figuras 6 e 7, que servirão de apoio para segregar os diversos materiais. A prática inibe o descarte incorreto, facilitando o processo de retirada desses materiais da obra, por empresas parceiras de aterro sanitário ou reciclagem, devidamente licenciadas. Essas empresas parceiras, devem passar pelo processo de certificação e atendimento do PGRCC e legislação ambiental vigente.

Figura 6. Coletores de Resíduos Sólidos em empreendimento residencial vertical na cidade de Ribeirão Preto - SP



Fonte: Autor, 2021.

Figura 7. “Big-bags” para coleta de resíduos sólidos em canteiro de obras na cidade de Ribeirão Preto - SP



Fonte: Autor, 2021.

A adoção da política de redução de resíduos é a primeira etapa básica para mitigar os efeitos e os impactos ambientais da construção. É, também, a base para a pirâmide dos 3R's – Reduzir, Reciclar e Reutilizar -, conforme Figura 8.

Figura 8. Pirâmide dos 3R's como estratégia para o setor de resíduos sólidos



Fonte: Eco-92, 1992.

A efetiva redução será alcançada, a partir da alteração de processos construtivos e do emprego de técnicas industrializadas, como, por exemplo, o conceito de não geração de resíduos. Entretanto, pode-se alcançar a minimização da geração pela aplicação de ações no trabalho diário dentro do canteiro de obras, o

que, na maioria das vezes, ocorre por falhas no manejo dos materiais, no transporte interno, no armazenamento, na preparação e/ou na aplicação.

No âmbito interno das empresas, medidas mitigadoras têm sido pontos focais para a melhoria do retorno ambiental para a sociedade, como a implementação de campanhas sustentáveis junto aos parceiros, às prefeituras, aos funcionários e, até mesmo, aos moradores, no momento da entrega do empreendimento. Essas medidas têm ocorrido com o passar dos anos com maior frequência, estabelecendo diversos parâmetros, dentre os quais se destacam: (i) canteiros sustentáveis; (ii) fornecedores certificados; e (iii) política sustentável repassada ao condomínio.

Canteiros sustentáveis possuem uma segregação correta de resíduos, definindo escopo de reutilização de materiais e o aproveitamento de águas de chuva. Também são responsáveis pela medição de fumaça e de poluição sonora, bem como da realização de logísticas reversas.

A determinação de que os fornecedores possuam certificações ambientais de acordo com as legislações vigentes e façam a parceria de Logística Reversa e recolhimento de resíduos sólidos para destinação final correta contribui para essa mitigação.

Por fim, na etapa de repasse da política sustentável ao condomínio, as empresas têm buscado repassar tais políticas aos moradores no momento da entrega do condomínio, enfatizando todos os itens sustentáveis implantados, como, por exemplo, (i) torneiras com arejador e redutor de vazão para diminuir o consumo de água; (ii) caixas acopladas com sistema duplo de descarga; (iii) coletores de resíduos sólidos para reciclagem adequada (papel, plástico, metal e orgânico); (iv) utilização de luminárias de LED para menor consumo de energia; (v) entrega de bicicletas para diminuir a utilização de carros (grande fonte contribuinte para poluição); e (vi) sistema de captação de energia solar para obtenção de energia limpa e renovável. Sendo assim, a responsabilidade da sustentabilidade passa a ser de cada morador, para que mantenham as políticas implantadas em condomínio.

Além disso, ao falar sobre empreendimentos sustentáveis, estes devem estar de acordo com o que dispõe a NBR ISO 14.001.

Especifica os requisitos para um sistema de gestão ambiental que uma organização pode usar para aumentar seu desempenho ambiental. Esta Norma é destinada ao uso por uma organização que busca gerenciar suas responsabilidades ambientais de uma forma sistemática, que contribua para o pilar da sustentabilidade (ABNT, 2015).

Assim, o empreendimento pode apresentar um escopo de implementações de itens que o levem a ser considerado sustentável pelo que se enquadra na NBR ISO 14.001, os quais podem variar em vertentes diversas. Ilustram esses itens: a iluminação natural das áreas de lazer; as lâmpadas de baixo consumo – tipo LED; os dispositivos economizadores – redutor de vazão e arejador; o bicicletário com bicicletas compartilhadas; a geração de energia fotovoltaica; os contentores para coleta seletiva; as caixas acopladas com sistema duplo de descarga; e os paisagismos e as melhorias no entorno do empreendimento.

Os itens poderão ser de outras formas e particularidades, desde que conversem com a política ambiental da empresa e que, atendam às exigências mínimas previstas pela NBR ISO 14.001. O processo de validação do empreendimento como sustentável se dará através de auditorias nas documentações e implantações, de acordo com a norma específica (ABNT, 2015).

3.3.1 Torneiras com arejador e redutor de pressão

A utilização de torneiras com arejador e com redutor de pressão reduz o desperdício de água no dia a dia dos moradores, conforme Figura 9.

Figura 9. Torneira com arejador e redutor de pressão



Fonte: Autor, 2021.

De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), uma torneira de pia com vazão de 13,8 litros por minuto reduz o consumo para 6 litros/minuto com a instalação de um arejador (economia de 57%). Se a pressão for maior, no caso de uma torneira que consome 25,2 litros/minuto, a economia chega a 19,2 litros. Significa que 96 litros de água deixam de ser desperdiçados em cinco minutos de lavagem de louça.

Com isso, a ideia de implementação desses tipos de torneiras é um grande suporte na mitigação do desperdício de água.

3.3.2 Caixas acopladas com sistema duplo de descarga

A utilização de caixas acopladas com sistema duplo de descarga, conforme Figura 10, contribui para a redução do consumo de água uma vez que, tal mecanismo permite que o usuário opte por dois tipos de acionamento: um para conseguir uma menor vazão de água e outra para maior vazão e volume de água.

Figura 10. Caixa acoplada com sistema duplo de descarga



Fonte: Autor, 2021.

3.3.3 Coletores de resíduos sólidos para coleta seletiva

São dispositivos entregues pela construtora para que os moradores possam realizar o correto descarte dos resíduos sólidos, buscando dar a destinação correta de cada tipo de material através da separação por cores.

3.3.4 Luminárias de LED

A instalação de as luminárias de LED no empreendimento, conforme Figura 11, traz diversas vantagens para o consumidor final com relação à maior durabilidade e economia em relação às lâmpadas incandescentes e fluorescentes.

Figura 11. Empreendimento com luminárias de LED



Fonte: Autor, 2021.

Em relação aos benefícios gerados em proteção ao meio ambiente, as lâmpadas LED não emitem radiação UV e não contêm mercúrio, substância tóxica, encontrada, principalmente, nas lâmpadas de descarga de alta pressão de vapor de mercúrio e, em menor quantidade, nas fluorescentes e fluorescentes compactas. A energia consumida é o fator de maior impacto ambiental durante o ciclo de vida das lâmpadas – período entre a fabricação, utilização ao fim de vida (descarte) (OSRAM, 2009).

Ademais, a fase de produção das lâmpadas mencionadas (incandescentes, CFL e LED) é insignificante quando comparada à de fabricação, visto que utiliza cerca de 2% do total de energia demandada. Essa é a razão pela qual, mesmo não

contendo materiais tóxicos, as lâmpadas incandescentes geram maior impacto ambiental em comparação com as CFL e as LED (U.S. DOE, 2012b).

3.3.5 Bicicletas compartilhadas

Um dos grandes diferenciais para qualquer empreendimento, as bicicletas compartilhadas, conforme Figura 12, proporcionam aos moradores uma possibilidade a mais de se locomover para os locais, podendo ser uma opção muitas vezes viável, evitando, por consequência o uso de veículos motorizados que emitem gases poluentes na atmosfera.

Figura 12. Bicicleta compartilhada entregue para moradores do condomínio



Fonte: Autor, 2021.

3.3.6 Sistema de captação de energia solar

Um sistema de captação de energia solar, montado a partir de um sistema composto de inversores de frequência e placas de captação conforme Figura 18, é um dos principais métodos de obtenção de energia limpa e renovável mais difundido no Brasil nos últimos anos.

Como medida de economizar energia, as construtoras têm cada vez mais buscado interagir com esses sistemas fotovoltaicos a fim de possibilitar aos futuros moradores uma segunda opção de obtenção de energia.

Figura 14. Placas para captação de energia solar.



Fonte: Autor, 2021.

3.4 ASPECTOS DE COMPOSIÇÃO DE CUSTOS NO PROCESSO CONSTRUTIVO

Um dos procedimentos mais importantes dentro das construtoras é a confecção dos orçamentos de obras que serão feitos, a partir dos levantamentos e das composições de custos que abrangem todos os gastos com serviços, com materiais e com documentações. Nesse escopo geral de levantamentos de gastos, faz-se necessária à associação com os prazos de obra e do alinhamento com o andamento das vendas.

Em linhas gerais, os orçamentos de obra são baseados em referências já pré-estabelecidas em alguma base de dados onde são considerados os índices de produtividade da mão de obra e o consumo de materiais e equipamentos para a execução de uma unidade de serviço.

Conforme exemplo da Tabela 1, alguns orçamentistas usam como base de referências banco de dados, tais como o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI); a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO); e o Custo Unitário Básico (CUB).

Tabela 1. Tabela Base SINAPI – Composição de custos de pintura 2 demãos

Base: SINAPI		Código: 96135		Referência: 09/09/2017		Localidade: Belo Horizonte	
Descrição do Serviço: Aplicação manual de massa acrílica em paredes externas de casas, duas demãos						Unidade: m ²	
Insumo	Tipo	Unidade	Índice	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)		
Lixa em folha para parede ou madeira, número 120	Material	UM	0,1	R\$ 0,53	R\$ 0,05		
Massa acrílica para paredes interior/externo	Material	GL	0,244	R\$ 24,44	R\$ 5,96		
Pintor com encargos complementares	Mão de Obra	H	0,571	R\$ 18,87	R\$ 10,77		
Servente com encargos complementares	Mão de Obra	H	0,143	R\$ 13,41	R\$ 1,92		
Pintor com encargos complementares	Mão de Obra	H	0,571	R\$ 18,87	R\$ 10,77		
Custo Unitário do Serviço						R\$29,48/m ²	

Fonte: Adaptado de SINAPI, 2017.

Do mesmo modo, à parte dessas plataformas orçamentárias, existem bancos de dados internos nas empresas, como exemplifica a Figura 9, principalmente naquelas que já são consolidadas há mais tempo no mercado. Em geral, essas bases são formadas por um histórico trimestral de custos levantados pelo setor específico da empresa envolvendo orçamentos e suprimentos, a fim de se criar referências mais próximas da realidade da região de atuação da construtora. Importante ressaltar que, tal levantamento trimestral deve estar embasado de licitações internas com, no mínimo três fornecedores no mapa de cotação.

Figura 15. Exemplo de Base Interna de Preços de Construtora

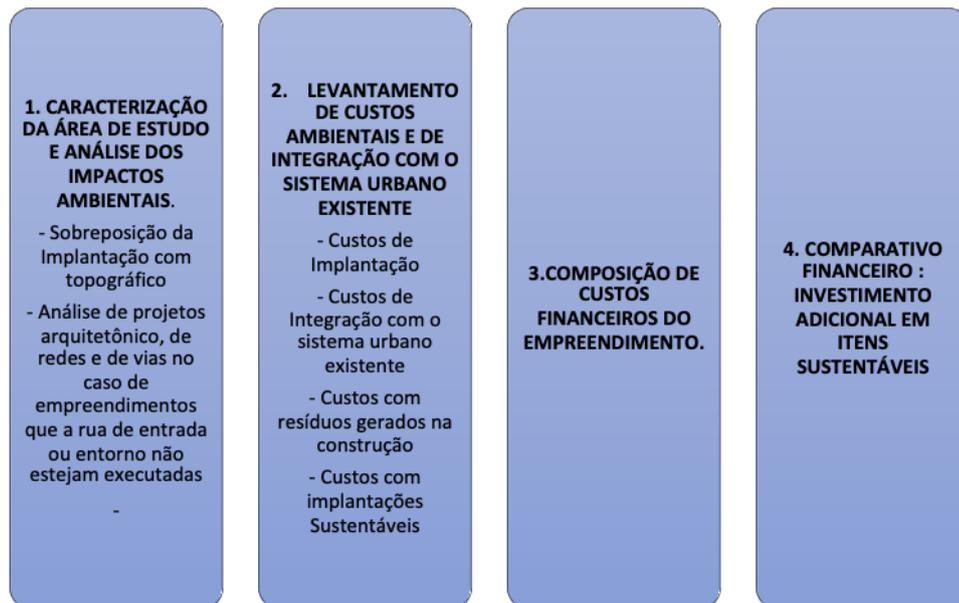
ORÇAMENTO POR TAREFAS						
[REDACTED] - PALÁCIO DE VERSALHES						
Data Base do Orçamento: Setembro/2020			[REDACTED]			
Custo Orçado(R\$):(Total = Obra + Habite-se + M.O.			[REDACTED]			
Rateio)20.930.852,54			Área NB: 15.856,35m²			
Projeto	Quant.	Und.	Código	Valor Unitário	Custo Orçado	%Pes
PALÁCIO DE VERSALHES					20.930.852,54	100,0
DESMOLDANTE LIQ. - ALUM/CONCRETO 200L	0,64	TMB	1019223	648,00	413,42	0,3
DESMOLDANTE LIQ. - ALUM/CONCRETO 200L	1,38	TMB	1019223	648,00	895,54	0,6
TELA SOLDADA 100X100MM FIO 3,8MM Q113	52,00	UN	1025826	86,34	4.489,68	3,1
TELA SOLDADA 100X100MM FIO 4,2MM Q138	18,00	UN	1025827	105,52	1.899,36	1,3
TELA SOLDADA 150X150MM FIO 4,2MM Q092	23,92	UN	1025853	71,00	1.698,32	1,2
TELA SOLDADA 300X100MM FIO 4,2MM T138	20,00	UN	1025856	80,84	1.616,80	1,1
ARMAÇÃO - CA-50 8,0MM BARRA RETA - PC	1.373,81	KG	7900085	3,54	4.866,58	3,3
ARMAÇÃO - CA-50 10,0MM BARRA RETA - PC	433,75	KG	7900087	3,39	1.469,72	1,0
ARMAÇÃO - CA-50 12,5MM BARRA RETA - PC	194,53	KG	7900089	3,23	629,18	0,4

Fonte: Autor, 2021.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Ilustra-se, na Figura 14, as etapas metodológicas realizadas para a obtenção de parâmetros para a construção de um empreendimento sustentável.

Figura 14. Etapas da metodologia utilizada neste trabalho



Fonte: Autor, 2021.

Quanto à metodologia, inicialmente, foi realizada uma pesquisa descritiva de natureza exploratória, com o objetivo de aprofundar a revisão bibliográfica acerca dos conceitos e dos trabalhos realizados sobre as principais diretrizes para implementação de um empreendimento sustentável, sinalizando as etapas necessárias para tal.

Inicialmente, procede-se à caracterização da área de estudo e à análise dos impactos ambientais que a implementação do empreendimento residencial pode causar. Em seguida, procedeu-se o levantamento de custos ambientais e de integração com o sistema urbano existente.

Procede-se, depois desse levantamento, à composição de custo financeiros para a implementação e para a regularização das questões de sustentabilidade ambiental do empreendimento avaliado. Por fim, realiza-se o comparativo financeiro, evidenciando o quanto a mais a construtora investiu para entregar o empreendimento com itens considerados sustentáveis.

O Quadro 1 traz o resumo dos itens ambientais e de integração analisados para implantação e construção do condomínio de acordo com as condições ambientais e inclusão de itens sustentáveis.

Quadro 1. Itens ambientais e de integração analisados no condomínio de estudo

Grupo de Atividade	Descrição
Atividades Ambientais e de Integração com o Sistema Urbano Existente	Corte / Supressão de Árvores
	Plantio de Mudas
	Custos com Manutenção
	Execução de Rede de Água para abastecimento do empreendimento
	Execução de Rede de Esgoto para Coleta do empreendimento
	Execução de Rede de Drenagem para Coleta do empreendimento
	Execução de Abertura de Via Pública
	Execução de Abertura de Calçada
	Execução de Recapeamento Asfáltico para trechos com escavação para execução de redes hidráulicas
	Serviço de Topografia
	Execução de Rede Elétrica
Execução de Sinalização Viária	
Atividades de Geração de Resíduo na Construção	Serviço de Segregação de Resíduos da Construção Civil em Caçamba Estacionária (Locação, Transporte e Destinação)
Atividades de Implantações Sustentáveis	Implementação de Torneiras com Arejador e Redutor de Pressão
	Implementação de caixas acopladas com sistema duplo de descarga
	Implementação de Coletores de Resíduos Sólidos para Coleta Seletiva
	Implementação de Luminárias de LED
	Implementação de Bicicletas Compartilhadas
	Implementação de Sistema para Captação de Energia Solar

Fonte: Autor, 2021.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E ESTUDO DE IMPACTOS

Inicialmente, a caracterização de qualquer empreendimento é baseada na confecção do anteprojeto, cuja finalidade é implantar na área de estudo todo o projeto arquitetônico, realizando, para tal, os seguintes passos descritos na sequência.

4.1.1 Sobreposição da implantação com topográfico

Inicialmente procedeu-se à análise da descrição perimétrica, constante na matrícula do referido imóvel, sendo esta informação obtida através do registro de imóvel do município local e que é solicitada pelo empreendedor ao cartório do município. Dessa forma, foi possível o confronto da descrição perimétrica da matrícula do imóvel com o levantamento planialtimétrico cadastral georreferenciado, conforme ilustrado na Figura 15.

Faz-se necessária a sobreposição da geometria da área obtida a partir da matrícula do imóvel, com o levantamento topográfico realizado na área de implantação, para a verificação da regularidade da área do empreendimento a ser implantado, localizando-o nos limites físicos de confrontação das áreas vizinhas.

Além da responsabilidade do empreendedor na locação correta do empreendimento prescrito na matrícula do imóvel, essa sobreposição torna-se fundamental para a aprovação do empreendimento na prefeitura municipal e demais setores nas quais os projetos serão submetidos, tais como companhia de energia elétrica, instituições financeiras, dentre outros.

4.1.2 ANÁLISE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICO, DE REDES E DE VIAS NO CASO DE EMPREENDIMENTOS EM QUE A RUA DE ENTRADA OU ENTORNO NÃO ESTEJAM EXECUTADAS

No momento de análise e de compatibilização dos projetos, analisou-se, primeiramente, o projeto arquitetônico, conforme Figuras 18 e 19, proposto pela empresa para o terreno e avaliar as condições de implantação e as interferências externas necessárias em conjunto com a prefeitura e órgãos públicos (concessionárias de água, esgoto e energia).

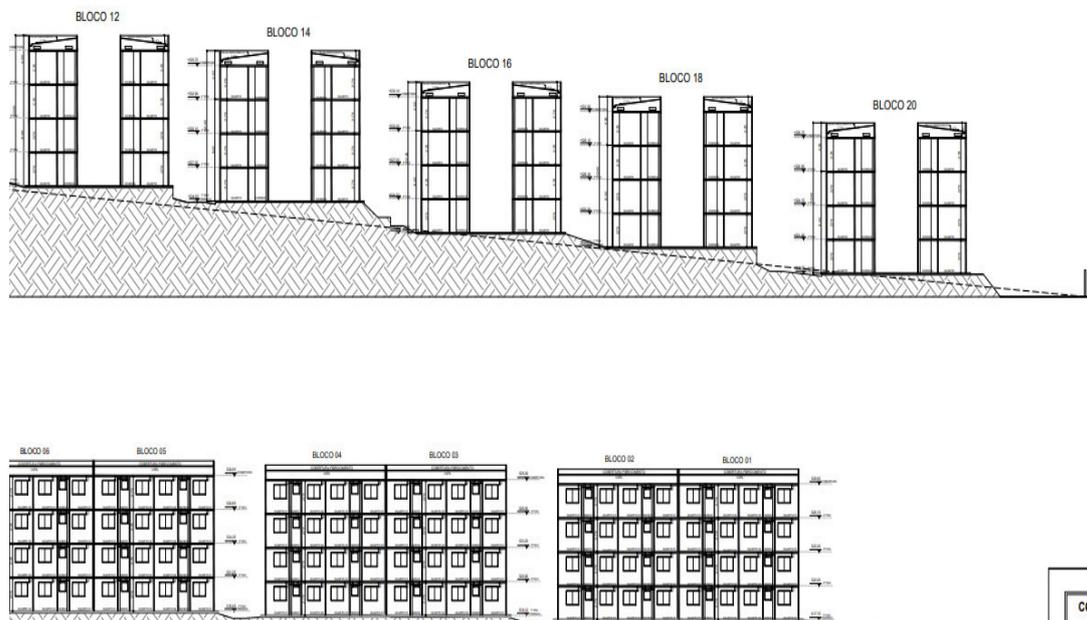
Com isso, as análises realizadas indicam as definições da locação do que será construído na área interna do terreno, definindo o número de unidades, o número e implantação de vagas de estacionamento, as áreas de apoio (lixreira, administração, casa de gás etc.), as cotas gerais de implantação, os níveis de inclinação e a acessibilidade.

Figura 16. Planta Baixa do Projeto Arquitetônico do Empreendimento, com definições de locação de blocos, áreas comuns, acessibilidade e detalhes gerais



Fonte: Autor, 2021.

Figura 17. Cortes e Fachadas do Projeto Arquitetônico do Empreendimento



Fonte: Autor, 2021.

Internamente, cada apartamento do empreendimento possui 42m², distribuídos nos cômodos de quarto, sala, banheiro, cozinha e área de serviço, conforme Figura 18.

Figura 18. Planta Baixa de apartamento tipo do empreendimento



Fonte: Autor, 2021.

4.1.3 LEVANTAMENTO DE CUSTOS AMBIENTAIS E DE INTEGRAÇÃO COM O SISTEMA URBANO EXISTENTE

Nessa etapa, o setor de engenharia (equipe à frente da construção do empreendimento) necessita estar alinhado com o setor de desenvolvimento imobiliário (equipe que está à frente de toda parte documental e de legalização do empreendimento), para avaliar a viabilidade da área a ser adquirida. Inicialmente, deve ser feito o estudo de viabilidade após análise da urbanização externa que deverá ser feita para a implantação do empreendimento, a partir da análise das diretrizes das concessionárias locais, da prefeitura e do meio ambiente, gerando, assim, os custos ambientais de implantação.

Tais custos foram levantados com base na plataforma orçamentária da empresa que é atualizada, trimestralmente, com cotações de fornecedores. Os processos de cotações são realizados com fornecedores e com empresas que prestam serviços e que fornecem materiais para a região do empreendimento e, a partir dos 3 melhores valores apresentados, são realizadas reuniões de negociação mais direcionadas com essas opções com melhor custo-benefício. Depois da análise do que é apresentado por cada concorrente, o material ou o serviço é fechado para que se possa iniciar a entrega ou execução. Importante salientar que, tal análise também pode ser feita considerando bases orçamentárias citadas anteriormente (SINAPI, CUB, TCPO, por exemplo).

4.2 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

4.2.1 Custo com Supressão de Árvores

Para estimar o custo com supressão de árvores, deve-se seguir a diretriz municipal ambiental que informará sobre o maciço vegetativo que sofrerá alteração no momento de implantação do terreno. Logo, adotou-se a seguinte equação para calcular o custo com esse item.

$$S_{ARV} = Q \cdot VT_{AMB}$$

Onde,

S_{ARV} – Custo com supressão de árvores (em reais);

Q – Quantidade de espécies existentes no terreno (em unidade);

Equação 1

VT_{AMB} . – Valor do termo ambiental de retirada de árvores (em reais) *
*Valor retirado da base orçamentária da empresa

4.2.2 Custo com Plantio de Árvores (Mitigação Ambiental)

Do mesmo modo que o custo com supressão, o custo com o plantio de árvores deve seguir a diretriz municipal ambiental que informará sobre o maciço vegetativo que sofrerá alteração no momento de implantação do terreno. Logo, adotou-se a seguinte equação para calcular o custo com esse item.

$$P_{ARV} = Q_{REQ.} (C_{ARV} + C_{PLAN})$$

Equação 2

Onde,

P_{ARV} – Custo com plantio de árvores (em reais) *

$Q_{REQ.}$ – Quantidade de espécies requeridas na diretriz ambiental (em unidade);

C_{ARV} . – Custo unitário árvores – mudas - (em reais) *

C_{PLAN} - Custo Unitário Plantio - Mão-de-obra + esterco + adubo + estaca de sustentação – (em reais) *

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.3 Custo com Manutenção de Paisagismo

Esse item refere-se à manutenção do item 4.2.2. Logo, adotou-se a seguinte equação para calcular o custo com esse item.

$$M_P = C_M \cdot \text{Meses}$$

Equação 3

Onde,

M_P – Custo com manutenção do paisagismo (em reais)

C_M – Custo Mensal para realização da Manutenção (em reais) *

Meses = Quantidade de Meses a serem feitas as Manutenções.

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

Dessa forma, pode-se afirmar de forma sucinta que, para a implantação de um empreendimento que atenderá as diretrizes ambientais, o custo inicial poderá ser dado pela equação.

$$C_{AMBI} = S_{ARV} + P_{ARV} + M_P$$

Equação 4

Onde,

C_{AMBI} – Custo Ambiental Total de implantação (em reais);

S_{ARV} – Custo com supressão de árvores (em reais) *

P_{ARV} – Custo com plantio de árvores (em reais) *

M_P – Custo com manutenção do paisagismo (em reais) *

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

No entanto, é importante ressaltar que esse Custo Ambiental de Implantação (C_{AMBI}) será uma estimativa inicial do que será gasto no momento de implementação do empreendimento no terreno específico. Custos esses que estarão, diretamente, ligados ao cumprimento das diretrizes e das contrapartidas ambientais exigidas.

4.2.4 Custos de integração do empreendimento com o sistema urbano existente

Ao fazer a análise da implantação de um empreendimento novo na cidade, faz-se de extrema importância analisar a integração com o sistema urbano ao seu redor e, com isso, o tópico em questão traz à tona a análise dessa integração proposta baseado na construção em estudo.

4.2.4.1 Custo com Execução de Rede de Água

Para calcular o custo de execução da rede de água, deve-se analisar o projeto hidráulico aprovado na prefeitura e na concessionária de água e esgoto e, por conseguinte, realizar o levantamento de materiais. Posto isso, faz-se necessário considerar os custos com materiais, com mão-de-obra e com escavação.

$$C_{RÁGUA} = (L_{VALA} \cdot (V_{MO} + V_{ESC} + V_{ATERRO})) + V_{MAT}$$

Equação 5

Onde,

$C_{RÁGUA}$ – Custo com Rede de Água

L_{VALA} – Comprimento da Vala a ser escavada

V_{MO} – Valor da mão-de-obra por metro executado *

V_{ESC} – Valor gasto com escavação por metro *

V_{ATERRO} – Valor gasto com aterro por metro *

V_{MAT} – Valor do material *

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.4.2 Custo com Execução de Rede de Esgoto

Para calcular o custo de execução da rede de esgoto, deve-se analisar o projeto hidráulico aprovado na prefeitura e na concessionária de água e esgoto e, por conseguinte, realizar o levantamento de materiais. Posto isso, faz-se necessário considera os custos com materiais, com mão-de-obra e com escavação.

$$C_{RESG} = (L_{VALA} \cdot (V_{MO} + V_{ESC} + V_{ATERRO})) + V_{MAT} + N_{PV} \cdot C_{PV}$$

Equação 6

Onde,

C_{RESG} – Custo com Rede de Esgoto

L_{VALA} – Comprimento da Vala a ser escavada

V_{MO} – Valor da mão-de-obra por metro executado *

V_{ESC} – Valor gasto com escavação por metro *

V_{ATERRO} – Valor gasto com aterro por metro *

V_{MAT} – Valor do material *

N_{PV} – Número de Poços de Visita a serem executados

C_{PV} – Custo Unitário para execução de Poço de Visita *

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.4.3 Custo com Execução de Rede de Drenagem

Para calcular o custo de execução da rede de drenagem, deve-se analisar o projeto hidráulico aprovado na prefeitura e, por conseguinte, realizar o levantamento de materiais. Posto isso, faz-se necessário considerar os custos com materiais, com mão-de-obra e com escavação.

$$C_{RESG} = (L_{VALA} \cdot (V_{MO} + V_{ESC} + V_{ATERRO})) + V_{MAT} + N_{BL} \cdot C_{BL} + D \cdot ND$$

Equação 7

Onde,

C_{RESG} – Custo com Rede de Esgoto

L_{VALA} – Comprimento da Vala a ser escavada

V_{MO} – Valor da mão-de-obra por metro executado *

V_{ESC} – Valor gasto com escavação por metro *

V_{ATERRO} – Valor gasto com aterro por metro *

V_{MAT} – Valor do material *

N_{BL} – Número de Bocas de Lobo a serem executados

C_{BL} – Custo Unitário para execução de Bocas de Lobo *

D – Custo Unitário para execução de Dissipador *

ND – Número de Dissipadores necessários.

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.4.4 Custo com Execução de Abertura de Via Pública

Para calcular o custo de execução da abertura de via pública, deve-se analisar o projeto urbanístico aprovado na prefeitura e, por conseguinte, realizar o levantamento de materiais. Posto isso, faz-se necessário considerar os custos com materiais, com mão-de-obra, com execução de asfalto e com meio-fio.

$$C_{VIA} = (M_{VIA} \cdot (A_{VIA} + PS_{VIA} + I_{VIA} + P_{VIA} + C_{VIA})) + V_{BR} + L_{VIA} \cdot C_{MF}$$

Equação 8

Onde,

C_{VIA} – Custo com Execução de Abertura de Via Pública
 M_{VIA} – Metragem Quadrada da Via a Ser Executada
 A_{VIA} – Custo por m^2 para Acerto e Nivelamento de Via *
 PS_{VIA} – Custo por m^2 para Preparo do Subleito da Via *
 I_{VIA} – Custo por m^2 para Imprimação da Via *
 P_{VIA} – Custo por m^2 com Pintura de Ligação da Via *
 C_{VIA} – Custo por m^2 com Concreto Betuminoso *
 L_{VIA} – Comprimento da via onde será executado o meio-fio
 C_{MF} – Custo por metro linear da execução do meio-fio *
 *Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.4.5 Custo com Execução de Abertura de Calçada

Para calcular o custo de execução da abertura de calçada, deve-se analisar o projeto urbanístico aprovado na prefeitura e, por conseguinte, realizar o levantamento de materiais. Posto isso, faz-se necessário considerar os custos com materiais e com mão-de-obra.

$$C_{CAL} = C_{EXEC.CALC} \cdot L_{CAL} + C_{CONCR.} \cdot V_{CONCR.} + L_{GRAMA} \cdot C_{GRAMA} \quad \text{Equação 09}$$

Onde,

C_{CAL} – Custo com Execução de Abertura de Calçada
 $C_{EXEC.CALC.}$ – Custo da mão-de-obra por m^2 para execução das calçadas *
 L_{CAL} – Metragem quadrada das calçadas
 $C_{CONCR.}$ – Custo por m^3 do concreto usinado *
 $V_{CONCR.}$ – Volume, em m^3 , do concreto a ser utilizado.
 L_{GRAMA} – Metragem quadrada de área onde a grama será plantada
 C_{GRAMA} – Custo por m^2 com mão-de-obra e material para o plantio da grama *
 *Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.4.6 Custo com Execução de Recapeamento Asfáltico para trechos com escavação para execução de redes hidráulicas

Para calcular o custo de execução do recapeamento asfáltico, deve-se analisar o projeto hidráulico aprovado na prefeitura e, por conseguinte, analisar, os pontos que serão necessários realizar a abertura de valas onde já existe asfalto. Posto isso, faz-se necessário considerar os custos com materiais e com mão-de-obra.

$$C_{REC} = M_{VIA} \cdot (I_{VIA} + P_{VIA} + C_{VIA}) \quad \text{Equação 10}$$

Onde,

C_{REC} – Custo com Recapeamento Asfáltico

M_{VIA} – Metragem Quadrada da Via a Ser Executada
 I_{VIA} – Custo por m^2 para Imprimação da Via *
 PS_{VIA} – Custo por m^2 para Preparo do Subleito da Via *
 C_{VIA} – Custo por m^2 com Concreto Betuminoso *
 *Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.4.7 Custos com Topografia

Para calcular o custo com topografia, deve-se analisar as diárias necessárias para a utilização do serviço em questão.

$$C_{TOP} = V_{TOP} \cdot \text{Dias}$$

Equação 11

Onde,

C_{TOP} – Custo com Topografia

V_{TOP} – Valor da diária da equipe de topografia *

Dias – Dias necessários para execução do serviço de topografia

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.4.8 Custos com Execução de Rede Elétrica

Para calcular o custo de execução de rede elétrica, deve-se analisar o projeto elétrico aprovado na prefeitura e concessionária de energia e, por conseguinte, analisar os custos com materiais e com mão-de-obra

$$C_{ELE} = N_{POSTES} \cdot (V_{POSTES} + V_{ACESS.} + V_{MO}) + V_{PROJ}$$

Equação 12

Onde,

C_{ELE} – Custo com Execução de Rede Elétrica

N_{POSTES} – Número de Postes a serem locados.

V_{POSTES} – Valor unitário por poste *

$V_{ACESS.}$ – Valor unitário dos acessórios colocados nos postes (muflas, transformadores, braços de iluminação etc.) *

V_{MO} – Valor por poste da mão-de-obra para execução *

V_{PROJ} – Valor do projeto elétrico *

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.4.9 Custos com Sinalização Viária

Para calcular o custo de execução da sinalização viária, deve-se analisar o projeto urbanístico aprovado na prefeitura e, por conseguinte, considerar os custos com materiais e com mão-de-obra.

$$C_{SV} = L_{SV} \cdot C_{SVH} + C_{SVV} \cdot N_{PLACAS}$$

Equação 13

Onde,

C_{SV} – Custo com Sinalização Viária

L_{SV} – Comprimento de trecho que receberá a sinalização viária horizontal

C_{SVH} – Custo por metro linear de sinalização viária horizontal *

C_{SVV} – Custo unitário com sinalização vertical (placas) *

N_{PLACAS} – Número de placas necessárias para sinalização viária

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.5 CUSTOS COM RESÍDUOS GERADOS NA CONSTRUÇÃO

Os custos com descartes dos resíduos gerados no momento da construção dependem, diretamente, da metodologia construtiva. No caso em questão, o indicador de custo se baseia em obras de padrão popular (classe média-baixa) que usam o sistema construtivo de parede de concreto, o qual acaba gerando menos resíduos do que a metodologia tradicional de levante em alvenaria.

$$CDRC = (N_{CAC} \times V_{CAC} \times C_{SM3}) \times \text{Meses}$$

Equação 14

Onde,

CDRC - Custo de Descarte de Resíduos da Construção

N_{CAC} - Número de Caçambas Coletadas no Mês

V_{CAC} – Volume das caçambas coletadas, em metros cúbicos

C_{SM3} – Custo do serviço de segregação por metro cúbico coletado.

Meses - Quantidade de Meses a serem feitas as Coletas

4.2.6 CUSTOS COM IMPLANTAÇÕES SUSTENTÁVEIS

As implantações consideradas sustentáveis são as que, de algum modo, mitigam fatores que prejudiquem o meio ambiente ou que ajudem a promover algum tipo de benfeitoria no condomínio, possibilitando que os moradores tenham melhor qualidade de vida sem que seja necessário interferir no meio ambiente direta ou indiretamente.

Exemplificam esses elementos sustentáveis no empreendimento em estudo:

(i) torneiras com arejador e redutor de pressão; (ii) caixas acopladas com sistema duplo de descarga; (iii) coletores de resíduos sólidos para coleta seletiva; (iv) luminárias de LED; (v) bicicletas compartilhadas; e, por fim, (vi) sistema de captação de energia solar.

4.2.6.1 Custo com Implementações de torneiras com arejador e redutor de pressão

O custo com essa implantação em um empreendimento se dá pelo número de torneiras por unidade habitacional, multiplicado pelo número de unidades habitacionais e pelo valor unitário de cada torneira.

$$CI_{\text{TORN.}} = N_{\text{TORNUH}} \cdot V_{\text{UNIT.}} \cdot N_{\text{UH}}$$

Equação 15

Onde,

$CI_{\text{TORN.}}$ - Custo Para Implementação de Torneiras com Arejador e Redutor de Pressão

N_{TORNUH} - Número de Torneiras por Unidade Habitacional

$V_{\text{UNIT.}}$ - Valor Unitário Médio da Torneira *

N_{UH} - Número de Unidades Habitacionais no Empreendimento

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.6.2 Custo com Implementações de caixas acopladas com sistema duplo de descarga

O custo com essa implantação se dará pela equação 16.

$$CI_{\text{CXACO.}} = N_{\text{CXACO.}} \cdot V_{\text{UNIT.}} \cdot N_{\text{UH}}$$

Equação 16

Onde,

$CI_{\text{CXACO.}}$ - Custo Para Implementação de Caixas acopladas com sistema duplo de descarga

$N_{\text{CXACO.}}$ - Número de caixas acopladas duplas por Unidade Habitacional

$V_{\text{UNIT.}}$ - Valor Unitário da caixa acoplada com sistema duplo de descarga *

N_{UH} - Número de Unidades Habitacionais no Empreendimento

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.6.3 Custo com Implementações de Coletores de Resíduos Sólidos para Coleta Seletiva

Esse item deve ser entregue ao condomínio pela construtora, com o intuito de incentivar a coleta adequada dos resíduos gerados pelos moradores sendo possível, portanto, fazer a seleção e separação corretamente. O custo de implementação desses itens advém do produto da multiplicação do número de coletores (comuns ou recicláveis), necessários para atendimento do condomínio, e o valor unitário de cada.

$$CI_{\text{COL.RS}} = (N_{\text{COL.}} \cdot V_{\text{COL.}}) + (N_{\text{COL.REC.}} \cdot V_{\text{COL.REC.}})$$

Equação 16

Onde,

$CI_{COL.RS}$ - Custo Para Implantação dos Coletores de Resíduos Sólidos

N_{COL} - Número de Coletores 700L

$N_{COL.REC}$ - Número de Coletores Recicláveis com Identificação Coleta Seletiva

V_{COL} - Valor Unitário Médio Coletores 700L **

$V_{COL.REC}$ - Valor Unitário Médio Coletores Recicláveis - Coleta Seletiva *

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

**Para o empreendimento em questão, foram dimensionados coletores com esse volume para atender à demanda do condomínio e, conseqüentemente, houve a definição de que, seriam necessárias 24 unidades desse item.

4.2.6.4 Custo com Implementações de Luminárias de LED

O custo para implementação desse item, será dado pelo número de luminárias de LED necessárias no empreendimento – fato dado e calculado mediante projeto elétrico – versus o custo unitário de cada lâmpada:

$$CI_{LED} = N_{LUM} \cdot V_{LED}$$

Equação 17

Onde,

CI_{LED} - Custo Para Implantação das Luminárias de LED

N_{LUM} - Número de Luminárias LED Áreas Comuns (Lazer e Halls)

V_{LED} - Valor Unitário Médio Luminárias de LED. *

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

4.2.6.5 Custo com Implementações de Bicicletas Compartilhadas

O custo para essa implementação é dado pelo número de bicicletas necessárias para atender o condomínio versus o valor unitário:

$$CI_{BIC} = (N_{UH} / 30^{**}) \cdot V_{BIC}$$

Equação 18

Onde,

CI_{BIC} - Custo Para Implantação das Bicicletas Compartilhadas

N_{UH} - Número de Unidades Habitacionais

V_{BIC} - Valor Unitário Médio das Bicicletas Compartilhadas. *

*Valores retirados da base orçamentária da empresa

**Estima-se a conta de 01 bicicleta a cada 30 moradores do empreendimento, baseado em predefinições feitas no memorial descritivo do empreendimento realizado em conjunto pelo empreendedor e banco financiador.

4.2.6.6 Custo com Implementações de sistema de captação de energia solar

O custo de implementação de um sistema desses, se dá pela verba gasta por unidade habitacional para implantação do sistema multiplicado pelo número de unidades habitacionais atendidas pela instalação:

$$C_{\text{SOLAR}} = N_{\text{UH}} \cdot V_{\text{BM}}$$

Equação 19

Onde,

C_{SOLAR} - Custo Para Implantação do Sistema de Captação de Energia Solar

N_{UH} - Número de Unidades Habitacionais

V_{BM} - Verba de Instalação e Materiais*

*Valores retirados da base orçamentária da empresa.

Sendo assim, para que seja possível realizar a composição de custos financeiros das atividades relacionadas ao meio ambiente para implantação de em um empreendimento residencial, deve-se agregar todos os valores supracitados os quais serão distribuídos em implantação do terreno, construção do empreendimento e implementação de itens sustentáveis no condomínio.

4.3 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS FINANCEIROS DO EMPREENDIMENTO

Ao analisar aspectos predispostos nas diretrizes e, com isso, realizar a caracterização inicial para implantação e construção do empreendimento, fica possível analisar os custos totais e, ao mesmo tempo, verificar cada custo de forma separada. Pela relação estabelecida entre o custo total de um empreendimento e o custo total para implantações de cunho ambiental, faz-se possível a criação de relações matemáticas para implantação e para construção sustentáveis e adequação da sustentabilidade ambiental em um empreendimento residencial.

$$R_{\text{AMB}} = C_{\text{TOTALAMB}} / C_{\text{TOTALOBRA}}$$

Equação 20

Onde,

R_{AMB} – Relação matemática de custo ambiental em comparativo ao orçamento total de uma obra

C_{TOTALAMB} – Custo total ambiental para realização do empreendimento.

$C_{\text{TOTALOBRA}}$ – Custo total do empreendimento

Paralelamente, é possível elaborar outras relações matemáticas de representatividade em relação ao custo total ambiental. Isso pode estabelecer a

relação entre os indicadores ambientais de implantação ($R_{AMB.IMPL}$), de construção ($R_{AMB.CONST.}$) e de implantações sustentáveis no condomínio ($R_{AMB.SUST.}$)

$$R_{AMB.IMPL} = C_{TOTALIMP.} / C_{TOTALAMB}$$

Equação 21

Onde,

$R_{AMB.IMPL}$ – Relação matemática de custo ambiental de implantação em comparação ao custo ambiental total

$C_{TOTALIMP.}$ – Custo ambiental total de implantação

$C_{TOTALAMB}$ – Custo ambiental total do empreendimento

$$R_{AMB.CONST.} = C_{AMBCONST} / C_{TOTALAMB}$$

Equação 22

Onde,

$R_{AMB.CONST.}$ – Relação matemática de custo ambiental de construção em comparação ao custo ambiental total

$C_{TOTALCONST}$ – Custo ambiental total durante período de construção do empreendimento

$C_{TOTALAMB}$ – Custo ambiental total do empreendimento

$$R_{AMB.SUST.} = C_{AMBSUST} / C_{TOTALAMB}$$

Equação 23

Onde,

$R_{AMB.SUST.}$ – Relação matemática de custo ambiental de implementação de itens sustentáveis no empreendimento em comparação ao custo ambiental total

$C_{TOTALSUST}$ – Custo ambiental total de itens sustentáveis do empreendimento

$C_{TOTALAMB}$ – Custo ambiental total do empreendimento

Desse modo, faz-se necessário explicar que, os indicadores terão relações interdependentes, validados pelas funções relações dispostas anteriormente.

4.4 COMPARATIVO FINANCEIRO: INVESTIMENTO ADICIONAL EM ITENS SUSTENTÁVEIS

No âmbito do empreendedor, ao realizar a inserção de itens considerados sustentáveis ao seu produto, faz-se necessária a análise de quanto será agregado financeiramente o orçamento. Dessa forma, é necessário avaliar os itens que, financeiramente, serão relevantes em relação aos itens tradicionalmente utilizados no mercado.

Para esse empreendimento, tal análise foi dada de forma a quantificar os valores adicionais dos itens sem comparativo, aqueles que não possuem relação com outro tipo de instalação tradicional e naqueles itens com comparativo, conforme sequência abaixo:

- Custo de torneiras com arejador e redutor, comparado ao de torneiras comuns;
- Custo de descargas com duplo acionamento, comparado ao de descargas comuns; e
- Custo de luminárias de LED, comparado ao custo de luminárias de vapor metálico.

Assim, foi possível chegar a um valor final para investimento em itens sustentáveis.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo dedica-se à apresentação de todos os resultados verificados no estudo realizado, iniciando-se pela caracterização da área de construção, apresentando as diversas definições que foram feitas a partir das diretrizes municipais. Posteriormente, são demonstrados os cálculos e composições de custos financeiros das atividades relacionadas ao meio ambiente.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E ESTUDO DE IMPACTOS

Na sequência serão apresentadas as informações de sobreposição do empreendimento de estudo em área já urbanizada e análise das diretrizes das concessionárias de água, esgoto e energia elétrica para compatibilização das infraestruturas já existentes.

5.1.1 Sobreposição da implantação com topográfico

O trabalho realizado de obtenção de parâmetros para composição de custos financeiros das atividades, relacionadas ao meio ambiente para implementação de em um empreendimento residencial vertical se deu a partir da implantação de um condomínio urbanístico vertical do tipo residencial plurifamiliar.

A área de implantação do empreendimento, conforme demonstração de delimitação na Figura 19, possui 34.100,00 m² e fica localizada em uma região urbanizada do município de Ribeirão Preto, São Paulo.

O empreendimento é formado por 336 unidades habitacionais, onde se previu uma densidade de 506,47 hab/ha. Quanto às vagas de estacionamento, tem-se um total de 341 vagas para veículos, sendo três para portadores de necessidades especiais.

Segundo a Lei n. 2.157/2007, que dispõe sobre uso e ocupação do solo no município de Ribeirão Preto, o terreno encontra-se em uma Zona de Urbanização Preferencial (ZUP). A região é composta por áreas dotadas de infraestrutura e de condições geomorfológicas propícias para urbanização, onde são permitidas densidades demográficas médias e altas. Parte da área encontra-se em Zona de Proteção Máxima (ZPM), a qual faz parte de um Área de Preservação Permanente

(APP). O município está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos n. 04 (UGRHI-04), constituída pela bacia hidrográfica do Rio Pardo, e a área do empreendimento localiza-se na microbacia do Córrego do Rêgo, curso hídrico adjacente à área.

Figura 19. Demarcação do terreno de estudo



Fonte: Autor, 2021.

Frente a necessidade de confrontar o terreno de forma a não cometer erros, conforme a Figura 20, deve-se ter em mãos o registro de imóveis, conforme exemplo da Figura 21, para que o confrontamento das coordenadas seja seguido pelo estudo de Georreferenciamento que será feito na marcação do terreno.

Segundo a análise inicial da área do empreendimento, a vegetação existente caracteriza-se como cerradão com áreas úmidas florestadas e não florestadas. Em paralelo, a mesma análise estabelece, dentro de diversas diretrizes ambientais. O Anteprojeto Urbanístico destaca que, somente, poderão ser computadas no cálculo do Sistema de Áreas Verdes e de Lazer com Sistema Viário e no cálculo de Sistema de Áreas Verdes e de Lazer as áreas onde for possível traçar um círculo com raio mínimo de 10m. Além disso, destina, para a implementação do Sistema de Áreas Verdes e de Lazer, no mínimo, 35% da área total da gleba.

da ZPM, com destinação para Sistema de Lazer público, para fins de configuração de futuro parque linear.

Quanto ao paisagismo, nos sistemas de Lazer e no Verde de Acompanhamento Viário, as espécies arbóreas selecionadas em projeto deverão ser, em sua maioria, regionalmente nativas da formação original da área em que se situe. As referências para a determinação das espécies nativas são levantamentos florísticos da região e/ou listagens atualizadas do Instituto de Botânica do Estado de São Paulo.

Sugere-se, também, a valorização da diversidade e da seleção de espécies arbóreas de médio e grandes portes, onde for propício. Na borda da APP deverão ser previstas coletores de resíduos sólidos e comunicação visual contendo definição dessa área especialmente protegida, conforme Código Florestal (Lei 12.651 de 25 de maio de 2012).

Para a recuperação Ambiental, procede-se, inicialmente, ao diagnóstico ambiental das caracterizações geral e detalhada da área, com descrição do histórico de usos e de abordagem dos seguintes pontos, conforme ocorrentes: (i) tipos e estágios de regeneração das porções de vegetação natural, com definição do seu estado de conservação; (ii) vegetação plantada; (iii) vegetação ruderal, invasora ou com potencial invasor, além de outras espécies-problema (tais como lianas superabundantes); (iv) árvores isoladas; (v) potencial de regeneração natural; (vi) presença de pessoas ou animais domésticos; (vii) elementos construídos; (viii) fechamentos; (ix) infraestrutura; (x) alterações antrópicas de relevo (aterros, depressões, valetas, valas de drenagem) e de solo (compactações); (xi) entulho e demais resíduos sólidos; (xii) processos erosivos; (xiii) suscetibilidade a incêndios; entre outros fatores de perturbação.

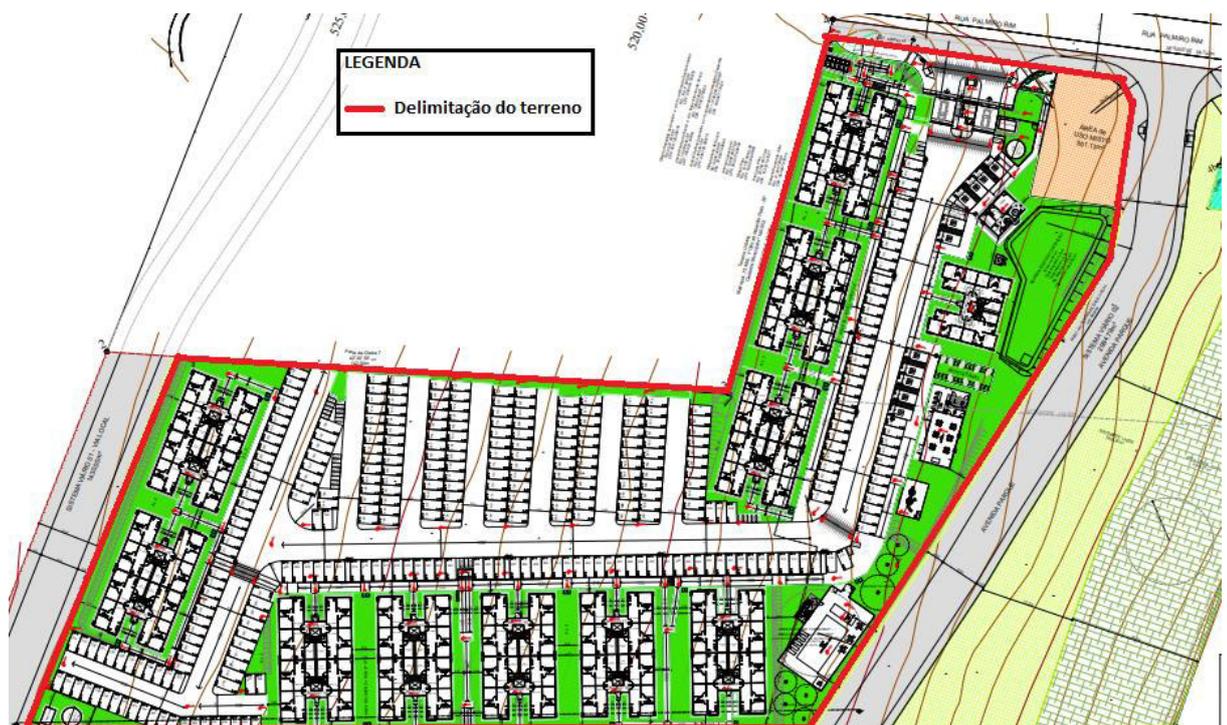
A técnica de recuperação ambiental da vegetação avalia o método ou conjunto de métodos mais adequado de recuperação da vegetação, considerando o plantio em área total ou o enriquecimento com mudas, a indução e/ou a condução da regeneração natural, a nucleação e a semeadura direta. No caso de plantio em área total ou de enriquecimento, utilizar espécies arbóreas regionalmente nativas da formação de vegetação original, relacionadas em levantamentos florísticos da região e ou em listagens atualizadas do Instituto de Botânica do Estado de São Paulo.

Posto isso, conforme exigência ambiental, fez-se necessária a elaboração de um laudo ambiental para caracterização da área. Nesse laudo foi detectado que,

para a implementação do empreendimento apresentado, será necessário à supressão de 268 indivíduos arbóreos isolados, sendo 161 de origem nativa e 107 de origem exótica.

A partir das definições iniciais supracitadas, o terreno tem sua implantação definida, conforme Figura 22, estabelecendo os parâmetros para atendimento de diversos aspectos de construção vertical e horizontal para atender à demanda proposta de 336 Unidades habitacionais com área de lazer, reservatório metálico de abastecimento de água e de bacia de contenção de águas pluviais, cujo principal objetivo é reduzir o volume de água de chuva captada no terreno construído, para poder mitigar os impactos de lançamento no córrego próximo definido pela Prefeitura Municipal.

Figura 22. Vista Urbanística de Implantação do empreendimento no terreno com delimitação e localização dos blocos, áreas comuns e ruas internas e externas



Fonte: Autor, 2021.

5.1.2 ANÁLISE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICO, DE REDES E DE VIAS NO CASO DE EMPREENDIMENTOS EM QUE A RUA DE ENTRADA OU ENTORNO NÃO ESTEJAM EXECUTADAS

Após as definições supracitadas no item 5.1.1, o construtor deve seguir para a aprovação nas concessionárias do projeto arquitetônico. A partir da aprovação, receberá o retorno dos órgãos competentes com as diretrizes, conforme ilustram as Figuras 23 e 24.

Figura 23. Diretriz de Abastecimento de Água e Captação de Esgoto do empreendimento de estudo



DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTOS DE RIBEIRÃO PRETO

CERTIDÃO DE DIRETRIZES Nº 40/2018

Processo nº 04.2017.024107-9

Esta certidão refere-se às Diretrizes quanto ao abastecimento de água, coleta, afastamento e tratamento dos esgotos sanitários, para fins de obtenção de certificado de aprovação no "GRAPROHAB", conforme solicitação da empresa [REDACTED]

Trata-se da implantação de residencial multifamiliar vertical com 21 blocos de 04 pavimentos cada, com 336 unidades, [REDACTED]

Fonte: Autor, 2021.

Posto isso, é necessário que o empreendedor execute os respectivos projetos que atendam às diretrizes e que os leve para aprovação nos órgãos competentes.

Após o estudo de impactos, a validação para construção do empreendimento e a aprovação de todos os projetos, é possível iniciar o processo de gerenciamento da construção. Inicialmente, são considerados todos os tópicos no levantamento de custos para o orçamento, para que a equipe de engenharia possa ter referências e que, portanto, possam negociar as prestações de serviço.

No processo de construção, além de todo viés técnico de engenharia, para ser considerado uma construção sustentável, o empreendimento deve estar em conformidade com os programas de gestão de resíduos, o PGRCC, fazendo o descarte correto dos resíduos gerados. Durante a construção, a equipe responsável deve trazer para o canteiro boas práticas de sustentabilidade, como o

reaproveitamento de água, reduções de desperdício, práticas de reutilização de material etc.

Figura 24. Diretriz de Abastecimento de Energia do empreendimento de estudo



5.2 LEVANTAMENTO DE CUSTOS

As definições para estabelecer os parâmetros de sustentabilidade nos processos construtivos do empreendimento partem de diretrizes pré-estabelecidas entre o banco financiador e o empreendedor, seguindo as diretrizes estabelecidas na ISO 14.001, as quais ficam evidenciadas no memorial descritivo da construção em questão.

É importante ressaltar que a database de levantamento dos custos, apresentada neste trabalho, tem referência do 4º trimestre de 2020. Por essa razão, leva em consideração, cotações realizadas pela construtora na cidade, no período de estudo. Os principais itens de sustentabilidade definidos para o empreendimento

abordado foram (i) implementação de torneiras com arejador e redutor de pressão; (ii) caixas acopladas com sistema duplo de descarga; (iii) fornecimento de coletores de resíduos sólidos para coleta seletiva; (iv) luminárias de LED nas áreas comuns; (v) bicicletas de uso compartilhado; e (vi) sistema de captação de energia solar.

5.2.1 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

5.2.1.1 Custo com Supressão de Árvores

Para apurar o custo com a supressão de árvores, foi atualizado o orçamento seguindo a diretriz ambiental obtida. A Tabela 2 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 2. Custo da Atividade 01: Supressão de Árvores

Atividade 1	Corte / Supressão de Árvores	Total			R\$ 303.912,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Serviço de supressão de árvores nativas e exóticas com termo de DOF e destinação final de resíduos	268	unid	R\$ 1.134,00	R\$ 303.912,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.1.2 Custo com Plantio de Árvores (Mitigação Ambiental)

Para realizar o custo com o plantio de mudas, atualizou-se o orçamento seguindo a diretriz ambiental obtida, com a sinalização das espécies e quantidades de mudas, necessárias para a compensação ambiental, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Custo da Atividade 02: Plantio de Mudas

Atividade 2	Plantio de Mudas	Total			R\$ 213.529,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Mudas - a definir espécie	3660	unid	R\$ 35,00	R\$ 128.100,00
02	Esterco	488	unid.	R\$ 15,00	R\$ 7.320,00
03	Adubo NPK 04 14 08	15	unid.	R\$ 81,00	R\$ 1.215,00
04	Fio Sisal	170	m	R\$ 0,20	R\$ 34,00
05	Estaca	3660	unid.	R\$ 9,00	R\$ 32.940,00
06	Serviço de execução de Plantio de mudas	3660	unid	R\$ 12,00	R\$ 43.920,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.1.3 Custo com Manutenção de Paisagismo

Para realizar o custo com a manutenção, foi considerado o período necessário de manutenção (5 anos) da região implantada até que a prefeitura receba e passe a ser o mantenedor formal. A Tabela 4 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 4. Custo da Atividade 03: Manutenção

Atividade 3	Custos com Manutenção	Total			R\$ 148.880,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Transporte de Água em Caminhão Pipa - (2 x dia x 14 dias para pega mudas)	28	unid.	R\$ 320,00	R\$ 8.960,00
02	Transporte de Água em Caminhão Pipa - (para manutenção 1 x semana x 5 anos)	156	unid.	R\$ 320,00	R\$ 49.920,00
03	Serviço de Manutenção de Paisagismo (durante 5 anos)	60	unid.	R\$ 1.500,00	R\$ 90.000,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.2 CUSTOS DE INTEGRAÇÃO COM SISTEMA URBANO EXISTENTE

5.2.2.1 Custo com Execução de Rede de Água

Para apurar o custo com execução de rede de água, foi feito o levantamento hidráulico e foram utilizados os preços de mão-de-obra e materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 5 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 5. Custo da Atividade 04: Execução de Rede de Água

Atividade 4	Execução de Rede de Água para abastecimento do empreendimento	Total			R\$ 22.710,46
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Execução de rede de água potável DN 150 mm	120	m	R\$ 90,74	R\$ 11.433,60
02	Escavação mecânica de valas	86,4	m³	R\$ 12,05	R\$ 1.041,12
03	Fundo de Areia e Reaterro de valas	86,4	m³	R\$ 9,38	R\$ 810,43

04	Compactação de fundo de valas	86,4	m³	R\$	15,61	R\$	1.348,70
05	Tubo PVC PBA JEI CI20 - DN 150 mm	21	br	R\$	132,21	R\$	2.776,60
06	Conexões	1	unid	R\$	2.500,00	R\$	2.500,00
07	Hidrante de coluna de ferro fundido completo com tampa DN 100mm NBR 5667	1	unid	R\$	2.800,00	R\$	2.800,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.2.2 Custo com Execução de Rede de Esgoto

O custo com execução de rede de esgoto, tomou por base o levantamento hidráulico utilizando os preços de mão-de-obra e materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 6 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 6. Custo da Atividade 05: Execução de Rede de Esgoto

Atividade 5	Execução de Rede de Esgoto para Coleta do empreendimento	Total			R\$	10.686,60
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total	
01	Execução de rede de esgoto DN 150MM	50	m	R\$ 66,96	R\$	3.750,00
02	Escavação mecânica de valas	45	m³	R\$ 12,05	R\$	542,25
03	Fundo de Areia e Reaterro de valas	45	m³	R\$ 9,38	R\$	422,10
04	Compactação de fundo de valas	45	m³	R\$ 15,61	R\$	702,45
05	Tubo PVC OCRE 150 mm	10	unid.	R\$ 200,88	R\$	2.008,80
06	PV 18 4,31 m para rede de esgoto (com tampão de FoFo)	1	unid.	R\$ 2.100,00	R\$	2.100,00
07	Tijolo Cerâmico 05X10X20CM	1500	unid.	R\$ 0,39	R\$	585,00
08	Areia Lavada	12	m³	R\$ 48,00	R\$	576,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.2.3 Custo com Execução de Rede de Drenagem

O cálculo do custo com execução de rede de drenagem foi feito com base no levantamento hidráulico, sendo utilizados os preços de mão-de-obra e de materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e

referências). A Tabela 7 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 7. Custo da Atividade 06: Execução de Rede de Drenagem

Atividade 6	Execução de Rede de Drenagem para coleta do empreendimento	Total			R\$ 1.793.377,28
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Execução de Rede D=500MM	463	m	R\$ 183,15	R\$ 84.798,45
02	Escavação mecânica de valas	1852	m³	R\$ 12,05	R\$ 22.316,60
03	Reaterro de valas	1852	m³	R\$ 15,61	R\$ 28.909,72
04	Compactação de fundo de valas	1852	m³	R\$ 9,38	R\$ 17.371,76
05	Execução de PV, com tampão de FoFo - até 4,00 M	5	unid.	R\$ 3.820,15	R\$ 19.100,75
06	Tubo de Concreto Ø500 mm	463	m	R\$ 60,00	R\$ 27.780,00
07	Boca de Lobo Dupla	7	unid	R\$ 3.300,00	R\$ 23.100,00
08	Dissipador	1	unid	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00
09	Execução de Bacia de Contenção de Águas Pluviais	1	unid	R\$ 1.550.000,00	R\$ 1.550.000,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.2.4 Custo com Execução de Abertura de Via Pública

Para mensurar o custo com execução de abertura de via pública, utilizamos o levantamento do trecho necessário para execução prevista pelo projeto urbanístico e foram utilizados os preços de mão-de-obra e materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 8 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 8. Custo da Atividade 07: Execução de Abertura de Via Pública

Atividade 7	Execução de Abertura de Via Pública	Total			R\$ 454.428,40
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Acerto e nivelamento do terreno	4415	m²	R\$ 1,50	R\$ 6.622,50
02	Preparo Subleito E = 20 cm	4415	m²	R\$ 7,50	R\$ 33.112,50
03	Base brita granulada E = 15 cm	662,25	m³	R\$ 171,91	R\$ 113.847,40
04	Imprimação impermeabilização (1,20 L/m²)	4415	m²	R\$ 6,80	R\$ 30.022,00
05	Pintura de ligação Mat + MO	4415	m²	R\$ 4,50	R\$ 19.867,50

	(1,0 L/m ²)					
06	Concreto betuminoso usinado a quente 4 cm	4415	m ²	R\$	47,50	R\$ 209.712,50
07	Execução de meio-fio	982	m	R\$	42,00	R\$ 41.244,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.2.5 Custo com Execução de Abertura de Calçada

No cálculo do custo com execução de abertura de calçada, foi levantado o trecho necessário para execução prevista pelo projeto urbanístico e utilizamos os preços de mão-de-obra e materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 9 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 9. Custo da Atividade 08: Execução de Abertura de Calçada

Atividade 8	Execução de Abertura de Calçada	Total			R\$	95.685,90
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total	
01	Execução calçadas (Acerto + calçadas)	2455	m ²	R\$ 25,00	R\$	61.375,00
02	Concreto Usinado 15MPa	147,3	m ³	R\$ 215,60	R\$	31.757,70
03	Grama esmeralda (material + mão-de-obra)	491	m ²	R\$ 5,20	R\$	2.553,20

Fonte: Autor, 2021.

5.2.2.6 Custo com Execução de Recapeamento Asfáltico para trechos com escavação para execução de redes hidráulicas

Para apurar o custo com execução de recapeamento asfáltico, foi feito o levantamento do trecho necessário para execução, previsto pelos projetos hidráulico e urbanístico, utilizando os preços de mão-de-obra e de materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 10 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 10. Custo da Atividade 09: Execução de Recapeamento Asfáltico para trechos com escavação para execução de redes hidráulicas

Atividade 9	Execução de Recapeamento Asfáltico	Total			R\$ 94.080,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Imprimação impermeabilização (1,20 L/m ²)	1600	m ²	R\$ 6,80	R\$ 10.880,00
02	Pintura de ligação Mat + MO (1,0 L/m ²)	1600	m ²	R\$ 4,50	R\$ 7.200,00
03	Concreto betuminoso usinado a quente 4 cm	1600	m ²	R\$ 47,50	R\$ 76.000,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.2.7 Custo com Serviços de Topografia

Utilizamos o número de diárias necessário, assim como os preços de mão-de-obra da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências) para o cálculo dos custos da execução dos serviços de topografia, conforme 11.

Tabela 11. Custo da Atividade 10: Serviços de Topografia

Atividade 10	Serviço de Topografia	Total			R\$ 5.400,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Serviço de Topografia	5	diária	R\$ 1.080,00	R\$ 5.400,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.2.8 Custo com Execução de Rede Elétrica

Para apurar o custo com execução de rede elétrica, foi feito o levantamento elétrico, utilizando os preços de mão-de-obra e de materiais da base do sistema (atualizado mensalmente, com cotações e referências), conforme Tabela 12.

Tabela 12. Custo da Atividade 11: Execução de Rede Elétrica

Atividade 11:	Execução de Rede Elétrica	Total			R\$ 127.000,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Postes equipados - Avenidas	10	unid.	R\$ 3.950,00	R\$ 39.500,00
02	Acessórios	10	unid.	R\$ 5.000,00	R\$ 50.000,00
03	Execução de Rede Elétrica	10	unid.	R\$ 3.050,00	R\$ 30.500,00

04	Projeto e Consultoria - Rede Elétrica	1	unid.	R\$	7.000,00	R\$	7.000,00
----	---------------------------------------	---	-------	-----	----------	-----	----------

Fonte: Autor, 2021.

5.2.2.9 Custo com Execução Sinalização Viária

Para o custo com execução de sinalização viária, foi feito o levantamento do trecho necessário para execução prevista pelo projeto urbanístico e foram utilizados os preços de mão-de-obra e de materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 13 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 13. Custo da Atividade 12: Execução de Sinalização Viária

Atividade 12	Execução de Sinalização Viária	Total			R\$	38.150,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total	
01	Serviço de Sinalização Horizontal	343	m	R\$ 50,00	R\$	17.150,00
02	Serviço de Sinalização Vertical	21	unid.	R\$ 1.000,00	R\$	21.000,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.3 CUSTOS COM RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO

Para o cálculo do custo com o descarte dos resíduos gerados durante o período da construção, foi considerado um volume de 960 m³ de resíduos ao longo dos 20 meses de obra, com a retirada mensal de 16 caçambas estacionárias, tendo cada uma destas 3m³ de volume. A Tabela 14 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 14. Custo da Atividade 13: Segregação de Resíduos

Atividade 13	Serviço de Segregação de Resíduos da Construção	Total			R\$	96.000,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total	
01	Serviço de Segregação de Resíduos da Construção Civil em Caçamba Estacionária (Locação, Transporte e Destinação)	960	m ³	R\$ 100,00	R\$	96.000,00

Fonte: Autor, 2021.

Ao analisar esse índice em relação ao total construído de 336 apartamentos, houve um volume de entulho gerado de 2,86m³ por apartamento construído.

5.2.4 CUSTOS DE IMPLANTAÇÕES SUSTENTÁVEIS NO CONDOMÍNIO

5.2.4.1 Custo com Implementação de torneiras com arejador e redutor de pressão

O custo com a implementação de torneiras com arejador e com redutor de pressão foi calculado com base no levantamento da quantidade necessária a ser utilizada através dos projetos do empreendimento. Considerou-se o valor unitário de cada item, utilizando os preços de materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 15 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 15. Custo da Atividade 14: Implementação de torneiras com arejador e redutor

Atividade 14 :	Implementação de Torneiras com Arejador e Redutor de Pressão	Total			R\$	69.867,84
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total	
01	Torneira Tanque	336	unid	R\$ 33,47	R\$	11.245,92
02	Torneira Lavatório	336	unid	R\$ 61,72	R\$	20.737,92
03	Torneira Pia Cozinha	336	unid	R\$ 112,75	R\$	37.884,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.4.2 Custo com Implementação de caixas acopladas com sistema duplo de descarga

O custo com a implementação de caixas acopladas com sistema duplo de descarga foi calculado com base no levantamento da quantidade necessária a ser utilizada através dos projetos do empreendimento, considerando o valor unitário de cada item utilizando os preços de materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 16 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 16. Custo da Atividade 15: Implementação de caixas acopladas com sistema duplo de descarga

Atividade 15	Implementação de caixas acopladas com sistema duplo de descarga	Total			R\$ 44.436,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Caixa Acoplada com Duplo acionamento	336	unid	R\$ 132,25	R\$ 44.436,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.4.3 Custo com Implementação de coletores de resíduos sólidos para coleta seletiva

Para realizar o custo com a implementação de coletores de resíduos sólidos para coleta seletiva, procedeu-se ao levantamento da quantidade necessária a ser utilizada através dos projetos do empreendimento. Considerou-se o valor unitário de cada item utilizando os preços de materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 17 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 17. Custo da Atividade 16: Implementação de coletores de resíduos sólidos para coleta seletiva

Atividade 16	Implementação de Coletores de resíduos sólidos para Coleta Seletiva	Total			R\$ 26.973,60
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Coletor Polietileno para Resíduos - 700L	24	unid	R\$ 1.123,90	R\$ 26.973,60

Fonte: Autor, 2021.

5.2.4.4 Custo com Implementação de luminárias de LED

Para estruturação do custo com a implementação de luminárias de LED, identificou-se a quantidade necessária a ser utilizada através dos projetos elétricos do empreendimento. Para tanto, considerou-se o valor unitário de cada item utilizando os preços de materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 18 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 18. Custo da Atividade 17: Implementação de luminárias de LED

Atividade 17	Implementação de Luminárias de LED	Total			R\$ 19.000,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Luminária de LED para áreas comuns dos Blocos	160	unid	R\$ 25,00	R\$ 4.000,00
02	Luminária de LED 150 W para postes externos	20	unid	R\$ 750,00	R\$ 15.000,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.4.5 Custo com Implementação de bicicletas compartilhadas.

Para realizar o custo com a implementação de bicicletas compartilhadas, considerou-se a quantidade necessária a ser utilizada através do memorial do empreendimento (1:30, bicicleta para cada 30 moradores). Analisou-se o valor unitário do item utilizando os preços de materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências). A Tabela 19 demonstra a composição e descrição de itens e o montante gerado para atividade.

Tabela 19. Custo da Atividade 18: Implementação de bicicletas compartilhadas

Atividade 18	Implementação de Bicicletas Compartilhadas	Total			R\$ 7.500,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Bicicleta Compartilhada	10	unid	R\$ 750,00	R\$ 7.500,00

Fonte: Autor, 2021.

5.2.4.6 Custo com Implementação de sistema para captação de energia solar

Objetivando apurar o custo da implementação de sistema para captação de energia solar, levantou-se a quantidade, através dos projetos elétricos do empreendimento, considerando-se o valor unitário de cada item utilizando os preços de materiais da base do sistema da empresa, conforme Tabela 20.

Tabela 20. Custo da Atividade 19: Implementação de sistema para captação de energia solar

Atividade 19	Implementação de Sistema para Captação de Energia Solar	Total			R\$ 134.400,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário	Total
01	Sistema Fotovoltaico	336	unid	R\$ 400,00	R\$ 134.400,00

Fonte: Autor, 2021.

5.3 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS FINANCEIROS DO EMPREENDIMENTO

O orçamento total contabilizado, para o empreendimento em estudo, foi de R\$ 24.238.692,18. O valor contempla todas as atividades (implantação, construção e entrega ao consumidor final). Sendo assim, pode-se evidenciar a relação entre as atividades de implantação do empreendimento, conforme a Tabela 21.

Tabela 21. Custos Ambientais de Implantação comparados aos demais custos de implantação

Comparativo: Custo Ambiental de Implantação x Custo de Implantação Total				
Custo	Descrição do Subitem	Custo/Subitem	Custo Total	Representatividade em relação ao Custo Total (%)
Ambientais de Implantação	Corte / Supressão de Árvores	R\$ 303.912,00	R\$ 666.321,00	20%
	Plantio de Mudas	R\$ 213.529,00		
	Custos com Manutenção	R\$ 148.880,00		
Demais atividades de Implantação	Execução de Rede de Água para abastecimento do empreendimento	R\$ 22.710,46	R\$ 2.641.518,64	80%
	Execução de Rede de Esgoto para Coleta do empreendimento	R\$ 10.686,60		
	Execução de Rede de Drenagem para Coleta do empreendimento	R\$ 1.793.377,28		
	Execução de Abertura de Via Pública	R\$ 454.428,40		
	Execução de Abertura de Calçada	R\$ 95.685,90		
	Execução de Recapeamento Asfáltico	R\$ 94.080,00		
	Serviço de Topografia	R\$ 5.400,00		
	Execução de Rede Elétrica	R\$ 127.000,00		
	Execução de Sinalização Viária	R\$ 38.150,00		
Custo Total de Implantação	R\$	3.307.839,64	100%	

Fonte: Autor, 2021.

Na tabela 22, são apresentadas as representatividades dos valores gerais supracitados: custo ambiental na implantação, custo ambiental na construção e custo ambiental na implementação de itens sustentáveis para o condomínio; em relação ao orçamento total da obra.

Tabela 22. Custos Ambientais x Totais

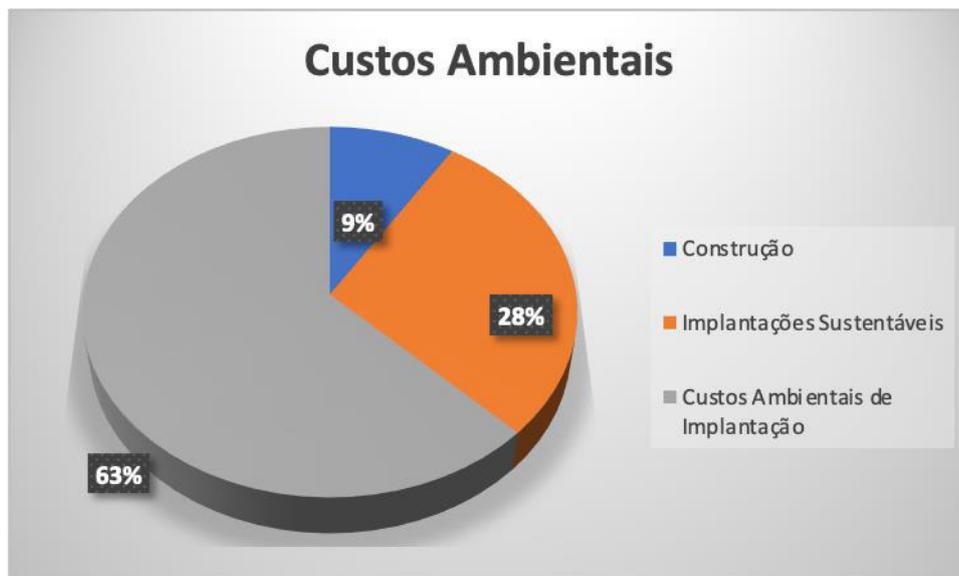
Comparativo: Custo Ambiental x Custo Total							
Custo	Descrição do Subitem	Custo/Subitem	Custo Total	Custo/Apto	Custo/m ²	Representatividade e em relação ao Orçamento (%)	Investimento Ambiental em relação ao Orçamento (%)
Ambiental durante construção	Serviço de Segregação de Resíduos da Construção Civil em Caçamba Estacionária (Locação, Transporte e Destinação)	R\$ 96.000,00	R\$ 96.000,00	R\$ 285,71	R\$ 6,80	0,40%	4,60%
Implantações Sustentáveis	Implementação de Torneiras com Arejador e Redutor de Pressão	R\$ 69.867,84	R\$ 302.177,44	R\$ 899,34	R\$ 21,41	1,20%	
	Implementação de caixas acopladas com sistema duplo de descarga	R\$ 44.436,00					
	Implementação de Coletores de Resíduos Sólidos para Coleta Seletiva	R\$ 26.973,60					
	Implementação de Luminárias de LED	R\$ 19.000,00					
	Implementação de Bicicletas Compartilhadas	R\$ 7.500,00					
Implementação de Sistema para Captação de Energia Solar	R\$ 134.400,00						
Ambientais de Implantação	Corte / Supressão de Árvores	R\$ 303.912,00	R\$ 666.321,00	R\$ 1.983,10	R\$ 47,22	3%	
	Plantio de Mudas	R\$ 213.529,00					
	Custos com Manutenção	R\$ 148.880,00					
Orçamento Total Empreendimento		R\$ 24.238.692,18				100%	

Fonte: Autor, 2021.

Os dados apresentados indicam que, para um empreendimento atender as condicionantes ambientais, deve realizar um descarte de resíduos adequados durante o processo construtivo. Dessa forma, pode-se implementar itens sustentáveis para o consumidor final, sendo necessário investir, em média, 4,60% do custo total do empreendimento. Analogamente, esse investimento representou um custo de R\$3.168,15 por apartamento e R\$75,43 por metro quadrado construídos no empreendimento.

Por outro lado, ao analisar os valores que compõem o montante de 4,60% (R\$ 1.064.498,44), percebe-se que a maior fatia desse custo está diretamente atrelada às implantações do terreno, sugerindo que o cumprimento das diretrizes ambientais tem um peso considerável no orçamento: 63%, o que representou um custo de R\$1.983,09 por apartamento e R\$47,22 por m² construídos.

Gráfico 1. Comparativo geral – Custos Ambientais



Fonte: Autor, 2021.

Posto isto, é possível inserir dados do estudo de caso, nas relações matemáticas pré-estabelecidas as quais relacionam os custos ambientais e custos de obra.

$$R_{AMB} = 0,046 \cdot C_{TOTAL}$$

Equação 24

Onde,

R_{AMB} – Relação matemática de custo ambiental em comparativo ao orçamento total de uma obra

C_{TOTAL} – Custo total do empreendimento

$$R_{AMB.IMPL} = 0,63. C_{TOTALAMB}$$

Equação 25

Onde,

$R_{AMB.IMPL}$ – Relação matemática de custo ambiental de implantação em comparação ao custo ambiental total

$C_{TOTALAMB}$ – Custo ambiental total do empreendimento

$$R_{AMB.CONST.} = 0,09. C_{TOTALAMB}$$

Equação 26

Onde,

$R_{AMB.CONST.}$ – Relação matemática de custo ambiental de construção em comparação ao custo ambiental total

$C_{TOTALAMB}$ – Custo ambiental total do empreendimento

$$R_{AMB.SUST.} = 0,28. C_{TOTALAMB}$$

Equação 27

Onde,

$R_{AMB.SUST.}$ – Relação matemática de custo ambiental de implementação de itens sustentáveis no empreendimento em comparação ao custo ambiental total

$C_{TOTALAMB}$ – Custo ambiental total do empreendimento.

De maneira análoga, ao analisar os aspectos apresentados para a construção do empreendimento, há um custo total de R\$ 11.029,81 por apartamento construído, para que todas as diretrizes e implantações ambientais sejam atendidas. Ao analisar esse mesmo custo por m², gerou-se um valor de R\$261,61. Tais valores podem ser evidenciado vide o disposto na Tabela 23.

Tabela 23. Resumo geral de custos considerando todos os custos levantados para a implantação e regularização de todos os itens ambientais propostos no empreendimento de estudo

Resumo Geral de Custos		
Descrição	Custo Total	Custo /Apto (R\$)
Implantação e Integração	R\$ 3.307.839,64	R\$ 9.844,76
Construção	R\$ 96.000,00	R\$ 285,71
Itens Sustentáveis	R\$ 302.177,44	R\$ 899,34
Custo Total / Apto		R\$ 11.029,81
Custo Total / m ²		R\$ 262,61

Fonte: Autor, 2021.

Nesse contexto, como o mercado brasileiro está sofrendo constantes alterações no preço unitário dos materiais, em decorrência da pandemia da Covid-

19, sugere-se que sejam desenvolvidos novos levantamentos de custos, com posse de mais de uma base de cálculo (SINAPI, TCPO, entre outros) e que sejam feitas cotações atualizadas no mercado local, para que seja possível comparar a nível de preços unitários com as bases internas de determinada empresa.

5.4 COMPARATIVO FINANCEIRO: INVESTIMENTO ADICIONAL EM ITENS SUSTENTÁVEIS

Para avaliação do investimento adicional para que o empreendimento pudesse entregar aos moradores itens sustentáveis, os custos financeiros foram comparados dentro das seguintes categorias: (i) torneiras com arejador e redutor, comparado ao de torneiras comuns; (ii) descargas com duplo acionamento, comparado ao custo de descargas comuns; (iii) luminárias de LED, comparado ao custo de luminárias de vapor metálico;

5.4.1 Custos de torneiras com arejador e redutor, comparado ao de torneiras comuns

O comparativo deu-se a partir do levantamento da quantidade necessária no projeto do empreendimento. Considerou-se o valor unitário de cada item utilizando os preços de materiais da base do sistema da empresa (atualizado mensalmente, com cotações e referências).

Tabela 24. Comparativo de custo entre torneiras comuns e com arejador e redutor

Comparativo: Torneiras com arejador e redutor x torneiras comuns							Diferença Total de investimento	R\$ 1.740,48
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário (com arejador e redutor)	Valor Unitário (comum)	Valor Total (torneiras com arejador e redutor)	Valor Total (torneiras comuns)	Diferença de Investimento
01	Torneira Tanque	336	unid	R\$ 33,47	R\$ 31,97	R\$ 11.245,92	R\$ 10.741,92	R\$ 504,00
02	Torneira Lavatório	336	unid	R\$ 61,72	R\$ 60,22	R\$ 20.737,92	R\$ 20.233,92	R\$ 504,00
03	Torneira Pia Cozinha	336	unid	R\$ 112,75	R\$ 110,57	R\$ 37.884,00	R\$ 37.151,52	R\$ 732,48

Fonte: Autor, 2021.

5.4.2 Custos de descargas com duplo acionamento, comparado ao custo de descargas comuns

Tal comparativo seguiu o mesmo raciocínio do item 5.4.1, com a realização do levantamento da quantidade necessária através dos projetos do empreendimento. Para tanto, considerou-se o valor unitário de cada item utilizando os preços de materiais da base do sistema da empresa.

Tabela 25. Comparativo de custo caixas acopladas com descargas duplas e caixas acopladas com descargas comuns

Comparativo: Caixas acopladas com descarga dupla x caixas acopladas com descarga comum							Diferença Total de investimento	R\$ 9.750,72
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário (com descarga de acionamento duplo)	Valor Unitário (comum)	Valor Total (descargas com acionamento duplo)	Valor Total (descargas comuns)	Diferença de Investimento
01	Caixa Acoplada	336	unid	R\$ 132,25	R\$ 103,23	R\$ 44.436,00	R\$ 34.685,28	R\$ 9.750,72

Fonte: Autor, 2021.

5.4.3 Custos de luminárias de LED, comparado ao de luminárias de vapor metálico

O comparativo deu-se pelo levantamento da quantidade necessária a ser utilizada através dos projetos elétricos do empreendimento, considerando o valor de cada item, com base do sistema da empresa.

Tabela 26. Comparativo de custo: luminárias de LED e de vapor metálico

Comparativo: Luminária de LED x Luminárias de vapor metálico							Diferença Total de investimento	R\$ 8.240,00
Item	Descrição	Qtde.	Unid.	Valor Unitário (LED)	Valor Unitário (Vapor metálico)	Valor Total (LED)	Valor Total (Vapor Metálico)	Diferença de Investimento
01	Luminária para áreas comuns	160	unid	R\$ 25,00	R\$ 17,50	R\$ 4.000,00	R\$ 2.800,00	R\$ 1.200,00
02	Luminária para postes externos	20	unid	R\$ 750,00	R\$ 398,00	R\$ 15.000,00	R\$ 7.960,00	R\$ 7.040,00

Fonte: Autor, 2021.

Com isso, para os três itens apontados, o investimento adicional para os ter ao invés dos itens considerados comuns seria de R\$ 19.731,20, conforme Tabela 27. Evidencia um custo de R\$ 58,72 por apartamento construído e de R\$ 0,17/m².

Tabela 27. Comparativo de custo: investimento adicional em itens sustentáveis

Comparativo de Itens comuns x sustentáveis				
Descrição do Item	Custo/Subitem	Custo Total	Custo /Apto (R\$)	Custo /m ² (R\$)
Comparativo: Torneiras com arejador e redutor x torneiras comuns	R\$ 1.740,48	R\$ 19.731,20	R\$ 58,72	R\$ 0,17
Comparativo: Caixas acopladas com descarga dupla x caixas acopladas com descarga comum	R\$ 9.750,72			
Comparativo: Luminária de LED x Luminárias de vapor metálico	R\$ 8.240,00			

Fonte: Autor, 2021.

Dessa forma, é possível analisar que os demais itens sustentáveis, que não possuem comparativo, agregariam um valor nesse custo por apartamento de investimento em itens sustentáveis que, conforme Tabela 28, tem um custo de R\$ 481,05 por apartamento construído e R\$11,45 por metro quadrado de área construída dos apartamentos. Em relação ao orçamento total do empreendimento, representa 0,67%.

Tabela 28. Investimento adicional total para implementação e itens sustentáveis no empreendimento de estudo

Investimento adicional total para implementação de itens sustentáveis				
Descrição do Item	Custo/Subitem	Custo Total	Custo /Apto (R\$)	Custo /m ² (R\$)
Comparativo: Torneiras com arejador e redutor x torneiras comuns	R\$ 1.740,48	R\$ 161.631,20	R\$ 481,05	R\$ 11,45
Comparativo: Caixas acopladas com descarga dupla x caixas acopladas com descarga comum	R\$ 9.750,72			
Comparativo: Luminária de LED x Luminárias de vapor metálico	R\$ 8.240,00			
Implementação de Bicycletas Compartilhadas	R\$ 7.500,00			
Implementação de Sistema para Captação de Energia Solar	R\$ 134.400,00			

Fonte: Autor, 2021.

6 CONCLUSÕES

De posse dos resultados obtidos, é possível estabelecer as condições financeiras e de cunho social do quão relevante é a implementação de um empreendimento, cujo objetivo seja atender a todas as questões ambientais.

A relação estabelecida traz à tona aspectos extremamente importantes no momento de execução de um futuro orçamento de obras levando em conta todas as condicionantes ambientais. A representatividade de 4,60% (R\$75,43 por m² construído) de custos ambientais, em um montante total, para execução de um empreendimento genérico, sem dúvida, traz uma noção mais ampla do que é passível de se ter para viabilizar o empreendimento sustentável. Ainda, dentro desse montante, fica claro o peso maior do momento de implementação (63% de todo o custo ambiental); momento esse em que haverá, para o empreendedor, os maiores custos devido às condicionantes ambientais e contrapartidas.

Por outro lado, a adição de itens sustentáveis trouxe um custo adicional de R\$ 11,45 por metro quadrado construído no empreendimento, o que evidencia um custo total de R\$ 161.631,20 no empreendimento, algo que, em relação ao orçamento total da obra representa um custo de aproximadamente 0,67%.

Ao analisar todos os custos predispostos no estudo, o empreendimento teve um investimento de R\$ 262,61 por m² para atender a todos os itens ambientais de regularização e para atender exigências dos órgãos públicos, bem como da implantação dos itens sustentáveis no condomínio.

Portanto, a utilização das relações criados no estudo em questão é um facilitador para o planejamento de obras futuras, valendo salientar que, há a necessidade de reajuste, apenas, dos preços unitários dos materiais a serem utilizados.

Frente aos dados apresentados fica claro que o processo de gerenciamento ambiental dentro de uma construção é imprescindível em todas as etapas do projeto, desde o planejamento de compra do terreno até sua entrega para o cliente final. Cabe, portanto, ao corpo administrativo da empresa, preponderar a responsabilidade sobre todos os setores envolvidos, buscando a obtenção de uma construção enxuta, o que trará menos impactos ambientais, mais soluções de melhoria dos processos, maior qualidade do produto, menor custo. Com isso, atenderá o tripé da sustentabilidade.

Sendo assim, a promoção de práticas sustentáveis dentro da empresa passa por todos os funcionários, durante o processo construtivo. Sem dúvidas, gerará uma maior socialização da informação sobre a importância de continuar expandindo o mercado da construção sem dirimir a importância de fazê-lo com responsabilidade ambiental. Fica evidente que, ao se criar este ciclo (início, meio e fim sustentáveis), a construtora, os trabalhadores, os órgãos públicos, o cliente final e a vizinhança, isto é, a comunidade como um todo terá o benefício de uma sociedade mais responsável e engajada em práticas ambientais.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para trabalhos futuros o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a custos de construção, baseando-se nos tópicos abaixo:

7.1 QUESTIONÁRIO DE BENEFÍCIOS REFLETIDOS NA COMUNIDADE

Estudos sobre essa temática podem ser aprofundados através da realização de levantamentos com base na aplicação questionários as comunidades adjacentes de um empreendimento implantado conforme padrão do estudo, a fim de poder evidenciar o retorno que a comunidade está tendo.

7.2 VALIDAÇÃO DA RELAÇÕES DESENVOLVIDAS PARA EMPREENDIMENTOS EM OUTRAS REGIÕES

Conforme apresentado, foi possível desenvolver equações gerais que indicam o custo ambiental de implantação em relação ao custo ambiental total de um empreendimento e em relação ao custo total de uma obra. Sugere-se a realização de novos trabalhos em outras cidades do país, com a aplicação da metodologia aqui proposta e construída, de forma a validar as equações desenvolvidas neste trabalho.

CARDOSO, F.; ARAÚJO, V. **Projeto tecnologias para a construção habitacional mais sustentável**. Finep Habitare. PCC-USP n. 2386/4. 2004. Disponível em <http://www.pcc2540.pcc.usp.br/material%202006/habitare%20impactos%20canteiro%2030%206%202006.pdf>. Acesso em 21 fev 2021.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Trabalho Monográfico (Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FRATA, G. A. **Desenvolvimento de metodologia para dimensionamento de estufa de secagem natural para lodo de estações de tratamento de água**. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental). Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014

MARQUES NETO, J. C. **Diagnóstico para estudo de gestão de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos – SP**. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Declaração de Estocolmo**. Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Estocolmo, 1972.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2021. Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 4 jan 2021.

OSRAM. **Life cycle assessment of illuminants: a comparison of light bulbs, compact fluorescent lamps and LED lamps**. 2009. Disponível em http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/OSRAM_LED_LCA_Summary_November_2009.pdf. Acesso em 23 nov 2021.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; DIAS, A. J. G.; CORTES, P. L. Aspectos normativos a respeito de resíduos de construção civil: uma pesquisa exploratória da situação no Brasil e em Portugal. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 29, p. 155-169, 2014.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **ODM; ODS; Nosso Trabalho**. 2015. Disponível em <http://www.pnud.org.br/>. Acesso em 7 jun 2020.

PROJETA SUSTENTÁVEL. **O que é o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil - PGRSCC?** 2020. Disponível em <https://www.projetasustentavel.com/o-que-e-o-plano-de-gerenciamento-de-residuos-solidos-da-construcao-civil>. Acesso em 14 jan 2021.

RIBEIRÃO PRETO. **Lei Complementar n. 2538**, 25 de maio de 2012. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/sp/r/ribeirao-preto/lei-complementar/2012/254/2538/lei-complementar-n-2538-2012-institui-a-politica-municipal-de-residuos-solidos-e-limpeza-urbana-e-da-outras-providencias?q=2538%2F2012>. Acesso em 23 nov 2021.

SCHALCH, V.; CÓRDOBA, R. E. **Estratégia para gestão de resíduos sólidos**. 2009. Material didático elaborado para disciplina de Sistema de Gestão Ambiental (CD-ROM) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2009.

SDG COMPASS. **The guide for business action on the SDGs**. 2015. Disponível em <http://sdgcompass.org/>. Acesso em 8 jun 2020.

SIDUSCON. Sindicato Nacional da Indústria da Construção. **Diagnóstico da Indústria da Construção Civil no Brasil**. São Paulo: SINDUSCON, 2014.

U.S. DOE. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **Using LEDs to their Best Advantage**. 2012. Available in http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/led_advantage.pdf. Access in 2 July 2020.

XAVIER, C. M. S.; MELO, M.; XAVIER, L. F. S. **Gerenciamento de Projetos de Construção Civil**. Rio de Janeiro: Brasport, 2014.