



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

ANDRÉ HENRIQUE SIEWERT

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA PRELIMINAR PARA
IMPLANTAÇÃO DE UM LOTEAMENTO EM JARAGUÁ DO SUL/SC

Joinville

2026

ANDRÉ HENRIQUE SIEWERT

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA PRELIMINAR PARA
IMPLANTAÇÃO DE UM LOTEAMENTO EM JARAGUÁ DO SUL/SC

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Orientadora: Dra. Valéria Bennack

Coorientadora: Dra. Amanara Potykytã de Sousa Dias Vieira

Joinville

2026

ANDRÉ HENRIQUE SIEWERT

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA PRELIMINAR PARA
IMPLANTAÇÃO DE UM LOTEAMENTO EM JARAGUÁ DO SUL/SC

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 01 de julho de 2026.

Banca Examinadora:

Dra. Valéria Bennack
Orientadora e Coordenadora do Curso

Dra. Amanara Potykytã de Sousa Dias Vieira
Coorientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Robison Negri
Membro
Universidade Católica de Santa Catarina

Dr. Daniel Hastenpflug
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo representa a concretização de minha jornada acadêmica na graduação, um marco possível graças à dedicação, ao incentivo e à presença de pessoas muito especiais ao longo desse percurso.

Agradeço primeiramente a Deus, por me abençoar, guiar e conceder sabedoria, saúde e os princípios sobre os quais edifico os alicerces de minha vida.

Ao meu pai, Charles Siewert, por acreditar em meu potencial e me proporcionar o suporte familiar necessário para enfrentar os desafios dessa caminhada.

À minha mãe, Marcilene Kansler Siewert, pelo carinho, zelo, paciência e por todo o tempo diligentemente dedicado à minha educação e formação de caráter.

Aos meus finados avós, Vendolin Siewert e Ágata Elisabeth Dornbush Siewert, por me inspirarem com seus fundamentos, valores e exemplos de vida.

Às professoras Dra. Valéria Bennack e Dra. Amanara Potykytã, pela estima, presteza, orientação e pelos conselhos oferecidos para a elaboração deste estudo.

Aos professores do curso, em especial ao Dr. Daniel Hastenpflug pelas lições e ensinamentos compartilhados ao longo dessa trajetória.

Aos familiares e amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram com apoio, convivência, palavras de incentivo e partilha de momentos significativos.

RESUMO

A expansão urbana de municípios economicamente dinâmicos exige a estruturação de novas áreas urbanizadas, mas a implantação de loteamentos envolve elevados investimentos, restrições legais, condicionantes ambientais e incertezas comerciais que devem ser avaliadas antes da alocação de capital em fases executivas. Nesse contexto, este trabalho desenvolveu um estudo de viabilidade econômico-financeira preliminar para a implantação de um loteamento urbano habitacional em uma área composta por seis glebas unificadas no município de Jaraguá do Sul, Santa Catarina. A pesquisa utilizou dados georreferenciados públicos, diretrizes técnicas, parâmetros urbanísticos e condicionantes ambientais para elaborar anteprojetos integrados de urbanismo, terraplenagem, infraestrutura e superestrutura complementar. A partir desses anteprojetos, foram extraídos quantitativos paramétricos que subsidiaram a composição do orçamento preliminar, do cronograma físico-financeiro, do fluxo de caixa e dos indicadores de atratividade do empreendimento. A modelagem também considerou premissas de produto imobiliário, aquisição da área, custos técnicos, licenciamento, implantação física, comercialização e alternativas de financiamento e execução. Os resultados indicaram que a área possui potencial para parcelamento urbano, com aproveitamento territorial condicionado principalmente às restrições ambientais, florestais, hidrológicas e urbanísticas identificadas na etapa de triagem preliminar. Nos cenários simulados, o empreendimento apresentou atratividade econômico-financeira preliminar, com Valor Presente Líquido positivo, Taxa Interna de Retorno Modificada superior à Taxa Mínima de Atratividade adotada e prazo de retorno compatível com o horizonte de implantação e comercialização considerado. A análise de sensibilidade demonstrou que a viabilidade permanece condicionada principalmente à precificação dos lotes, à velocidade de absorção comercial, aos custos de implantação e à estrutura de financiamento de capital. Concluiu-se que o empreendimento possui potencial de viabilidade preliminar, desde que as premissas adotadas sejam compreendidas como estimativas compatíveis com a fase de anteprojeto e utilizadas como apoio à tomada de decisão inicial.

Palavras-chave: parcelamento do solo; análise de investimentos; infraestrutura urbana; loteamento; anteprojeto.

ABSTRACT

The urban expansion of economically dynamic municipalities requires the structuring of new urbanized areas; however, the implementation of land subdivisions involves high investments, legal restrictions, environmental constraints and market uncertainties that must be assessed before capital is allocated to executive stages. In this context, this study developed a preliminary economic and financial feasibility analysis for the implementation of a residential urban land subdivision in an area composed of six unified land parcels in the municipality of Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brazil. The research used public georeferenced data, technical guidelines, urban planning parameters and environmental constraints to develop integrated preliminary designs for urban layout, earthworks, infrastructure systems and complementary urban works. Based on these preliminary designs, parametric quantities were extracted to support the preliminary budget, the physical and financial schedule, the cash flow and the project's attractiveness indicators. The model also considered assumptions related to the real estate product, land acquisition, technical costs, licensing, physical implementation, commercialization, and financing and execution alternatives. The results indicated that the area has potential for urban subdivision, with territorial use mainly conditioned by the environmental, forest, hydrological and urban planning restrictions identified in the preliminary screening stage. In the simulated scenarios, the project showed preliminary economic and financial attractiveness, with a positive Net Present Value, a Modified Internal Rate of Return higher than the adopted Minimum Attractive Rate of Return, and a payback period compatible with the implementation and commercialization horizon considered. The sensitivity analysis showed that feasibility remains mainly conditioned by lot pricing, market absorption speed, implementation costs and the capital financing structure. It was concluded that the project has preliminary feasibility potential, provided that the assumptions adopted are understood as estimates compatible with the preliminary design stage and used as support for initial decision-making.

Keywords: land subdivision; investment analysis; urban infrastructure; preliminary budget; real estate development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resumo gráfico de dados censitários de Jaraguá do Sul/SC	20
Figura 2 – Representação esquemática da curva ABC de custos	27
Figura 3 – Representação esquemática de entradas e saídas de caixa	33
Figura 4 – Relação entre cronograma físico-financeiro e saldo acumulado	35
Figura 5 – Desmembramento de uma gleba em loteamento	41
Figura 6 – Exemplificação de condomínios fechados inseridos na malha urbana	43
Figura 7 – Comparativo entre diferentes <i>layouts</i> de parcelamento	45
Figura 8 – Resumo dos tipos de afastamentos de APPs	47
Figura 9 – Representação de diferentes estágios de vegetação.....	48
Figura 10 – Mapa da divisão urbana, rural e variantes – Jaraguá do Sul/SC	52
Figura 11 – Mapa de macrozoneamento urbano – Jaraguá do Sul/SC.....	53
Figura 12 – Representação de configuração econômica para quadras	56
Figura 13 – Representação da taxa de ocupação com afastamentos obrigatórios ...	57
Figura 14 – Malha de vias hierarquizadas de Jaraguá do Sul/SC.....	59
Figura 15 – Exemplo de seção típica de via pública	60
Figura 16 – Exemplos de dispositivos lineares para FNEs	64
Figura 17 – Ilustração de diferentes tipos de levantamentos planialtimétricos.....	67
Figura 18 – Diferentes alternativas de greide para vias	68
Figura 19 – Representação da dinâmica urbanística e topográfica.....	69
Figura 20 – Esquema de adaptações topográficas pelo critério da drenagem.....	72
Figura 21 – Esquema uma bacia de retenção	76
Figura 22 – Esquema uma bacia de retenção com área de uso comum	76
Figura 23 – Ilustração de uma planície de inundação típica	77
Figura 24 – Vista em planta de várias infraestruturas urbanas	78
Figura 25 – Vista em planta do funcionamento de uma rede de microdrenagem	80
Figura 26 – Vista em corte do funcionamento de uma rede de microdrenagem	80
Figura 27 – Esquema de redes de abastecimento malhadas e ramificadas	85
Figura 28 – Mapa de localização e atributos urbanos do empreendimento	107
Figura 29 – Interface GeoPortal com eixos viários projetados	113
Figura 30 – Interface GeoPortal com eixos viários projetados	114
Figura 31 – Caracterização ambiental preliminar	116

Figura 32 – Caracterização florestal preliminar	117
Figura 33 – Plano de supressão vegetal preliminar	119
Figura 34 – Mapa de suscetibilidade de alagamento e inundação.....	120
Figura 35 – Modelagem do sistema viário e estruturação de quadras	124
Figura 36 – Modelagem da parametrização espacial.....	125
Figura 37 – Modelagem do parcelamento de solo	127
Figura 38 – Superfície de terraplenagem modelada	131
Figura 39 – Mapa de espessuras de movimentação de solo	132
Figura 40 – Modelagem das redes de infraestrutura integradas	139
Figura 41 – Detalhamentos das redes de infraestrutura integradas.....	139
Figura 42 – Planta humanizada do loteamento	144
Figura 43 – Gráfico de Gantt para o loteamento (em meses)	162
Figura 44 – Curva de vendas hipotética do empreendimento	165
Figura 45 – Síntese dos balanços financeiros do cenário A.....	167
Figura 46 – Síntese dos balanços financeiros do cenário B.....	168
Figura 47 – Síntese dos balanços financeiros do cenário C	169
Figura 48 – Síntese dos balanços financeiros do cenário D	170
Figura 49 – Síntese dos balanços financeiros do cenário E.....	171
Figura 50 – Resultados gráficos dos cenários simulados	172

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das faixas de financiamento de lote urbanizado pela Caixa	24
Tabela 2 – Graus de orçamento e aplicação no estudo preliminar	27
Tabela 3 – Parâmetros preliminares dos custos aquisitivos da propriedade.....	29
Tabela 4 – Parâmetros preliminares dos custos de implantação	31
Tabela 5 – Referência preliminar de custos de urbanização por área útil.....	31
Tabela 6 – Resumo dos zoneamentos municipais e ocupação máxima	54
Tabela 7 – Faixas e suas destinações em calçadas públicas	62
Tabela 8 – Valores sugeridos para coeficiente de escoamento superficial	73
Tabela 9 – Resumo das diretrizes de microdrenagem urbana	81
Tabela 10 – Resumo das diretrizes de rede coletora de efluentes.....	83
Tabela 11 – Resumo das diretrizes da rede de abastecimento de água.....	86
Tabela 12 – Espessuras de referência para pavimentação urbana	88
Tabela 13 – Referências para quantificação da sinalização viária	90
Tabela 14 – Referências para quantificação da rede elétrica e iluminação	92
Tabela 15 – Referências para quantificação do tratamento paisagístico	94
Tabela 16 – Resumo da classificação florestal preliminar.....	118
Tabela 17 – Resumo da parametrização espacial	126
Tabela 18 – Distribuição dos lotes por faixa de área.....	128
Tabela 19 – Resumo do equilíbrio de massas	132
Tabela 20 – Resumo da movimentação de solo	133
Tabela 21 – Resumo dos quantitativos de infraestrutura	140
Tabela 22 – Resumo dos quantitativos de superestrutura	145
Tabela 23 – Orçamento aquisitivo preliminar	147
Tabela 24 – Orçamento preliminar de gestão, projetos e licenciamentos	149
Tabela 25 – Orçamento preliminar de limpeza e terraplenagem.....	151
Tabela 26 – Orçamento preliminar da microdrenagem	152
Tabela 27 – Orçamento preliminar da rede coletora de efluentes.....	153
Tabela 28 – Orçamento preliminar da rede de abastecimento de água.....	154
Tabela 29 – Orçamento preliminar da rede de energia elétrica.....	155
Tabela 30 – Orçamento preliminar de pavimentação e passeios.....	156
Tabela 31 – Orçamento preliminar do paisagismo e arborização	157

Tabela 32 – Orçamento preliminar da sinalização viária	157
Tabela 33 – Orçamento preliminar para geodrenos verticais.....	158
Tabela 34 – Custo de urbanização por área útil do empreendimento	159
Tabela 35 – Custos totais do empreendimento	163
Tabela 36 – Resultados analíticos dos cenários simulados	174
Tabela 37 – Resultados analíticos da sensibilidade à TMA	176
Tabela 38 – Resultados analíticos da sensibilidade aos custos.....	177
Tabela 39 – Resultados analíticos da sensibilidade às receitas.....	178
Tabela 40 – Resultados analíticos da sensibilidade integrada	179

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP – Área de preservação permanente
AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
AUC – Área urbana consolidada
BDI – Benefícios e despesas indiretas
BGS – Brita Graduada Simples
BIM – *Building Information Modeling*
CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo
CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina
CL – Caixa de ligação ou passagem
CNPJ – Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COMURB – Conselho Municipal de Mobilidade Urbana
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPTu – *Cone Penetration Test with pore pressure measurement*
CSLL – Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
DARE – Documento de Arrecadação de Receitas Estaduais
DBE – Documento Básico de Entrada
DE – Diâmetro Externo
DMT – Distância Média de Transporte
DN – Diâmetro Nominal
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes
EEE – Estação Elevatória de Esgoto
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FGV – Fundação Getúlio Vargas
FNE – Faixa não edificável
GNSS – *Global Navigation Satellite System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCC – Índice Nacional de Custo da Construção
INCC-DI – Índice Nacional de Custo da Construção – Disponibilidade Interna
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
IRPJ – Imposto de Renda da Pessoa Jurídica
ITBI – Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis
ITR – Imposto Territorial Rural
JUCESC – Junta Comercial do Estado de Santa Catarina
LAI – Licença Ambiental de Implantação
LAO – Licença Ambiental de Operação
LAP – Licença Ambiental Prévia
LED – *Light-Emitting Diode*
LiDAR – *Light Detection and Ranging*
MDE – Modelo Digital de Elevação
MDT – Modelo Digital de Terreno
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MPSC – Ministério Público de Santa Catarina
NBR – Norma Brasileira
PBA – Ponta, Bolsa e Anel
PDDU – Plano Diretor de Drenagem Urbana
PEAD – Polietileno de Alta Densidade
PIB – Produto Interno Bruto
PINI – Tabela Referência Editorial de Custos da Construção Civil
PIS – Programa de Integração Social
PMJS – Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
PV – Poço de visita
PVC – Policloreto de vinila
QDP – Quadro de Distribuição em Pedestal
QGIS – *Quantum Geographic Information System*
ROI – Retorno Sobre o Investimento
RTK – *Real-Time Kinematic*
SAMAE – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
SICRO – Sistema de Custos Referenciais de Obras

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

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SPE – Sociedade de Propósito Específico

SPT – *Standard Penetration Test*

TIL – Terminal de Inspeção e Limpeza

TIN – *Triangulated Irregular Network*

TIR – Taxa Interna de Retorno

TIR-M – Taxa Interna de Retorno Modificada

TJSC – Tribunal de Justiça de Santa Catarina

TL – Terminal de Limpeza

TR – Tempo de Retorno

TMA – Taxa mínima de atratividade

VGv – Valor geral de vendas

VPL – Valor presente líquido

ZCP – Zona Comercial e de Serviços Principal

ZCS – Zona Comercial e de Serviços Secundária

ZET – Zona de Interesse Ecoturístico

ZI – Zona Industrial

ZIC – Zona Industrial Consolidada

ZIR – Zona Industrial com Restrição

ZMD – Zona Mista Diversificada

ZMDR – Zona Mista Diversificada com Restrição

ZR – Zona Residencial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. OBJETIVOS	16
1.1.1. Objetivo Geral.....	16
1.1.2. Objetivos Específicos	16
1.2. LIMITAÇÕES DE ESTUDO	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	18
2.1.1. Definição do produto imobiliário	19
2.1.2. Receitas e valor geral de vendas	22
2.1.3. Custos e despesas de implantação	25
<u>2.1.3.1. Orçamento preliminar</u>	<u>26</u>
<u>2.1.3.2. Custos aquisitivos</u>	<u>28</u>
<u>2.1.3.3. Custos de implantação</u>	<u>30</u>
2.1.4. Modelagem físico-financeira	33
2.1.5. Indicadores de atratividade econômica	35
2.2. PROJETO URBANÍSTICO	40
2.2.1. Modalidades de parcelamento de solo.....	41
2.2.2. Configuração do <i>layout</i> urbano	44
2.2.3. Legislação ambiental e florestal	45
2.2.4. Legislação urbanística municipal	50
<u>2.2.4.1. Uso e ocupação do solo.....</u>	<u>51</u>
<u>2.2.4.2. Parâmetros de lotes e quadras</u>	<u>55</u>
<u>2.2.4.3. Parâmetros do arruamento.....</u>	<u>58</u>
<u>2.2.4.4. Parâmetros das áreas de doação obrigatória.....</u>	<u>63</u>
2.3. PROJETO DE TERRAPLENAGEM	65
2.3.1. Levantamento planialtimétrico.....	66
2.3.2. Parâmetros do greide viário	68
2.3.3. Parâmetros de conformação dos lotes	70
2.3.4. Manejo da macrodrenagem	72
2.4. PROJETOS DE INFRAESTRUTURA.....	78
2.4.1. Rede de microdrenagem.....	79

2.4.2. Rede de coleta de efluentes	82
2.4.3. Rede de abastecimento de água	84
2.5. PROJETOS DE SUPERESTRUTURA	86
2.5.1. Pavimentação	87
2.5.2. Sinalização viária	89
2.5.3. Iluminação e rede de energia elétrica	91
2.5.4. Paisagismo e arborização	93
3. METODOLOGIA	95
3.1. DELINEAMENTO DE ATIVIDADES	95
3.1.1. Bases de dados georreferenciadas	96
3.1.2. Ferramentas computacionais utilizadas	97
<u>3.1.2.1. <i>Software</i> QGIS</u>	<u>97</u>
<u>3.1.2.2. <i>Software</i> AutoCAD Civil 3D</u>	<u>97</u>
<u>3.1.2.3. <i>Software</i> Microsoft Excel</u>	<u>99</u>
3.1.3. Modelagem econômico-financeira	99
<u>3.1.3.1. Quantitativos e custos</u>	<u>100</u>
<u>3.1.3.2. Cronograma e receitas</u>	<u>101</u>
<u>3.1.3.3. Cenários e sensibilidade</u>	<u>102</u>
4. ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DE RESULTADOS	105
4.1. PREMISSAS DO PRODUTO IMOBILIÁRIO	105
4.1.1. Caracterização locacional e proposta de valor	106
4.1.2. Perfil de demanda e hipótese de absorção	108
4.1.3. Estimativa econômica preliminar de grau I	109
4.2. APROVEITAMENTO TERRITORIAL DA GLEBA	111
4.2.1. Triagem de condicionantes urbanísticos	112
4.2.2. Triagem de condicionantes ambientais	115
4.2.3. Triagem de condicionantes florestais	117
4.2.4. Triagem de condicionantes hidrológicas	120
4.3. ANTEPROJETO URBANÍSTICO	123
4.4. ANTEPROJETO DE TERRAPLENAGEM	128
4.4.1. Criação do modelo digital de terreno	129
4.4.2. Modelagem da superfície de terraplenagem	130
4.4.3. Quantitativos de movimentação de solo	131
4.5. ANTEPROJETOS DE INFRAESTRUTURA URBANA	133

4.5.1. Modelagem da microdrenagem pluvial	134
4.5.2. Modelagem da coleta de efluentes	135
4.5.3. Modelagem do abastecimento de água.....	136
4.5.4. Modelagem da iluminação e energia elétrica.....	137
4.5.5. Compatibilização de sistemas enterrados	138
4.5.6. Quantitativos de infraestrutura	140
4.6. ANTEPROJETOS DE SUPERESTRUTURA COMPLEMENTAR	141
4.6.1. Modelagem da pavimentação e passeios	141
4.6.2. Modelagem do paisagismo e arborização.....	142
4.6.3. Modelagem da sinalização viária	143
4.6.4. Compatibilização de sistemas superficiais.....	144
4.6.5. Quantitativos de superestrutura	145
4.7. ORÇAMENTO PRELIMINAR DE GRAU II	146
4.7.1. Orçamento de aquisição das propriedades	146
4.7.2. Orçamento de estruturação técnica, projetos e licenciamento	148
4.7.3. Orçamento de implantação física	150
4.8. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO.....	160
4.8.1. Cronograma de atividades	161
4.8.2. Saídas de caixa.....	162
4.8.3. Ingressos de caixa	164
4.9. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA	166
4.9.1. Cenários simulados	166
4.9.2. Indicadores de viabilidade econômica	173
4.9.3. Análise de sensibilidade.....	176
5. CONCLUSÃO	180
REFERÊNCIAS.....	182

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização brasileiro, intensificado ao longo do século XX, esteve associado à transferência progressiva da população do campo para a cidade e à reorganização das atividades econômicas no território nacional (Rodrigues, 2026). Como consequência, as manchas urbanas passaram a se expandir com maior intensidade, exigindo novas frentes de ocupação capazes de acomodar crescimento demográfico, moradia e infraestrutura urbana de qualidade (Rigatti, 2002).

Historicamente, essa expansão assumiu formas horizontalizadas, fazendo do parcelamento do solo um dos principais instrumentos para a abertura e estruturação de novas áreas urbanas (Rodrigues, 2026; MPSC, 2010; 2015). Nesse processo, os loteamentos atuam como vetores de crescimento territorial porque definem a malha viária, a conformação das quadras e a base física sobre a qual o adensamento urbano tende a ocorrer gradualmente (Rigatti, 2002; Oliveira; Pina Filho, 2012).

Inserido nessa dinâmica urbana e demográfica, o município catarinense de Jaraguá do Sul apresentou crescimento populacional expressivo entre os censos de 2010 e 2022, em um contexto de forte atratividade e vocação econômica da indústria eletromecânica e têxtil (IBGE, 2023a; 2023b). Esse avanço populacional amplia a pressão por solo urbanizado e moradias regulares, criando simultaneamente um desafio urbano e uma oportunidade econômica para empreendimentos habitacionais compatíveis com a demanda local (Goldman, 2005; Dornelas, 2016).

Esse descompasso entre crescimento populacional e oferta habitacional reforça o papel da iniciativa privada na produção de novas parcelas, sobretudo quando o poder público não consegue suprir isoladamente as demandas por expansão, infraestrutura e regularidade fundiária (Santos, 1993; Barreiros; Abiko, 1998). Assim, os empreendimentos privados passam a atuar como agentes diretos da transformação territorial, assumindo aportes de capital necessários para converter glebas brutas em espaços urbanos regulares e comercializáveis (MPSC, 2010; 2015).

Apesar desse potencial de mercado, a implantação de novos parcelamentos envolve investimentos de grande magnitude e longo prazo, fatores que elevam os riscos e incertezas em tomadas de decisão (Assaf Neto, 2014). Por essa razão, estudos preliminares possuem importância relevante e estratégica na concepção de

novos negócios devido à capacidade de estimarem com precisão suficiente a exposição financeira do empreendedor, a velocidade de absorção das unidades imobiliárias ofertadas e a capacidade do fluxo de caixa remunerar adequadamente o capital aplicado (Pacífico, 2016; Goldman, 2005).

Além do risco financeiro, a terra disponível para parcelamento não se converte integralmente em área vendável, pois sua produtividade é reduzida por condicionantes ambientais, diretrizes urbanísticas e obrigações de interesse público incidentes sobre o território (Brasil, 2006; 2012; MPSC, 2015). Dessa forma, o problema central de viabilidade consiste em verificar se, após essas perdas de aproveitamento e os custos necessários à urbanização, a área ainda preserva potencial econômico suficiente para justificar sua implantação (Mascaró, 2003; Goldman, 2005; Silva, 2023).

Para essa verificação superar as especulações de retorno baseadas em referências unitárias de custo, a elaboração de triagens e anteprojetos atuam como ferramentas técnicas de suporte para a concepção inicial de um negócio (ABNT, 2011a; AsBEA, 2019). Através desses projetos preliminares, torna-se possível estimar a produtividade geométrica de um terreno e extrair seus quantitativos paramétricos de implantação, fornecendo a base física e cronológica necessária para a modelagem de fluxos de caixa (Mattos, 2006; Goldman, 2005).

A partir desses quantitativos, o estudo de viabilidade passa a relacionar custos, receitas e prazos em uma dinâmica financeira capaz de simular as movimentações de capital ao longo do tempo (Goldman, 2005; Pacífico, 2016). Desse modo, indicadores analíticos como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Período de Retorno (*Payback*) descontados, permitem avaliar se o fluxo de caixa projetado remunera adequadamente o investimento exigido, oferecendo critérios objetivos para a tomada de decisão (Assaf Neto, 2014; ABNT, 2002).

Diante do exposto, o presente trabalho desenvolveu um estudo de viabilidade econômico-financeira preliminar para a implantação de um loteamento urbano habitacional em uma área composta por seis glebas unificadas no município de Jaraguá do Sul/SC, utilizando dados públicos, anteprojetos e estimativas paramétricas para subsidiar a modelagem do empreendimento. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar se a transformação da gleba em produto imobiliário regular apresentou atratividade compatível com os investimentos exigidos, antes da alocação de capital em fases executivas.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômico-financeira preliminar da implantação de um loteamento urbano habitacional em Jaraguá do Sul (SC), a partir de uma modelagem econômico-financeira subsidiada por quantitativos paramétricos extraídos de anteprojetos urbanístico, de terraplenagem, de infraestrutura e de superestrutura complementar, elaborados com base em diretrizes técnicas, legislativas, ambientais e dados georreferenciados públicos disponibilizados pelo município.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar uma proposta de produto imobiliário, considerando indícios de demanda, atributos qualitativos locacionais e condições de crédito habitacional disponíveis ao público-alvo.
- Mapear as restrições legais e ambientais das glebas selecionadas, utilizando o GeoPortal e as bases aerofotoaltimétricas vinculadas ao sistema de *downloads* cartográficos municipais;
- Elaborar a concepção geométrica preliminar do parcelamento e da terraplenagem, determinando a área útil comercializável, a distribuição dos lotes e o balanço estimado de volumes de movimentação de solo;
- Estimar os quantitativos paramétricos da infraestrutura de saneamento básico e superestrutura complementar;
- Estruturar o orçamento preliminar, o cronograma físico-financeiro e o fluxo de caixa do empreendimento, com base nos anteprojetos e quantitativos desenvolvidos;
- Avaliar os principais indicadores de atratividade econômico-financeira do empreendimento, incluindo Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M), Período de Retorno (*Payback*) descontados e métricas complementares, além de testar a sensibilidade do fluxo de caixa a variações nos custos e receitas.

1.2. LIMITAÇÕES DE ESTUDO

Por se valer da utilização de dados públicos, bases cartográficas de escala municipal e modelagens compatíveis com a etapa de anteprojeto, este estudo admitiu imprecisões próprias de uma avaliação preliminar. Assim, seus resultados devem ser interpretados como estimativas de apoio a uma decisão inicial, não substituindo a necessidade por projetos executivos, estudos ambientais conclusivos, pareceres técnicos oficiais ou orçamentos analíticos de contratação.

O trabalho não contemplou levantamentos de campo, sondagens, inventário florestal formal, estudos hidrológicos detalhados, consultas oficiais ou protocolos administrativos junto ao município, concessionárias, autarquias e órgãos ambientais. As premissas de precificação, absorção comercial, custos, prazos, cronograma e financiamento foram tratadas em caráter estimativo, de modo que as alterações posteriores em legislação, exigências técnicas, mercado, infraestrutura pública ou demanda poderão modificar os indicadores de viabilidade apresentados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processo de estruturação de um empreendimento imobiliário horizontal exige a integração entre variáveis mercadológicas, financeiras, legais e projetuais, uma vez que a transformação de uma gleba bruta em produto imobiliário depende da compatibilização entre a demanda, a receita potencial, os custos de implantação e os condicionantes territoriais (Mascaró, 2003; Serra; Wickert, 2021). Diante disso, a análise de viabilidade econômica atua como etapa preliminar de decisão, permitindo avaliar se o empreendimento apresenta atratividade suficiente antes do avanço para fases mais detalhadas de projeto, licenciamento e execução (Goldman, 2005).

Este capítulo, portanto, estabelece o embasamento teórico necessário para a análise proposta, iniciando pela definição da viabilidade econômica, do produto imobiliário, das receitas, dos custos e dos indicadores de atratividade financeira que estruturam a modelagem do empreendimento. Na sequência, são abordados os fundamentos do projeto urbanístico, da terraplenagem, da infraestrutura e da superestrutura urbana, compreendidos como componentes técnicos que condicionam a área aproveitável, os quantitativos do custo de implantação e o desempenho econômico-financeiro do estudo.

2.1. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise de viabilidade consiste em uma triagem preliminar de decisão, na qual o empreendimento é examinado antes da alocação massiva de capital, buscando verificar se os recursos disponíveis, os custos previstos e o retorno esperado são compatíveis com as intenções do investidor (Pacífico, 2016; ABNT, 2002). Na construção civil, essa avaliação assume papel estratégico relevante, pois o cálculo financeiro e o planejamento global antecedem a operação e fundamentam a tomada de decisão em um setor econômico onde os aportes financeiros atingem magnitudes consideráveis (Goldman, 2005).

Para que essa decisão se apoie em evidências racionais, as diretrizes físicas do projeto devem ser convertidas em uma modelagem quantitativa, correlacionando investimentos, despesas e receitas projetadas (Pacífico, 2016). Esse tratamento de variáveis permite avaliar a atratividade do empreendimento pela dinâmica esperada

dos retornos temporais, consolidando as expectativas de desempenho e a tolerância aos riscos inerentes à concepção do negócio (Goldman, 2005; Assaf Neto, 2014).

Em empreendimentos imobiliários horizontais, esse resultado não decorre apenas da diferença direta entre preço de venda e custo de implantação, mas da forma como desembolsos, recebimentos, prazos, custo de oportunidade e riscos se distribuem ao longo da vida útil do projeto (Goldman, 2005). Como os fluxos futuros são estimativas sujeitas a graus de incerteza, componentes como a velocidade de vendas, a inflação de insumos, as obrigações regulatórias e a volatilidade do mercado interferem diretamente na sustentabilidade financeira da proposta (Pacífico, 2016).

Desta perspectiva, o estudo preliminar não adentra no grau de complexidade de projetos executivos ou composições analíticas, mas exige estimativas consistentes para orientar a alocação do capital, delimitando o escopo da receita, dos custos e dos índices de atratividade do negócio (Goldman, 2005; Pacífico, 2016; ABNT, 2011a). Com isso, a apuração matemática nos estágios embrionários necessita de parâmetros de entrada confiáveis, estruturados inicialmente pela formatação de um produto imobiliário compatível com um público-alvo específico.

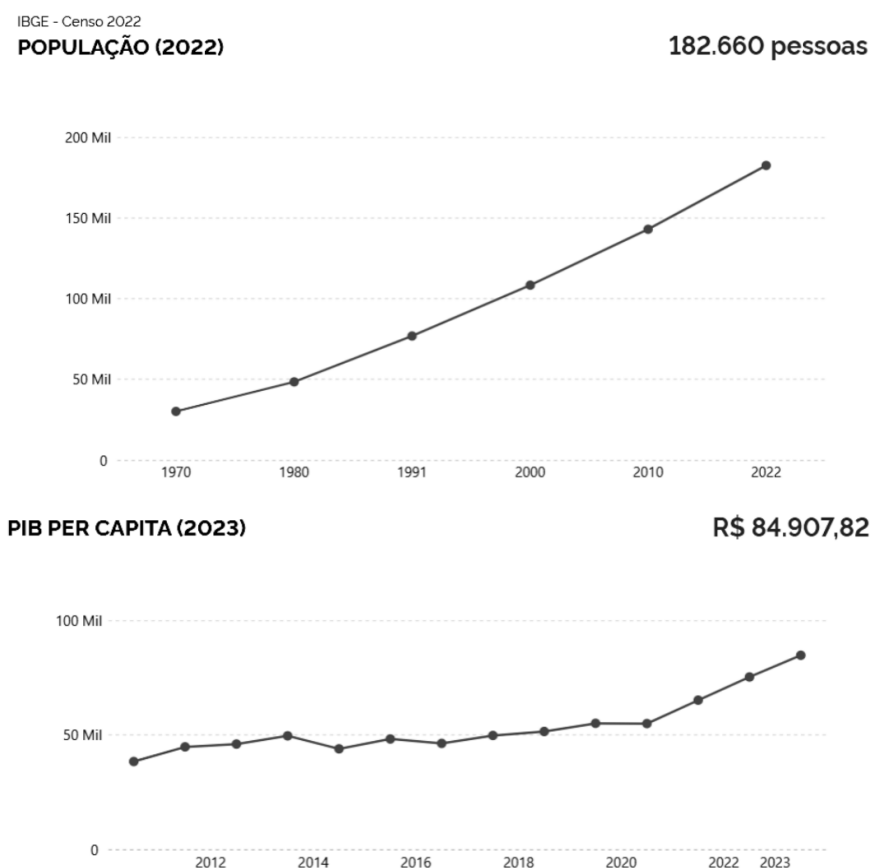
2.1.1. Definição do produto imobiliário

Como qualquer produto comercializável, os empreendimentos imobiliários obedecem às lógicas tradicionais de estruturação e inserção em cadeia produtiva, exigindo que sua concepção seja antecedida pela identificação do público-alvo e das condições de absorção pelo mercado. Por esse motivo, antes da modelagem definitiva de um empreendimento, torna-se necessário compreender qual produto será ofertado, qual o público que tende a adquiri-lo e quais as premissas econômicas que condicionam sua aquisição (Pinheiro *et al.*, 2011; Dornelas, 2016).

A definição do produto imobiliário se inicia pela investigação qualitativa do consumidor, buscando compreender seus padrões de comportamento, preferências, necessidades e restrições de compra, fatores que condicionam diretamente a proposta de valor do produto. Essa verificação subsidia a parametrização de atributos como localização, dimensão dos lotes, padrão urbanístico, diferenciais competitivos e faixa de preço (AsBEA, 2019), convertendo informações de mercado em diretrizes iniciais para a formatação do empreendimento (Pinheiro *et al.*, 2011; Dornelas, 2016).

Em complemento, a pesquisa quantitativa permite verificar se a fatia de mercado idealizada possui escala suficiente para sustentar a comercialização do produto, reduzindo incertezas quanto ao volume de compradores potenciais e à velocidade de absorção das unidades (Pinheiro *et al.*, 2011). Essa averiguação também pode ser reforçada por indicadores demográficos e macroeconômicos, semelhantes aos retratados na Figura 1, que permitem identificar tendências de crescimento populacional, dinamismo de uma região e pressão potencial por novas unidades imobiliárias.

Figura 1 – Resumo gráfico de dados censitários de Jaraguá do Sul/SC



Fonte: adaptado de IBGE (2023a).

Conforme evidenciado pelo resumo gráfico, no contexto do município de Jaraguá do Sul, os dados dos censos indicam um crescimento populacional de aproximadamente 27,6% entre 2010 e 2022, valor substancialmente superior à média nacional de 6,5% observada no mesmo período, além de denotar uma expressiva evolução no Produto Interno Bruto (PIB) per capita municipal (IBGE, 2023a; IBGE,

2023b). Esses indicadores não asseguram isoladamente a presença de uma demanda efetiva por novos imóveis, mas sinalizam um ambiente urbano promissor a negócios, com expansão demográfica consistente e oportunidades econômicas compatíveis com as necessidades de ampliação do estoque de moradias regulares.

Essa constatação ainda é reforçada pela posição do município em um cenário estadual de alta retenção migratória, visto que Santa Catarina consolidou o maior saldo migratório do território nacional na janela entre 2017 e 2022 (IBGE, 2025). Em municípios industriais consolidados, como Jaraguá do Sul, esse movimento tende a ampliar a pressão sobre o mercado habitacional, especialmente em produtos voltados a faixas de renda de trabalhadores formais e famílias em processo de aquisição da primeira moradia (Costa, 2012; Brasil, 2023).

Além da vocação regional, a avaliação locacional constitui um fator determinante para a definição do produto imobiliário, uma vez que a proximidade com polos industriais geradores de emprego, equipamentos públicos e serviços urbanos tende a elevar a atratividade comercial de um empreendimento. Contudo, essa concentração de facilidades também pode majorar o custo inicial do metro quadrado do terreno adquirido (Goldman, 2005), exigindo que a escolha da área seja calibrada corretamente pela capacidade de pagamento do público-alvo e com o posicionamento econômico pretendido para o produto.

Diante dessa relação de custos, os mecanismos de crédito habitacional exercem papel relevante na definição do negócio, pois o êxito da comercialização depende da capacidade de pagamento do consumidor final e das alternativas disponíveis para transformar renda familiar em aquisição imobiliária (Goldman, 2005; Assaf Neto, 2014). Nesse panorama, linhas de crédito imobiliário ofertadas por instituições financeiras públicas, constituem referências úteis para empreendimentos horizontais voltados a famílias de renda intermediária, uma vez que permitem relacionar valor do lote, entrada mínima, prazo de amortização, taxa de juros e parcela mensal estimada à capacidade real de compra do público-alvo através de calculadoras de financiamento (Brasil, 2023; Caixa Econômica Federal, 2026b).

Sob a ótica da viabilidade econômico-financeira, essa relação deve ser interpretada como parâmetro auxiliar para testar a aderência comercial do produto à renda disponível no mercado. Assim, a simulação de crédito habitacional atua como instrumento de conferência da precificação preliminar, permitindo verificar se o preço

proposto para o produto imobiliário permanece compatível com condições usuais de financiamento, sem substituir a prospecção de preços em negócios similares, a avaliação locacional, os custos de implantação e a estratégia de recebimento adotada no fluxo de caixa (Goldman, 2005; Parga, 2003; Pacífico, 2016).

Portanto, nesta etapa exploratória, a definição do produto imobiliário não se limita à abstração de um padrão construtivo ou urbanístico (AsBEA, 2019), mas envolve a harmonização entre demanda potencial, capacidade de pagamento, fator locacional, diferenciais comerciais e condições de crédito imobiliário, convertendo uma leitura de mercado em hipóteses preliminares do empreendimento (Pinheiro *et al.*, 2011; Dornelas, 2016; Goldman, 2005; ABNT, 2011a). A partir dessa delimitação, torna-se possível avançar para a tradução econômica dessa especulação, estimando como suas características comerciais se converterão em receita e servirão de base para a modelagem econômico-financeira.

2.1.2. Receitas e valor geral de vendas

Com a definição preliminar do produto imobiliário e do respectivo público-alvo estabelecida, a análise econômica passa a exigir a conversão da hipótese comercial inicial do empreendimento em uma estimativa de receita potencial, uma vez que o valor de venda das unidades constitui uma das informações centrais para a elaboração da viabilidade (Goldman, 2005; ABNT, 2011a). Em termos financeiros, esse faturamento depende do preço do produto e de sua capacidade de geração de resultados, que varia conforme uso, localização, forma de aproveitamento e capacidade de comercialização do ativo imobiliário (Serra; Wickert, 2021).

A partir dessa premissa, o valor geral de vendas (VGV) corresponde à soma potencial das receitas brutas obtidas com a comercialização das unidades imobiliárias previstas para o empreendimento, antes da dedução de custos de implantação, despesas administrativas, tributos, comissões ou efeitos financeiros do prazo de recebimento (Goldman, 2005). Essa relação, na qual a receita total resulta do somatório dos preços atribuídos a cada lote ou unidade, pode ser expressa através de Equação 1:

$$VGV = \sum_{i=1}^n P_i \quad (1)$$

Onde:

VGV = valor geral de vendas (R\$);

n = quantidade de lotes (un.);

P_i = preço de venda de cada lote (R\$).

Quando o produto imobiliário é padronizado, a estimativa de receita se torna mais direta, pois o preço unitário pode ser definido diretamente a partir do perfil do consumidor e dos valores de mercado (Dornelas, 2016; Goldman, 2005; Serra; Wickert, 2021; ABNT, 2011a). Sob essas circunstâncias, o cálculo se simplifica ao produto entre a quantidade de unidades vendáveis e o preço unitário admissível, conforme a Equação 2:

$$VGV = n \cdot P_u \quad (2)$$

Onde:

VGV = valor geral de vendas (R\$);

n = quantidade de lotes (un.);

P_u = preço de venda unitário do lote (R\$);

Para balizar essa precificação, os parâmetros de financiamento habitacional passam a atuar como referência auxiliar, uma vez que vinculam renda familiar, valor financiável, taxa de juros, prazo de amortização e condições de acesso ao crédito (Goldman, 2005; Assaf Neto, 2014). Assim, as simulações referenciais de crédito imobiliário da Caixa Econômica Federal, apresentadas em segmentos na Tabela 1 para aquisição do lote urbanizado, contribuem para verificar a aderência do produto às condições de compra do público-alvo, evitando que o valor estipulado se afaste da capacidade real de pagamento do consumidor final (Caixa Econômica Federal, 2026).

Tabela 1 – Resumo das faixas de financiamento de lote urbanizado pela Caixa

Faixa de renda	Valor do Imóvel (referência) ⁱ	Renda Bruta Familiar (mensal)	Parcela (mensal) ⁱⁱ	Juros (% a.a.)
Segmento 1	Até R\$ 153.779	Até R\$ 2.160	Até R\$ 648	4,85
Segmento 2	Até R\$ 198.664	R\$ 2.160 – R\$ 2.850	R\$ 648 – R\$ 855	5,12
Segmento 3	Até R\$ 210.000	R\$ 2.850 – R\$ 3.200	R\$ 855 – R\$ 929	5,38
Segmento 4	Até R\$ 210.000	R\$ 3.200 – R\$ 3.500	R\$ 929 – R\$ 956	5,64
Segmento 5	Até R\$ 210.000	R\$ 3.500 – R\$ 4.000	R\$ 956 – R\$ 1.012	6,17
Segmento 6	Até R\$ 210.000	R\$ 4.000 – R\$ 5.000	R\$ 1.012 – R\$ 1.127	7,23
Segmento 7	Até R\$ 400.000	R\$ 5.000 – R\$ 9.600	R\$ 1.127 – R\$ 2.391	8,47
Segmento 8	Até R\$ 552.226	R\$ 9.600 – R\$ 13.000	R\$ 2.391 – R\$ 3.900	10,47

(i) referência considerando financiamento de 80% do valor total + 20% de entrada, valores superiores a esse limite requerem um aporte maior de entrada; (ii) sistema de amortização PRICE com prazo máximo de 420 meses.

Fonte: adaptado de Brasil (2023) e simulador habitacional da Caixa Econômica Federal (2026b)

Embora as condições de financiamento auxiliem na definição do preço admissível, sua utilização deve considerar que taxas, prazos, quotas financiáveis e prestações simuladas variam conforme renda, garantias, avaliação do imóvel, política do agente financeiro e data de contratação. Essa variabilidade exige cautela na projeção, pois o valor de venda pode permanecer sujeito às condições efetivas de crédito disponíveis ao comprador, enquanto os custos de implantação sofrem reajustes inflacionários ao longo do tempo (Parga, 2003; Assaf Neto, 2014).

Como alternativa metodológica ao cálculo por unidade, o VGV também pode ser obtido de forma simplificada a partir da área comercializável do terreno, especialmente quando o número final de lotes ainda não foi definido pelo desenho urbano. Esse procedimento se aproxima da lógica de avaliação relativa, na qual o valor do ativo é inferido por comparação através de parâmetros unitários de mercado ajustados às características do terreno de estudo (Goldman, 2005; Serra; Wickert, 2021); neste cenário, conforme a Equação 3:

$$VGV_e = \left(\frac{100 - F}{100} \right) \cdot A \cdot P_m \quad (3)$$

Onde:

VGV_e = valor geral de vendas estimado (R\$);

F = fator de implantação de infraestruturas (%), usualmente 35%;

A = área útil bruta passível de urbanização (m^2);

P_m = preço almejado do m^2 de área comercializável (R\$/ m^2);

Esse método possui utilidade durante as triagens iniciais de investimento, pois permite estimar a magnitude econômica do negócio antes da definição do traçado urbanístico e da contagem precisa das unidades (Goldman, 2005; ABNT, 2011a). Sua aplicação, porém, exige cautela, pois o arbitramento, mesmo guiado, do fator de implantação é condicionado à situação do terreno e torna-se exato apenas após a concepção dos anteprojetos.

No entanto, além da quantidade de unidades comercializáveis, a análise também deve considerar a velocidade dessa absorção (Rodrigues, 2026), pois o VGV constitui uma receita potencial total, devendo ser distinguida de um ingresso financeiro imediato. Por isso, a comercialização deve ser distribuída temporalmente para que as receitas sejam incorporadas à modelagem financeira e analisadas em conjunto com prazos e desembolsos, permitindo confrontar as despesas de implantação com o retorno esperado do negócio (Pacífico, 2016; Goldman, 2005; ABNT, 2011a).

2.1.3. Custos e despesas de implantação

Com a apuração das receitas potenciais, a análise de viabilidade passa a se concentrar na identificação dos custos necessários para transformar a hipótese de produto em um empreendimento economicamente exequível. Na construção civil, o planejamento financeiro e o controle de custos assumem papel estratégico antes do início efetivo de uma obra, pois permitem avaliar se os recursos disponíveis estarão compatíveis com a execução pretendida e com o retorno financeiro almejado pelo investidor (Goldman, 2005; Pacífico, 2016).

No caso de empreendimentos imobiliários horizontais, os desembolsos abrangem tanto a execução física das obras quanto a estruturação aquisitiva da propriedade original, a regularização documental, os estudos técnicos, os projetos, as licenças, os tributos, as taxas, os registros e as despesas comerciais necessárias para

a consolidação do negócio (Goldman, 2005). Por isso, antes da classificação desses custos por natureza ou etapa, torna-se necessária a definição do grau de precisão orçamentária requerida, distinguindo estimativas iniciais, orçamento preliminar e orçamento analítico (Mattos, 2006; Ávila, Librelotto e Lopes, 2003).

2.1.3.1. Orçamento preliminar

A orçamentação constitui uma etapa essencial na análise preliminar de custos, pois transforma o escopo técnico de um empreendimento em uma previsão monetária capaz de orientar decisões de investimento, ainda que sujeita aos atributos de aproximação, especificidade e temporalidade (Mattos, 2006). Conforme explica Goldman (2005), esse planejamento financeiro antecede o início efetivo da obra e atua como instrumento de avaliação da suficiência dos recursos mobilizados frente à real compatibilidade econômica da proposta de negócio.

Mesmo com relevância decisória, o orçamento não deve ser interpretado como um valor absoluto e estático, pois sua precisão final depende diretamente da qualidade das informações disponíveis, do nível de desenvolvimento dos projetos e das premissas adotadas. Por essa razão, Mattos (2006) destaca que a estimativa é vinculada às características de uma obra e condicionada ao momento em que os preços e quantidades foram levantados.

Em função do grau de desenvolvimento das informações técnicas, o orçamento pode assumir diferentes níveis de detalhamento, variando conforme a disponibilidade de projetos, quantitativos, composições de custo e pesquisas diretas de preços (Goldman, 2005). Essa diferenciação se reflete na margem esperada de erro, que tende a diminuir progressivamente conforme a estimativa deixa de se apoiar em indicadores de custos genéricos e passa a incorporar quantitativos específicos de anteprojetos (Mattos, 2006).

A definição adequada dessa precisão é fundamental para não onerar a etapa de viabilidade com custos de projetos executivos prematuros, tampouco basear decisões críticas em aproximações rudimentares. Desse modo, o entendimento das categorias orçamentárias permite ao investidor calibrar a confiança dos indicadores financeiros gerados com o estágio de maturidade técnica do empreendimento, como sintetizado na Tabela 2 (Ávila; Librelotto; Lopes, 2003; Goldman, 2005).

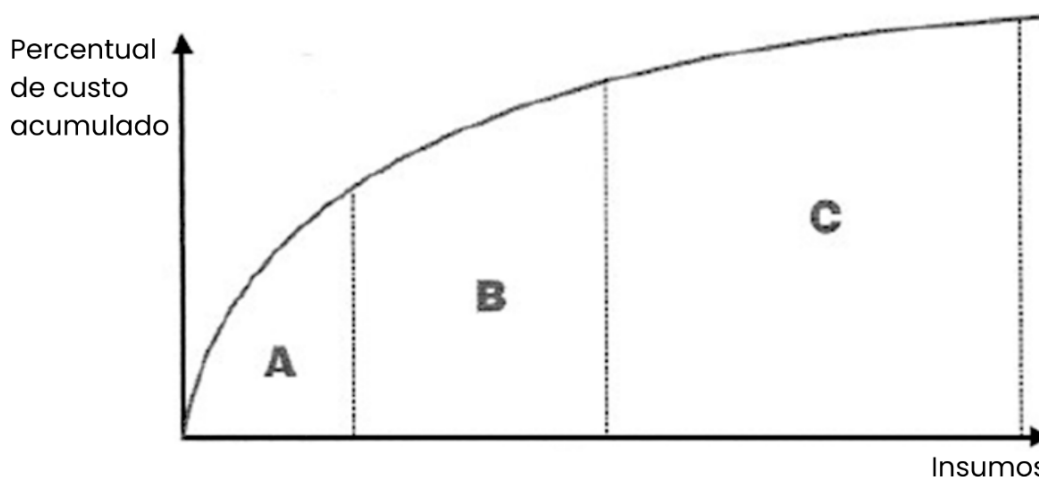
Tabela 2 – Graus de orçamento e aplicação no estudo preliminar

Grau de orçamento	Característica principal	Base de cálculo	Margem típica de erro	Etapa projetual
Estimativa de custos	Avaliação da ordem de grandeza dos custos do empreendimento.	Custos históricos, indicadores médios e comparação com obras semelhantes	$\pm 30\%$ a $\pm 15\%$	Triagem inicial da viabilidade, quando ainda há poucas informações técnicas disponíveis.
Orçamento preliminar	Estimativa intermediária, com menor grau de incerteza que a estimativa inicial.	Quantitativos aproximados, parâmetros físicos e preços dos principais serviços.	$\pm 15\%$ a $\pm 10\%$	Base adequada para anteprojeto, estudos preliminares e modelagem econômico-financeira inicial.
Orçamento analítico	Orçamento detalhado, com maior precisão e estrutura completa de custos.	Composições unitárias, produtividade, insumos, encargos, tributos e ampla pesquisa de preços.	$\pm 10\%$ a $\pm 1\%$	Projeto executivo, contratação, planejamento de obra e controle da execução.

Fonte: adaptado de Mattos (2006); Ávila, Librelotto e Lopes (2003); Goldman (2005).

Além do grau de detalhamento, a análise deve considerar a materialidade econômica dos serviços, pois nem todos os itens possuem a mesma influência sobre o custo total. Nesse sentido, a lógica da curva ABC, ilustrada na Figura 2, permite identificar insumos ou etapas de maior representatividade no orçamento global, concentrando o esforço de quantificação nos componentes que tendem a comandá-lo, enquanto itens de menor peso podem ser tratados por critérios simplificados ou verbas globais (Mattos, 2006).

Figura 2 – Representação esquemática da curva ABC de custos



Fonte: adaptado de Mattos (2006, p. 176).

Diante dessa gradação, o orçamento analítico tende a ser incompatível com um estudo preliminar, pois exigiria projetos executivos, composições unitárias detalhadas e pesquisa extensa de insumos (Ávila; Librelotto; Lopes, 2003). Por outro lado, a simples estimativa genérica também se mostra limitada para orientar uma decisão de investimento consistente, visto que erros associados à estimativa de custos em empreendimentos dessa magnitude somam grandes montantes de capital, exigindo premissas financeiras mais acuradas (Mattos, 2006).

Dessa forma, o orçamento preliminar paramétrico apresenta-se como a alternativa mais coerente com estudos de viabilidade em fase de anteprojeto, pois permite extrair dimensões, áreas, extensões e volumes para estimar os principais grupos de custo. Embora não atue em substituição ao orçamento executivo posterior, esse procedimento reduz as incertezas iniciais a um nível suficientemente razoável para comparar receitas esperadas, investimentos necessários e indicadores de atratividade financeira (Mattos, 2006; Goldman, 2005).

2.1.3.2. Custos aquisitivos

Os custos aquisitivos da propriedade correspondem ao conjunto de desembolsos necessários para incorporar o terreno original à estrutura econômica do empreendimento, abrangendo desde o preço principal negociado com os terrenistas, até a tributos, registros e despesas de diligência (Silva, 2021). O equacionamento desse custo dita a taxa de exposição inicial do investidor, constituindo o principal passivo a ser amortizado pelas vendas futuras (Goldman, 2005).

A aquisição da propriedade pode ocorrer por meio de compra direta, permuta, dação em pagamento ou outros arranjos compatíveis com a estruturação do negócio (Silva, 2021), permitindo, em determinadas operações, combinar a torna em dinheiro com participação futura do proprietário. Em termos de fluxo financeiro, essa distinção é vital porque a compra à vista concentra desembolsos no marco zero (Assaf Neto, 2014), enquanto a permuta transfere a remuneração dos terrenistas para etapas de maturação da operação, sem necessidade de desembolsos diretos.

Além do valor negociado de aquisição, a estruturação da posse também exige cautelas documentais, pois essa operação imobiliária envolve riscos associados à matrícula, à situação do vendedor, à existência de ônus, ações judiciais, dívidas,

restrições e à regularidade das aquisições anteriores (Rodrigues, 2026; Silva, 2021). Por essa razão, os componentes sintetizados na Tabela 3 devem ser tratados segundo sua materialidade econômica, distinguindo os custos de maior impacto na viabilidade, como o preço da propriedade, a modalidade de aquisição e o Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), daqueles que podem ser agrupados como verbas acessórias de diligência, registro e formalização.

Tabela 3 – Parâmetros preliminares dos custos aquisitivos da propriedade

Parâmetro	Item	Descrição	Influência	Critério de precificação
Aquisição da propriedade	Compra direta	Aquisição e transferência direta da propriedade.	A	R\$ total (parcelas)
				R\$/m ² (parcelas)
	Permuta seca	Promessa de entrega futura de unidades ou percentual da produtividade final.	B	Nº de lotes
				% de lotes
	Permuta com torna	Combinação entre pagamento em dinheiro e permuta	A / B	R\$ + lotes
Tributos principais	ITBI	Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis	A / B	R\$/m ² (1x)
	IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano	B	R\$/m ² (anual)
	ITR	Imposto Territorial Rural	B	R\$/m ² (anual)
Estruturação jurídica	SPE	Sociedade de Propósito Específico	B	R\$ (1x + mensal)
	Integralização em sociedade	Transferência da propriedade ou participação societária	A / B	R\$ (1x)
Custos acessórios	Registros e diligências	Escritura, registro, certidões, emolumentos e consultas	C	R\$ (variável)

A) impacto direto e decisório no negócio; B) impacto limitado ou condicionado, pouco relevante; C) impacto mínimo ou irrelevante.

Fonte: adaptado de Goldman (2005), Silva (2021) e Rodrigues (2026).

A partir dessa classificação, os custos aquisitivos podem ser incorporados ao orçamento preliminar de acordo com sua influência efetiva sobre o fluxo de caixa (Goldman, 2005), evitando que itens acessórios recebam o mesmo nível de rigor e detalhamento dos componentes capazes de alterar a decisão de investimento. Assim, enquanto o preço da propriedade e os tributos de maior impacto devem ser estimados individualmente, registros e diligências podem ser agrupados como verba acessória,

preservando a coerência do estudo preliminar antes da análise dos custos de implantação física.

2.1.3.3. Custos de implantação

Superada a internalização da propriedade original, os custos de implantação física correspondem aos investimentos estritamente técnicos exigidos para converter a topografia natural em uma estrutura urbana funcional. Nessa etapa, as estimativas passam a depender da conversão dos projetos em quantitativos de serviços, materiais, mão de obra, equipamentos e frentes de execução, compondo a base orçamentária do empreendimento (Mattos, 2006; Goldman, 2005).

Em empreendimentos imobiliários horizontais, a implantação física envolve grupos de serviços com naturezas distintas, como terraplenagem, pavimentação, drenagem, coleta de efluentes, abastecimento de água, fornecimento de energia, iluminação, sinalização e paisagismo (MPSC, 2010; 2015; Mascaró; Yoshinaga, 2005; Oliveira; Pina Filho, 2012). A absorção monetária de cada grupo de serviços é governada pelas peculiaridades locais, oscilando agressivamente conforme os desníveis do terreno, as distâncias até os pontos de despejo e as configurações espaciais adotadas no anteprojeto (Mascaró, 2003; Borges, 2013).

Dessa forma, os principais grupos de custos da implantação devem ser organizados de acordo com sua influência no fluxo de caixa e classificados sob critérios preliminares de estimativa, estruturando o levantamento paramétrico (Mattos, 2006). Essa organização, detalhada sequencialmente na Tabela 4, orienta o levantamento ao indicar quais itens tendem a exigir quantificação individualizada e quais podem ser tratados por verba global ou percentual preliminar (Goldman, 2005).

Para balizar a materialidade desses itens, a análise de viabilidade também se beneficia da identificação paramétrica dos componentes que tendem a concentrar a maior participação monetária no orçamento físico (Serra; Wickert, 2021). Com esse propósito, a Tabela 5, apresentada em conjunto com os parâmetros de precificação, expõe uma referência expedita de custos de urbanização por área útil, elaborada a partir de percentuais da Referência Editorial de Custos da Construção Civil (PINI) reunidos por Costa e Mello (2017) e atualizada monetariamente para o ano de 2026 pelo Índice Nacional de Custo da Construção (INCC-DI) acumulado.

Tabela 4 – Parâmetros preliminares dos custos de implantação

Serviço	Itens principais	Influência	Critério de precificação
Terraplenagem	Limpeza, corte, aterro, transporte, compactação e conformação	A / B	R\$/m ²
			R\$/m ³
Pavimentação	Sub-base, base, revestimento, meio-fio e sarjeta	A	R\$/m ²
Rede de microdrenagem	Galerias, bocas de lobo, poços, dissipadores e dispositivos	A / B	R\$/m
			R\$/un.
Rede coletora de efluentes	Rede coletora, poços, ligações, estação de tratamento provisória e eventuais elevatórias	A / B	R\$/m
			R\$/un.
Rede de abastecimento	Tubulações, conexões, registros, hidrantes e ligações	B	R\$/m
			R\$/un.
Rede de energia elétrica	Postes, cabos, transformadores, luminárias e ligações	B	R\$/m
			R\$/un.
Paisagismo e sinalização	Arborização, gramados, equipamentos, sinalização e mobiliário	B / C	R\$/m ²
			R\$/un.
Administração de obra	Canteiro, equipe técnica, fiscalização, mobilização e apoio	B	R\$/mês
Custos acessórios	Ensaio, ajustes, pequenos serviços e contingências preliminares	C	R\$/un.

A) impacto direto e decisivo no negócio; B) impacto limitado ou condicionado, pouco relevante; C) impacto mínimo ou irrelevante.

Fonte: adaptado de Goldman (2005), Silva (2021) e Rodrigues (2026).

Tabela 5 – Referência preliminar de custos de urbanização por área útil

Serviço	Intervalo de participação no custo de urbanização (%)	Participação de referência (%)	Valor corrigido (R\$/m ²) ⁱ	Intervalo de preço (R\$/m ²)
Terraplenagem e topografia	6 - 19	10,27	10,73	3,00 – 17,00
Pavimentação, guia e sarjetas	34 - 40	39,39	39,72	35,00 – 42,00
Rede de microdrenagem	9 - 11	10,92	11,01	10,00 – 12,00
Rede coletora de efluentes	23 - 27	26,20	26,42	24,00 – 28,00
Rede de abastecimento	10 - 12	11,60	12,12	11,00 – 13,00
Rede de energia elétrica	3 - 5	4,42	4,46	3,00 – 5,00
Total	-	100,00	104,46	-

(i) com atualização monetária pelo INCC-DI/FGV entre ago./2012 e mar./2026, somando fator acumulado de 2,41.

Fonte: adaptado de Costa e Mello (2017), a partir de Tabela PINI de ago./2012.

Os valores apresentados na Tabela 5 atuam como referência de magnitude, pois derivam de planilhas hipotéticas e atualizações monetárias que não contemplam as particularidades topográficas do anteprojeto. Contudo, a distribuição apresentada evidencia uma hierarquia coerente com a lógica de empreendimentos horizontais, na qual pavimentação, coleta de efluentes e terraplenagem concentram as maiores parcelas dos custos infraestruturais devido à forte dependência da extensão viária e das declividades do terreno (Mascaró, 2003; Mascaró; Yoshinaga, 2005).

Essa ordem de grandeza também vai ao encontro de estudos aplicados a empreendimentos semelhantes, nos quais o custo por metro quadrado de área vendável pode ser utilizado como parâmetro de conferência. Marques (2016), com custos corrigidos pelo INCC-DI até a data de março de 2026, apresenta indicadores equivalentes a R\$ 146,10/m² de área líquida vendável para o pacote de infraestrutura; enquanto Ferreira (2025), pelo cálculo atualizado derivado de seu estudo, resulta em aproximadamente R\$ 94,99/m², reforçando a compatibilidade da Tabela 5.

Para além dessas referências globais, a adoção de bases oficiais auxilia a composição do orçamento preliminar sempre que os quantitativos físicos permitirem a estimativa de serviços por área, volume ou extensão (Goldman, 2005). Sob essa ótica, o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) fornecem insumos e composições unitárias, exigindo a calibração da localidade, mês de referência e nível de detalhamento do serviço (Caixa Econômica Federal, 2026a; DNIT, 2026).

Durante a cotação de serviços terceirizados, a modelagem orçamentária demanda rigor quanto à incidência de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) embutidos nas propostas das empresas executoras. No âmbito do estudo de viabilidade, o lucro esperado pelo loteador constitui uma métrica independente do BDI da contratada (Mattos, 2006), sendo apurado unicamente pela dinâmica financeira entre receitas, custos, prazos e indicadores de atratividade (Parga, 2003).

Por fim, a estimativa dos custos de implantação física não se encerra na apuração de um valor total, pois os desembolsos ocorrem de forma distribuída ao longo das etapas de projeto, licenciamento, execução e comercialização. Assim, a orçamentação preliminar deve ser posteriormente associada a um cronograma físico-financeiro, permitindo que os custos estimados sejam posicionados no tempo e integrados ao fluxo de caixa (Goldman, 2005; Pacífico, 2016).

2.1.4. Modelagem físico-financeira

Após a estimativa das receitas potenciais e dos custos de estruturação e implantação das infraestruturas de um empreendimento horizontal, a análise de viabilidade passa a exigir a organização desses valores em uma sequência temporal definida de entradas e saídas. Essa etapa é necessária porque o resultado econômico de um empreendimento decorre do saldo acumulado entre receitas e custos e do momento em que esses desembolsos e recebimentos ocorrem ao longo da vida útil do projeto (Dornelas, 2016; Assaf Neto, 2014; Pacífico, 2016).

O fluxo de caixa corresponde à representação financeira desses recebimentos e pagamentos previstos ao longo do tempo, permitindo avaliar como o capital é aplicado, recuperado e remunerado durante o ciclo do empreendimento. De forma simplificada, cada período pode ser representado pela diferença entre entradas e saídas de caixa, conforme indicado na Equação 4, abaixo, cuja lógica é ilustrada esquematicamente na Figura 3 (Assaf Neto, 2014; Pacífico, 2016).

$$FC_t = E_t - S_t \quad (4)$$

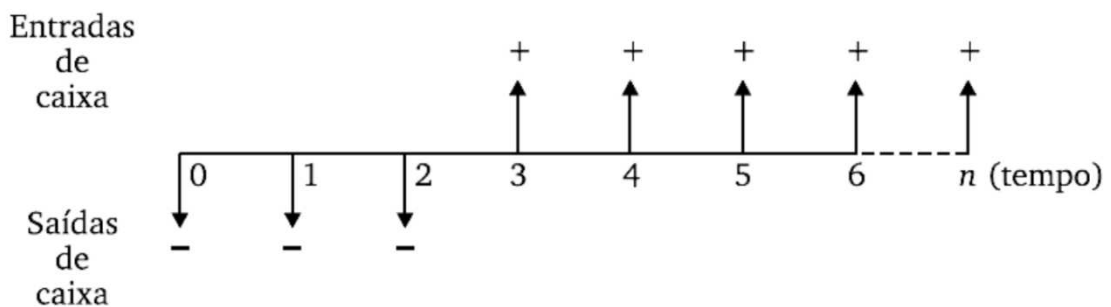
Onde:

FC_t = fluxo de caixa líquido no período t (R\$);

E_t = entradas de caixa no período t (R\$);

S_t = saídas de caixa no período t (R\$).

Figura 3 – Representação esquemática de entradas e saídas de caixa



Fonte: adaptado de Assaf Neto (2014, p. 381).

No caso de empreendimentos imobiliários horizontais, as saídas de caixa tendem a concentrar-se nas fases iniciais de aquisição, projetos, licenciamento e implantação física, enquanto as entradas dependem da comercialização e do recebimento das unidades ao longo do tempo. Dessa forma, dois empreendimentos com receitas e custos totais semelhantes podem apresentar atratividade distinta caso possuam prazos de implantação, velocidades de venda ou momentos de recebimento diferentes (Goldman, 2005; Assaf Neto, 2014).

Para registrar essa dinâmica, o cronograma físico-financeiro atua como instrumento de conversão do orçamento preliminar em uma distribuição temporal, vinculando o avanço físico previsto aos respectivos pagamentos e permitindo visualizar a sequência de aplicação dos recursos (Assaf Neto, 2014). Sua função também envolve demonstrar os aportes de capital em cada período, compatibilizando os projetos, as licenças, as obras, a comercialização e os recebimentos em uma mesma base temporal de análise (Goldman, 2005; Pacífico, 2016).

A partir da distribuição periódica dos fluxos, torna-se possível apurar o saldo acumulado do empreendimento, calculado pela soma dos fluxos líquidos ao longo dos períodos e utilizado para acompanhar a trajetória financeira do investimento (Assaf Neto, 2014). Essa leitura permite identificar a máxima exposição de capital, isto é, o maior saldo negativo acumulado antes da recuperação do investimento, bem como o momento em que as entradas passam a superar os desembolsos acumulados (Pacífico, 2016), conforme indicado na Equação 5 e ilustrado de forma esquemática na sequência através da Figura 4.

$$SA_t = \sum_{i=1}^n FC_i \quad (5)$$

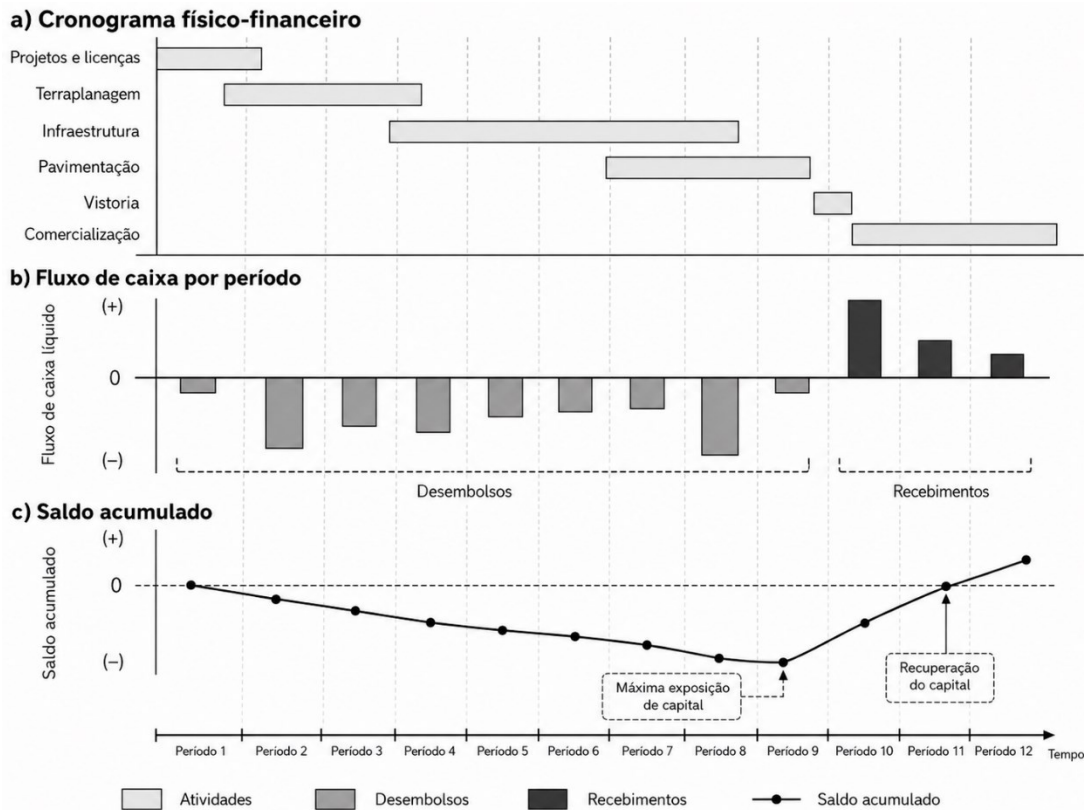
Onde:

SA_t = saldo acumulado até o período t (R\$);

FC_t = fluxo de caixa líquido no período i (R\$);

t = período final considerado na acumulação (mês).

Figura 4 – Relação entre cronograma físico-financeiro e saldo acumulado



Fonte: autoria própria (2026).

Embora a identificação do ponto de recuperação do capital antecipe uma leitura ao conceito de retorno temporal, sua interpretação definitiva deve ser realizada por meio dos indicadores de atratividade econômica, que guiam a tomada de decisão dos investidores. Com isso, a modelagem físico-financeira conecta o orçamento preliminar com a análise de investimento, pois transforma receitas, custos e prazos em um fluxo de caixa interpretável (Goldman, 2005; Assaf Neto, 2014).

2.1.5. Indicadores de atratividade econômica

A partir da modelagem físico-financeira, os fluxos de caixa projetados podem ser avaliados por indicadores capazes de sintetizar a atratividade econômica do empreendimento (ABNT, 2002). Essa etapa permite verificar se a sequência de desembolsos e recebimentos remunera adequadamente o capital aplicado, considerando o valor do dinheiro no tempo, o risco assumido e a taxa mínima de retorno exigida pelo investidor (Assaf Neto, 2014; Pacífico, 2016).

O princípio do valor do dinheiro no tempo estabelece que valores recebidos ou desembolsados em momentos distintos exigem equivalência em uma mesma data de referência, por meio de uma taxa de desconto. Essa taxa costuma ser representada pela Taxa Mínima de Atratividade (TMA), entendida como a remuneração mínima esperada para justificar a alocação de capital em determinado investimento, em comparação com alternativas de renda fixa (Assaf Neto, 2014; Pacífico, 2016).

Sob essa ótica, o Valor Presente Líquido (VPL), Equação 6, constitui um dos principais indicadores de decisão, pois mede a diferença entre o valor presente das entradas e o valor presente das saídas de caixa do negócio, conforme a equação abaixo. Quando o VPL é positivo, o projeto gera valor acima da taxa mínima exigida; quando é nulo, apenas remunera a TMA; e, quando é negativo, indica destruição de valor econômico em relação à remuneração esperada (Assaf Neto, 2014).

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (6)$$

Onde:

VPL = valor presente líquido (R\$);

FC_t = fluxo de caixa líquido no período t (R\$);

i = taxa mínima de atratividade, adotada em forma decimal na equação;

t = período considerado (mês);

n = número total de períodos (meses);

I_0 = investimento inicial (R\$).

A Taxa Interna de Retorno (TIR), Equação 7, por sua vez, corresponde à taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas ao valor presente das saídas de caixa, tornando o VPL nulo, conforme mostra a equação abaixo. Sua interpretação ocorre pela comparação com a TMA, de modo que o investimento tende a ser aceito quando a TIR supera a taxa mínima requerida, embora esse indicador deva ser analisado com cautela quando houver fluxos não convencionais, projetos mutuamente excludentes ou diferenças relevantes de escala e prazo (Assaf Neto, 2014), sendo recomendado a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M) para fluxos de caixa com sinais alternados ao longo do intervalo de análise.

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - I_0 \quad (7)$$

Onde:

TIR = taxa interna de retorno clássica, adotada em forma decimal na equação;

FC_t = fluxo de caixa líquido no período t (R\$);

t = período considerado (mês);

n = número total de períodos (meses);

I_0 = investimento inicial (R\$).

Além dos indicadores baseados em valor presente, o Período de Retorno (*Payback*) também permite avaliar o prazo necessário para que o fluxo de caixa acumulado recupere o capital investido. Embora seja um indicador de interpretação simples e útil para avaliar liquidez e exposição temporal, sua forma tradicional desconsidera parte dos efeitos do valor do dinheiro no tempo, razão pela qual deve ser atrelado aos indicadores, principalmente VPL, descontados (Assaf Neto, 2014).

No caso de empreendimentos imobiliários horizontais, o *Payback* descontado possui utilidade prática porque permite visualizar o período de maior exposição financeira e o momento aproximado em que as receitas acumuladas passam a superar os desembolsos acumulados (Assaf Neto, 2014). Essa leitura é especialmente relevante em negócios com um longo ciclo de licenciamento, implantação e comercialização, nos quais a velocidade de vendas, os prazos de recebimento e o escalonamento dos custos do empreendimento podem alterar diretamente a percepção de risco pelo investidor (Goldman, 2005).

Outro indicador relevante é o Retorno sobre o Investimento (ROI), que expressa a relação entre o resultado obtido e o capital investido, oferecendo uma leitura direta da rentabilidade proporcional do empreendimento e facilitando a comunicação do desempenho econômico, conforme mostrado na Equação 8. Apesar de sua utilidade comunicacional simples, o ROI, descontado, deve ser interpretado em conjunto com o VPL e a TIR, pois tende a simplificar a análise ao não representar, isoladamente, a distribuição temporal dos fluxos de caixa, o custo de oportunidade do capital e a duração efetiva da exposição financeira (Assaf Neto, 2014).

$$\text{ROI} = \frac{\text{Resultado líquido}}{\text{Investimento total}} \times 100 \quad (8)$$

Onde:

ROI = retorno sobre o investimento (%);

Resultado líquido = diferença entre receitas e custos totais (R\$);

Investimento total = capital total aplicado no empreendimento (R\$).

De modo complementar, o ponto de equilíbrio pode ser utilizado para identificar o volume mínimo de vendas ou de receita necessário para cobrir os custos e recuperar o capital aplicado. Na modelagem físico-financeira, essa leitura pode ser associada ao momento em que o saldo acumulado deixa de ser negativo (Assaf Neto, 2014), permitindo relacionar a recuperação do capital ao desempenho comercial, ao avanço temporal do empreendimento e à velocidade mínima de absorção necessária para reduzir a exposição financeira do investidor (Pacífico, 2016).

Em termos analíticos, a utilização conjunta desses indicadores permite avaliar a viabilidade por diferentes perspectivas, evitando que a decisão seja orientada apenas por uma métrica isolada. Enquanto o VPL verifica a geração de valor econômico em relação à TMA adotada, a TIR-M permite comparar a rentabilidade equivalente com o custo de oportunidade do capital, o *Payback* descontado indica o prazo de recuperação do investimento e o ROI sintetiza a eficiência proporcional entre resultado e capital aplicado (Assaf Neto, 2014; Goldman, 2005).

Essa leitura integrada é especialmente importante em empreendimentos imobiliários horizontais, pois a atratividade não depende apenas da margem final entre receitas e custos, mas também do momento em que os desembolsos ocorrem, da velocidade de comercialização das unidades, das condições de recebimento e da necessidade de financiamento do capital durante o ciclo do negócio. Assim, mesmo a análise apresentando um resultado positivo, ainda assim, pode exigir cautela quando o prazo de recuperação for longo, quando o saldo acumulado permanecer negativo por muitos períodos ou quando a rentabilidade obtida não superar adequadamente a taxa mínima exigida pelo investidor (Goldman, 2005; Assaf Neto, 2014).

Por essa razão, os indicadores devem ser interpretados de forma complementar: o VPL tende a funcionar como critério central de geração de valor; a TIR-M permite verificar se a taxa de retorno supera a TMA; o ROI facilita a leitura

proporcional do resultado; e o *Payback* evidencia a exposição temporal do capital. Quando esses indicadores convergem positivamente, a alternativa analisada tende a apresentar atratividade preliminar; quando divergem, torna-se necessário observar qual premissa técnica, comercial ou financeira está condicionando o resultado, especialmente em relação ao preço de venda, à absorção comercial, aos custos de implantação e ao prazo de execução (Assaf Neto, 2014; Pacífico, 2016).

Nesse contexto, a utilização de cenários variados permite testar diferentes combinações de preço, prazo, custo e financiamento, aproximando a análise das situações recorrentes durante a maturação do empreendimento. Essa simulação também contribui para verificar se a atratividade permanece coerente em condições alternativas de implantação e comercialização, evitando que a decisão se fundamente apenas em um único conjunto de premissas (ABNT, 2002; Pacífico, 2016).

Já os testes de sensibilidade permitem identificar quais variáveis exercem maior influência sobre os indicadores financeiros, evidenciando se o desempenho do empreendimento decorre de uma condição robusta ou de uma dependência excessiva de premissas específicas. Essa leitura, entretanto, depende da definição prévia de uma base física quantificável, pois áreas vendáveis, extensões de infraestrutura, volumes de terraplenagem e demais quantitativos preliminares constituem as entradas necessárias para transformar restrições territoriais em custos, receitas e fluxos de caixa comparáveis (Goldman, 2005; Pacífico, 2016; AsBEA, 2019).

Assim, para que receitas, custos e indicadores sejam estimados com coerência e grau de precisão razoável, torna-se necessário converter a hipótese econômica do empreendimento em uma configuração física preliminar, capaz de indicar áreas comercializáveis, extensão de vias, redes, movimentações de terra e demais quantitativos de implantação. Por essa razão, a análise avança para o projeto urbanístico, etapa inicial dos anteprojetos de engenharia, pois sua concepção define a produtividade da área original, condiciona o equilíbrio entre aproveitamento comercial e áreas públicas obrigatórias, e organiza o arranjo espacial das unidades, do sistema viário e das infraestruturas urbanas que alimentarão a modelagem econômico-financeira (Mascaró, 2003; AsBEA, 2019).

2.2. PROJETO URBANÍSTICO

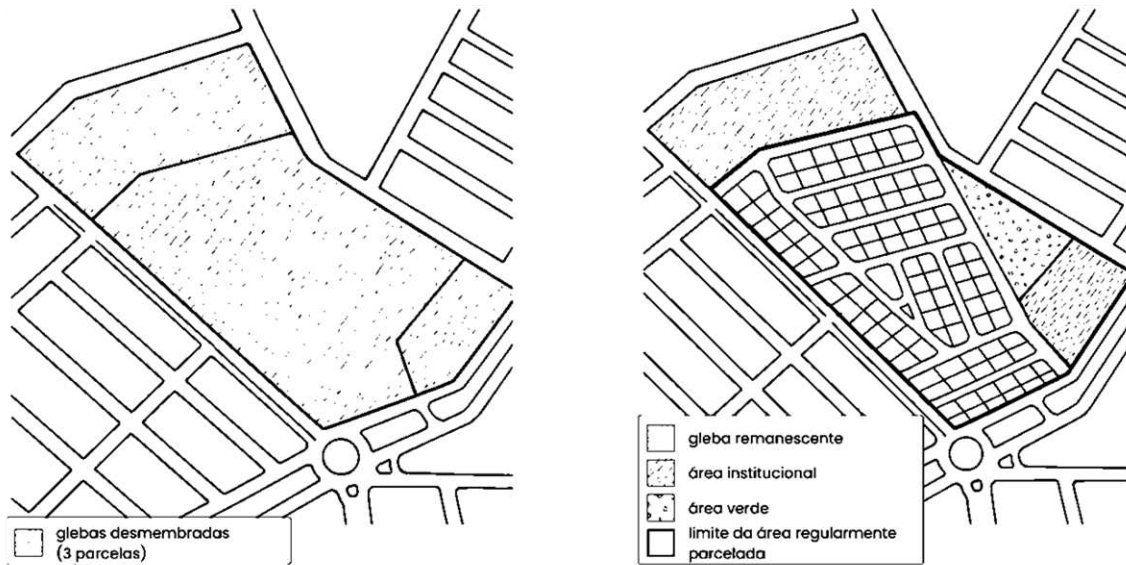
No contexto de empreendimentos urbanos horizontalizados, o projeto urbanístico tem como base inicial o parcelamento do solo, processo pelo qual uma área original ainda não fracionada sob a legislação urbana municipal passa a ser convertida em unidades imobiliárias regularizadas (MPSC, 2010; 2015; ABNT, 2011a). Essa área inicial, tecnicamente denominada gleba, corresponde a uma porção de terra bruta ainda não submetida a parcelamento regular, cuja transformação física e jurídica permite a criação de lotes destinados à ocupação humana ordenada, produtiva e à posterior comercialização (Rodrigues, 2026; Silva, 2023).

Nacionalmente, esse mecanismo é regido pela Lei Federal nº 6.766/1979, que define o parcelamento do solo como a subdivisão de terras em lotes destinados à edificação, mediante o aproveitamento do sistema viário existente ou a abertura de novas vias de circulação (Brasil, 1979; ABNT, 2011a). Essa transformação também se vincula ao princípio da função social da propriedade, consolidado pelo Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001, ao exigir que a produção do espaço urbano seja orientada pelo interesse coletivo, pelo ordenamento territorial e pela compatibilização entre aproveitamento privado e estrutura urbana (Brasil, 2001; Silva, 2010).

Sob a ótica dos órgãos de controle, como o Ministério Público de Santa Catarina (MPSC, 2010; 2015), o parcelamento do solo constitui uma intervenção complexa, pois reconfigura o espaço urbano e exige a implantação de infraestrutura compatível com as novas unidades geradas. Em virtude disso, a viabilização de tais empreendimentos demanda harmonia entre os interesses econômicos do loteador e as exigências técnicas e legislativas, garantindo que a rentabilidade comercial do projeto e a implantação do parcelamento resultem na entrega de um ambiente urbano de qualidade (Oliveira; Pina Filho, 2012).

Conforme ilustrado na Figura 5, a estruturação do parcelamento converte a gleba original em uma nova fração urbana, articulando espaços públicos e privados por meio de vias, quadras e lotes destinados à ocupação humana (Rigatti, 2002). Sob a ótica prática da engenharia civil, esse processo representa a conversão da terra bruta em um produto imobiliário de alto valor agregado, no qual a eficiência do traçado geométrico escolhido condiciona diretamente os custos de implantação da terraplenagem, pavimentação e redes subterrâneas (Mascaró, 2003).

Figura 5 – Desmembramento de uma gleba em loteamento



Fonte: adaptado de MPSC (2015, p. 34-35).

Avançando na concepção preliminar, a estruturação do parcelamento exige a definição da modalidade jurídica e urbanística do empreendimento, pois essa escolha interfere na forma de domínio das áreas internas e na integração do produto imobiliário com a cidade (MPSC, 2010; 2015). Conforme esclarece Rodrigues (2026), essas configurações podem se estruturar na forma de áreas públicas abertas, associadas aos loteamentos tradicionais, ou como propriedades privadas, vinculadas aos condomínios horizontais de lotes.

Essa distinção representa uma premissa crítica de viabilidade econômica, visto que altera a destinação das áreas internas, as responsabilidades de manutenção, o padrão de infraestrutura exigido e o potencial de aproveitamento comercial da gleba (Silva, 2023). Por conseguinte, a escolha da modalidade condiciona simultaneamente o custo de implantação, a área efetivamente comercializável, a estratégia de comercialização e o Valor Geral de Vendas potencial do empreendimento.

2.2.1. Modalidades de parcelamento de solo

Embora os loteamentos convencionais e os condomínios horizontais apresentem semelhanças em sua infraestrutura física, ambas as tipologias divergem significativamente em seus atributos jurídicos e normativos já durante a fase preliminar

de concepção do produto imobiliário (Rodrigues, 2026; Silva, 2023). Essa distinção repousa nas diretrizes federais, visto que a Lei nº 6.766/1979 exige a transferência obrigatória das áreas comuns ao domínio do município no caso dos loteamentos, ao passo que a Lei nº 13.465/2017 fundamenta a propriedade privada e a copropriedade das vias internas nos condomínios de lotes (Brasil, 1979; 2017).

No modelo de loteamento convencional, ou aberto, a doação do sistema viário e das áreas de lazer ao poder público exige que o projeto seja orientado para a integração com a malha urbana adjacente e com as intenções expansivas do Plano Diretor, assegurando a continuidade dos fluxos urbanos e permitindo que a administração pública assuma a gestão das infraestruturas essenciais (Rigatti, 2002; Oliveira; Pina Filho, 2012; MPSC, 2010; 2015). Essa tipologia também pode assumir a forma de loteamento fechado ou de acesso controlado, permitindo o cercamento do perímetro para fins de segurança, embora as vias internas permaneçam juridicamente como logradouros públicos sob regime de concessão dos moradores e ainda submetidas às normas urbanísticas municipais (Costa, 2012; Silva, 2023).

Sob outro viés jurídico, os condomínios horizontais de lotes fundamentam-se na propriedade privada das vias internas, característica que permite acesso restrito mais estável e reduz a dependência de concessões públicas exigidas nos loteamentos fechados. Para o investidor, essa tipologia pode ampliar a atratividade comercial do produto ao permitir soluções internas mais compactas, maior controle dos espaços comuns e a diluição dos custos posteriores de manutenção e vigilância perimetral entre os condôminos (Silva, 2023).

Apesar dessas vantagens econômicas e mercadológicas, a implantação desordenada de empreendimentos fechados pode estabelecer barreiras físicas que restringem a fluidez coletiva e acentuam padrões de segregação socioespacial, sobretudo quando esses parcelamentos deixam de se articular adequadamente com a malha adjacente (Freitas, 2008). Essa relação é relevante porque o traçado viário tende a permanecer estático na estrutura urbana, ainda que as edificações e os usos do solo se alterem ao longo do tempo, como indicado na Figura 6, em que surgem gargalos quando grandes áreas fechadas ocupam posições estratégicas para expansão futura da cidade (Oliveira; Pina Filho, 2012; Rigatti, 2002).

Figura 6 – Exemplificação de condomínios fechados inseridos na malha urbana



NOTA: A figura possui intenções didáticas. Os respectivos contextos ambientais e topográficos de ambas as imagens não foram levados em consideração.

Fonte: adaptado de GeoPortal, Jaraguá do Sul (2026).

A leitura da Figura 6 reforça que a adequação tipológica entre loteamentos e condomínios depende intrinsecamente do fator locacional da gleba e de sua função na continuidade urbana do entorno. Em áreas de topografia adversa, suburbanas, isoladas ou com baixa função de atravessamento urbano, configurações internas mais enxutas podem ser avaliadas com maior flexibilidade, desde que a solução preserve níveis adequados de articulação com o tecido existente e evite a segregação funcional da área parcelada (Rigatti, 2002; Mascaró, 2003).

Dessa forma, a viabilidade de materializar a escolha entre loteamento e condomínio de lotes depende de uma análise integrada entre contexto técnico, condicionantes urbanas, jurisdição local e demanda habitacional latente. Após a definição tipológica do produto, torna-se necessário compatibilizar essa escolha com o público-alvo, a velocidade projetada de absorção e a concepção preliminar do anteprojeto (Goldman, 2005), reduzindo riscos comerciais e orientando a estruturação econômica do empreendimento e a configuração do *layout* urbano e padrão construtivo do parcelamento.

2.2.2. Configuração do *layout* urbano

A configuração do *layout* urbano representa a etapa em que a tipologia imobiliária previamente definida passa a ser traduzida na forma física do empreendimento, por meio do traçado viário, da setorização das quadras e da distribuição dos espaços públicos e institucionais (Rigatti, 2002). Essa concepção geométrica atua como alicerce do projeto urbanístico, pois orienta a modelagem das etapas subsequentes de infraestrutura e superestrutura, além de condicionar a apuração da área comercializável, das extensões viárias e dos quantitativos preliminares de implantação (Mascaró, 2003).

Segundo as diretrizes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), especialmente as NBR 16636-1:2017 e NBR 16636-3:2020, o escopo projetual deve organizar parâmetros, diretrizes e soluções espaciais integradas desde as fases iniciais de concepção até o detalhamento do empreendimento. Esse processo estruturado permite compatibilizar os diferentes elementos do parcelamento com o contexto urbano, reduzindo incompatibilidades entre traçado, áreas públicas, sistema viário, redes de infraestrutura e condicionantes legais (ABNT, 2017b; 2020d).

Na escala da viabilidade preliminar, a eficiência do *layout* transcende a composição visual do desenho, pois a forma das quadras, a hierarquia das vias e a geometria dos lotes condicionam o percentual de área comercializável, o comprimento dos arruamentos e a extensão das redes de infraestrutura (Mascaró, 2003). Dessa maneira, a definição do traçado interfere simultaneamente na estimativa de receitas, por determinar a quantidade e a qualidade dos lotes vendáveis, e na estimativa de custos, por orientar os quantitativos de pavimentação, saneamento e terraplenagem (Goldman, 2005; ABNT, 2011a), sem deixar de condicionar os níveis de acessibilidade e articulação da nova área com o tecido urbano existente (Rigatti, 2002).

A Figura 7 sintetiza essa relação ao comparar duas alternativas recorrentes de organização espacial, evidenciando que diferentes *layouts* podem atender a estratégias distintas de produto e aproveitamento da gleba. O traçado ortogonal tende a favorecer maior racionalidade geométrica, adensamento e padronização dos lotes, enquanto configurações mais sinuosas ou orgânicas costumam reduzir a densidade e ampliar o apelo paisagístico, podendo atender a segmentos de maior valor agregado quando compatíveis com o público-alvo e com os custos de implantação.

Figura 7 – Comparativo entre diferentes *layouts* de parcelamento



Fonte: adaptado de GeoPortal, Jaraguá do Sul (2026).

Embora o desenho urbano permita diferentes estratégias de aproveitamento e posicionamento mercadológico, sua definição permanece subordinada às restrições físicas, ambientais e legais incidentes sobre a área original (Silva, 2021). Por isso, antes da consolidação do traçado e da apuração da área comercializável, torna-se necessário identificar as porções da gleba sujeitas a condicionantes ambientais, especialmente áreas de preservação permanente, remanescentes de vegetação (Machado, 2013) e demais restrições capazes de reduzir a área útil do parcelamento.

2.2.3. Legislação ambiental e florestal

A fundamentação jurídica da legislação ambiental nacional se consolidou a partir da Política Nacional do Meio Ambiente (1981) e da Constituição Federal de 1988, que elevaram o meio ambiente equilibrado ao *status* de direito fundamental e dever do Poder Público (Machado, 2013; Brasil, 1981; 1988). Essa evolução jurídica, consolidada pelo Estatuto da Cidade (Brasil, 2001), estabeleceu que o direito de propriedade deve obrigatoriamente cumprir uma função socioambiental, subordinando o uso do solo urbano à preservação dos recursos naturais indispensáveis para a manutenção da qualidade de vida da comunidade atual e das futuras gerações.

Resguardada sob constituição, a divisão de glebas deixou de constituir ato puramente privado e passou a configurar atividade submetida ao controle público,

especialmente quanto à proteção ambiental, à tutela urbanística, ao licenciamento e à compatibilização do uso do solo com o interesse coletivo. Nesse cenário, a legislação ambiental atua como filtro preliminar do empreendimento ao delimitar as porções da área bruta sujeitas a restrições de uso, definindo quanto da superfície registrada poderá ser efetivamente aproveitada, urbanizada e convertida em produto imobiliário comercializável (MPSC, 2015; Silva, 2023).

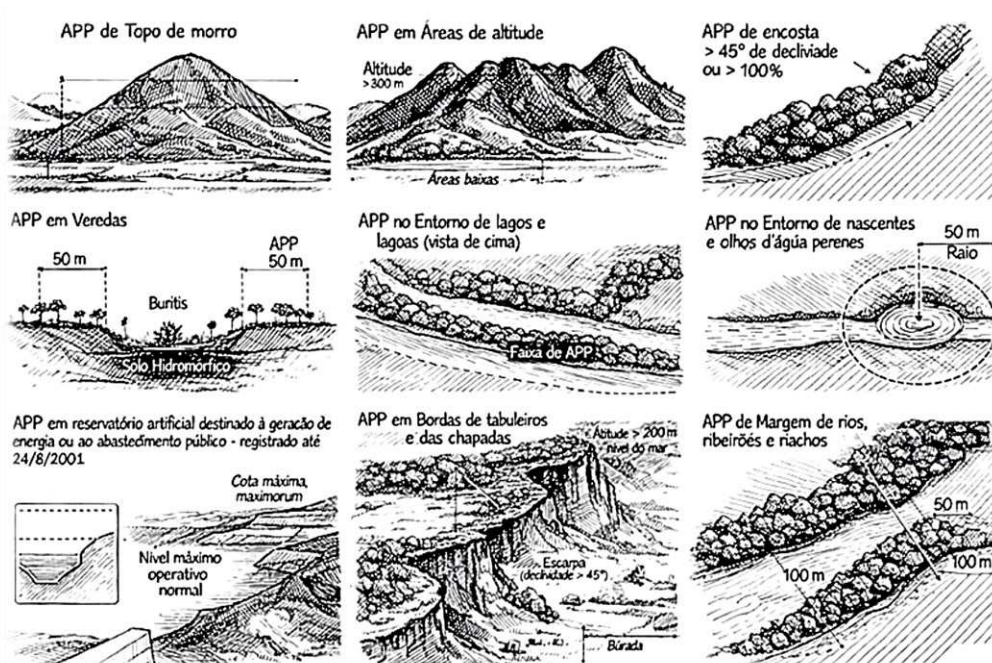
Para a ocupação territorial, o dispositivo central é o Código Florestal, Lei nº 12.651/2012, normativa que institui as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e restringe diretamente o uso de parcelas específicas da gleba (Brasil, 2012; Machado, 2013). Em seu escopo legal, os valores de recuo e as áreas de interdição variam substancialmente conforme a natureza e as dimensões da feição geográfica protegida, estabelecendo as seguintes delimitações em seu Artigo 4º:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; [...] IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive (Brasil, 2012, Art. 4º).

Além das faixas marginais de corpos hídricos, o Código Florestal também enquadra como APP determinadas feições associadas a nascentes, declividade, estabilidade do relevo e proteção de áreas ambientalmente sensíveis (Brasil, 2012). Essa norma caracteriza tais zonas como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, destinadas à preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade, do fluxo gênico, do solo e do bem-estar das populações humanas (Machado, 2013).

A Figura 8 sintetiza as principais hipóteses de afastamento e evidencia que sua delimitação deve anteceder a aquisição imobiliária e a consolidação urbanística (Machado, 2013). Essa antecipação é necessária porque a área útil negociada em glebas urbanizáveis tende a excluir as APPs, cuja sobreposição reduz a superfície efetivamente parcelável e distorce a estimativa preliminar de área comercializável, quantidade de lotes e potencial econômico do empreendimento (Brasil, 2012).

Figura 8 – Resumo dos tipos de afastamentos de APPs



Fonte: adaptado de Comunidade Ambiental (2024).

Contudo, a aplicação prática dessas diretrizes revela, com frequência, divergências entre a realidade topográfica local e os mapeamentos ambientais de macroescala disponibilizados pelas esferas públicas. Essa divergência técnica ocorre porque bases cartográficas generalizadas podem representar de modo impreciso certas feições geográficas, exigindo verificação específica antes que se imponham restrições de uso sobre áreas que não apresentem os atributos hidrológicos, geológicos ou bióticos protegidos pela legislação (Brasil, 2012; MPSC, 2015).

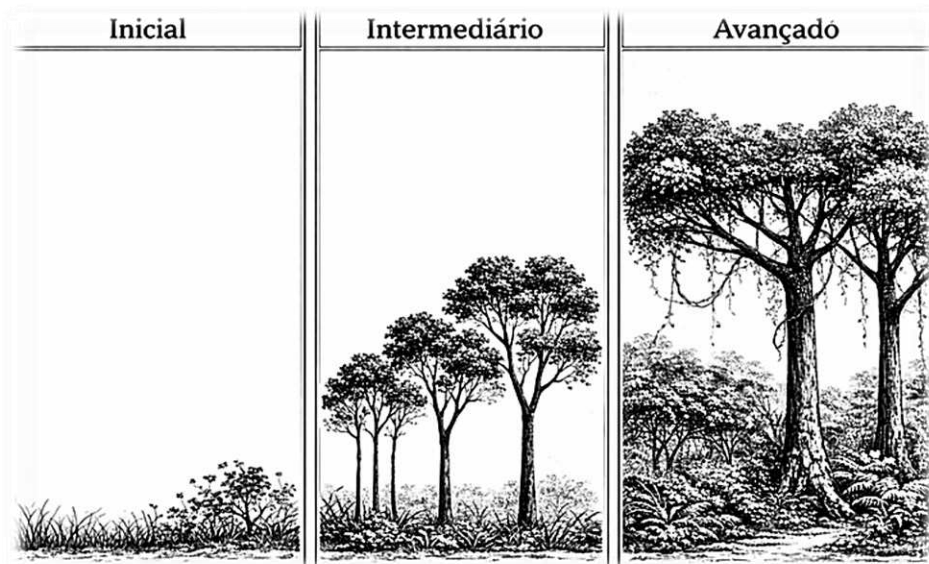
Para mitigar esse risco de perda espacial e reduzir incertezas antes das etapas formais de licenciamento, torna-se indispensável que o mapeamento ambiental seja conduzido em escala compatível com a gleba, antecipando condicionantes que poderão repercutir na Licença Ambiental Prévia (LAP), de Instalação (LAI) e de Operação (LAO) (Dias, 2019). Essa verificação permite diferenciar cursos d'água naturais, nascentes, valos de drenagem pluvial, canais artificiais e escoamentos efêmeros, evitando que feições mapeadas de forma equivocada distorçam a delimitação das APPs, a área comercializável e a própria viabilidade ambiental do empreendimento (Brasil, 2012; Machado, 2013; MPSC, 2015).

Superados os limitadores hidrológicos, o parcelamento do solo também esbarra nos condicionantes da Lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428/2006), que

regula o uso e a conservação dos remanescentes de vegetação nativa no bioma (Brasil, 2006). Como esse bioma abriga parcela expressiva do adensamento demográfico e econômico nacional, a legislação impôs um regime de proteção para mitigar o avanço da degradação histórica e preservar os fragmentos florestais remanescentes em áreas públicas e privadas (Machado, 2013).

Para a implantação de loteamentos ou condomínios horizontais em áreas cobertas por vegetação nativa, a eventual necessidade de supressão vegetal passa a depender de inventário florestal capaz de classificar o maciço em estágio inicial, médio ou avançado de regeneração, conforme os critérios técnicos definidos para Santa Catarina pelas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 4/1994 e nº 388/2007 (CONAMA, 1994; 2007). A Figura 9 sintetiza essa gradação sucessional, evidenciando desde o estágio inicial, marcado pela rápida colonização de espécies pioneiras e extrato arbustivo, passando pelo estágio médio, em processo de estruturação florestal, até os estágios avançado e primário, caracterizados por vegetação estabelecida, dossel arbóreo fechado e maior complexidade biológica.

Figura 9 – Representação de diferentes estágios de vegetação



Fonte: elaborado pelo autor com base em Brasil (2006) e CONAMA (1994; 2007), com elementos gráficos da biblioteca Canva (2026).

Com base nessa gradação de maturidade do ecossistema, a legislação impõe parâmetros restritivos para a intervenção imobiliária, condicionando a viabilidade de supressão vegetal aos limites estabelecidos nos arts. 30 e 31 da Lei Federal nº

11.428/2006. Esses dispositivos vinculam a possibilidade de intervenção ao estágio sucessional identificado, à data de aprovação do perímetro urbano, à autorização do órgão ambiental competente e ao atendimento do Plano Diretor e das demais normas urbanísticas e ambientais aplicáveis (Brasil, 2006; Machado, 2013):

Art. 30. É vedada a supressão de vegetação primária do Bioma Mata Atlântica, para fins de loteamento ou edificação [...], aplicando-se à supressão da vegetação secundária em estágio avançado de regeneração as seguintes restrições: I - nos perímetros urbanos aprovados até a data de início de vigência desta Lei, a supressão [...] dependerá de prévia autorização do órgão estadual competente e somente será admitida [...] no caso de empreendimentos que garantam a preservação [...] em no mínimo 50% [...] da área total coberta por esta vegetação [...]; II - nos perímetros urbanos aprovados após a data de início de vigência desta Lei, é vedada a supressão de vegetação secundária em estágio avançado [...] para fins de loteamento ou edificação

Art. 31. [...] o parcelamento do solo para fins de loteamento ou qualquer edificação em área de vegetação secundária, em estágio médio de regeneração [...] dependerão de prévia autorização do órgão estadual competente [...]

§ 1º Nos perímetros urbanos aprovados até a data de início de vigência desta Lei, a supressão [...] somente será admitida [...] no caso de empreendimentos que garantam a preservação [...] em no mínimo 30% [...] da área total coberta por esta vegetação.

§ 2º Nos perímetros urbanos delimitados após a data de início de vigência desta Lei, a supressão [...] fica condicionada à manutenção [...] em no mínimo 50% [...] da área total coberta por esta vegetação (Brasil, 2006, Art. 30º).

Além dos percentuais mínimos de preservação vegetal, a disposição das quadras e áreas preservadas também deve considerar a conectividade entre fragmentos florestais, evitando que os remanescentes sejam isolados em porções ambientalmente frágeis da gleba (Machado, 2013). A literatura sobre corredores ecológicos destaca que a conexão entre habitats reduz o isolamento biológico, favorece o deslocamento da fauna, contribui para a manutenção da biodiversidade e preserva fluxos gênicos entre áreas naturais remanescentes (MMA, 2003).

Em síntese, após a modelagem urbanística prever e absorver os atributos ecológicos incidentes sobre a gleba original, torna-se possível apurar a área útil parcelável que servirá de base para as etapas seguintes da análise de viabilidade. Essa área ainda pode sofrer novas reduções espaciais até a obtenção da área efetivamente vendável, especialmente após a aplicação dos parâmetros de zoneamento, áreas públicas obrigatórias, sistema viário e demais requisitos exigidos pela legislação urbana municipal e seu respectivo Plano Diretor (MPSC, 2010; 2015).

2.2.4. Legislação urbanística municipal

O ordenamento do parcelamento do solo em âmbito federal é balizado por normativas gerais, com destaque para a Lei nº 6.766/1979, que disciplina o loteamento e o desmembramento, definindo o lote como terreno servido de infraestrutura básica, admitindo também normas complementares estaduais e municipais para adequação às peculiaridades locais (Brasil, 1979). Entretanto, resguardados esses parâmetros legais basilares, a competência para detalhar as regras específicas de ocupação e expansão territorial urbana recai sobre a administração do município por meio de seu respectivo Plano Diretor Municipal, instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana (Brasil, 2001; Jaraguá do Sul, 2018a).

Nessa hierarquia, o Plano Diretor configura-se como o principal instrumento de diretrizes urbanísticas no âmbito local, abrangendo o macrozoneamento, o uso e ocupação do solo, o parcelamento, a mobilidade e as demais normas correlatas necessárias ao ordenamento territorial. No cenário específico deste estudo, essa regulação urbana é regida pela Lei Complementar nº 219/2018, que revisa o Plano Diretor de Organização Físico Territorial de Jaraguá do Sul e o define como parte contínua do processo de planejamento municipal (Jaraguá do Sul, 2018a).

A aplicação dessas diretrizes urbanísticas costuma ser aperfeiçoada conforme o crescimento municipal evidencia novos conflitos entre expansão territorial, infraestrutura disponível e capacidade de atendimento dos serviços públicos. Por isso, a legislação local complementa as normas federais de parcelamento ao ajustar parâmetros como uso do solo, densidade, sistema viário, áreas públicas e infraestrutura às peculiaridades regionais, condicionando diretamente a área aproveitável e a viabilidade física do empreendimento (Costa, 2012; Rodrigues, 2026).

Para a concepção estratégica de um empreendimento imobiliário, essa avaliação deve partir do enquadramento territorial da gleba no plano diretor, transpondo as diretrizes gerais do município para os parâmetros efetivamente incidentes sobre a área estudada. Seguindo essa hierarquia, a análise de uso e ocupação do solo constitui o primeiro filtro urbanístico de viabilidade, pois define as permissões, restrições e índices aplicáveis antes da modelagem física das quadras, lotes e infraestruturas (Silva, 2023).

2.2.4.1. Uso e ocupação do solo

A fragmentação territorial dos municípios ocorre por meio da delimitação de áreas urbanas, de expansão urbana, bairros e demais compartimentos territoriais, permitindo ao poder público ordenar o uso do solo e articular a oferta de infraestrutura e serviços públicos às características de cada porção do território (Brasil, 1979; Rodrigues, 2026). Essa compartimentação permite compreender as demandas locais com maior precisão e distribuir equipamentos urbanos e comunitários de forma compatível com a organização espacial pretendida (MPSC, 2010; 2015).

Com base nessa divisão orgânica, o plano diretor institui o macrozoneamento como instrumento de ordenamento estratégico global, estabelecendo zonas com diferentes vocações urbanas e condicionando o parcelamento, o uso e a ocupação do solo à finalidade dominante de cada área (Jaraguá do Sul, 2018a). Caso o enquadramento urbanístico da gleba não seja compatível com o produto imobiliário pretendido no estudo de mercado, o loteador deve readequar a concepção comercial e física do empreendimento, pois o zoneamento define usos permitidos, índices de ocupação e limites preliminares para a aprovação municipal (Silva, 2023).

Para isso, a consolidação normativa desse planejamento exige uma triagem territorial excludente, que separa formalmente a mancha urbana consolidada das zonas rurais destinadas à exploração agropecuária e áreas de preservação ambiental (Brasil, 1979). Transpondo esse regramento específico para Jaraguá do Sul, o rápido espraiamento demográfico impulsionou a prefeitura a instituir as Áreas Urbanas Consolidadas (AUCs) como vetores oficiais de expansão periférica, autorizando a conversão de glebas isoladas em loteamentos desde que o empreendedor assuma o ônus de implantar a infraestrutura primária (Jaraguá do Sul, 2018a).

Apesar dessa flexibilização para a expansão da cidade, a implantação de loteamentos exige verificar previamente se a gleba está inserida no perímetro urbano, em Área Urbana Consolidada (AUC) ou em zona de expansão reconhecida pelo planejamento municipal (Silva, 2021; Jaraguá do Sul, 2018a). Caso a área mantenha enquadramento rural ou destinação incompatível com o parcelamento urbano, sua conversão para fins urbanos dependerá de procedimentos próprios, e, quando aplicável, atualização cadastral ou manifestação relacionada ao INCRA (Silva, 2023).

Para regulamentar a diversidade territorial ilustrada nas Figuras 10 e 11, a legislação municipal define as finalidades permitidas em cada zona, distinguindo áreas com predominância residencial, comercial, industrial, mista ou ecoturística. A Tabela 6 sintetiza essas diretrizes ao reunir as nomenclaturas do macrozoneamento e os respectivos limites de ocupação máxima estabelecidos pelo poder público local.

Tabela 6 – Resumo dos zoneamentos municipais e ocupação máxima

Sigla	Nomenclatura	Ocupação máxima (%)
ZR	Zona residencial	60
ZCP	Zona comercial e de serviços principal	80
ZCS	Zona comercial e de serviços secundária	80
ZMD	Zona mista diversificada	70
ZMDR	Zona mista diversificada com restrição	70
ZI	Zona industrial	70
ZIC	Zona industrial consolidada	70
ZIR	Zona industrial com restrição	70
ZET	Zona de interesse ecoturístico	50

Fonte: Jaraguá do Sul (1975; 2018).

Conforme detalha a legislação municipal, os zoneamentos jaraguenses apresentam finalidades distintas e traduzem a diversidade funcional do território, abrangendo desde zonas industriais até áreas de interesse ecoturístico. Além do uso permitido, a taxa de ocupação máxima limita a projeção horizontal das edificações no lote, funcionando como parâmetro preliminar para avaliar potencial construtivo, impermeabilização futura e demanda mínima das infraestruturas urbanas de saneamento básico (Jaraguá do Sul, 1975; 2018; 2021).

Como esse índice estabelece apenas um limite percentual de ocupação da superfície do lote, a volumetria teórica das futuras edificações depende também das dimensões geométricas dos parcelamentos, dos afastamentos obrigatórios e das demais restrições urbanísticas aplicáveis. Dessa forma, a análise do zoneamento deve ser complementada pelos parâmetros municipais de lote mínimo, testada,

profundidade e recuos, pois esses elementos condicionam a estimativa populacional, a área impermeável admissível e o dimensionamento preliminar das redes de infraestrutura.

2.2.4.2. Parâmetros de lotes e quadras

Nas legislações municipais convencionais, os parâmetros mínimos de dimensionamento dos lotes costumam estar diretamente vinculados às exigências específicas de cada tipo de macrozoneamento. Em Jaraguá do Sul, no entanto, essas regras de parcelamento são generalizadas para todo o território urbano e se encontram consolidadas no Código de Parcelamento do Solo, Lei nº 1.767/1993, que estabelece os seguintes limites espaciais inegociáveis:

Art 7º Os lotes terão a área mínima de 300,00 m² (trezentos metros quadrados) e testada mínima de 15,00 m (quinze metros) ou profundidade mínima de 20,00 m (vinte metros) quando o lote for de esquina e de 12,00 m (doze metros) ou profundidade mínima de 25,00 m (vinte e cinco metros) quando o lote não for de esquina [...] (Jaraguá do Sul, 1993, Art. 7º).

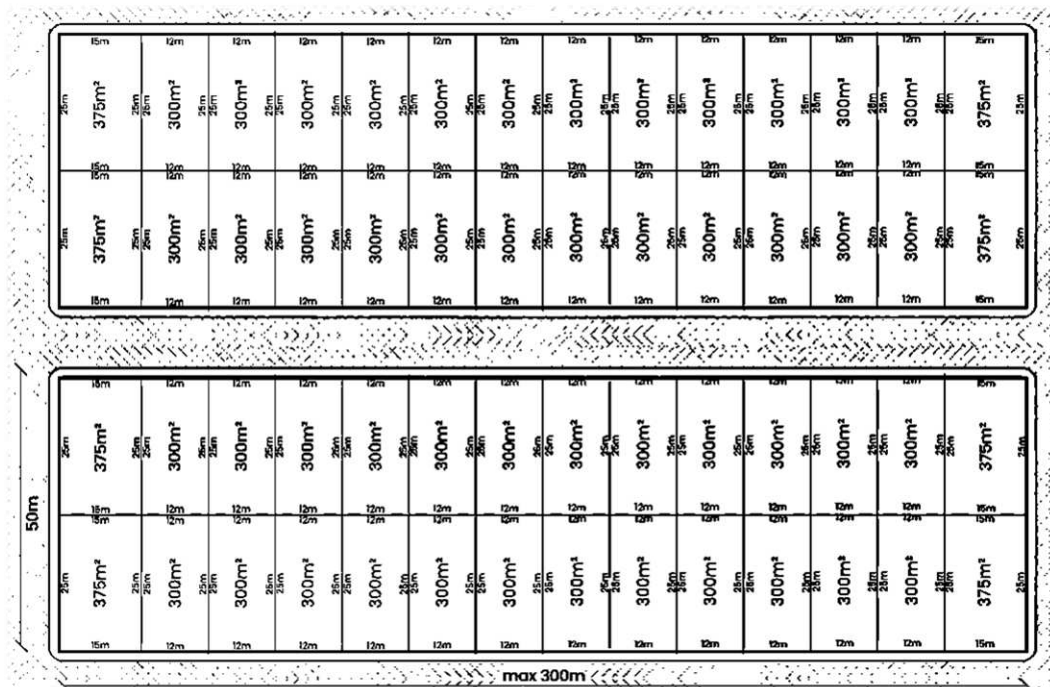
A depender da definição prévia do produto imobiliário, essas configurações geométricas podem ser superadas em loteamentos de padrão elevado, nos quais a diferenciação comercial tende a demandar parcelas mais amplas e exclusivas. Entretanto, em empreendimentos voltados à viabilidade comercial por adensamento controlado, os parâmetros mínimos tornam-se referência central para a modelagem das quadras, para a estimativa do número de unidades e para a formação da área comercializável (Mascaró, 2003; Jaraguá do Sul, 1993).

Para além das restrições individuais incidentes sobre os lotes, o projetista também deve respeitar os limites máximos permitidos para o comprimento contínuo das quadras, de modo a preservar a permeabilidade viária e a acessibilidade urbana. No contexto jaraguaense, a Lei dos Loteamentos, Lei nº 575/1975, estabelece que o comprimento das quadras não poderá ser superior a 300 metros, fazendo com que essa modulação espacial funcione como parâmetro de desenho e de controle da extensão das infraestruturas lineares (Jaraguá do Sul, 1975; Mascaró, 2003).

A Figura 12 ilustra essa lógica por meio de uma quadra econômica de referência, concebida a partir do comprimento máximo de 300 metros e da disposição

de lotes convencionais em profundidade mínima de 25 metros. Com a adoção de lotes dispostos fundo a fundo, obtém-se uma largura aproximada de 50 metros para a quadra, solução que tende a reduzir a extensão de vias por unidade comercializável e, conseqüentemente, os custos proporcionais de pavimentação, drenagem, esgoto e abastecimento de água (Jaraguá do Sul, 1975; 1993; Mascaró, 2003).

Figura 12 – Representação de configuração econômica para quadras



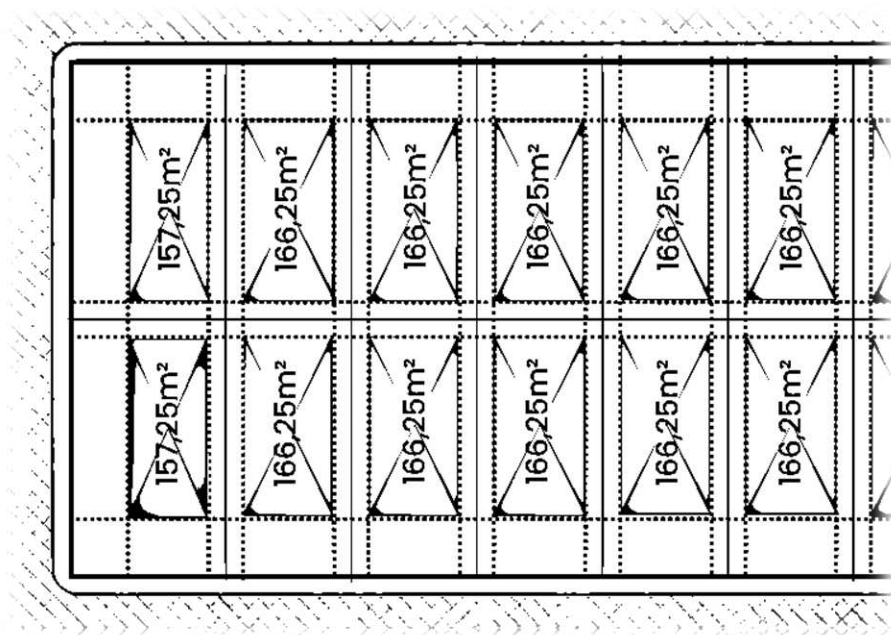
Fonte: autoria própria (2026).

Ao sobrepor as regras de macrozoneamento a este desenho preliminar, o projetista utiliza-se da Taxa de Ocupação máxima para calcular o limite percentual do lote que poderá ser efetivamente coberto por edificações. No entanto, a verdadeira área edificável costuma sofrer restrições geométricas ainda mais severas quando são aplicados os recuos obrigatórios exigidos pela Lei Complementar nº 8.343/2020, cujo intuito é garantir a aeração e insolação das moradias:

Nas vias onde não é permitida a edificação no alinhamento predial, deverá ser observado recuo frontal mínimo de 5,00 m (cinco metros) [...] bem como afastamentos laterais mínimos de 1,50 m (um metro e cinquenta centímetros) [...] (Jaraguá do Sul, 2020b, Art. 16º).

Utilizando a malha anterior como referência, a Figura 13 demonstra o impacto físico da aplicação dos recuos em um lote padrão de 12,00 m × 25,00 m, equivalente à área mínima de 300 m² prevista pela legislação municipal. Nesse caso, a incidência do recuo frontal e dos afastamentos laterais reduz a projeção edificável em relação à área total do lote, evidenciando que, em parcelas diminutas, os afastamentos podem se tornar mais restritivos ao aproveitamento construtivo do que a própria taxa de ocupação máxima indicada pelo zoneamento (Jaraguá do Sul, 1993; 2018).

Figura 13 – Representação da taxa de ocupação com afastamentos obrigatórios



Fonte: autoria própria (2026).

A Figura 13 também evidencia que os lotes de esquina, embora possuam maior testada por exigência legal, podem apresentar menor eficiência construtiva quando submetidos à incidência simultânea de recuos em duas frentes viárias. Esse comportamento geométrico é reconhecido na literatura urbanística, pois a ampliação da área total do lote nem sempre se converte proporcionalmente em maior área edificável quando a forma da parcela e os afastamentos obrigatórios reduzem o aproveitamento interno (Mascaró, 2003; Jaraguá do Sul, 1993).

Nesse sentido, a configuração dos lotes deve considerar não apenas a área total comercializada, mas também a área efetivamente edificável e a equivalência de aproveitamento entre parcelas de meio de quadra, esquina ou geometrias irregulares.

Essa padronização é relevante para a precificação do produto imobiliário, pois evita que lotes com áreas nominais semelhantes apresentem potenciais construtivos muito distintos, gerando distorções comerciais e perda de coerência na modelagem econômico-financeira do empreendimento (Mascaró, 2003; ABNT, 2011a).

Embora essa discussão seja centrada no loteamento convencional, a mesma lógica de compatibilização entre geometria, aproveitamento, infraestrutura e habitabilidade também se aplica a outras modalidades de parcelamento, respeitadas as normas específicas de cada produto imobiliário. Assim, independentemente da tipologia adotada, a consolidação do desenho de lotes e quadras permanece como etapa iterativa, pois a solução espacial deve equilibrar produtividade da gleba, exigências legais, desempenho urbano e coerência econômica antes da definição final do sistema viário (ABNT, 2020d; Mascaró, 2003).

Todavia, a consolidação desse arranjo exige ainda a consideração das áreas destinadas ao arruamento público, cujas dimensões devem respeitar os parâmetros técnicos das seções viárias, ou caixas viárias (Jaraguá do Sul, 1975; 1993). Dessa forma, a análise dos lotes e quadras conduz naturalmente à avaliação do sistema de circulação, pois a largura das vias e calçadas condicionam a área não vendável, os custos de implantação e a funcionalidade urbana do parcelamento (Mascaró, 2003).

2.2.4.3. Parâmetros do arruamento

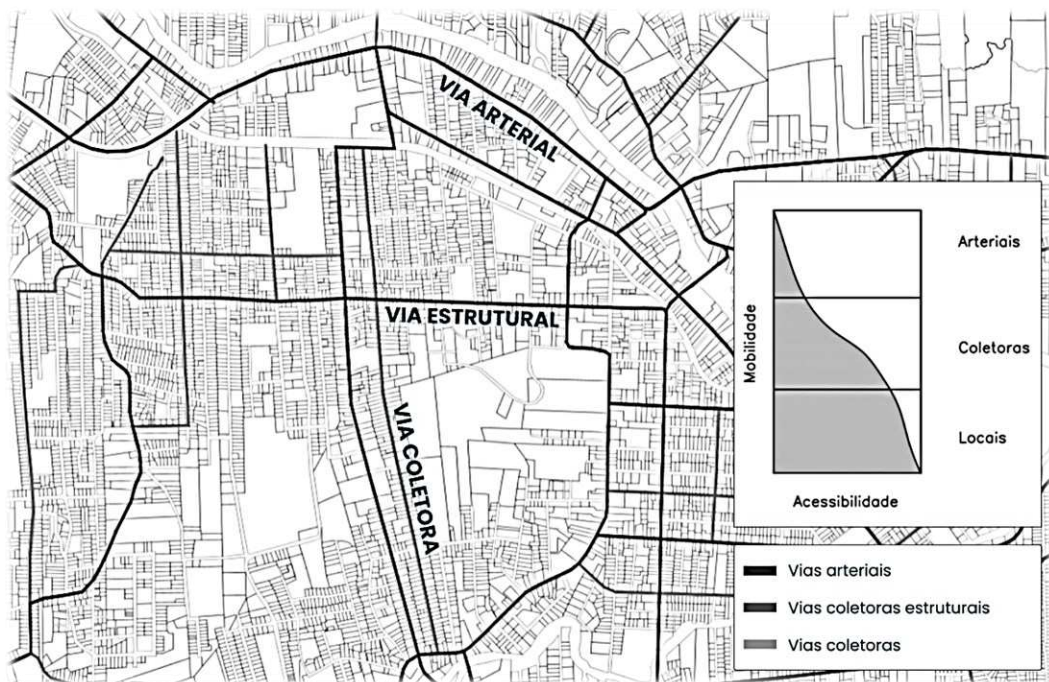
Configurando-se como um dos elementos estruturadores do projeto urbanístico e responsável por organizar a circulação de veículos e pedestres, os arruamentos públicos vão além da simples alocação de pistas de rolamento, ciclofaixas, passeios e canteiros centrais, pois a estrutura viária projetada tende a permanecer por décadas, além de condicionar a integração do novo espaço urbano com os entornos da cidade existente (Oliveira; Pina Filho, 2012). O delineamento adequado desses espaços em um projeto urbanístico é estruturado por meio de exigências técnicas e legais de padronização, devendo respeitar gabaritos mínimos compreendidos como seções ou caixas viárias (Mascaró, 2003).

Antes da caracterização dimensional de uma via projetada, é necessário verificar seu posicionamento e integração dentro da malha municipal preexistente, pois o loteamento deve ser avaliado tanto pelo microespaço parcelado quanto pelos

efeitos que produz no macroespaço urbano da região onde se implanta (Oliveira; Pina Filho, 2012). Dentro da dinâmica do tráfego urbano, é necessário hierarquizar as vias com base na sua vocação principal, diferenciando a mobilidade expressa em vias arteriais de alta velocidade, a distribuição capilar das vias locais e o equilíbrio entre escoamento e acessibilidade das coletoras (Rigatti, 2002; Mascaró, 2003).

Através da Figura 14 é possível observar essa interação, na qual o nível de mobilidade das vias de fluxo contínuo sobressai, embora sua acessibilidade aos pedestres seja reduzida devido aos limites de velocidade elevados. Em oposição, as vias locais priorizam amplamente a acessibilidade e a circulação de pessoas, sacrificando a rapidez dos automóveis em favor da inserção de travessias e elementos de sinalização que conferem segurança direta aos pedestres, automóveis e demais usuários transeuntes (Mascaró, 2003; Jaraguá do Sul, 2017).

Figura 14 – Malha de vias hierarquizadas de Jaraguá do Sul/SC



Fonte: adaptado de GeoPortal, Jaraguá do Sul (2026).

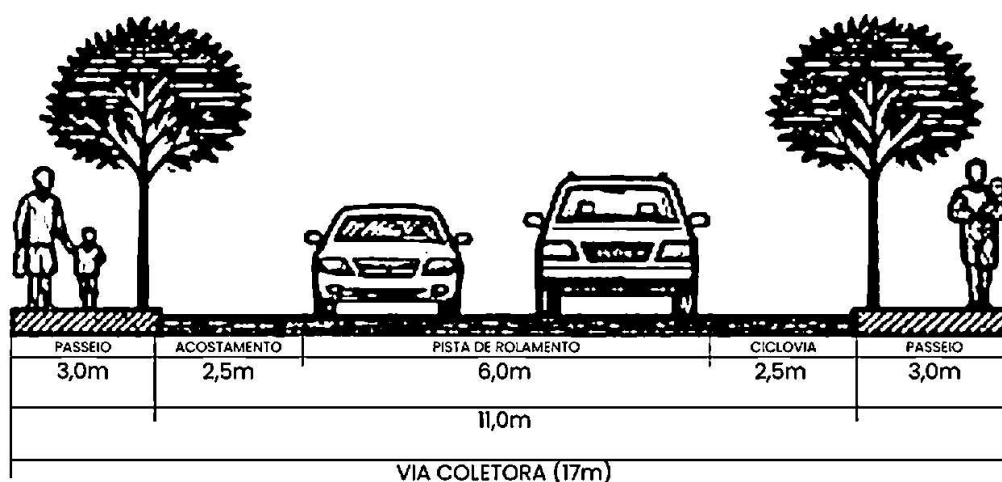
A partir dessas noções de planejamento viário, o plano diretor municipal jaraguense categoriza os gabaritos das vias de acordo com suas respectivas hierarquias por intermédio da Lei Complementar nº 219/2018. Estas disposições estabelecem valores mínimos de largura a serem adotados, permitindo superações

pelo loteador, desde que o prolongamento de eixos urbanos já existentes respeite a geometria preestabelecida para garantir a continuidade do arruamento:

Art. 47. Ficam estabelecidos os seguintes gabaritos mínimos de largura para a malha viária municipal: I - via arterial: nas rodovias municipais (estradas rurais principais), 11m de pista e 3m de calçada em cada lado, com faixa de domínio de 30m, e nas rodovias estaduais e federais, [...] II - via estrutural: 15m de pista e 3m de calçada em cada lado; III - via coletora: 11m de pista e 3m de calçada em cada lado; IV - via local: 8,50m de pista e 2,50m de calçada em cada lado; V - ciclovia: 2m se unidirecional e 3m se bidirecional (nunca inferior a 2,50m), de largura útil; VI - ciclofaixa: 1,20m se comum e 1m se especial, de largura útil; VII - faixa preferencial ou exclusiva de transporte coletivo: 3,50m; VIII - via exclusiva de pedestres: 3m;(Jaraguá do Sul, 2018a).

A Figura 15 ilustra uma seção de via coletora com pista de rolamento, ciclofaixa e passeios. No caso do art. 47, a metragem da pista pode incluir acostamento ou faixa adicional de veículos, conforme a prioridade atribuída à mobilidade ou à acessibilidade da via.

Figura 15 – Exemplo de seção típica de via pública



Fonte: autoria própria (2026).

Ainda nesse contexto de delimitação tipológica, o projetista deve dispor de uma avaliação cartográfica da Lei Complementar nº 219/2018, dinamizada pelo uso interativo do GeoPortal municipal. Essa triagem é necessária devido aos eixos projetados inscritos no macrozoneamento urbano, cujos traçados devem ser obrigatoriamente incorporados pelo loteador caso incidam sobre a gleba, garantindo que conexões estruturais para a mobilidade de Jaraguá do Sul sejam viabilizadas e implantadas (Jaraguá do Sul, 2018a).

A incidência dessas diretrizes viárias oficiais sobre a gleba pode qualificar a continuidade da malha urbana e antecipar conexões estruturais previstas pelo planejamento municipal, mas também transfere ao loteador parte relevante do ônus de implantação dessas infraestruturas. Sob a ótica da viabilidade, a exigência de caixas viárias mais amplas reduz a área útil parcelável, amplia os quantitativos de pavimentação, drenagem e redes subterrâneas, e pode afetar diretamente a produtividade econômica do empreendimento (Mascaró, 2003).

A adoção das seções mínimas, todavia, nem sempre representam a melhor solução espacial para o empreendimento, visto que o usuário final fará uso diário desses ambientes para utilização de automóveis, ciclismo e locomoção direta pelos passeios, sendo importante prever aspectos como conforto visual e paisagismo integrado. Essa qualificação arquitetônica torna-se ainda mais relevante em parcelamentos projetados com o propósito de agregar valor imobiliário, atendendo a requisitos exigidos por consumidores voltados a padrões mais elevados de exclusividade residencial (AsBEA, 2019; Mascaró, 2003).

Em complemento aos gabaritos viários, a Lei Ordinária nº 1764/1993 também orienta sobre raios de curvatura, cruzamentos e bolsões de retorno no formato *cul-de-sac*, que devem possuir sobrelarguras determinadas tecnicamente, arco de círculo de raio mínimo de 8,0 m para esquinas e diâmetro mínimo de 13,0 m para os bolsões de retorno. Além disso, este marco normativo regula que os cruzamentos ortogonais convirjam preferencialmente em ângulos de 90°, evitando intersecções viárias agudas inferiores a 60° para resguardar a fluidez e a manobrabilidade reduzida de veículos longos (Jaraguá do Sul, 1993; Mascaró, 2003).

No que concerne aos espaços de mobilidade ativa, as calçadas devem ser consideradas como componentes mensuráveis da caixa viária, pois sua largura inclui a faixa livre de circulação de pedestres e também precisa acomodar faixas funcionais destinadas a serviços urbanos, arborização, acessos e demais interferências. Dessa forma, a Tabela 7 sintetiza as faixas mínimas previstas para os passeios públicos, conforme estabelece a Lei nº 7.728/2018, permitindo que o anteprojeto estime a largura total das calçadas e os respectivos quantitativos de pavimentação, paisagismo e infraestrutura complementar do loteamento (Jaraguá do Sul, 2018b).

Tabela 7 – Faixas e suas destinações em calçadas públicas

Tipologia de faixa da calçada	Dimensionamento e Característica Exigida	Finalidade Funcional no Espaço Urbano
Faixa de circulação	Largura mínima de um metro e vinte centímetros, sem quaisquer degraus ou obstáculos.	Garantir a passagem segura e ininterrupta de pedestres, cadeirantes e carrinhos de bebê.
Faixa de serviço	Largura mínima de setenta centímetros, localizada imediatamente junto ao meio-fio da via.	Acomodar a infraestrutura de sinalização viária, postes de energia elétrica e lixeiras residenciais.
Faixa vegetada	Permeável e provida de substrato adequado, implantada em passeios consideravelmente mais largos.	Promover o plantio de árvores de sombreamento, melhorando o microclima e a estética do bairro.
Faixa de acesso	Área de transição variável localizada entre a faixa livre e o alinhamento predial dos lotes.	Acomodar pequenas interferências geradas pela entrada de veículos ou desníveis das propriedades privadas.

Fonte: Jaraguá do Sul (2018).

Além da largura, a Lei Municipal nº 7.728/2018 também orienta o padrão executivo dos passeios, admitindo materiais como blocos de concreto intertravados, placas pré-moldadas e concreto moldado *in loco* com juntas de dilatação, desde que preservadas condições adequadas de acessibilidade, aderência e segurança ao pedestre (Jaraguá do Sul, 2018b). Para fins de viabilidade preliminar, essa definição deve ser tratada como parâmetro de quantificação e custo, pois a escolha do material interfere diretamente no orçamento das calçadas e na composição global dos serviços de pavimentação do empreendimento.

Paralelamente, o Decreto Municipal nº 12.806/2019 atualizou as alternativas admitidas para a pavimentação viária, oficializando a aplicação de lajotas sextavadas, Pavimento Urbano de Concreto (PUC) e pavimento asfáltico tradicional (Jaraguá do Sul, 2019). Dessa forma, a definição do arruamento não se encerra na largura das caixas viárias, pois também envolve a escolha preliminar dos materiais que servirão de base para os quantitativos, os custos de implantação e a compatibilização com as demais infraestruturas do loteamento.

Portanto, definidos os parâmetros de vias, o projeto urbanístico deve avançar para a alocação dos demais espaços públicos obrigatórios, cuja destinação reduz a área comercializável e condiciona a configuração final da gleba. Assim, a análise do arruamento conduz à avaliação das áreas institucionais, áreas verdes e demais

parcelas de uso público que deverão ser incorporadas ao patrimônio municipal no processo de aprovação do loteamento (Rodrigues, 2026; MPSC, 2010; 2015).

2.2.4.4. Parâmetros das áreas de doação obrigatória

A implantação de loteamentos exige a destinação de parcelas da gleba ao domínio público, especialmente para sistema viário, espaços livres de uso público e equipamentos urbanos ou comunitários, em proporção compatível com a densidade de ocupação prevista pelo planejamento municipal (Silva, 2023). Embora a Lei Federal nº 6.766/1979 estabeleça essa obrigatoriedade estrutural, a definição dos percentuais aplicáveis é remetida à legislação municipal, permitindo que cada município ajuste as exigências às suas diretrizes de expansão urbana, às carências demográficas regionais e à capacidade de atendimento dos serviços públicos (Brasil, 1979).

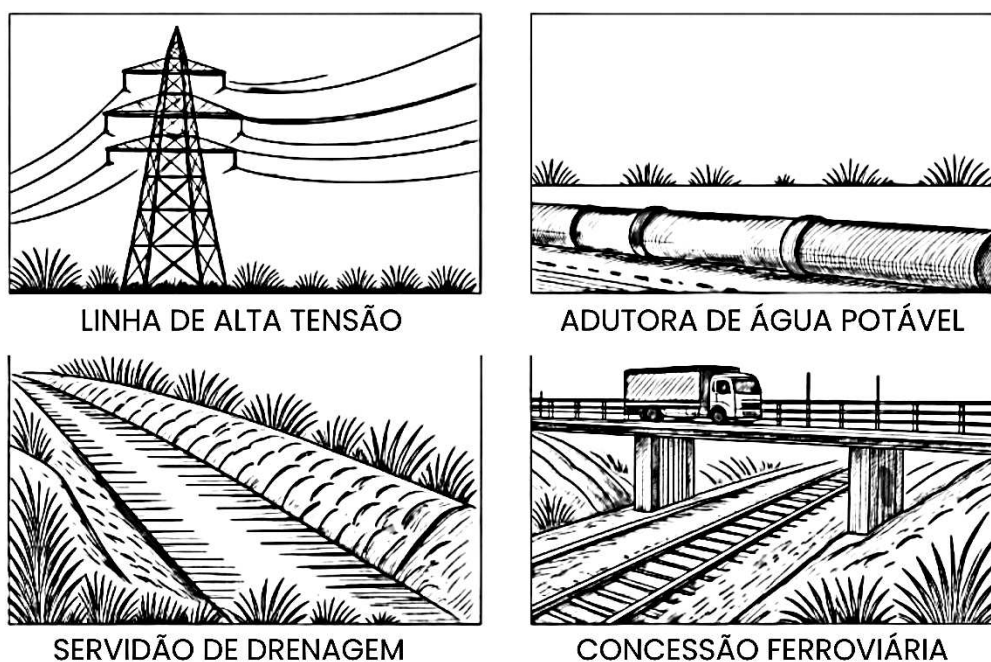
Nesse tema, Jaraguá do Sul institui pela Lei nº 1.767/1993 que esse fracionamento deve contemplar, no mínimo, 35% de toda a área submetida ao projeto de parcelamento. Apesar do expressivo montante territorial exigido, esse cálculo computa simultaneamente as áreas destinadas ao arruamento e às faixas de servidão, mantendo como exigência específica apenas a destinação de 5% da área parcelada para lote institucional contínuo (Jaraguá do Sul, 1993).

Além do percentual global de áreas públicas, a legislação municipal também disciplina a composição dos espaços livres de uso público e dos equipamentos comunitários, evitando que a exigência legal seja atendida por parcelas dispersas, residuais ou de baixa funcionalidade urbanística. Nesse sentido, a Lei nº 1.767/1993 determina que essas áreas devem observar localização preferencial, contiguidade quando possível e vedação à soma de parcelas menores separadas, salvo casos com deliberação específica do Conselho Municipal de Mobilidade Urbana (COMURB).

Art. 7. § 3º - A percentagem de áreas destinadas a espaços livres de uso público e implantação de equipamentos comunitários não poderá ser inferior a 5% (cinco por cento) da área parcelada [...] a) tais áreas serão, preferencialmente, circundadas por vias e localizadas em posição central no parcelamento, quando destinadas a praças e parques e ao lazer; b) tratando-se de outra área de mesma natureza em parcelamentos adjacentes, ambas serão localizadas de forma a que fiquem contíguas, quando possível; c) no mesmo parcelamento, não será permitida a soma de parcelas menores separadas para compor as citadas áreas, devendo as mesmas serem únicas; [...] e) as exceções ao disposto nas alíneas "a", "b" e "c" deste parágrafo serão objeto de deliberação do COMURB. (Jaraguá do Sul, 1993, Art. 7º).

Além dos espaços destinados aos equipamentos urbanos e comunitários, determinadas glebas também podem ser atravessadas por restrições lineares associadas a servidões de drenagem, dutovias, ferrovias, rodovias, redes de alta tensão ou outras faixas, impondo Faixas Não Edificáveis (FNEs) destinadas à segurança operacional, à manutenção de artefatos e equipamentos e à proteção de infraestruturas existentes ou projetadas (Brasil, 1979; Jaraguá do Sul, 1993). A Figura 16 sintetiza exemplos desses dispositivos lineares e evidencia que sua incidência deve ser considerada ainda na concepção urbanística, pois tais faixas podem reduzir a área comercializável, fragmentar quadras, alterar o traçado viário e interferir nos quantitativos de infraestrutura do empreendimento.

Figura 16 – Exemplos de dispositivos lineares para FNEs



Fonte: elaborado pelo autor com elementos gráficos da biblioteca Canva (2026)

Do ponto de vista técnico, a incorporação obrigatória de FNEs operacionais representam mais uma subtração de área útil comercializável da gleba efetivamente produtiva. Somado a esse impacto financeiro no Valor Geral de Vendas (VGV), ainda existe uma considerável divergência técnica quanto à largura mínima marginal exigida para certas servidões hidrossanitárias, gerando impasses interpretativos que frequentemente atrasam o processo de aprovação dos projetos junto aos órgãos competentes (Brasil, 1979; Jaraguá do Sul, 1993; Machado, 2013).

Em síntese, a definição do projeto urbanístico somente se torna consistente após a compatibilização das áreas públicas obrigatórias, faixas não edificáveis, eventuais estudos de impacto e demais gravames incidentes sobre a gleba. Superada essa etapa, obtém-se uma estimativa mais precisa da área útil parcelável, que ainda deverá ser confrontada com a topografia local e com as movimentações de terra, resultantes do projeto de terraplenagem, necessárias à implantação física do empreendimento (Mascaró, 2003).

2.3. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Em obras civis, a terraplenagem constitui uma das primeiras etapas executivas do empreendimento, sucedendo os serviços preliminares de limpeza, decapagem superficial e locação básica, e antecedendo as frentes de infraestrutura e pavimentação (Borges, 2013). Em termos operacionais, compreende intervenções de corte, aterro, transporte, compactação e conformação da superfície natural às cotas de implantação definidas em projeto, assumindo papel decisivo em parcelamentos de solo por consolidar tridimensionalmente o traçado urbanístico e suas restrições planialtimétricas (Corrêa, 2021; Mascaró, 2003).

Enquanto o projeto urbanístico organiza a gleba em planta, a terraplenagem define greides, patamares e transições entre vias e quadras, condicionando volumes de corte e aterro, cotas de drenagem, acessibilidade dos lotes, necessidade de expurgo de solos inadequados e produtividade física do parcelamento (Borges, 2013; Mascaró, 2003). Do ponto de vista técnico e econômico, um projeto adequado busca compatibilizar segurança, drenagem superficial e estabilidade geométrica com a menor intervenção possível, reduzindo movimentações excessivas, jazidas de empréstimo e bota-foras externos (Corrêa, 2021).

Nesse processo, o Diagrama de Brückner, ou diagrama de massas, auxilia a interpretar a compensação volumétrica entre cortes e aterros, enquanto parâmetros como empolamento e Distância Média de Transporte (DMT) permitem converter volumes geométricos em bases orçamentárias preliminares mais coerentes (Borges, 2013; Mattos, 2006; ABNT, 2015; 2025). Para que essa modelagem seja possível, torna-se necessária uma representação digital do terreno natural, construída a partir de levantamento planialtimétrico capaz de orientar a cadeia de projetos, volumes e custos dependentes da terraplenagem (Corrêa, 2021; Oliveira, 2002; Kraus, 2007).

2.3.1. Levantamento planialtimétrico

A modelagem do terreno natural em um Modelo Digital de Terreno (MDT) depende de um levantamento planialtimétrico capaz de representar adequadamente a região de interesse e seus entornos, incluindo faixas com restrições ambientais, linhas de drenagem, bordas da gleba e demais áreas que condicionem a implantação (Oliveira, 2002; Borges, 2013). Conforme os preceitos da NBR 13133:2021, essa abrangência é necessária porque a superfície projetada deve ser ancorada em referências altimétricas e geométricas compatíveis com a poligonal do imóvel original, servindo de base para o controle de compatibilidade com o entorno e para a estimativa preliminar de volumes de corte e aterro (ABNT, 2021).

O processamento computacional dos dados obtidos pode ocorrer por meio de uma Rede Triangular Irregular, do inglês *Triangulated Irregular Network* (TIN), na qual pontos cotados e linhas de quebra são conectados em uma malha de triângulos capaz de aproximar a continuidade da superfície natural. A partir dessa estrutura, se torna possível gerar curvas de nível, mapas de declividade e cálculos de volumes, desde que a nuvem de pontos original seja suficientemente representativa das feições relevantes do terreno (Oliveira, 2002).

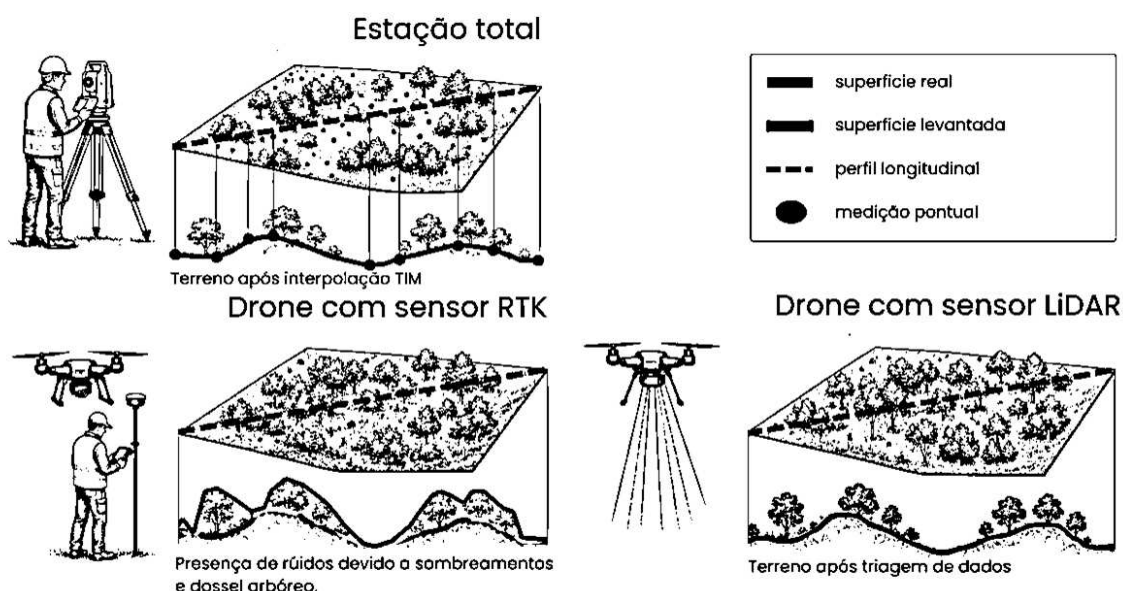
Como alternativa de maior produtividade espacial para os levantamentos planialtimétricos, a aerofotogrametria permite obter dados tridimensionais a partir de imagens sobrepostas e devidamente orientadas, podendo ser complementados por pontos de controle e posicionamento por Sistema Global de Navegação por Satélite, do inglês *Global Navigation Satellite System* (GNSS). (IBGE, 2017) Quando associado ao método *Real-Time Kinematic* (RTK), o GNSS pode reduzir a dependência de controle em solo, mas não elimina a necessidade de verificação, sobretudo em áreas com vegetação densa, sombreamento, baixa textura ou espelhos d'água, que podem prejudicar a reconstrução fotogramétrica do terreno (Oliveira, 2002; Kraus, 2007).

Em áreas com cobertura vegetal relevante ou necessidade de leitura do relevo sob dossel, o Perfilamento a Laser, usualmente denominado *Light Detection and Ranging* (LiDAR), constitui alternativa técnica importante por empregar sensor ativo e gerar nuvens de pontos densas. Sua utilização, porém, exige processamento, classificação e controle de qualidade dos dados, pois a separação entre pontos de

solo, copa vegetal, edificações e demais interferências é decisiva para que o modelo represente efetivamente o terreno natural (Kraus, 2007).

A Figura 17 sintetiza as principais diferenças práticas entre estação total tradicional, aerofotogrametria e LiDAR, evidenciando suas vantagens operacionais e limitações em função das condições *in situ* (Kraus, 2007). Essa comparação é relevante para estudos preliminares porque permite compreender a origem técnica dos modelos altimétricos disponíveis, cuja qualidade influencia a confiabilidade do MDT, a necessidade de filtragem em áreas vegetadas e a precisão esperada para estimativas de declividade, greide e volumes (Oliveira, 2002).

Figura 17 – Ilustração de diferentes tipos de levantamentos planialtimétricos



Fonte: elaborado pelo autor com elementos gráficos da biblioteca Canva (2026)

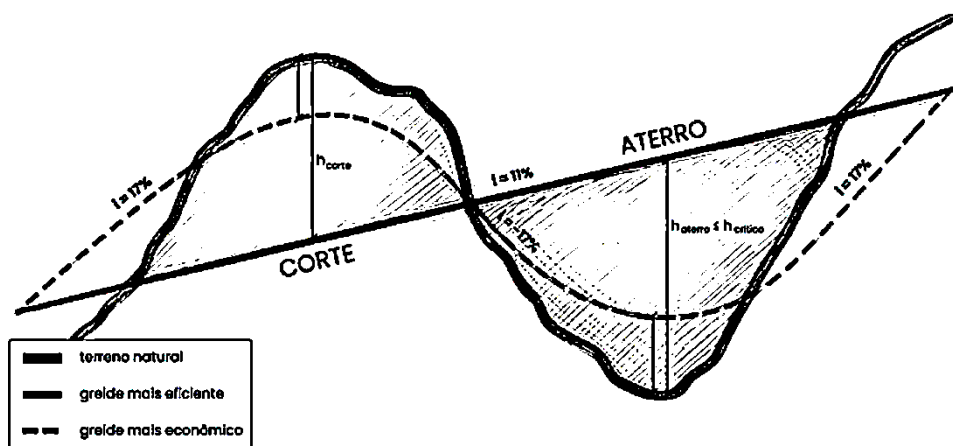
Para finalidades de anteprojeto, é admissível empregar modelos digitais disponibilizados por bases públicas, desde que a origem dos dados, o método de obtenção, a escala e as limitações de processamento sejam explicitadas no estudo (MPSC, 2015). No caso de Jaraguá do Sul, a disponibilidade de MDT, restituição aerofotogramétrica, curvas de nível e camadas associadas ao levantamento municipal de 2020 permite construir um modelo inicial para extrair perfis longitudinais, testar alternativas de greide viário e antecipar cenários de corte e aterro antes da definição dos parâmetros geométricos de cada rua (Jaraguá do Sul, 2020d).

2.3.2. Parâmetros do greide viário

Mediante o projeto urbanístico pré-concebido, a modelagem da terraplenagem tende a iniciar-se pelos eixos viários, extraindo-se o perfil longitudinal do terreno natural para, a partir dele, projetar o greide preliminar de cada rua. Esse greide deve compatibilizar cortes, aterros, drenagem superficial e funcionalidade estrutural da via, pois a rampa longitudinal da pista condiciona a trafegabilidade, a aprovação e os volumes de movimentação de solo (DNIT, 2010; Borges, 2013; Corrêa, 2021).

No município de Jaraguá do Sul, o Plano Municipal de Mobilidade Urbana (PlanMob) recomenda declividade longitudinal máxima de 17% para trechos de até 200 m, reduzindo esse limite para valores iguais ou inferiores a 11% em distâncias maiores, a fim de preservar a trafegabilidade e a segurança operacional do sistema viário local (Jaraguá do Sul, 2017). A Figura 18 sintetiza essa decisão de projeto ao comparar um greide ajustado ao terreno natural com uma alternativa mais regularizada, evidenciando que a primeira solução tende a reduzir volumes de corte e aterro, enquanto a segunda pode elevar custos de terraplenagem em troca de maior conforto operacional e melhor desempenho viário (DNIT, 2010; Mascaró, 2003).

Figura 18 – Diferentes alternativas de greide para vias



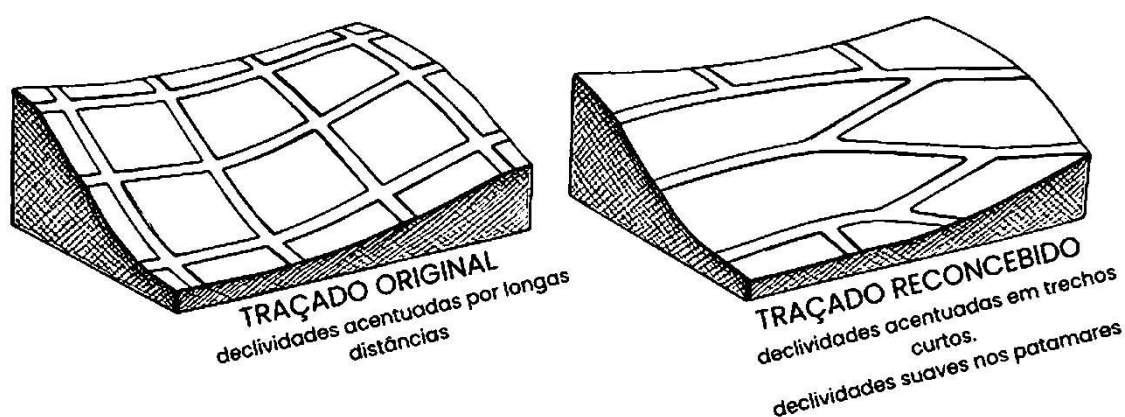
Fonte: autoria própria (2026).

Embora o traçado urbano possa acompanhar parcialmente o terreno natural, vias de maior hierarquia e rampas extensas tendem a exigir greides mais moderados e contínuos, pois as inclinações acentuadas dificultam a circulação de veículos, ampliam movimentações de terra e podem exigir soluções complementares de

estabilização e drenagem (Mascaró, 2003). Além disso, a escolha do perfil longitudinal deve ser compatibilizada com a segurança geotécnica dos taludes e aterros resultantes, uma vez que a altura máxima de aterro, a inclinação e o tipo de solo condicionam a estabilidade das superfícies conformadas e a necessidade de medidas adicionais de contenção ou suavização (DNIT, 2010; ABNT, 2025).

Em terrenos acidentados ou próximos aos limites de declividade admissíveis, torna-se recorrente a compatibilização geométrica do traçado urbanístico em função das exigências do greide viário. A Figura 19 sintetiza essa dinâmica ao demonstrar que o desenho em planta não pode ser dissociado da leitura topográfica, sendo recomendável que a concepção urbanística e a terraplenagem sejam desenvolvidas de forma paralela em glebas com relevo mais restritivo (Mascaró, 2003; DNIT, 2010).

Figura 19 – Representação da dinâmica urbanística e topográfica



Fonte: adaptado de Mascaró (2003, p. 117).

Para além do desempenho viário, a declividade do greide também influencia diretamente as redes de saneamento implantadas sob vias e calçadas, especialmente nos sistemas que operam predominantemente por gravidade. Em redes coletoras de esgoto e drenagem, os condutos funcionam em lâmina livre e dependem da continuidade do perfil longitudinal, fazendo com que mudanças significativas de direção, seção, vazão ou declividade exijam atenção especial na concepção dos trechos e de seus órgãos acessórios (ABNT, 1986b).

No caso da drenagem urbana, a ausência de declividade suficiente favorece empoçamentos e reduz a eficiência do escoamento superficial (Jaraguá do Sul, 2021),

enquanto o greide compatibilizado permite conduzir as águas pluviais com menor dependência de correções posteriores. Essa definição também gera ganho econômico direto para a rede por gravidade, pois reduz escavações profundas, elevatórias e soluções complementares de dissipação ou controle.

Após validadas as declividades máximas e mínimas, o projetista passa a dispor de greides preliminares aptos a orientar a estimativa de volumes de corte e aterro, bem como os ajustes de traçado necessários à viabilidade técnica e econômica do empreendimento. A etapa seguinte consiste em verificar como esses greides condicionam a conformação das quadras e dos lotes, pois a adequação do arruamento não garante, isoladamente, condições satisfatórias de uso e aproveitamento nas parcelas privadas (Mascaró, 2003; Borges, 2013).

2.3.3. Parâmetros de conformação dos lotes

Embora o greide viário forneça as cotas básicas para a conformação das quadras, a definição dos lotes exige critérios próprios de modelagem, pois cada parcela deve apresentar condições mínimas de acesso, drenagem, estabilidade e aproveitamento construtivo. Nesse sentido, a Lei Federal nº 6.766/1979 exige que o parcelamento urbano seja provido de infraestrutura básica, mas não impõe que os lotes sejam entregues integralmente nivelados, cabendo ao projeto de terraplenagem assegurar que sua implantação futura seja tecnicamente viável e compatível com o conjunto urbanístico (Brasil, 1979; Mascaró, 2003).

Diante disso, a caracterização geotécnica do terreno constitui uma verificação complementar relevante para orientar a modelagem da terraplenagem, especialmente quanto à capacidade de suporte das camadas naturais, ao comportamento dos aterros e à estabilidade das superfícies conformadas. Embora estudos preliminares nem sempre disponham de sondagens, a investigação por *Standard Penetration Test* (SPT) em etapas posteriores permitem avaliar camadas compressíveis, recalques potenciais e alturas críticas de aterro, reduzindo riscos de ruptura por sobrecarga ou deformações incompatíveis com o uso futuro dos lotes (ABNT, 2020a).

Além da capacidade de suporte, a conformação dos lotes também deve considerar a estabilidade de taludes e superfícies expostas, sobretudo em áreas de maior declividade natural ou em trechos submetidos à supressão vegetal e à ação

erosiva das chuvas. Em estudos preliminares, inclinações como 1V:2H podem ser utilizadas apenas como referência geométrica inicial para taludamento, devendo sua adoção final permanecer condicionada às características do solo, à altura do corte ou aterro e às verificações geotécnicas aplicáveis (DNIT, 2010).

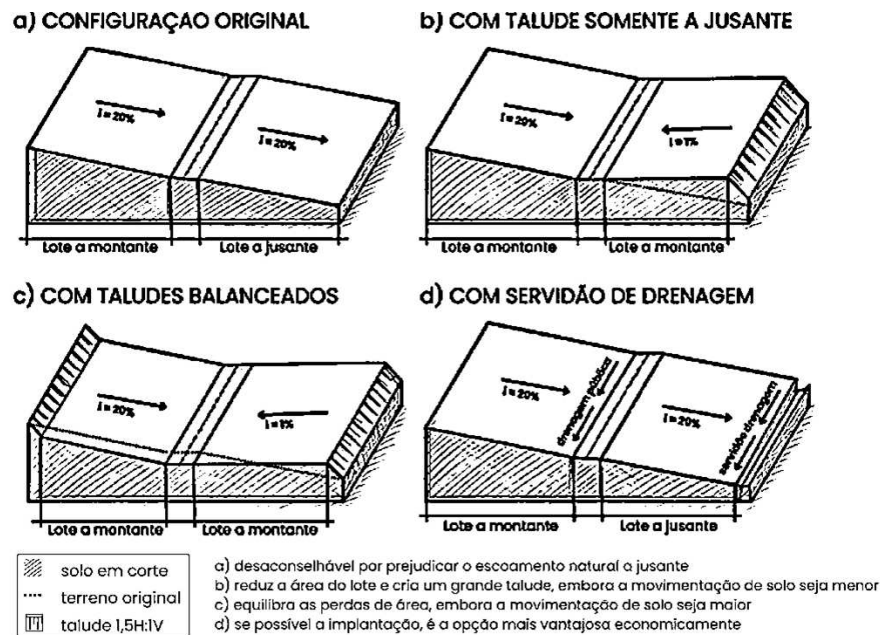
Todavia, a adoção de inclinações mais agressivas nem sempre favorece a usabilidade dos lotes, pois podem reduzir áreas planas, dificultar acessos, limitar a implantação das edificações futuras, ou, exigir obras complementares de contenção e estabilização do solo. No contexto jaraguense, a Lei nº 1.767/1993 restringe o parcelamento em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, admitindo-o apenas quando atendidas condições específicas de área mínima, taxa de ocupação, adaptação às curvas de nível, manutenção da cobertura vegetal e pavimentação do sistema viário (Jaraguá do Sul, 1993).

Nessas condições, o projetista pode adotar um limite-alvo de declividade para as parcelas e ajustar a terraplenagem para que os lotes permaneçam dentro de faixas compatíveis com o uso residencial pretendido. Quando essa compatibilização não se mostra viável apenas pela conformação interna dos lotes, podem ser necessários taludes externos às parcelas, alterações no greide viário ou ajustes no próprio desenho urbanístico, cabendo inclusive com a supressão de lotes (Mascaró, 2003) cuja implantação gere custos desproporcionais à sua receita potencial.

Integrada a essa dinâmica, a direção da declividade dos lotes também condiciona o manejo das águas superficiais, pois a Lei nº 1.767/1993 veda que qualquer forma de parcelamento prejudique o escoamento natural das águas na bacia hidrográfica correspondente. Dessa forma, o projeto deve compatibilizar as cotas dos lotes com vias, dispositivos públicos de drenagem e eventuais servidões técnicas, evitando lançamentos desordenados entre parcelas privadas ou para áreas de terceiros (Jaraguá do Sul, 1993; Diogo; Sciammarella, 2008).

A Figura 20 sintetiza diferentes alternativas de conformação topográfica pelo critério da drenagem, demonstrando como a direção das declividades pode induzir soluções distintas de taludamento, escoamento e aproveitamento dos lotes. Quando tecnicamente viável, a preservação de uma servidão de drenagem pode representar alternativa economicamente favorável por reduzir movimentações de terra, desde que sua implantação não comprometa de forma excessiva a área comercializável, a funcionalidade das quadras e a manutenção futura do sistema (Mascaró, 2003).

Figura 20 – Esquema de adaptações topográficas pelo critério da drenagem



Fonte: autoria própria (2026).

O esquema também demonstra que um projeto de terraplenagem bem concebido deve estar alinhado às premissas de drenagem urbana, especialmente quando houver necessidade de dispositivos superficiais, como valetas, canaletas ou faixas de escoamento a céu aberto. Além disso, em glebas sujeitas a inundações ou alagamentos, a conformação altimétrica deve considerar a segurança hidrológica do empreendimento e do entorno, conduzindo naturalmente à análise das condicionantes de macrodrenagem (Diogo; Sciammarella, 2008; Tucci, 1997).

2.3.4. Manejo da macrodrenagem

No que concerne ao manejo da macrodrenagem do parcelamento do solo, a Lei nº 1.767/1993 estabelece que a implantação de novos empreendimentos não deve prejudicar o escoamento natural das águas na bacia hidrográfica (Jaraguá do Sul, 1993). Essa diretriz é diretamente afetada pela terraplenagem, pois a alteração do relevo, a desproteção das superfícies e a supressão vegetal tendem a elevar o escoamento superficial, a produção de sedimentos e os impactos hidráulicos no sistema pluvial a jusante (Tucci, 1997; 2002).

O principal vetor desse impacto é a impermeabilização das superfícies, consolidada pela pavimentação do arruamento e pelas futuras edificações nos lotes, condição que eleva as vazões de cheia (Tucci, 1997; 2004). Para quantificar essa alteração, utiliza-se o coeficiente de escoamento superficial (C), ou *runoff*, parâmetro adimensional que relaciona o volume escoado ao volume precipitado e varia conforme a proporção de áreas permeáveis, impermeáveis e o tipo de cobertura, conforme sintetizado na Tabela 8 pelos parâmetros do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) municipal (Tucci, 2000; Jaraguá do Sul, 2021).

Tabela 8 – Valores sugeridos para coeficiente de escoamento superficial

Tipo de superfície	Valor recomendado (C)	Faixa de variação
Concreto, asfalto e telhado	0,95	0,90 – 0,95
Paralelepípedo	0,70	0,58 – 0,81
Blockets	0,78	0,70 – 0,89
Concreto e asfalto poroso	0,03	0,02 – 0,05
Solo compacto	0,66	0,59 – 0,79
Matas, parques e campos de esporte	0,10	0,05 – 0,20
Gramma em solo arenoso	0,10	0,08 – 0,18
Gramma em solo argiloso	0,20	0,15 – 0,30

Fonte: adaptado Jaraguá do Sul (2021, p. 36).

Conforme evidenciado na Tabela 8, superfícies praticamente impermeáveis, como pavimentações, apresentam coeficientes de escoamento próximos a 0,95, capazes de converter 95% da precipitação em escoamento superficial (Diogo; Sciammarella, 2008; Jaraguá do Sul, 2021). Além disso, para incorporar as futuras edificações dentro das parcelas privadas ao cálculo, recomenda-se considerar a impermeabilização potencial associada à taxa máxima de ocupação permitida pelo macrozoneamento, de modo a prever ampliações construtivas futuras e compatibilizar a drenagem com o uso admissível dos lotes (Tucci, 2000).

Em empreendimentos de parcelamento do solo, essa leitura não deve se limitar às redes de microdrenagem internas, pois a urbanização também interfere na macrodrenagem da bacia em que a gleba está inserida. Assim, além de coletar e

conduzir a água precipitada sobre ruas e lotes, o projeto deve avaliar se a ocupação prevista aumentará as vazões lançadas a jusante, exigindo dispositivos de controle capazes de amortecer o pico de cheia antes da descarga no corpo receptor ou no sistema público existente (Tucci, 2002; Jaraguá do Sul, 2021).

Para disciplinar essa mitigação, o PDDU de Jaraguá do Sul estabelece diretrizes para a seleção de medidas de controle de escoamento superficial de macrodrenagem, considerando a área de contribuição, a disponibilidade de espaço, a capacidade de infiltração do solo e a existência de exutório. Para áreas de contribuição superiores a 10 ha, o manejo deixa de depender de soluções distribuídas de pequena escala, como valas ou poços de infiltração, e passa a demandar dispositivos de armazenamento e amortecimento de maior porte (Jaraguá do Sul, 2021).

Dentre as alternativas estruturais, destacam-se as bacias de detenção e as bacias de retenção, ambas voltadas à redução dos impactos hidrológicos provocados pela urbanização. A bacia de detenção tem função de armazenar temporariamente o volume gerado por eventos críticos de chuva e o libera gradualmente através de drenos ou orifício regulador, permanecendo normalmente seca fora dos eventos chuvosos; a bacia de retenção, por sua vez, mantém lâmina permanente de água, assumindo comportamento mais próximo de reservatório úmido e exigindo maior controle paisagístico, sanitário e de segurança (Mata Lima *et al.*, 2006).

No caso do dimensionamento preliminar de bacias de detenção, o PDDU local apresenta formulação simplificada baseada na altura máxima da lâmina d'água necessária ao amortecimento do evento de projeto (Jaraguá do Sul, 2021). Essa formulação relaciona o Tempo de Retorno (TR) adotado, o coeficiente de escoamento superficial (C) da área contribuinte e a vazão específica de saída permitida, conforme a Equação 9 abaixo:

$$H_{\max} = \left(5,94 \cdot \sqrt{C} \cdot TR^{0,093} - 0,59 \cdot \sqrt{q_s} \right)^2 \quad (9)$$

Onde:

$H_{\max}$ = altura máxima da lâmina d'água de dimensionamento (mm);

C = coeficiente de escoamento superficial;

TR = tempo de retorno do evento de projeto (anos);

q_s = vazão de saída específica da medida de controle (mm/h).

A partir da lâmina obtida, o volume mínimo de retenção pode ser estimado pela relação direta entre a altura de armazenamento e a área de contribuição da bacia. Para uso com áreas expressas em metros quadrados, a conversão da lâmina de milímetros para metros permite calcular o volume pela Equação 10:

$$V_{\min} = \frac{H_{\max}}{1000} \cdot A \quad (10)$$

Onde:

$V_{\min}$ = volume mínimo de retenção (m^3);

$H_{\max}$ = altura máxima da lâmina d'água de dimensionamento (mm);

A = área de contribuição considerada para o empreendimento (m^2).

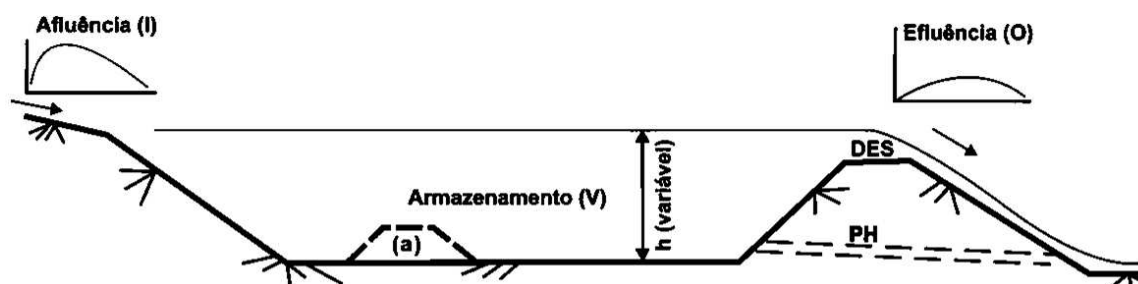
O tempo de retorno adotado no dimensionamento representa o nível de segurança hidrológica pretendido para o dispositivo e deve ser compatível com o tipo de ocupação e com a escala da macrodrenagem analisada. No caso do PDDU de Jaraguá do Sul, os critérios de macrodrenagem para áreas residenciais e comerciais indicam intervalos de tempo de retorno superiores aos usualmente empregados na microdrenagem, podendo alcançar valores da ordem de 20 a 50 anos, conforme a finalidade e a criticidade do sistema (Jaraguá do Sul, 2021).

Outro parâmetro relevante é a vazão de saída específica, que representa o limite de descarga admitido para a medida de controle. Em soluções com dreno regulador, essa vazão pode ser associada à condição de pré-ocupação, de modo que o empreendimento urbanizado não lance a jusante vazões superiores às aquelas compatíveis com a situação anterior à implantação, preservando o equilíbrio hidráulico global da bacia (Tucci, 2002; Jaraguá do Sul, 2021).

Embora na perspectiva da produtividade espacial, a implantação desses reservatórios volumosos tende a onerar o orçamento direto e a consumir porções da gleba que passam a assumir função hidráulica específica, reduzindo uma fração da área útil comercializável do empreendimento (Diogo; Sciammarella, 2008). Como contramedida a essa perda de produtividade, o planejamento urbano indica a compatibilização das áreas destinadas a bacias de amortecimento com espaços livres de uso público, de modo a integrar a função hidráulica do dispositivo à organização urbanística da gleba (Jaraguá do Sul, 2021).

A visualização da Figura 21 esquematiza o funcionamento hidráulico de uma bacia de detenção convencional, enquanto a Figura 22 exemplifica a sua integração otimizada com as áreas destinadas ao uso comum. Essa modelagem paisagística evidencia a possibilidade prática de associar o amortecimento estrutural das cheias e o aproveitamento coletivo dos espaços livres, mitigando o aspecto puramente utilitário das grandes obras de macrodrenagem (Mata Lima *et al.*, 2006; Mascaró, 2003).

Figura 21 – Esquema uma bacia de detenção



LEGENDA:

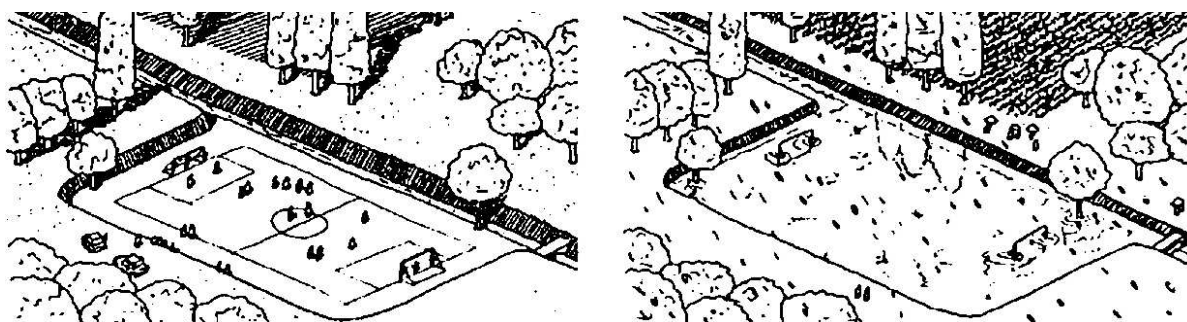
(a) - barreira transversal para limitar a deposição de sedimentos a uma área restrita (uso facultativo).

DSE - Descarregador de soleira espessa.

PH - Passagem hidráulica (descarregador em orifício circular).

Fonte: Mata Lima *et al.* (2006, p. 104).

Figura 22 – Esquema uma bacia de retenção com área de uso comum



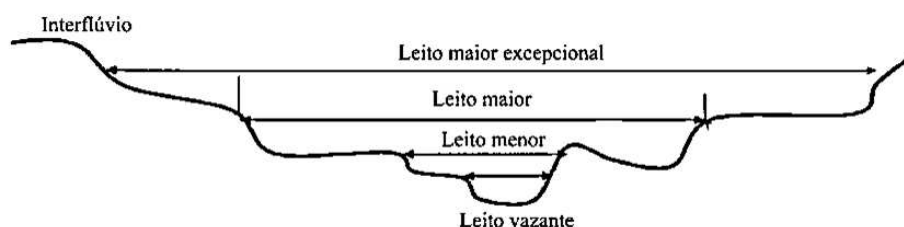
Fonte: adaptado de Mascaró (2003, p. 180).

A multifuncionalidade desses espaços tende a elevar a eficiência global do parcelamento, ao permitir que uma mesma porção da gleba cumpra simultaneamente funções hidrológicas e urbanísticas, podendo ser associada às áreas verdes e espaços livres previstos na legislação municipal. Ademais, o tratamento paisagístico desses dispositivos híbridos qualifica o entorno imediato do empreendimento, convertendo uma exigência técnica de infraestrutura em elemento de amenização

espacial e atratividade local, desde que atendidos os critérios hidráulicos e urbanísticos aplicáveis (Jaraguá do Sul, 2021; Tucci, 2002).

Todavia, além do escoamento superficial gerado internamente, quando o empreendimento faz divisa com um corpo hídrico, é fundamental considerar que este atua como ponto de convergência da bacia hidrográfica a montante, estando naturalmente suscetível a extravasamentos em eventos de precipitação extrema. A Figura 23 ilustra esse comportamento ao representar a elevação do nível d'água na calha principal e a consequente ocupação da planície de inundação adjacente (Diogo; Sciammarella, 2008; Tucci, 2002).

Figura 23 – Ilustração de uma planície de inundação típica



Fonte: adaptado de Oliveira e Miguez (2019, p. 13).

Frente a essa configuração, a concepção da terraplenagem deve ser precedida pela delimitação das áreas alagáveis e pela definição de cotas de implantação de aterros associadas a um tempo de retorno compatível com o nível de proteção exigido pelo PDDU. Para fins de segurança estrutural e habitacional, a modelagem deve posicionar os futuros arruamentos e os platôs dos lotes acima da cota de inundação adotada em projeto, resguardando a ocupação frente a eventos extremos (Diogo; Sciammarella, 2008; Jaraguá do Sul, 2021).

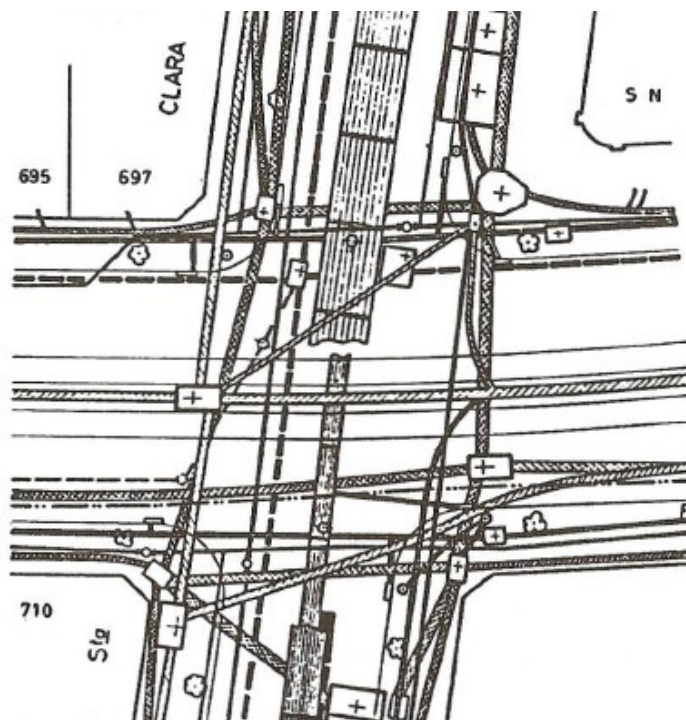
Após o projeto de terraplenagem contemplar de maneira integrada todos os condicionantes urbanísticos, geométricos, geotécnicos e hidrológicos da gleba, torna-se plenamente possível a consolidação da modelagem definitiva do terreno e a apuração analítica das estimativas de movimentação de solo (Corrêa, 2021). Superada essa etapa de adequação topográfica, a lente de estudo da cadeia produtiva volta-se para os projetos de infraestrutura, cujas concepções visam capacitar o empreendimento e dotá-lo dos serviços públicos essenciais para a qualidade de vida e a consequente aprovação legal.

2.4. PROJETOS DE INFRAESTRUTURA

No contexto técnico de um parcelamento de solo urbano, a infraestrutura corresponde ao conjunto de sistemas que viabilizam a implantação física do empreendimento e a habitabilidade dos lotes, abrangendo a terraplenagem e as redes enterradas ou posicionadas abaixo da cota final de pavimentação (Mascaró, 2003). Em contraposição, os elementos executados acima dessa plataforma, como pavimentos, passeios, sinalização e dispositivos superficiais de acabamento, tendem a compor o que se convencionou como superestrutura (ABNT, 2017b).

Para garantir essa coerência, a concepção das infraestruturas deve ocorrer de forma integrada à terraplenagem previamente modelada, pois as cotas finais do terreno condicionam as profundidades, os recobrimentos, as declividades e pontos passíveis de interferência entre redes subterrâneas. A Figura 24 evidencia, em planta, como sistemas de drenagem, esgoto sanitário, abastecimento de água, energia e comunicação ocupam simultaneamente o subsolo, exigindo organização espacial para evitar conflitos entre traçados, faixas técnicas e padrões executivos das concessionárias municipais (Mascaró; Yoshinaga, 2005; Mascaró, 2003).

Figura 24 – Vista em planta de várias infraestruturas urbanas



Fonte: Mascaró (2003, p. 82).

A leitura da Figura 24 também constata que a infraestrutura não deve ser concebida como uma soma isolada de várias redes, mas como um conjunto técnico interdependente, no qual a posição de cada sistema interfere na viabilidade construtiva e na manutenção futura. Corroborando essa diretriz, Mascaró (2003) destaca que as redes devem permanecer preferencialmente próximas às edificações e localizadas nas calçadas, reduzindo intervenções posteriores no pavimento viário, cujas manutenções representam um custo expressivo.

Entretanto, embora a compatibilização espacial completa pertença ao escopo dos projetos executivos, o anteprojeto paramétrico deve representar os traçados em planta com coerência suficiente para evitar sobreposições evidentes entre redes, dispositivos e pontos de interligação (Mascaró, 2003). Por isso, sua concepção deve seguir a mesma hierarquia lógica do detalhamento executivo, priorizando a microdrenagem, depois a rede de coleta de efluentes e, por fim, a rede pressurizada abastecimento de água, partindo dos sistemas mais rígidos em declividade, diâmetro e cotas para aqueles de maior flexibilidade planialtimétrica dependerem menos da gravidade (Diogo; Sciammarella, 2008; ABNT, 1986b; 2017a).

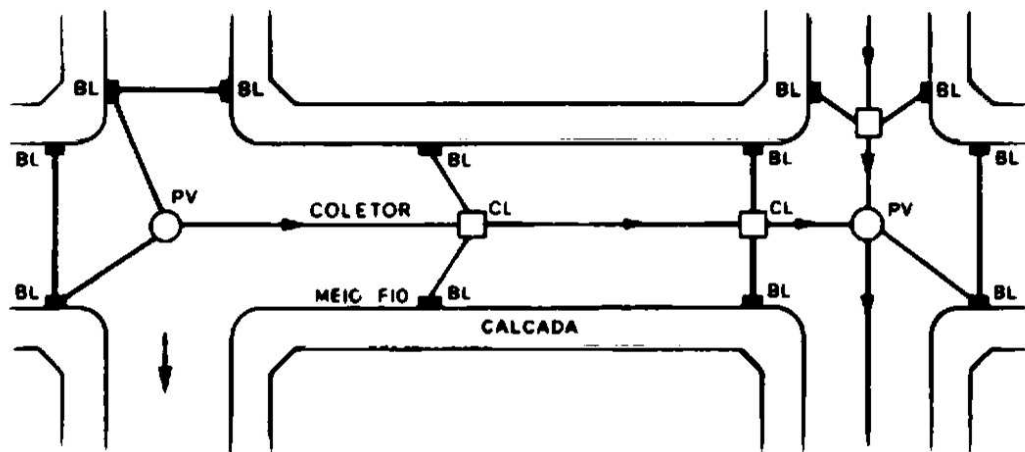
2.4.1. Rede de microdrenagem

Inserida no contexto global do empreendimento previamente dimensionado na macrodrenagem, a rede de microdrenagem atua em escala reduzida, sendo composta pelo conjunto de dispositivos superficiais e subterrâneos responsáveis pela captação e condução do escoamento pluvial das parcelas e arruamentos até a rede principal. A gestão hídrica nesta etapa obedece aos princípios hidrológicos de escoamento superficial, tempo de retorno e tempo de concentração, porém aplicados às microbacias de contribuição delimitadas pelo posicionamento dos pontos de captação e dos nós do sistema, como bocas de lobo, poços de visita e caixas de ligação (Jaraguá do Sul, 2021; Diogo; Sciammarella, 2008).

Conforme ilustrado nas Figuras 25 e 26, a rede de microdrenagem articula dispositivos superficiais e subterrâneos para captar, conduzir e permitir a manutenção do escoamento pluvial gerado sobre vias, calçadas e parcelas urbanizadas. As bocas de lobo recebem as águas direcionadas pelo abaulamento transversal do pavimento e pelas sarjetas, enquanto os poços de visita (PV) e as caixas de ligação ou passagem

(CL) funcionam como nós estruturais em mudanças de direção, declividade, diâmetro, entroncamentos e demais pontos necessários à inspeção e manutenção operacional da rede (Jaraguá do Sul, 2021; Diogo; Sciammarella, 2008).

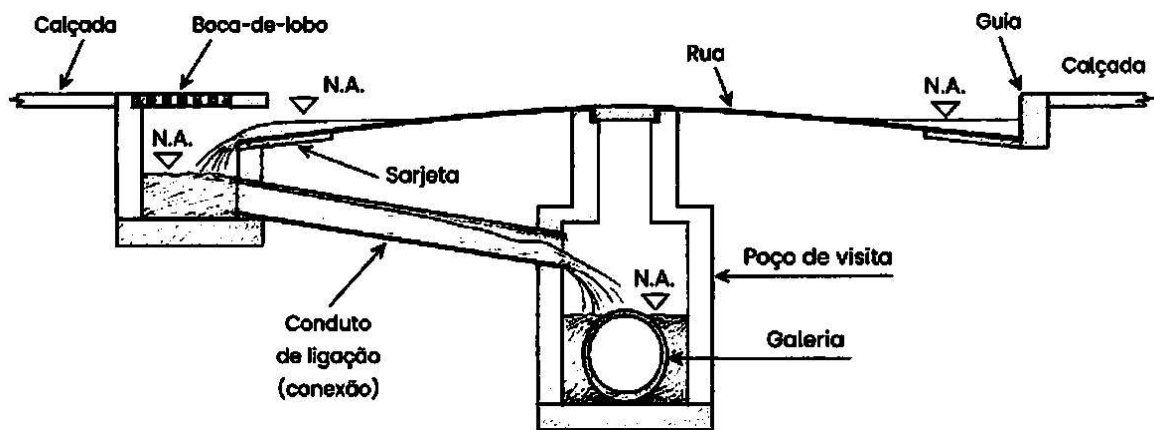
Figura 25 – Vista em planta do funcionamento de uma rede de microdrenagem



(BL) boca de lobo; (PV) poço de visitação; (CL) caixa de ligação/passagem.

Fonte: adaptado de Tucci (1997, p. 829).

Figura 26 – Vista em corte do funcionamento de uma rede de microdrenagem



Fonte: adaptado de Diogo e Sciammarella (2008, p. 98).

No anteprojeto paramétrico, a função dessa rede é representar traçados preliminares, dispositivos principais, pontos de interligação e parâmetros mínimos capazes de orientar quantitativos de tubulação e dos respectivos elementos distribuídos ao longo da rede. Essa abordagem é compatível com o orçamento preliminar, pois transforma soluções técnicas ainda não executivas em parâmetros

físicos mensuráveis, reduzindo a incerteza da estimativa sem exigir o detalhamento completo do projeto final (Mattos, 2006; Goldman, 2005).

Sistematizando essas premissas, os principais parâmetros de concepção e verificação de uma rede pública de microdrenagem podem ser sintetizados na Tabela 9. Ainda que determinadas soluções sejam ajustadas conforme o contexto local da obra, o padrão de referência municipal permanece vinculado às diretrizes do PDDU e às normas técnicas aplicáveis, servindo como base para aprovação, compatibilização espacial e orçamento preliminar da infraestrutura (Jaraguá do Sul, 2021; ABNT, 2020).

Tabela 9 – Resumo das diretrizes de microdrenagem urbana

Parâmetro Técnico	Valores de Referência	Referência
Recobrimento mínimo	0,60 a 1,40 m ⁱ	Diogo; Sciammarella (2008)
Declividade das galerias	> 0,50%; T > 2 Pa	Jaraguá do Sul (2021)
Velocidade do fluxo	0,75m/s a 7,00m/s ⁱⁱ	Jaraguá do Sul (2021)
Lâmina d'água (Y/D)	< 80%	Jaraguá do Sul (2021)
Diâmetro nominal circular	400mm a 2.000mm	Jaraguá do Sul (2021)
Distanciamento máximo de BLs	< 40m	Jaraguá do Sul (2021)
Distanciamento máximo de PVs	< 120m ⁱⁱⁱ	Jaraguá do Sul (2021)
Conexões por PV	< 4	Jaraguá do Sul (2021)

i) varia conforme DN nominal e material da galeria; ii) máximo recomendável é 5,00m/s; iii) depende do DN da galeria;

Fonte: indicada.

Superada a parametrização preliminar da microdrenagem pluvial, a análise das infraestruturas avança para a concepção da rede coletora de efluentes sanitários. Embora esse sistema também opere por gravidade, sua configuração difere da drenagem por empregar tubulações de menores diâmetros, órgãos acessórios próprios e critérios específicos de autolimpeza, inspeção e transporte de vazões sanitárias (Alem Sobrinho; Tsutiya, 1999; Jaraguá do Sul, 2021).

2.4.2. Rede de coleta de efluentes

A rede de coleta de efluentes, inserida no sistema de esgotamento sanitário separador, corresponde ao conjunto de condutos, instalações e dispositivos destinados a coletar, afastar e encaminhar os esgotos gerados pela ocupação urbana até uma disposição final tecnicamente adequada. Nessa concepção, o esgoto sanitário abrange os despejos domésticos e industriais admissíveis, as águas de infiltração e as contribuições pluviais parasitárias inevitavelmente absorvidas pela rede subterrânea, exigindo uma operação contínua, higienicamente segura e distinta da microdrenagem pluvial (ABNT, 1986a).

O funcionamento dessas redes deve ser concebido predominantemente em lâmina livre, aproveitando a declividade do terreno para conduzir os efluentes por gravidade, dos lotes aos coletores e aos pontos de concentração da bacia de esgotamento. Essa lógica torna o traçado sensível ao greide viário e às cotas de implantação do parcelamento, reservando soluções pressurizadas, como linhas de recalque e estações elevatórias de esgoto, a situações em que a topografia impede a continuidade gravitacional do sistema (Alem Sobrinho; Tsutiya, 1999).

Apesar de sua relevância sanitária, a coleta de efluentes apresentou historicamente cobertura limitada no Brasil (Alem Sobrinho; Tsutiya, 1999), com redes públicas de esgoto atendendo 56,0% da população total brasileira em 2022 e tratamento de apenas 52,2% do esgoto gerado (SNIS, 2023). Esse déficit reforça a necessidade de verificar a disponibilidade efetiva do sistema público antes da aprovação de novos parcelamentos, ainda que o marco legal do saneamento tenha fixado metas nacionais de universalização para abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto até 2033, posteriormente incorporadas ao planejamento municipal de Jaraguá do Sul (Brasil, 2020).

Para o município de Jaraguá do Sul, o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) atua como autarquia responsável pela análise, aprovação e fiscalização dos projetos hidrossanitários vinculados a edificações e parcelamentos do solo. Para novos empreendimentos, a rede coletora deve ser previamente aprovada e executada com recursos do loteador, enquanto áreas sem sistema público disponível exigem solução provisória coletiva, como fossa séptica e filtro anaeróbio, até que a futura interligação se torne viável (SAMAE, 2025).

No anteprojeto paramétrico, a estimativa preliminar das contribuições deve considerar tanto a população futura de saturação quanto o cenário inicial de baixa ocupação, pois a rede implantada tende a permanecer em operação ao longo de futuras subdivisões, adensamentos e expansões da mesma bacia de esgotamento. Dessa forma, a concepção deve compatibilizar a capacidade final atendível com as condições mínimas de autolimpeza na fase inicial, reservando ao projeto executivo a verificação trecho a trecho de vazões, declividades, lâminas d'água e dispositivos de inspeção (ABNT, 1986b; Alem Sobrinho; Tsutiya, 1999).

Na representação preliminar da rede coletora, os órgãos acessórios devem ser tratados como elementos estruturais do traçado, pois condicionam a inspeção, a limpeza, a manutenção e eventuais mudanças de direção, declividade, material ou diâmetro. Nesse conjunto, destacam-se os Terminais de Inspeção e Limpeza (TIL), os Terminais de Limpeza (TL), poços de visita (PV), além de unidades complementares como Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) quando houver afundamento da rede, e quando não existir atendimento público imediato, soluções provisórias de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) (ABNT, 1986b; SAMAE, 2025).

Para fins de viabilidade, essas premissas permitem representar em planta os traçados preliminares, os pontos de interligação, os dispositivos principais e os parâmetros mínimos de tubulação, sem antecipar o dimensionamento executivo da rede. No padrão local, as diretrizes aplicáveis ao anteprojeto podem ser sintetizadas na Tabela 10, incluindo diâmetros mínimos, declividades, tensão trativa e distância entre dispositivos (SAMAE, 2025; ABNT, 1986b).

Tabela 10 – Resumo das diretrizes de rede coletora de efluentes

Parâmetro Técnico	Valores de Referência	Referência
Diâmetro da rede coletora	> 0,15m ⁱ	SAMAE (2025)
Diâmetro das ligações prediais	0,10m	SAMAE (2025)
Declividades das tubulações	> 0,53%; T > 1 Pa	SAMAE (2025)
Distância máxima entre TILs e TLs	≤ 100 m ⁱⁱ	SAMAE (2025)

(i) em situações usuais; (ii) distância associada ao alcance operacional de 50m do robô de desobstrução.

Fonte: indicada.

Com a consolidação preliminar da rede coletora de efluentes, a rede de abastecimento de água constitui a etapa seguinte na sequência dos projetos hidrossanitários. Diferentemente da microdrenagem e do esgotamento sanitário, esse sistema não opera como rede coletora em lâmina livre, mas como rede de fornecimento pressurizada, organizada a partir dos pontos de alimentação disponíveis e menos condicionada à declividade contínua, à profundidade progressiva e à convergência gravitacional dos condutos (ABNT, 2017a; SAMAE, 2025).

2.4.3. Rede de abastecimento de água

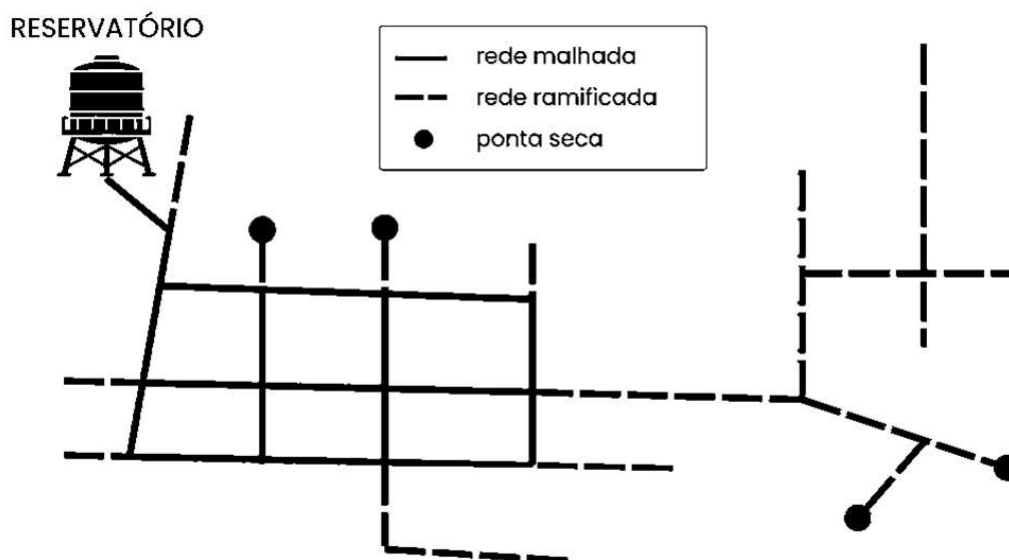
Completando o conjunto de infraestruturas hidrossanitárias vinculadas à habitabilidade dos lotes, a rede de abastecimento de água viabiliza o fornecimento regular de água potável entre o sistema público existente e as futuras ligações prediais. Diferentemente das redes por gravidade, esse sistema opera de forma pressurizada, exigindo condições adequadas de segurança, qualidade, regularidade, continuidade e controle de pressões máximas e mínimas para preservar a potabilidade da água e reduzir riscos operacionais entre o trajeto da estação de tratamento de água até o consumidor final (Brasil, 2020; ABNT, 2017a).

Em termos de modelagem, a rede de água apresenta maior flexibilidade geométrica que as redes gravitacionais, pois seu traçado não precisa acompanhar continuamente a declividade natural do terreno, manter profundidades crescentes de jusante ou incorporar dispositivos recorrentes de inspeção e limpeza. Contudo, essa flexibilidade é compensada pela necessidade de atender pressões mínimas e máximas, usualmente expressas em metros de coluna d'água (m.c.a.), além de prever diâmetros, materiais, recobrimentos, hidrantes, afastamentos em relação ao esgoto e eventuais dispositivos de controle compatíveis com as diretrizes da concessionária municipal (Azevedo Netto; Fernández, 2018; ABNT, 2017a).

Quanto à concepção em planta, sua vazão se distribui a partir dos pontos de alimentação conectados ao sistema público municipal, podendo assumir configuração ramificada, quando o atendimento ocorre por prolongamentos sucessivos em circuito aberto, ou malhada, quando as tubulações formam circuitos fechados. A Figura 27 sintetiza essa diferença, evidenciando que redes ramificadas tendem a ser mais simples e econômicas em extensão, enquanto redes malhadas favorecem

continuidade operacional, manobrabilidade e redução de pontas secas, salvo a complexidade de dimensioná-las (ABNT, 2017a; Azevedo Netto; Fernández, 2018).

Figura 27 – Esquema de redes de abastecimento malhadas e ramificadas



Fonte: autoria própria (2026).

Na estimativa preliminar das vazões de abastecimento, a lógica parte dos mesmos fundamentos populacionais adotados para a rede de coleta de efluentes, relacionando quantidade de lotes, população de projeto, consumo unitário esperado e eventuais coeficientes de variação de demanda, porém sem aplicar o coeficiente de retorno utilizado para estimar a contribuição de esgoto doméstico. Assim, cada lote passa a representar uma unidade de demanda conectada à rede pública por ligação predial e instrumento de medição, exigindo que o anteprojeto considere a capacidade de atendimento, as pressões disponíveis nos pontos críticos e as perdas de carga acumuladas ao longo dos trechos principais (Brasil, 2020; ABNT, 1992; ABNT, 2017a).

Para garantir conformidade, a concepção da rede de abastecimento de água deve ser compatibilizada com as diretrizes do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Jaraguá do Sul (SAMAEE), responsável pela análise, aprovação, vistoria e interligação dos sistemas hidrossanitários ao sistema público municipal. Para fins de anteprojeto paramétrico, os critérios mínimos aplicáveis podem ser sintetizados conforme a Tabela 11, permitindo representar o traçado preliminar com parâmetros locais de diâmetro, material, pressão, recobrimento, hidrantes, afastamentos,

dispositivos de descarga e tipo de circuito, sem necessidade de antecipação do dimensionamento executivo da rede (SAMAE, 2025).

Tabela 11 – Resumo das diretrizes da rede de abastecimento de água

Parâmetro Técnico	Valores de Referência	Referência
Pressão dinâmica	≥ 15 m.c.a.	SAMAE (2025)
Pressão estática	≤ 50 m.c.a.	SAMAE (2025)
Diâmetro (PVC PBA)	$> DN\ 50$; DE 60 mm	SAMAE (2025)
Diâmetro (PEAD)	$> DE\ 63\ mm^i$	SAMAE (2025)
Recobrimento	$> 0,60$ m passeio; $> 0,90$ m na rua.	SAMAE (2025)
Afastamento da rede de esgoto	$\geq 1,00$ m, em faces opostas da vala	SAMAE (2025)
Hidrantes urbanos	DN ≥ 150 mm; raio de cobertura = 2.500 m	SAMAE (2025)
Tipo de circuito	Fechado, sem pontas ⁱⁱ	SAMAE (2025)

(i) em PEAD, a SAMAE padroniza os diâmetros DE 63 e 110 mm; (ii) em redes unilaterais deve ser prevista descarga.

Fonte: indicada.

Com a calibração dessa concepção preliminar da rede de abastecimento de água, encerra-se o fluxo das disciplinas hidrossanitárias que compõem a infraestrutura urbana primária do parcelamento. Superada essa etapa, o escopo preliminar passa aos projetos de superestrutura, que complementam a implantação física do parcelamento (SAMAE, 2025; ABNT, 2017a) e permitem consolidar os quantitativos faltantes à análise econômico-financeira posterior (Mattos, 2006).

2.5. PROJETOS DE SUPERESTRUTURA

Após a definição da terraplenagem e das redes enterradas de infraestrutura, os projetos de superestrutura passam a compreender os elementos que consolidam o acabamento físico e operacional do empreendimento, incluindo pavimentação, sinalização viária, energia elétrica, iluminação pública e tratamento paisagístico. No escopo de um estudo de viabilidade, essas disciplinas não exigem detalhamento executivo integral, mas devem ser representadas por parâmetros suficientes para

estimar áreas, extensões, volumes, unidades e serviços complementares, permitindo que a implantação física seja convertida em orçamento preliminar e integrada ao fluxo de caixa do empreendimento (Mattos, 2006; Goldman, 2005).

Dentre esses componentes, a pavimentação tende a representar um dos itens de maior impacto orçamentário, pois seus quantitativos derivam diretamente da extensão do sistema viário, da largura das caixas de rolamento, da área dos passeios e das espessuras adotadas para cada camada (Mascaró, 2003). Por essa razão, a definição preliminar da pavimentação torna o orçamento particularmente sensível, pois pequenas variações nas espessuras adotadas para base, sub-base e revestimento, quando multiplicadas pela área viária projetada, podem propagar divergências relevantes entre o orçamento preliminar paramétrico e o orçamento analítico posterior (Goldman, 2005; Mattos, 2006; DNIT, 2006).

2.5.1. Pavimentação

A pavimentação constitui a etapa da superestrutura responsável por consolidar a superfície final do sistema viário sobre a plataforma conformada pela terraplenagem, garantindo rolamento, distribuição de esforços, proteção do subleito e integração com a drenagem superficial. Em termos técnicos, o pavimento é uma superestrutura composta por camadas de espessuras finitas, apoiadas sobre o subleito e constituídas por materiais com diferentes resistências e deformabilidades, cuja configuração responde às solicitações do tráfego, às condições do solo e às exigências técnico-econômicas da obra (DNIT, 2006; Gomes *et al.*, 2005).

Os pavimentos podem ser classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos, conforme o comportamento estrutural das camadas e a forma de distribuição das tensões ao subleito. Para fins de anteprojeto paramétrico em empreendimentos imobiliários horizontais, essa diferenciação é relevante para definir uma solução de referência que sirva de base à estimativa de áreas, volumes, espessuras, materiais e custos preliminares, sendo premissas que devem ser confirmadas posteriormente pelo projeto executivo (DNIT, 2006; Gomes *et al.*, 2005).

No contexto de vias locais, a solução de pavimentação deve equilibrar desempenho, disponibilidade executiva, manutenção, custo e compatibilidade com as diretrizes municipais aplicáveis. Embora o revestimento asfáltico sobre base granular

seja recorrente, soluções com lajotas, blocos intertravados ou concreto também podem ser admitidas, como indica o Decreto nº 12.806/2019 de Jaraguá do Sul ao regulamentar peças pré-moldadas de concreto sobre base ou sub-base e confinadas por guias ou sarjetas (Jaraguá do Sul, 2019).

Sob a ótica de viabilidade, a definição dos materiais e das espessuras das camadas do pavimento constitui referência central para converter a área viária em estimativas de custos paramétricos. Como o dimensionamento executivo depende do tráfego de projeto, da capacidade de suporte do subleito e da verificação estrutural das camadas, a concepção do anteprojeto deve utilizar referências como as da Tabela 12, adotando a premissa de vias de baixo tráfego e intervalos conservadores para reduzir o risco de subestimação de custos relevantes na fase decisória (DNIT, 2006).

Tabela 12 – Espessuras de referência para pavimentação urbana

Elemento	Critério paramétrico	Intervalo de Referência	Valor aconselhável	Referência
Regularização do subleito	A (m ²)	-	-	DNIT (2006)
Sub-base	A × e (m ³)	15 a 30 cm	20 cm ⁱ	DNIT (2006)
Base granular	A × e (m ³)	10 a 20 cm	15 cm ⁱ	DNIT (2006)
Película de imprimação	A (m ²)	-	-	Orçamentos municipais
Pintura de ligação	A (m ²)	-	-	Orçamentos municipais
Revestimento flexível em CBUQ	A × e (m ³)	4 ⁱ a 5 cm	5 cm	DNIT (2006)
Revestimento rígido de concreto	A × e (m ³)	10 a 20 cm	20 cm	Gomes <i>et al.</i> (2005)
Lajota ou bloco intertravado	A × e (m ³)	6 a 10 cm	6 cm	Gomes <i>et al.</i> (2005)
Colchão de areia para peças	A × e (m ³)	4 a 5 cm	5 cm	Gomes <i>et al.</i> (2005)
Guia, meio-fio e sarjeta	L (m)	-	-	Jaraguá do Sul (2019)
Calçada em concreto	A × e (m ³)	5 a 6 cm	5 cm ⁱ	Orçamentos municipais
Calçada em paver/intertravado	A × e (m ³)	6 a 8 cm	6 cm	Gomes <i>et al.</i> (2005)

(i) Valores ou práticas observadas em orçamentos municipais recentes.

Fonte: indicada.

Após a definição preliminar da solução de pavimentação e suas respectivas camadas, torna-se possível estimar os principais quantitativos estruturais da superestrutura viária, incluindo áreas de pista, volumes de base e revestimento, extensão de guias e sarjetas e áreas de passeios. Contudo, a funcionalidade da via não se encerra em sua estrutura, pois a sinalização viária, embora não componha uma camada estrutural do pavimento, qualifica o sistema de circulação ao orientar fluxos, organizar prioridades, reforçar a segurança operacional e garantir condições mínimas de legibilidade urbana aos usuários (CONTRAN, 2022a; 2022b).

2.5.2. Sinalização viária

A sinalização viária corresponde ao conjunto de elementos visuais implantados sobre ou ao lado da via para transmitir mensagens aos usuários, orientar deslocamentos, ordenar fluxos, advertir riscos e regulamentar comportamentos de circulação. Diferentemente da pavimentação, ela não possui função estrutural sobre o sistema viário, mas atua diretamente sobre a segurança, a fluidez e a acessibilidade operacional da malha implantada (CONTRAN, 2022a; 2022b).

No município de Jaraguá do Sul, o Decreto nº 16.731/2022 institui a obrigatoriedade de implantação de sinalização vertical e horizontal, além da disponibilização de placas de identificação de logradouros conforme o padrão municipal, para os loteamentos abrangidos pela norma. O mesmo decreto estabelece que o projeto de sinalização deve ser previamente aprovado pela Diretoria de Trânsito e Transporte, integrar a documentação exigida para aprovação das diretrizes e ter sua implantação comprovada na vistoria final (Jaraguá do Sul, 2022).

A sinalização horizontal é composta por marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o pavimento da pista, permitindo transmitir mensagens sem desviar a atenção do usuário do leito viário. Para fins de anteprojeto, sua quantificação pode ser estimada pela área de pintura, extensão de linhas longitudinais, faixas de travessia, setas, símbolos e demais inscrições no pavimento, enquanto o projeto executivo refina larguras, materiais, cores, cadências e posicionamentos finais conforme a velocidade e a geometria da via implantada (CONTRAN, 2022b).

Por sua vez, a sinalização vertical, utiliza placas fixadas lateralmente ou suspensas sobre a via para transmitir mensagens permanentes ou variáveis por meio

de símbolos e legendas legalmente padronizados. No anteprojeto, essa disciplina pode ser tratada pela estimativa de placas, suportes, fixações e elementos de identificação de logradouros, sem antecipar a diagramação executiva detalhada, uma vez que as dimensões, materiais, retrorrefletividade, altura e afastamentos dependem do tipo de placa, da velocidade regulamentada e das condições de visualização do arruamento (CONTRAN, 2022a; Jaraguá do Sul, 2022).

A partir dessas exigências, os principais componentes da sinalização viária podem ser sintetizados na Tabela 13, considerando apenas os critérios necessários à estimativa preliminar de custos. Como a sinalização horizontal é composta por marcas, símbolos e legendas sobre o pavimento, e a sinalização vertical opera por placas fixadas ao lado ou sobre a via, sua parametrização pode ser feita por área de pintura, extensão linear, número de placas, suportes e conjuntos de identificação de logradouros, sem antecipar o detalhamento executivo da diagramação e do posicionamento final (CONTRAN, 2022a; 2022b; Jaraguá do Sul, 2022).

Tabela 13 – Referências para quantificação da sinalização viária

Elemento	Observação	Critério paramétrico	Referência
Sinalização horizontal longitudinal	Linhas de eixo, bordo, divisão de fluxos e continuidade	A (m ²)	CONTRAN (2022b)
Faixas de travessia e retenção	Marcas transversais em cruzamentos e travessias	A (m ²)	CONTRAN (2022b)
Setas, símbolos e legendas	Inscrições aplicadas sobre o pavimento	un.	CONTRAN (2022b)
Placas de regulamentação e advertência	Controle de prioridade, velocidade, parada e sentidos	un.	CONTRAN (2022ba)
Placas de identificação de logradouros	Identificação das vias conforme padrão municipal	un.	Jaraguá do Sul (2022)
Suportes e fixações	Postes, suportes metálicos, bases e acessórios	un.	CONTRAN (2022a)

Fonte: indicada.

Assim, embora a sinalização represente parcela reduzida do custo global, sua previsão no orçamento preliminar é necessária por se tratar de requisito de entrega, segurança e aprovação do sistema viário. Ainda que o projeto executivo possa promover refinamentos, um anteprojeto bem elaborado já permite estimar com razoável precisão as áreas de pintura, placas, suportes e conjuntos de identificação

necessários, avançando em seguida para os sistemas de energia elétrica e iluminação pública, indispensáveis à operação urbana, à segurança noturna e à qualidade de vida dos futuros ocupantes (CONTRAN, 2022a; 2022b; Jaraguá do Sul, 2022).

2.5.3. Iluminação e rede de energia elétrica

A distribuição de energia elétrica constitui um serviço público essencial para a habitabilidade dos empreendimentos horizontais, pois viabiliza o atendimento das futuras unidades consumidoras, o funcionamento dos equipamentos urbanos e a operação cotidiana dos espaços públicos. Em termos urbanísticos, sua concepção deve compatibilizar pontos de conexão, traçado da rede, demanda de consumo estimada, posteamento, luminárias, transformadores, condutores e demais elementos acessórios, sempre conforme os padrões técnicos da concessionária responsável pela distribuição local (CELESC, 2024; ABNT, 2011b).

Nos parcelamentos urbanos, a rede pode ser concebida de forma aérea ou subterrânea, com implicações distintas sobre custo, manutenção, estética urbana e interferências com calçadas, arborização e iluminação pública. A rede aérea tende a ser mais usual e econômica em empreendimentos de padrão convencional, enquanto a rede subterrânea demanda obras civis, caixas, dutos, transformadores em pedestal, quadros de distribuição e inspeções específicas, podendo elevar substancialmente o custo inicial de implantação (CELESC, 2024).

Para fins de anteprojeto, não se busca antecipar o dimensionamento elétrico executivo, mas representar a solução de referência com base na extensão dos eixos viários, na quantidade estimada de postes, nos pontos de transformação, na extensão de condutores e nos dispositivos complementares exigidos pela concessionária. Essa abordagem é suficiente para inserir a rede no orçamento preliminar, sem substituir o cálculo executivo de demanda, queda de tensão, proteção, seccionamento, aterramento e aprovação técnica junto à distribuidora (CELESC, 2024; ABNT, 2011b).

A iluminação pública, por sua vez, qualifica diretamente o uso noturno das vias, calçadas e travessias, contribuindo para a segurança de veículos e pedestres, a percepção visual do espaço urbano e a valorização funcional do empreendimento. A NBR 5101:2024 estabelece que os projetos de iluminação viária devem considerar a classificação das vias, as necessidades dos usuários, a segurança do tráfego, a

redução de acidentes noturnos, a melhoria das condições de vida e a facilidade do fluxo de circulação (ABNT, 2024).

Além da eficiência luminotécnica, a rede deve ser compatibilizada com postes de distribuição, afastamentos de segurança, arborização, faixas de serviço e elementos de acessibilidade urbana. A própria NBR 5101:2024 trata da relação entre arborização e iluminação, indicando cuidados com a posição das luminárias, linhas de poda e afastamentos em relação à rede elétrica, o que reforça a necessidade de integrar energia, iluminação e paisagismo ainda na fase preliminar (ABNT, 2024).

Com base nesses critérios, os principais elementos da rede elétrica e da iluminação pública podem ser sintetizados na Tabela 14, considerando apenas os critérios necessários à estimativa de custos. Como a definição executiva depende da concessionária e do projeto elétrico aprovado, a parametrização deve concentrar-se em extensão de rede, número de postes, luminárias, transformadores, condutores e acessórios, mantendo o nível de detalhe compatível com a viabilidade econômica.

Tabela 14 – Referências para quantificação da rede elétrica e iluminação

Elemento	Observação	Critério paramétrico	Referência
Rede aérea de distribuição	Traçado por postes, condutores e estruturas	m	ABNT (2011b)
Rede subterrânea de distribuição	Eletrodutos, condutores e caixas de inspeção	m / un.	ABNT (2011b)
Postes de distribuição	Suporte da rede aérea e suporte das luminárias	un.	ABNT (2011b)
Condutores e cabos	Extensão dos circuitos primários e secundários	m	CELESC (2024)
Transformadores	Equipamentos associados à demanda das unidades	un. / kVA	CELESC (2024)
Aterramento e proteção	Elementos de proteção e segurança operacional	un.	ABNT (2011b)
Luminárias públicas	Pontos de iluminação conforme classe da via	un.	ABNT (2024)
Braços e suportes de luminária	Fixação das luminárias nos postes ou estruturas próprias	un.	ABNT (2024)
Rede subterrânea alternativa	Dutos, caixas, cabos isolados, QDP, transformador	m / un.	CELESC (2024)

Fonte: indicada.

Assim, a rede elétrica e a iluminação pública devem ser incorporadas ao orçamento preliminar como serviços complementares de implantação urbana, mas com materialidade suficiente para não serem tratados como simples contingência genérica. Superada essa etapa, a superestrutura passa a abranger os elementos finais de qualificação ambiental e paisagística, especialmente arborização, gramados e tratamento das áreas verdes ou faixas vegetadas.

2.5.4. Paisagismo e arborização

A arborização urbana e o tratamento paisagístico constituem componentes complementares da superestrutura obrigatória, pois qualificam os espaços livres, passeios, áreas verdes e faixas vegetadas após a definição dos sistemas viários, pavimentação, iluminação e redes complementares. Embora não possuam a mesma materialidade econômica da pavimentação ou das redes subterrâneas de saneamento básico, esses elementos contribuem para conforto ambiental (Oliveira; Pina Filho, 2012), sombreamento, permeabilidade, integração visual do empreendimento e valorização dos espaços públicos (Jaraguá do Sul, 2018b, MPSC, 2010; 2015).

No planejamento urbano de Jaraguá do Sul, o Plano Diretor prevê ações voltadas à arborização urbana, manutenção de áreas verdes e permeáveis, paisagismo de praças, canteiros, rotatórias, faixas vegetadas em passeios e recomposição paisagística de fundos de vale. Essa diretriz justifica que o anteprojeto considere o paisagismo e a arborização como um quantitativo de implantação urbana, especialmente quando houver áreas verdes, passeios arborizáveis e espaços livres de uso público (Jaraguá do Sul, 2018b).

Para fins de viabilidade preliminar, entretanto, não é necessário definir as espécies arbóreas, pois essa escolha depende do projeto paisagístico executivo, das restrições da rede aérea, da largura dos passeios, da interferência com iluminação, das condições de solo e dos critérios municipais de porte, sistema radicular, adaptação climática e espécies admitidas (ABNT, 2024). Assim, a estimativa paramétrica pode ser feita por área gramada, número preliminar de mudas, tutoramento, preparo de covas e eventual recomposição vegetal, reservando ao projeto executivo o arranjo final do plantio (Jaraguá do Sul, 2020c).

Essa cautela é especialmente importante porque a arborização deve ser compatibilizada com iluminação pública, acessibilidade e infraestrutura aérea, evitando que copas, raízes, postes, luminárias, rampas, pisos táteis e faixas livres de circulação concorram pelo mesmo espaço físico. Nesse sentido, a NBR 5101:2024 reforça a necessidade de compatibilizar arborização e iluminação, enquanto a lógica de acessibilidade dos passeios exige preservar rotas livres, contínuas e desobstruídas para pedestres e pessoas com mobilidade reduzida (ABNT, 2020c; 2024).

Diante disso, os principais elementos de arborização e tratamento paisagístico podem ser sintetizados na Tabela 15, com foco em critérios de quantificação compatíveis com anteprojeto. Como a seleção de espécies e o detalhamento de plantio pertencem à etapa executiva, a tabela deve servir apenas para reservar áreas, unidades e serviços preliminares no orçamento.

Tabela 15 – Referências para quantificação do tratamento paisagístico

Elemento	Observação	Critério paramétrico	Referência
Gramados e áreas verdes	Tratamento superficial de espaços livres	m ²	Jaraguá do Sul (2018)
Canteiros e faixas vegetadas	Áreas ajardinadas em passeios, praças, rotatórias	m ²	Jaraguá do Sul (2018)
Mudas arbóreas	Plantio conforme espécies permitidas pelo município	un.	Jaraguá do Sul (2020)
Coveamento e preparo de solo	Serviço associado ao plantio de mudas	un.	Jaraguá do Sul (2020)
Tutoramento e proteção	Elementos de condução e proteção inicial das mudas	un.	Jaraguá do Sul (2020)
Compatibilização com iluminação	Ajuste entre arborização, luminárias e linhas de poda	un.	ABNT (2024)

Fonte: indicada.

Com a definição preliminar da pavimentação, sinalização, energia elétrica, iluminação pública e arborização, encerra-se o conjunto de disciplinas técnicas necessárias à transformação da gleba bruta em empreendimento urbanizado. A partir desse ponto, torna-se possível estruturar o orçamento preliminar paramétrico, distribuir os desembolsos no cronograma físico-financeiro, estimar receitas, montar o fluxo de caixa e avaliar a atratividade econômico-financeira por meio dos indicadores definidos anteriormente (Mattos, 2006; Goldman, 2005; Assaf Neto, 2014).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido como um estudo aplicado de viabilidade econômico-financeira preliminar, estruturado a partir da seleção de glebas, do levantamento de dados públicos, da elaboração de anteprojetos e da conversão de seus quantitativos em estimativas de custo, receita e fluxo de caixa. A metodologia adotada buscou verificar se a proposta de empreendimento apresenta viabilidade econômica preliminar e se essa condição permanece consistente quando submetida a cenários alternativos e análises de sensibilidade.

Para isso, as atividades foram delineadas de modo a compatibilizar as leituras urbanística, ambiental, topográfica e financeira da área estudada. Essa integração permitiu avaliar a atratividade do empreendimento antes de um avanço hipotético para etapas executivas de projeto, licenciamento e implantação.

3.1. DELINEAMENTO DE ATIVIDADES

As atividades foram organizadas de forma sequencial, iniciando pela definição da área de estudo e pela reunião das bases territoriais, legais, ambientais e mercadológicas necessárias à caracterização preliminar do empreendimento. Em seguida, essas informações subsidiaram a elaboração dos anteprojetos urbanístico, de terraplenagem, de infraestrutura e de superestrutura complementar, permitindo que o estudo deixasse de se apoiar apenas em estimativas genéricas e passasse a utilizar quantitativos físicos extraídos da própria concepção preliminar do loteamento.

Devido ao caráter exploratório da pesquisa de mercado e à ausência de levantamentos de campo, sondagens, consultas oficiais e projetos executivos, as análises foram conduzidas em nível compatível com anteprojeto e orçamento preliminar de grau II. Sob essa premissa, as decisões de projeto e os quantitativos paramétricos obtidos foram utilizados para estimar os custos aquisitivos, os custos de implantação, a geração de receita, a absorção comercial das unidades e os indicadores econômico-financeiros do empreendimento.

Dessa forma, o delineamento metodológico articulou quatro eixos principais: a triagem territorial da gleba, a modelagem físico-espacial dos anteprojetos, a quantificação

preliminar dos serviços e a simulação financeira do empreendimento. Para viabilizar essa integração, a etapa inicial do trabalho concentrou-se na organização das bases georreferenciadas utilizadas para reconhecer as condicionantes incidentes sobre a área e estruturar o ambiente técnico de modelagem.

3.1.1. Bases de dados georreferenciadas

As bases territoriais utilizadas foram obtidas primariamente em fontes municipais, com destaque para o GeoPortal e para o sistema de *downloads* cartográficos da Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul (PMJS) (Jaraguá do Sul, 2020d). Essas informações foram empregadas para identificar os limites cadastrais, a inserção urbana das glebas, as diretrizes do plano diretor, as feições ambientais relevantes e os elementos necessários à construção da base de anteprojeto.

O GeoPortal foi utilizado para conferência inicial da situação cadastral, leitura espacial das glebas escolhidas e verificação das camadas relacionadas ao zoneamento, perímetro urbano, sistema viário, hidrografia, restrições ambientais e demais condicionantes territoriais. Em complemento, foi consultada a base de relatórios da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2015), para conferência da suscetibilidade a alagamentos e inundações no local.

O modelo digital de terreno (MDT) foi obtido a partir dos arquivos rasterizados disponibilizados pela PMJS, com referência ao levantamento aerofotoaltimétrico de 2020, utilizado como base para representação altimétrica da área. Essa base instrumentalizou a modelagem do terreno natural e a interpretação altimétrica da gleba, subsidiando a extração de greides, taludes e volumes de movimentação de solo pelo anteprojeto de terraplenagem.

As referências digitais vinculadas ao plano diretor e demais camadas vetoriais de interesse foram conferidas visualmente no GeoPortal e incorporadas ao ambiente de trabalho das ferramentas computacionais utilizadas, conforme sua pertinência para cada anteprojeto específico. Tal integração compatibilizou as leituras legais, urbanísticas, hidrológicas e ambientais com a modelagem espacial do empreendimento, evitando que o desenho preliminar fosse elaborado de forma dissociada das condicionantes municipais.

3.1.2. Ferramentas computacionais utilizadas

De modo integrado, as ferramentas computacionais foram utilizadas para atender a necessidades específicas durante o desenvolvimento dos projetos e da quantificação das variáveis associadas aos custos de implantação. Dessa forma, o QGIS foi empregado na organização e na leitura das bases georreferenciadas, o AutoCAD Civil 3D concentrou as modelagens geométricas e volumétricas dos anteprojetos, e Microsoft Excel foi utilizado para estruturar quantitativos, conversões, custos, cronogramas e indicadores financeiros.

3.1.2.1. Software QGIS

Devido à capacidade do *software* QGIS de operar com dados *rasterizados* e vetoriais, suas funcionalidades foram utilizadas como ferramentas de apoio para a leitura territorial do empreendimento, geração de mapas e criação do modelo digital de terreno (MDT) a partir do modelo digital de elevação (MDE). Consequentemente, os produtos georreferenciados obtidos pelo programa auxiliaram nas etapas subsequentes de produção dos anteprojetos paramétricos.

Dentre as utilizações do QGIS, seu emprego foi essencial para a geração do modelo digital de terreno corrigido, com curvas de nível em intervalos de 10 cm, devido à necessidade de tratamento planialtimétrico de reduzir, ou eliminar, representações equivocadas de vegetação densa, edificações e outros ruídos. Isso foi realizado por meio da transformação do arquivo *rasterizado* do MDE, fornecido pelos *downloads* da PMJS, em curvas de nível vetoriais com atributos de elevação, posteriormente exportadas para o software AutoCAD Civil 3D.

3.1.2.2. Software AutoCAD Civil 3D

O *software* AutoCAD Civil 3D, da empresa Autodesk, destacou-se como a principal ferramenta de modelagem dos anteprojetos, sendo utilizado nas triagens ambientais e hidrológicas, além da confecção dos produtos vinculados às disciplinas urbanística, terraplenagem, saneamento básico, energia elétrica e complementos como sinalização e paisagismo. Essa capacidade operacional decorreu do conjunto

de ferramentas integradas do programa, que abrangem do desenho bidimensional ao tridimensional, com possibilidade de incorporação de superfícies digitais, corredores, perfis de alinhamentos, parcelamentos, redes de tubulação, entre outros recursos.

Como etapa inicial, o Civil 3D foi utilizado para o mapeamento das restrições ambientais e florestais incidentes na gleba, a partir dos vetores importados dos *downloads* cartográficos municipais e da sobreposição do mapa de satélite georreferenciado gerado anteriormente pelo QGIS por meio do complemento do *Google Maps*. Essa sistemática organizou as feições de interesse em ambiente de desenho, criando uma base espacial para posterior compatibilização entre restrições legais, condicionantes ambientais e traçado urbanístico preliminar.

Posteriormente, com as condicionantes territoriais organizadas e definidas, o projeto urbanístico foi desenvolvido por meio das ferramentas de desenho bidimensionais, como anotações, parcelamentos de áreas e apoio de perfis obtidos da superfície digital. Para a definição dos desenhos de quadras, arruamentos, áreas verdes, áreas institucionais e áreas loteáveis, foram seguidas as diretrizes municipais aplicáveis, utilizando-se os recursos de parcelamento e mensuração para posterior extração dos quantitativos físicos do anteprojeto.

Em seguida, a modelagem concentrou-se na disciplina de terraplenagem, com uso de ferramentas de alinhamento, perfis longitudinais, greides, seções tipo, corredores tridimensionais, linhas de recurso, nivelamentos, mapas de corte e aterro e cálculo volumétrico. A modelagem validou tridimensionalmente a implantação urbanística proposta e consolidou superfícies preliminares, gerando os dados quantitativos para estimativa de corte, aterro, compactação e demais serviços associados à frente da movimentação de solo.

Na sequência, os anteprojetos de saneamento básico foram desenvolvidos por meio de modelagem bidimensional e paramétrica das redes, utilizando as ferramentas de criação de redes disponíveis no Civil 3D principalmente para organização gráfica e atualização automática de legendas. Esse procedimento foi aplicado às redes de microdrenagem, coleta de efluentes e abastecimento de água, permitindo a quantificação preliminar de extensões, dispositivos, conexões e demais elementos necessários à composição dos custos.

Para os sistemas complementares, como energia elétrica, iluminação pública, sinalização viária, arborização, paisagismo e planta humanizada, o Civil 3D foi

utilizado como ambiente de desenho, compatibilização e representação espacial preliminar. Nesses casos, a metodologia não buscou detalhamento executivo, mas a localização dos elementos básicos e sua vinculação a parâmetros dimensionais suficientes para estimar quantidades e custos em nível preliminar.

A partir dos anteprojetos desenvolvidos no Civil 3D, foram extraídos os quantitativos associados às diferentes disciplinas integrantes no escopo de parcelamentos de solo, incluindo áreas, extensões, volumes e unidades de serviço. Esses dados foram posteriormente transferidos para planilhas eletrônicas do Excel, onde passaram por conversões, agrupamentos e associações com composições de custos, transformando a modelagem física em uma base orçamentária estruturada.

3.1.2.3. Software Microsoft Excel

As planilhas eletrônicas do Excel, *software* da Microsoft, foram utilizadas para organizar os quantitativos extraídos do AutoCAD Civil 3D e estruturar uma abordagem sistematizada de cálculos e conversões dos dados obtidos. O programa consolidou a base paramétrica necessária para alimentar as composições de custos, traduzindo quantitativos e custos unitários em custos totais por insumo, serviço e etapa de implantação do empreendimento.

A principal função das planilhas eletrônicas consistiu na automatização dos cálculos, na organização das bases orçamentárias, na elaboração de gráficos e na integração entre os dados físicos dos anteprojetos e os resultados financeiros do estudo. Dessa forma, o Excel foi utilizado como meio operacional para simular as premissas da modelagem econômico-financeira, permitindo calcular custos, receitas, saldos acumulados, cenários, testes de sensibilidade e indicadores de atratividade.

3.1.3. Modelagem econômico-financeira

A modelagem econômico-financeira foi estruturada a partir da conversão dos anteprojetos em parâmetros quantificáveis, capazes de subsidiar o orçamento preliminar, o cronograma físico-financeiro, o fluxo de caixa e os indicadores de atratividade. Para isso, os procedimentos foram organizados em três abordagens, relacionadas ao tratamento dos quantitativos e custos, à projeção e distribuição

temporal de desembolsos e receitas, e à avaliação do empreendimento por cenários alternativos de execução, financiamento e testes de sensibilidade.

3.1.3.1. Quantitativos e custos

Os quantitativos extraídos dos anteprojetos foram organizados por disciplina de implantação, distinguindo-se os grupos de terraplenagem, microdrenagem, coleta de efluentes, abastecimento de água, energia elétrica, pavimentação e passeios, sinalização, paisagismo e serviços complementares. Essa separação permitiu associar cada conjunto de serviços às respectivas unidades de medição, bases referenciais de custo e etapas previstas no cronograma físico-financeiro.

Entre as conversões realizadas, foram considerados fatores de empolamento para terraplenagem, massas específicas de materiais granulares e misturas asfálticas, coeficientes de carga e transporte, volumes estimados de escavação de valas e quantitativos auxiliares das redes de infraestrutura. Essas conversões foram necessárias porque os dados geométricos extraídos dos modelos nem sempre corresponderam diretamente às unidades utilizadas nas composições orçamentárias.

Para a estruturação dos custos, foram priorizadas bases referenciais públicas, especialmente o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do ano de 2026. Essas referências foram complementadas por orçamentos municipais recentes da Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul (PMJS), composições próprias e pesquisas de mercado direcionadas para itens influenciados pela realidade do município, como as movimentações de solo da terraplenagem.

A escolha das referências buscou compatibilizar a descrição dos serviços com o nível de anteprojeto, adotando custos unitários, coeficientes de conversão e critérios de agrupamento compatíveis com a finalidade preliminar da análise. A data-base dos custos foi vinculada ao período de consulta das referências orçamentárias utilizadas, de modo que os valores devem ser interpretados como estimativas temporais sujeitas a reajustes inflacionários posteriores.

As despesas de aquisição foram tratadas separadamente dos custos de implantação física, contemplando o valor de negociação e transferência da propriedade original e os custos acessórios necessários à formalização do

empreendimento. Nesse grupo, foram considerados tributos, registros, escrituração, despesas cartoriais, apoio técnico, apoio jurídico e demais custos incidentes sobre a aquisição ou estruturação da área.

Algumas despesas acessórias foram estimadas de forma iterativa, pois dependem de variáveis associadas ao faturamento, ao lucro, ao prazo de comercialização e à forma de estruturação jurídica da operação. Dessa forma, tributos, remunerações vinculadas ao resultado e custos dependentes do fluxo financeiro foram ajustados conforme os cenários simulados, preservando coerência entre a hipótese de implantação e o comportamento econômico projetado.

Com a consolidação dos custos diretos, despesas acessórias e incidências complementares, os valores totais precisaram ser distribuídos temporalmente para representar o comportamento financeiro do empreendimento. Essa etapa permitiu que o orçamento deixasse de ser apenas uma estimativa acumulada de investimento e passasse a compor uma sequência de desembolsos compatível com o ciclo de projeto, licenciamento, implantação e comercialização.

3.1.3.2. Cronograma e receitas

A distribuição temporal dos desembolsos foi estruturada a partir de um cronograma de atividades preliminar do empreendimento, vinculando cada grupo de custo ao período previsto de projeto, licenciamento, implantação física ou estruturação comercial. Com isso, os custos totais deixaram de ser tratados apenas como valores acumulados e passaram a compor saídas periódicas de caixa.

Para a projeção dos ingressos financeiros, precisou-se estruturar as vendas por meio de uma curva mensal de absorção das unidades, segmentada entre momentos distintos de comercialização. Essa distribuição buscou representar o ganho gradual de confiança do público-alvo conforme o empreendimento avançasse em sua implantação física, considerando a maturação comercial do produto e a redução das incertezas percebidas pelos potenciais compradores.

A curva de vendas foi tratada como hipótese simplificada de comportamento comercial, não como previsão definitiva de mercado. Assim, sua função metodológica foi distribuir o Valor Geral de Vendas (VGV) ao longo do tempo, permitindo testar a

compatibilidade entre os ingressos projetados e o ritmo de desembolsos necessário à implantação do empreendimento de parcelamento de solo.

Com essa estrutura, a precificação do produto também admitiu alterações e incrementos mensais de valor, descontados os efeitos de depreciação monetária considerados na modelagem. Dessa forma, o VGV foi distribuído em entradas periódicas e heterogêneas no fluxo de caixa, compatibilizando o escalonamento das receitas com os desembolsos associados à implantação do empreendimento.

A integração entre cronograma, orçamento e curva de vendas permitiu estimar o comportamento periódico do caixa, distinguindo momentos de maior necessidade de capital e períodos de recuperação financeira. Entretanto, para consolidar a modelagem, ainda foi necessário considerar como diferentes formas de execução e emprego de capital poderiam alterar a exposição financeira e os indicadores de atratividade do empreendimento.

3.1.3.3. Cenários e sensibilidade

A modelagem-base do empreendimento foi estruturada considerando aquisição da área por permuta, execução própria da implantação e financiamento integral por capital próprio. A partir dessa configuração inicial, foram construídos cenários alternativos por meio da alteração combinada de premissas estruturais do negócio, especialmente relacionadas à modalidade de execução das obras, à participação de capital próprio e a necessidade de financiamento.

No eixo da execução, foram comparadas modalidades de implantação própria e terceirizada, diferenciando-se o nível de responsabilidade direta do empreendedor sobre a gestão dos serviços, a contratação de mão de obra, a aquisição de materiais e a composição dos custos indiretos. Na execução própria, considerou-se maior controle operacional sobre os custos de implantação, enquanto na execução terceirizada foi admitida a incidência adicional de 20% de BDI sobre os serviços contratados, com isenção desse fator sobre a aquisição dos materiais, representando a remuneração e os encargos indiretos associados à contratação de terceiros.

Também foi considerada uma alternativa de execução terceirizada com remuneração por participação no produto imobiliário, tratada como uma forma de permuta operacional vinculada ao resultado do empreendimento. Nessa hipótese,

parte dos desembolsos diretos de implantação foi reduzida em troca da cessão de parcela das receitas ou das unidades comercializáveis, permitindo avaliar a troca entre menor necessidade inicial de caixa e menor apropriação final do resultado econômico.

No eixo do financiamento, os cenários buscaram comparar a utilização exclusiva de capital próprio com alternativas apoiadas por capital de terceiros considerando nesse caso uma taxa de juros de até 10% ao ano. Essa diferenciação permitiu avaliar se a redução da exposição direta do investidor compensaria os custos financeiros assumidos, especialmente nos períodos em que os desembolsos de implantação antecedem a consolidação dos ingressos de venda.

Para os cenários com financiamento, considerou-se que os recursos captados atuariam como suporte aos períodos de maior necessidade de caixa, reduzindo a pressão imediata sobre o capital próprio. A amortização do valor financiado foi vinculada à disponibilidade financeira do empreendimento, sendo modelada conforme a geração de saldos acumulados positivos no fluxo de caixa.

A comparação entre os cenários foi realizada a partir dos principais indicadores econômico-financeiros, incluindo Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M), Retorno sobre o Investimento (ROI) e *Payback* descontado. Com isso, tornou-se possível observar não apenas qual alternativa apresentava maior resultado final, mas também qual configuração reduzia a máxima exposição de caixa, antecipava a recuperação do capital e mantinha retorno compatível e superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Após a avaliação dos cenários alternativos, o cenário mais conservador, com menores resultados de VPL, TIR-M e ROI, foi selecionado como base para os testes de sensibilidade individual e integrada. Essa escolha foi realizada por representar a configuração com menor desempenho relativo entre os indicadores de atratividade econômica, permitindo submeter a modelagem a variações críticas de estresse a partir de uma condição inicial mais prudente.

Nos testes de sensibilidade individual, foram alteradas isoladamente as principais premissas econômico-financeiras do empreendimento, especialmente receitas, custos de implantação e TMA anual. Essa etapa permitiu identificar quais variáveis exerciam maior influência sobre os resultados do cenário base, evidenciando a dependência da viabilidade em relação à precificação dos lotes, à estrutura de custos e ao custo de oportunidade do capital.

Na sensibilidade integrada, as variáveis críticas foram combinadas em hipóteses simultaneamente adversas e favoráveis, buscando representar situações em que diferentes premissas se alteram ao mesmo tempo. Essa abordagem complementou a análise individual, pois permitiu verificar se o empreendimento manteria atratividade preliminar mesmo diante de variações acumuladas nas condições de receita, custo e remuneração mínima exigida.

Por fim, os cenários alternativos e os testes de sensibilidade foram utilizados como instrumentos de verificação da robustez da modelagem econômico-financeira proposta, e não como previsões definitivas de desempenho do negócio. Assim, os resultados obtidos foram interpretados como apoio à tomada de decisão preliminar, indicando quais configurações apresentavam maior atratividade, quais premissas concentram maior risco e quais condições deveriam ser aprofundadas em etapas posteriores de projeto, orçamento e negociação.

4. ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DE RESULTADOS

O estudo de caso foi desenvolvido a partir da aplicação prática das premissas discutidas na fundamentação teórica, convertendo a leitura de mercado, as condicionantes territoriais, os anteprojetos, as receitas e os custos preliminares em uma modelagem econômico-financeira do empreendimento. O capítulo demonstra como a área estudada foi inicialmente interpretada como produto imobiliário, depois transformada em proposta urbanística preliminar, quantificada tecnicamente e, por fim, avaliada quanto a sua atratividade financeira.

A análise foi organizada de modo progressivo, conforme o delineamento das atividades discutidas na metodologia, iniciando pela definição das premissas de produto e mercado, avançando para a caracterização territorial e legal das glebas e, posteriormente, para a concepção dos anteprojetos urbanístico, de terraplenagem, de infraestrutura e de superestrutura, bem como para a composição dos custos paramétricos. Ao final, os quantitativos e receitas estimadas foram incorporados ao cronograma físico-financeiro e ao fluxo de caixa, ancorando a apuração dos indicadores de viabilidade e a interpretação dos resultados obtidos.

4.1. PREMISSAS DO PRODUTO IMOBILIÁRIO

A definição preliminar do empreendimento partiu da compreensão de que o parcelamento do solo deveria ser analisado como produto imobiliário habitacional horizontal, cuja atratividade dependeria da combinação entre localização, perfil de demanda, capacidade de pagamento, custos de implantação e potencial de geração de valor. Antes da consolidação da tipologia final e dos anteprojetos, buscou-se verificar se a área apresentava atributos urbanos suficientes para sustentar uma hipótese inicial de absorção comercial.

Essa etapa teve caráter exploratório, pois não foi realizada pesquisa direta abrangente com potenciais compradores, corretores, incorporadores ou moradores das áreas lindeiras. Ainda assim, a leitura preliminar da demanda foi apoiada por indicadores demográficos, econômicos, migratórios e locacionais, além de uma prospecção referencial de preços em empreendimento horizontal recém-implantado

nas proximidades, adotada como parâmetro auxiliar de aderência mercadológica para caracterizar a proposta de valor e justificar o avanço do estudo para a etapa de anteprojeto, quantificação e orçamento preliminar de grau II.

4.1.1. Caracterização locacional e proposta de valor

A proposta de valor do empreendimento foi associada principalmente a sua inserção locacional urbana, considerando a proximidade com polos industriais geradores de emprego, comércios e serviços cotidianos, equipamentos públicos, espaços livres de lazer e eixos viários de maior capacidade. Esses atributos foram interpretados como fatores de funcionalidade urbana e aumento da qualidade de vida, capazes de agregar valor a um produto residencial de classe média voltado a famílias vinculadas à dinâmica industrial do município.

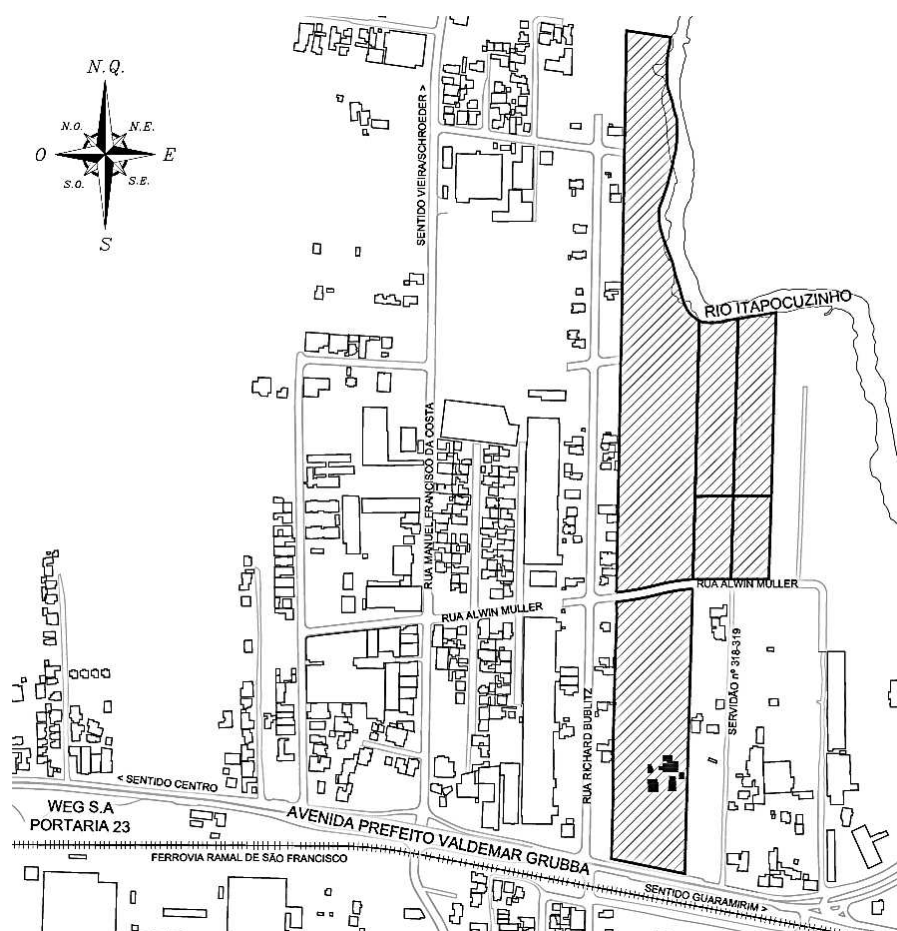
Como premissa inicial, considerou-se que glebas próximas a polos produtivos consolidados tendem a apresentar maior aderência a consumidores com renda compatível com as faixas intermediárias de financiamento habitacional, especialmente famílias com renda composta por mais de um trabalhador. Nessa perspectiva, o produto imobiliário oferece atributos práticos ao público-alvo, como menor tempo de deslocamento até o local de trabalho, acesso mais simples a serviços cotidianos e possibilidade de redução de custos indiretos de transporte.

No contexto de Jaraguá do Sul, essa leitura assumiu relevância particular em razão da presença de grandes empregadores industriais e da concentração de postos de trabalho em setores produtivos consolidados. A proximidade de empresas como WEG e outras indústrias de porte considerável, no entorno, reforça a hipótese de um público-alvo composto por famílias com renda formal, rotina urbana vinculada ao trabalho fabril e interesse em moradia horizontal acessível, sem que isso implique em enquadrar o produto como de um padrão mais elevado.

Além da relação com o emprego, a presença de lojas, mercados, padarias, farmácias, serviços públicos, comércios de apoio e espaços de lazer nas proximidades contribuiu para qualificar a localização como atributo de valor. Nessa leitura, o empreendimento oferece maior autonomia cotidiana ao morador, reduzindo a dependência de deslocamentos longos para atividades essenciais do dia a dia e ampliando a conveniência do uso residencial.

Nesse contexto, a conexão viária também foi considerada como premissa qualitativa de atratividade, uma vez que o acesso facilitado a eixos arteriais amplia a integração do empreendimento com diferentes pontos da cidade. Dessa forma, a localização, conforme o mapa da Figura 28, foi interpretada como atributo simultaneamente funcional e econômico, pois interfere tanto na percepção de qualidade de vida quanto na disposição de pagamento do consumidor final pela unidade imobiliária.

Figura 28 – Mapa de localização e atributos urbanos do empreendimento



Fonte: autoria própria (2026), com bases vetoriais obtidas através dos *downloads* do sistema cartográfico municipal (Jaraguá do Sul, 2020d).

Conforme retrata o mapa de localização, os atributos urbanos das seis glebas contribuíram diretamente para a escolha da tipologia habitacional adotada no estudo. Em razão da inserção na malha urbana, da possibilidade de continuidade viária e da conveniência de preservar a permeabilidade do tecido urbano, adotou-se como

hipótese de produto um loteamento convencional, em detrimento de uma solução condominial fechada, que poderia reduzir a integração futura com o entorno.

Embora os atributos locacionais favoreçam a atratividade comercial do empreendimento, eles também tendem a elevar o custo aquisitivo inicial das glebas. Dessa forma, tornou-se necessário verificar se a hipótese de produto era compatível com a capacidade de pagamento do público-alvo e se a receita potencial seria suficiente para absorver os custos de aquisição, estruturação e implantação do loteamento.

4.1.2. Perfil de demanda e hipótese de absorção

Na formulação do perfil de demanda, compreendeu-se como público-alvo famílias em processo de consolidação patrimonial, com renda formal e interesse em migrar de imóveis alugados, apartamentos ou moradias de menor autonomia espacial para a aquisição de um lote destinado à construção futura da casa própria. Essa hipótese não se restringe ao migrante recém-chegado ao município, mas abrange núcleos familiares já estabelecidos, com vínculo de trabalho, renda composta e maior capacidade de planejamento financeiro de médio e longo prazo.

A demanda migratória foi interpretada como fator indireto de pressão habitacional, pois tende a ampliar a procura por soluções imediatas de moradia, como aluguel e apartamentos de menor porte, pressionando os custos habitacionais de permanência no município. Diante desse contexto, famílias já consolidadas podem buscar produtos horizontais como alternativa de formação patrimonial, utilizando poupança acumulada, FGTS, venda de imóvel anterior, renda de aluguel ou patrimônio existente como instrumentos de entrada, garantia ou composição de capital para aquisição do lote e posterior construção residencial.

Essa dinâmica permite compreender o empreendimento como parte de uma mobilidade residencial interna, na qual famílias com maior estabilidade econômica buscam maior autonomia espacial, enquanto liberam imóveis verticais ou locados para outros segmentos da demanda. Assim, o produto não se vincula exclusivamente ao crescimento populacional direto, mas à reorganização progressiva e dinâmica do estoque habitacional municipal.

A hipótese de absorção também se apoia na existência de empregos formais em empresas industriais situadas no raio de influência do empreendimento. Embora a validação ideal exigisse entrevistas com moradores, trabalhadores, corretores e potenciais compradores das regiões próximas, a leitura preliminar pode ser sustentada por indicadores indiretos, como a presença de grandes empregadores, a natureza formal dos vínculos de trabalho e levantamentos exploratórios de remuneração média em empresas do entorno.

Nesse cenário, o lote urbanizado representa uma alternativa intermediária entre a compra imediata de uma casa pronta e a permanência indefinida em imóveis verticais ou locados. O produto permite que a construção da residência ocorra de forma planejada e gradual, tornando-se especialmente aderente a famílias com renda composta, capacidade de poupança e intenção de formar patrimônio próprio.

Ainda que essa leitura não substitua uma pesquisa direta de mercado, ela oferece uma base plausível para a formulação inicial do produto imobiliário. Assim, com as variáveis de localização, público-alvo e capacidade de pagamento preliminarmente compreendidas, tornou-se possível verificar, por meio de uma estimativa econômica de grau I, se a solução apresentava coerência comercial antes do avanço aos anteprojetos.

4.1.3. Estimativa econômica preliminar de grau I

Com base nas premissas de produto, localização e demanda potencial, foi elaborada uma estimativa econômica preliminar de grau I, destinada a verificar a ordem de grandeza inicial da lucratividade antes da elaboração integral dos anteprojetos. Essa etapa teve caráter de triagem, relacionando a capacidade potencial de geração de receita com custos referenciais de aquisição e implantação da infraestrutura urbana do loteamento.

Para essa estimativa, adotou-se como premissa o lote mínimo de 300 m², compatível com as diretrizes urbanísticas municipais, e um preço de venda preliminar de R\$ 325.000,00 por unidade, montante elegível para famílias com renda bruta superior a R\$ 7.000,00 pelo critério da Caixa Econômica Federal. Esse valor foi associado à inserção urbana, à proximidade com facilidades cotidianas, ao acesso a

vias arteriais e à compatibilidade com a capacidade de pagamento de famílias de renda intermediária, resultando em preço unitário de R\$ 1.166,66/m² por lote.

Considerando que nem toda a área urbanizável se converte em área vendável, em razão da necessidade de sistema viário, áreas verdes, áreas institucionais e demais parcelas não comercializáveis, admitiu-se preliminarmente uma eficiência urbanística de 65%. Assim, descontado o mínimo de 35% de áreas públicas e não comercializáveis, a estimativa inicial de VGV por metro quadrado de área urbanizável foi obtida pela seguinte expressão:

$$VGV_{m^2} = \left(\frac{100 - 35}{100} \right) \cdot 1 \cdot 1.166,66 = 758,33$$

Dessa forma, a estimativa indicou um VGV preliminar de R\$ 758,33 por metro quadrado de área urbanizável. Como o custo aquisitivo das glebas tende a ser elevado em razão de sua atratividade locacional, considerou-se, nesta etapa, que a aquisição da propriedade ocorreria por meio de permuta seca, reduzindo a exposição de capital inicial e atribuindo aos proprietários 40% dos produtos gerados. Ao descontar a participação da permuta, a receita líquida preliminar por metro quadrado de área urbanizável foi estimada pela seguinte expressão:

$$R_{m^2} = \left(\frac{100 - 40}{100} \right) \cdot 758,33 = 455,00$$

Nessa condição, obteve-se uma receita preliminar potencial de R\$ 455,00 por metro quadrado de área urbanizável. Esse valor representou uma aproximação inicial, sujeita ao refinamento decorrente da quantidade efetiva de lotes, da área vendável final, das variações dimensionais das unidades e das condições comerciais específicas de cada produto imobiliário.

Para a leitura inicial dos custos, considerou-se que os custos diretos de infraestrutura corresponderiam a algo próximo de 75% dos custos globais do empreendimento, sendo adotado preliminarmente o custo direto de urbanização de cerca de R\$ 150,00/m², conforme sugerido pela fundamentação teórica. Desse modo, o custo total estimado por metro quadrado foi obtido conforme a expressão:

$$C_{m^2} = \left(\frac{100}{75}\right) \cdot 150,00 = 200,00$$

A partir desse cálculo, o resultado do lucro potencial por metro quadrado foi encontrado pela subtração entre a receita líquida e o custo total. Assim, a estimativa inicial indicou um excedente potencial de R\$ 255,00/m², conforme a expressão:

$$R_{m^2} - C_{m^2} = 455,00 - 200,00 = 255,00$$

A conclusão inicial desse diagnóstico econômico preliminar foi que, para um investimento estimado em valor presente de R\$ 200,00/m², o empreendimento poderia apresentar um excedente de R\$ 255,00/m² ao longo do horizonte de desenvolvimento e comercialização. Esse resultado não foi interpretado como definitivo, mas como uma leitura de ordem de grandeza, sinalizando que, sob as premissas adotadas, a hipótese comercial apresentou potencial suficiente para justificar o avanço às etapas de anteprojeto e orçamento preliminar paramétrico de grau II.

Entretanto, os valores unitários de receita, custo e excedente não são suficientes, isoladamente, para determinar com precisão o porte físico-econômico do empreendimento, pois a área bruta das glebas não corresponde diretamente à área urbanizável, loteável ou comercializável. Dessa forma, antes da elaboração dos anteprojeto, tornou-se necessário realizar uma triagem multidisciplinar das condicionantes incidentes sobre o terreno, identificando áreas preservadas, restrições legais, interferências técnicas e porções efetivamente urbanizáveis.

4.2. APROVEITAMENTO TERRITORIAL DA GLEBA

A análise do aproveitamento territorial teve como finalidade converter a leitura econômica preliminar em uma base física compatível com a realidade das glebas estudadas. Para isso, a triagem foi desenvolvida a partir da sobreposição entre bases cadastrais, imagens georreferenciadas, camadas do sistema cartográfico municipal, informações do GeoPortal, modelo digital de terreno e dados complementares de suscetibilidade a inundações.

Essa etapa foi resolutiva para a definição da área efetivamente útil do empreendimento, pois distinguiu as porções passíveis de urbanização daquelas destinadas à preservação, à drenagem, à infraestrutura ou à absorção de interferências técnicas. Com base nessa delimitação, o estudo abandonou a dependência de indicadores unitários preliminares e passou a operar com limites físicos reais que orientaram o traçado urbanístico, a quantificação dos lotes e a composição dos custos de implantação através dos anteprojetos subsequentes.

A triagem foi organizada em quatro grupos de condicionantes: urbanísticos, ambientais, hidrológicos e florestais. Essa divisão permitiu avaliar separadamente os fatores vinculados ao zoneamento e à inserção urbana, às APPs e feições hídricas, à drenagem e suscetibilidade a alagamentos, bem como à vegetação existente e às possibilidades de supressão ou preservação.

4.2.1. Triagem de condicionantes urbanísticos

A triagem urbanística foi a primeira etapa da análise territorial, pois dela dependem a confirmação da possibilidade de parcelamento, a interpretação do zoneamento incidente e a identificação de interferências capazes de condicionar o desenho do loteamento. Nesse sentido, foram avaliados o perímetro urbano, o macrozoneamento, os eixos viários projetados e as restrições associadas às linhas de transmissão que interceptam a área.

A área de estudo, indicada anteriormente na Figura 28, corresponde à junção de seis glebas localizadas no bairro Vieiras, no município de Jaraguá do Sul/SC, inseridas no perímetro urbano municipal desde 1981 e com área bruta acumulada de 136.596,74 m². Conforme o macrozoneamento vigente, as glebas estão enquadradas em ZI – Zona Industrial, classificação associada ao uso misto residencial, comercial e industrial, e à taxa de ocupação máxima de 70%.

A inserção das glebas no perímetro urbano também apresentou importância para a leitura das diretrizes florestais, pois a Lei da Mata Atlântica estabelece tratamentos distintos para a supressão vegetal em áreas urbanas consolidadas anteriores à sua publicação (Brasil, 2006). Dessa forma, essa condição reforça a possibilidade jurídica e orienta a leitura preliminar das hipóteses de supressão vegetal e aproveitamento territorial, tratadas posteriormente na triagem florestal.

Além do zoneamento e do perímetro urbano, a consulta ao GeoPortal permitiu identificar a presença de eixos viários projetados que atravessam ou tangenciam a área de estudo. Esses eixos foram interpretados como condicionantes estruturantes do anteprojeto, pois indicam diretrizes de conectividade urbana compatíveis com a implantação de um loteamento convencional, favorecendo a continuidade da malha viária e reforçando a rejeição de uma solução condominial fechada.

Nesse sentido, os eixos projetados, conforme mostrado na Figura 29, foram incorporados como referências para a definição preliminar do traçado urbanístico, assumindo-se, em caráter de anteprojeto, hierarquia compatível com vias coletoras nos trechos de maior função conectiva. A existência de um eixo recentemente implantado também foi considerada na leitura territorial, ainda que sua geometria definitiva dependa de levantamento planialtimétrico e confirmação cadastral.

Figura 29 – Interface GeoPortal com eixos viários projetados



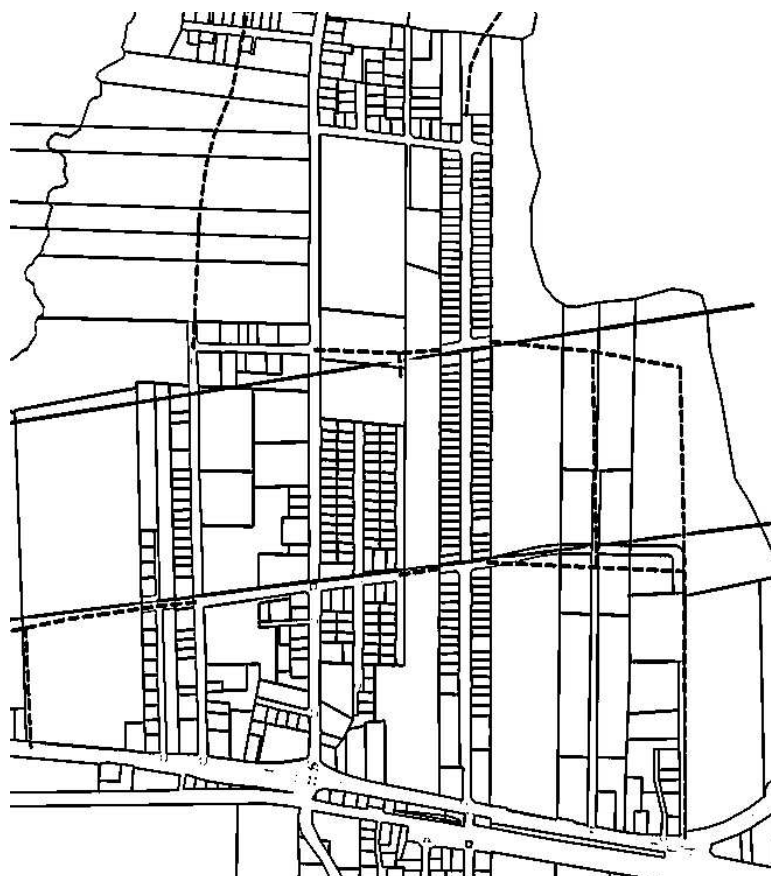
Fonte: GeoPortal (Jaraguá do Sul, 2026).

A Figura 29 também evidencia que o planejamento urbano municipal prevê, por meio desses eixos projetados, uma ampliação da conectividade entre a Av.

Prefeito Waldemar Grubba e a R. Manuel Francisco da Costa, vias classificadas como arteriais pelo município. Observa-se, ainda, que a implantação física dos arruamentos, como no caso da R. Alwin Müller, não necessariamente reproduz integralmente o eixo projetado, mas preserva sua função de permeabilidade e integração urbana.

Outro condicionante urbanístico relevante, também identificado por meio do GeoPortal, corresponde à presença de duas linhas de alta tensão de 138 kV que atravessam a área de estudo, conforme evidenciado na Figura 30. Em razão dos afastamentos associados à faixa de segurança, essa interferência foi tratada como ponto sensível do anteprojeto, pois pode gerar faixas não edificáveis (FNEs), restrições de arborização e condicionantes para a localização de postes, lotes, gabarito de edificações, calçadas e sistema viário.

Figura 30 – Interface GeoPortal com eixos viários projetados



Fonte: GeoPortal (Jaraguá do Sul, 2026).

A solução preliminar adotada foi compatibilizar as linhas de alta tensão com o sistema viário proposto, buscando posicionar os postes e a faixa de interferência junto

às ruas e calçadas, de modo semelhante ao que já ocorre no entorno urbano consolidado. Essa diretriz reduz a perda de área comercializável e transforma parte da restrição em faixa absorvida pelo arruamento, embora sua viabilidade definitiva dependa de análise executiva, anuência da concessionária e eventual regularização da faixa não edificável ou da servidão técnica correspondente.

Ainda na consulta ao GeoPortal, verificou-se que algumas das glebas da área de estudo apresentaram indicação de suscetibilidade a alagamentos, condição relevante para a implantação física por interferir nas cotas de terraplenagem e na regularização altimétrica das porções mais baixas da gleba. Embora essa informação tenha sido aprofundada posteriormente na triagem hidrológica, sua identificação inicial reforçou a necessidade de compatibilizar o desenho urbano com as condições naturais de escoamento, evitando que quadras, lotes e vias fossem definidos sem considerar as restrições topográficas e hidráulicas do terreno.

De forma geral, a triagem urbanística indicou que as glebas apresentaram condições favoráveis à implantação de um loteamento convencional, sobretudo pela inserção em perímetro urbano, pela compatibilidade com a malha viária projetada e pela possibilidade de integração com infraestrutura urbana existente. Entretanto, os eixos projetados, as linhas de alta tensão e os parâmetros de ocupação configuraram condicionantes a serem absorvidos pelo desenho urbano, influenciando diretamente a produtividade do empreendimento e na quantificação da área útil.

4.2.2. Triagem de condicionantes ambientais

Encerrada a verificação das condicionantes urbanísticas, a análise passou à triagem ambiental, voltada à identificação das áreas legalmente protegidas e das feições naturais capazes de restringir ou condicionar o aproveitamento da gleba. Essa etapa concentrou-se principalmente nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) associadas ao curso d'água localizado no limite norte da área de estudo e nas feições hídricas secundárias indicadas nas bases municipais.

A presença do curso d'água principal constituiu a restrição ambiental mais relevante da área, pois sua calha apresentou largura aproximada de 42,30 m no trecho de maior expressão. Com base nesse enquadramento, adotou-se APP marginal de

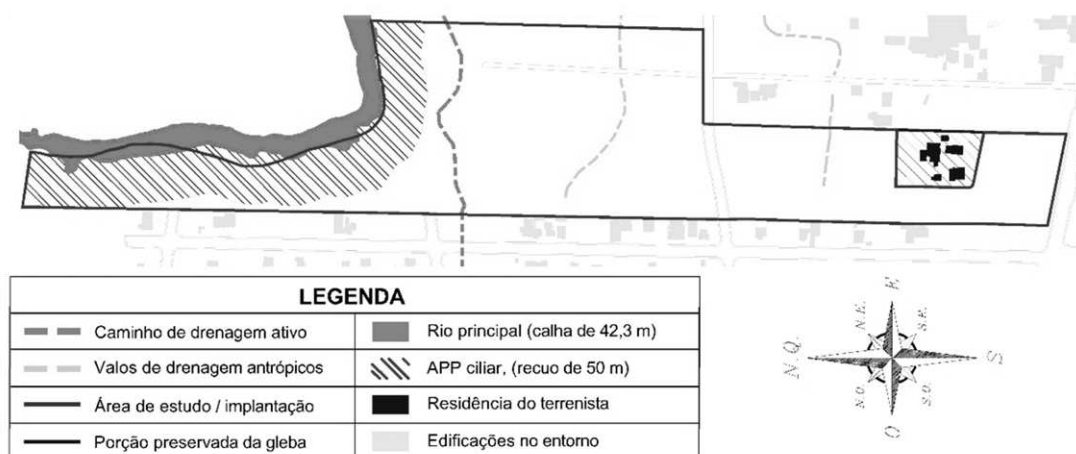
50 m, conforme os afastamentos definidos pelo Código Florestal para cursos d'água naturais com largura entre 10 m e 50 m (Brasil, 2012).

Além do curso d'água principal, as bases municipais indicaram feições lineares menores no interior da área de estudo, associadas a drenagens ou possíveis nascentes não inspecionadas pelo poder público. Contudo, a análise preliminar, apoiada em conhecimento de campo e interpretação das imagens, indicou que parte dessas feições corresponde a valos de drenagem antrópicos ou trechos já retificados a montante, não necessariamente configurando cursos d'água naturais capazes de gerar novas restrições de APP (Jaraguá do Sul, 2020a).

Ainda assim, uma das feições internas foi mantida como ponto de atenção, por apresentar comportamento compatível com drenagem de montante e conexão potencial com a rede pluvial existente. Para essa situação, a diretriz preliminar foi regularizar o escoamento, compatibilizá-lo com a drenagem do loteamento e conduzi-lo por traçado técnico adequado até o curso d'água principal, preferencialmente integrado ao sistema de retenção proposto na triagem hidrológica.

A síntese dos condicionantes ambientais analisados pode ser visualizada através da Figura 31. Nela, observam-se o recuo da APP marginal do curso d'água principal, a localização das feições hídricas secundárias indicadas no GeoPortal e a delimitação preliminar da porção remanescente passível urbanização.

Figura 31 – Caracterização ambiental preliminar



Fonte: autoria própria (2026).

A aplicação do afastamento de 50 m a partir da borda do curso d'água principal resultou na subtração preliminar de 28.784,54 m² da área total, unindo a

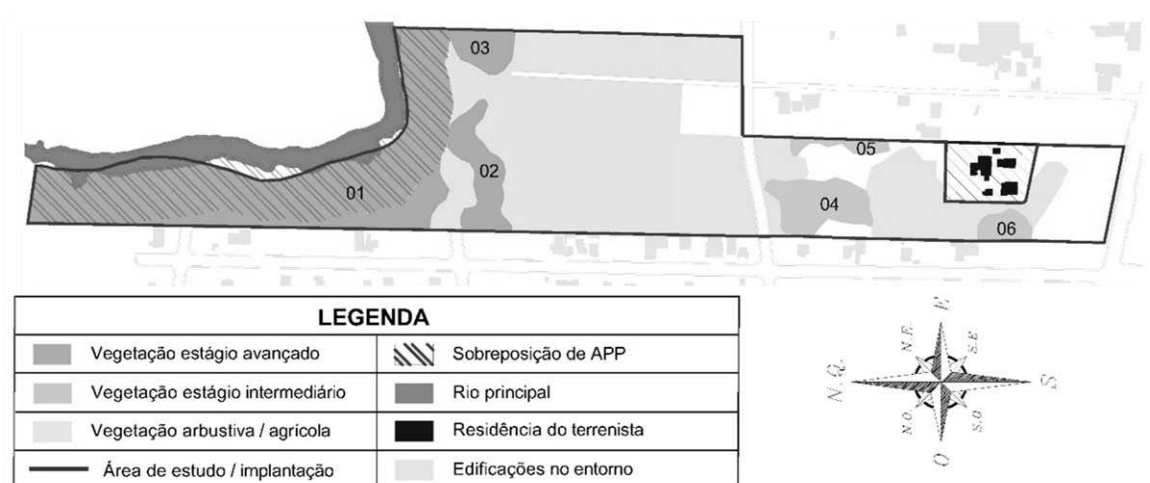
feição de APP e os trechos do rio internos, restando cerca de 107.812,20 m² como área potencialmente aproveitável para urbanização. Ao descontar adicionalmente a porção residencial da gleba a ser mantida na posse do terrenista, correspondente a 5.498,46 m², obteve-se uma área útil preliminar de 102.313,74 m², ainda sujeita à validação pelas triagens florestal e hidrológica.

4.2.3. Triagem de condicionantes florestais

Após a delimitação preliminar das APPs e da área útil resultante da triagem ambiental, a análise passou à verificação das condicionantes florestais incidentes sobre a gleba. Essa etapa teve como objetivo identificar e medir os fragmentos de vegetação nativa através de imagens satelitais, classificá-los preliminarmente quanto ao estágio sucessional, com apoio de uma vistoria *in loco*, e avaliar sua interferência no aproveitamento territorial da área útil remanescente do empreendimento.

A classificação preliminar resultou na identificação de seis feições principais de vegetação, conforme ilustrado na Figura 32, sendo três associadas a estágio avançado de regeneração e três associadas a estágio médio. A maior feição em estágio avançado coincide, em grande parte, com a faixa ciliar do curso d'água principal, já protegida pela APP, enquanto as demais manchas aparecem de forma mais isolada no interior da área de estudo ou em suas porções laterais.

Figura 32 – Caracterização florestal preliminar



Fonte: autoria própria (2026).

Feita a caracterização florestal preliminar, o passo seguinte consistiu na quantificação das áreas acumuladas para cada estágio sucessional, conforme sintetizado na Tabela 16. Essa triagem serviu principalmente de apoio ao plano de supressão vegetal, a fim de orientar esse planejamento de forma compatível com o melhor aproveitamento territorial da gleba.

Tabela 16 – Resumo da classificação florestal preliminar

Identificação	Área (m²)	Classificação preliminar
Feição 01	32.250,73	Estágio avançado
Feição 02	4.541,26	Estágio avançado
Feição 03	2.445,27	Estágio avançado
Feição 04	4.794,71	Estágio intermediário
Feição 05	1.164,48	Estágio intermediário
Feição 06	1.549,60	Estágio intermediário
Subtotal em estágio avançado:		39.237,26 m²
Subtotal em estágio intermediário:		7.508,79 m²

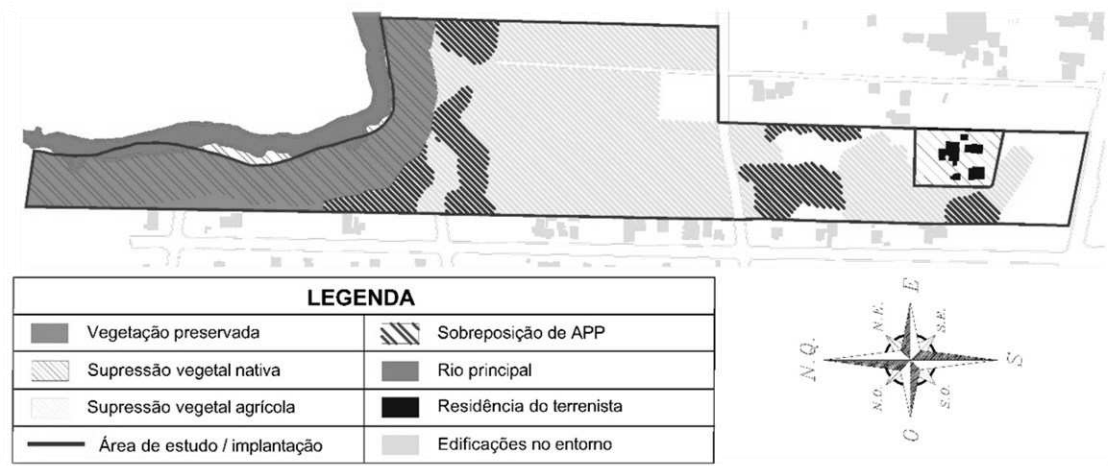
Fonte: autoria própria (2026).

Como as glebas estão inseridas em perímetro urbano anterior à Lei nº 11.428/2006, adotou-se como premissa preliminar a possibilidade de supressão de até 50% da vegetação secundária em estágio avançado e de até 70% da vegetação secundária em estágio intermediário, mediante autorização do órgão ambiental competente e atendimento às demais exigências legais. Essa leitura decorreu dos arts. 30 e 31 da Lei da Mata Atlântica, que condicionam a supressão, em áreas urbanas, à preservação mínima de 50% da vegetação em estágio avançado e de 30% da vegetação em estágio intermediário quando o perímetro urbano é anterior à data de vigência da lei (Brasil, 2006).

A aplicação desses percentuais resultou em supressão tolerável de 24.874,78 m². Entretanto, o plano preliminar não utilizou integralmente esse limite, conforme evidenciado na Figura 33, pois a proposta do anteprojeto considerou supressão de apenas 17.701,38 m², preservando integralmente a faixa ciliar associada à APP do curso d'água principal e mantendo, adicionalmente, 2.193,64 m² de vegetação

localizada em porções estreitas da gleba, cujo aproveitamento urbanístico seria limitado, salvo em eventual necessidade de ampliação da área verde para atendimento do percentual mínimo de 35% de área útil a ser doada ao município.

Figura 33 – Plano de supressão vegetal preliminar



Fonte: autoria própria (2026).

Além das áreas de vegetação nativa, observou-se a presença de cobertura agrícola e arbustiva perfazendo 66.344,15m² do território, especialmente associada ao uso rural. Essas áreas não foram tratadas como fragmentos nativos em estágio médio ou avançado por serem provenientes de atividades antrópicas, mas foram consideradas relevantes para o orçamento de limpeza, roçada, destocamento e preparação superficial do terreno antes da terraplenagem.

Como resultado da triagem florestal, a área útil de 102.313,74 m², obtida após a triagem ambiental foi ajustada para 100.120,10 m². Dessa forma, a condicionante florestal resultou em redução adicional de 2.193,64 m² da área potencialmente urbanizável, valor associado às porções vegetadas preservadas fora das áreas já descontadas pela APP e demais restrições ambientais.

Desse modo, a triagem confirmou que as restrições florestais da gleba não inviabilizaram a implantação do empreendimento, mas condicionaram a organização espacial do anteprojeto. A sobreposição entre APP e vegetação ciliar em estágio avançado permitiu concentrar as restrições em uma mesma faixa territorial, mantendo um corredor ecológico funcional no processo.

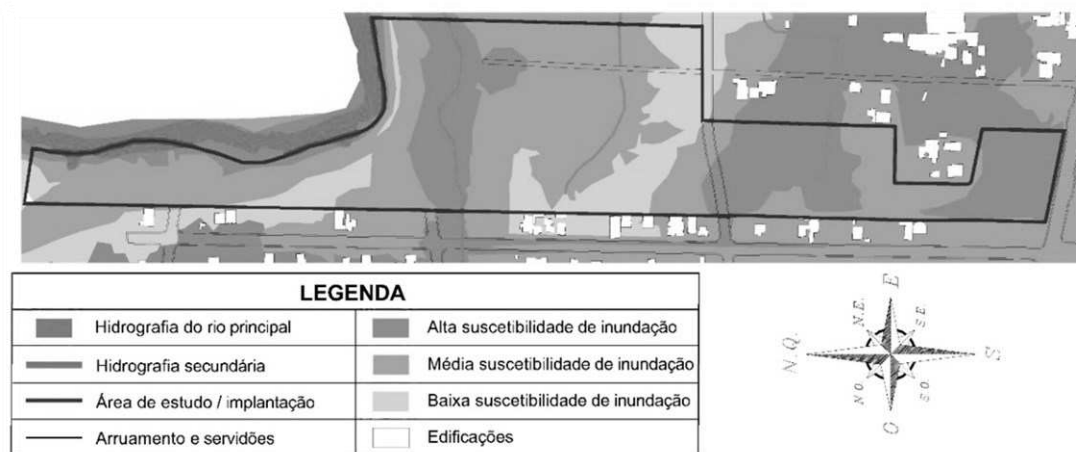
Embora a área útil já tenha sido quantificada após as triagens ambiental e florestal serem completadas, a triagem urbanística e a visualização do MDT também revelaram a necessidade de uma triagem hidrológica complementar, em razão da inserção parcial da gleba em área suscetível a alagamentos e inundações.

4.2.4. Triagem de condicionantes hidrológicas

Após a consolidação das triagens ambiental e florestal, a análise passou à verificação das condicionantes hidrológicas incidentes sobre a área efetivamente aproveitável do empreendimento. Essa etapa teve duas finalidades principais, sendo a primeira a avaliação da suscetibilidade local a alagamentos e inundações, orientando as cotas preliminares de terraplenagem, e a segunda foi verificar a necessidade de implantação de dispositivo de amortecimento pluvial para mitigar os impactos da urbanização sobre o escoamento superficial a jusante.

Para o diagnóstico de suscetibilidade, utilizou-se o mapeamento elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2015), cujas feições de suscetibilidade a alagamentos e inundações foram exportadas para a base de projeto, conforme representado na Figura 32. A leitura confirmou a situação observada em campo, com presença de áreas de baixada, suscetíveis a empoçamentos ao sul e a leste da gleba, além de trechos associados à inundação pelo transbordamento da calha natural do curso d'água principal.

Figura 34 – Mapa de suscetibilidade de alagamento e inundação



Fonte: autoria própria (2026), com base em CPRM (2015).

Do ponto de vista do anteprojeto, esse diagnóstico indicou a necessidade de conformar a terraplenagem de modo que as cotas finais das áreas urbanizadas permaneçam acima das cotas de alta suscetibilidade a alagamentos e inundações. Na ausência de estudo hidrológico executivo específico nesta etapa, adotou-se como diretriz preliminar a compatibilização das cotas de projeto com as áreas urbanas adjacentes e com a necessidade de regularização das porções deprimidas da gleba.

Além da regularização altimétrica, as diretrizes municipais de drenagem indicaram que os impactos negativos da urbanização sobre o regime de escoamento superficial devem ser mitigados pelo empreendedor. Isso deve ocorrer porque a implantação de vias, lotes, calçadas e demais superfícies urbanizadas tende a aumentar a vazão de pico e reduzir o tempo de concentração da bacia, exigindo medidas de controle antes do lançamento da drenagem no sistema a jusante.

A área útil considerada para o pré-dimensionamento hidrológico correspondeu a 100.120,10 m², equivalente a aproximadamente 10,01 ha. De acordo com o PDDU de Jaraguá do Sul, para áreas de contribuição situadas entre 10 ha e 12 ha, as medidas aplicáveis incluem bacias de detenção e bacias de retenção, enquanto soluções como pavimentos permeáveis, valas, trincheiras e poços de infiltração deixam de ser recomendadas como dispositivos principais nessa escala de contribuição (Jaraguá do Sul, 2021).

Para o pré-dimensionamento da bacia de detenção, adotou-se a formulação indicada pelo próprio PDDU para estimativa da altura máxima da lâmina d'água. Considerando a faixa de tempo de retorno indicada para macrodrenagem em áreas residenciais e comerciais, compreendida no intervalo entre 20 e 50 anos, assumiu-se a condição mais conservadora, com TR = 50 anos.

Nesse cálculo também foram adotados $q_s = 12,46$ mm/h, correspondente à vazão de pré-ocupação de 34,6 L/s/ha, e coeficiente de escoamento superficial, ou *runoff*, $C = 0,70$. Este último foi definido em caráter preliminar, considerando conservadoramente a taxa máxima de ocupação de 70% do macrozoneamento ZI cujas glebas estão inseridas.

$$H_{\max, \text{mm}} = \left(5,94 \cdot \sqrt{0,70} \cdot 50^{0,093} - 0,59 \cdot \sqrt{12,46} \right)^2 = 25,69 \text{ mm}$$

Multiplicando-se a lâmina calculada pela área de contribuição do empreendimento, correspondente a 100.120,10 m², obteve-se o volume mínimo necessário para a bacia de detenção:

$$V_{\min, m^3} = \frac{25,69}{1000} \cdot 100.120,10 = 2.572,08 \text{ m}^3$$

Considerando uma profundidade média preliminar de 2,00 m, já ponderada pela perda parcial de volume decorrente do taludamento interno à área de detenção, a área mínima destinada ao dispositivo foi estimada pela razão entre o volume necessário e a profundidade média adotada:

$$A_{\min, m^2} = \frac{2.572,08}{2,00} = 1.286,04 \text{ m}^2$$

A partir desse resultado, a bacia de detenção foi incorporada como condicionante de projeto, devendo ser compatibilizada posteriormente com o anteprojeto de terraplenagem, com a área verde e com o sistema de microdrenagem. Sua implantação também apresentou potencial de aproveitamento do solo escavado em aterros do próprio empreendimento, desde que seja validada a competência geotécnica do material posteriormente.

Quanto à drenagem de montante identificada na triagem urbanística e associada à galeria pluvial existente, sua contribuição não foi incorporada ao cálculo preliminar do volume de detenção, pois este foi dimensionado apenas para a área urbanizada pelo empreendedor. Ainda assim, essa interferência foi mantida como condicionante do anteprojeto de microdrenagem, devendo ser conduzida por galerias pluviais até a bacia de detenção, de modo a regularizar e compatibilizar o caminho de escoamento existente.

Com a conclusão das triagens ambiental, florestal e hidrológica, tornou-se possível delimitar a área útil potencialmente aproveitável e confirmar a viabilidade técnica preliminar de implantação do loteamento. A partir dessas condicionantes, o estudo avançou para o anteprojeto urbanístico, etapa responsável por transformar a área útil remanescente em traçado viário, quadras, lotes, áreas verdes e demais elementos estruturadores do parcelamento.

4.3. ANTEPROJETO URBANÍSTICO

Após a caracterização territorial preliminar e a subtração das áreas condicionadas por APP, preservação florestal, porção residencial mantida pelo terrenista e demais condicionantes técnicas, a análise avançou para a concepção do anteprojeto urbanístico. Essa etapa teve como finalidade transformar a área útil remanescente em uma proposta de parcelamento capaz de conciliar produtividade imobiliária, continuidade da malha urbana, atendimento aos parâmetros legais e coerência com as premissas qualitativas do produto habitacional.

Sob o ponto de vista da viabilidade econômica, o desenho urbanístico buscou maximizar a quantidade de unidades ofertáveis sem desconsiderar a funcionalidade urbana do conjunto. A produtividade espacial da gleba foi tratada como variável central do anteprojeto, pois dela dependeram o número de lotes, a área vendável, a extensão do sistema viário, os quantitativos de infraestrutura e, posteriormente, o potencial de geração de receitas do empreendimento.

Inicialmente, o desenho urbano foi desenvolvido em paralelo à leitura preliminar da terraplenagem, de modo a verificar se o relevo natural criava obstáculos relevantes à estruturação das quadras e vias. Apesar de a gleba apresentar irregularidades topográficas e necessidade de aterros em porções suscetíveis a alagamentos, o quadro geral indicou a possibilidade de obtenção de uma superfície urbanizável relativamente plana, sem dependência de grandes rupturas altimétricas para a formulação inicial do traçado.

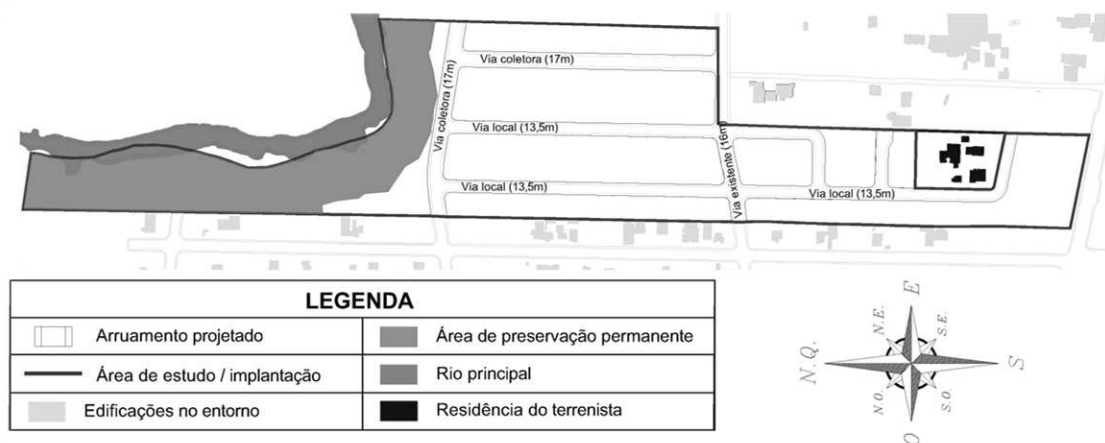
Assim, a primeira etapa de estruturação consistiu na definição do sistema viário, tomando como referência os eixos projetados identificados no GeoPortal e os alinhamentos necessários à continuidade da malha urbana existente. Para isso, foram considerados afastamentos laterais compatíveis com a profundidade de lotes e a hierarquia viária pretendida, incorporando a largura das pistas e as faixas necessárias à formação da pista de rolamento e calçadas laterais, de modo a orientar a criação das quadras e a conexão com o entorno.

Nesse processo, os eixos projetados assumiram função estruturante, pois permitiram compatibilizar o interesse público de conectividade com a lógica interna do parcelamento. A configuração resultante buscou respeitar os conceitos de quadra econômica, com comprimentos inferiores ao limite de 300 m e larguras ligeiramente

superiores a 50 m de modo a permitir lotes em ambos os lados da via, sempre que a geometria da gleba possibilitou esse arranjo.

Nos trechos em que a largura útil da área não permitiu a formação de quadras completas associadas a arruamentos contínuos, foram utilizados bolsões de retorno como solução de fechamento viário e aproveitamento espacial. Nesses pontos, respeitaram-se as diretrizes geométricas mínimas, incluindo diâmetro interno de 13 m, raios de curvatura de 8 m para cruzamentos e ângulos entre eixos superiores a 60°, de modo a preservar a funcionalidade do sistema viário proposto, conforme o molde apresentado na Figura 35.

Figura 35 – Modelagem do sistema viário e estruturação de quadras



Fonte: autoria própria (2026).

Após a estruturação das quadras e arruamentos, a etapa seguinte consistiu na distribuição das áreas públicas obrigatórias, calculadas sobre a área útil do empreendimento. Nesse sentido, buscou-se conciliar o atendimento aos percentuais legais com uma implantação harmônica e funcional, evitando-se que as áreas doadas fossem apenas resíduos geométricos sem utilidade urbana ou recreacional.

O percentual mínimo de 5% destinado ao lote institucional foi alocado na face sul da gleba, com frente para a Av. Prefeito Waldemar Grubba. Essa posição foi considerada adequada por estar conectada a um arruamento existente, apresentar maior visibilidade urbana e contar com ponto de ônibus próximo, atributos estratégicos que favoreceram a acessibilidade e a funcionalidade de um eventual equipamento público a ser implantado no local.

Após a adição da área de doação institucional ao sistema viário projetado, ainda permaneceu necessário complementar o percentual mínimo de 35% de áreas não loteáveis exigido pela legislação municipal. Para isso, foi destinada uma área verde linear na porção posterior da gleba, próxima à APP do curso d'água principal, permitindo compatibilizar preservação ambiental, uso público, paisagismo e implantação da bacia de retenção prevista na triagem hidrológica.

Essa solução também reservou espaço para eventual implantação de estação de tratamento de esgoto provisória, resguardando uma possível exigência da concessionária em etapa executiva posterior. Dessa forma, a área verde foi tratada como elemento técnico e urbanístico capaz de integrar funções recreativas, ambientais, hidráulicas e infraestruturais, conforme observado no posicionamento das quadras disposto na Figura 36.

Figura 36 – Modelagem da parametrização espacial



Fonte: autoria própria (2026).

A síntese dessa parametrização espacial obtida pelo anteprojeto pode ser resumida na Tabela 17. Observou-se que, em razão da adoção de quadras econômicas e da busca por maior eficiência do traçado viário, a participação do arruamento ficou abaixo do percentual necessário para, isoladamente, completar as áreas públicas obrigatórias, exigindo obrigatoriamente a ampliação da área verde ou institucional para atendimento do mínimo de 35% de áreas não loteáveis.

Tabela 17 – Resumo da parametrização espacial

Categoria	Área (m²)	Participação (%)
Área total da gleba	136.596,74	-
Área útil considerada	100.120,10	100,00
Área das quadras	75.138,62	75,05
Área do arruamento	24.981,48	24,95
Área institucional	5.130,27	5,12
Área verde e detenção	4.715,53	4,71
Área de serviço FNE	452,13	0,45
Área loteável total	64.840,69	64,76
Área não loteável total	35.279,41	35,24

Fonte: autoria própria (2026).

Por último, as quadras consolidadas foram parceladas em lotes, priorizando-se dimensões próximas ao lote mínimo municipal para ampliar a quantidade de unidades ofertáveis. Entretanto, a geometria alongada e irregular da gleba não permitiu que essa premissa fosse aplicada de forma integral sem perda excessiva de área útil, razão pela qual se adotou uma solução intermediária, buscando uniformizar as dimensões dos lotes sem comprometer a eficiência espacial do conjunto.

Além da segmentação das quadras, foram representadas faixas não edificáveis de 12,50 m para cada lado das linhas de alta tensão que atravessam a gleba, bem como uma faixa de serviço gramada junto à R. Alwin Müller para compatibilização preliminar do posteamento. Como parte dessas interferências coincidiu com o arruamento proposto, a restrição foi parcialmente absorvida pela própria largura da via, reduzindo a perda direta sobre a área comercializável.

Ainda nesse assunto, a configuração dos lotes foi mantida como hipótese preliminar, diante da possibilidade de absorção parcial da FNE mediante retificação da linha de alta tensão às expensas do empreendedor, condicionada à anuência da concessionária. Ainda assim, essa interferência foi tratada como ponto de atenção para a etapa executiva, podendo exigir a supressão de lotes, ajustes das parcelas ou intervenções menores, como controle de gabarito máximo de edificações e restrições de arborização nas áreas afetadas.

A Figura 37 sintetiza a etapa final da modelagem urbanística, na qual as quadras previamente estruturadas foram convertidas em lotes e compatibilizadas com as faixas de interferência da rede de alta tensão. Essa representação permitiu visualizar a interação entre produtividade imobiliária almejada, condicionantes legais e técnicas, diretrizes urbanísticas municipais, e a disposição geométrica final obtida para o empreendimento

Figura 37 – Modelagem do parcelamento de solo



Fonte: autoria própria (2026).

Como resultado, o anteprojeto urbanístico forneceu a produtividade preliminar do empreendimento, além de consolidar o traçado viário e a geometria das quadras que serviram de base aos projetos posteriores de terraplenagem, infraestrutura e superestrutura. A produtividade obtida correspondeu a 191 lotes, com áreas variáveis em razão das adaptações geométricas necessárias devido ao formato da gleba, a eixos transversais parcialmente sinuosos e à compatibilização com as condicionantes territoriais impostas pelas triagens iniciais.

Após a consolidação do parcelamento, os lotes foram organizados por faixas de área, conforme resumido na Tabela 18, de modo a permitir a leitura da composição dimensional do produto imobiliário proposto. Essa separação foi relevante porque a variação de metragem interferiu na precificação posterior, na aderência ao público-alvo e na diferenciação comercial das unidades, especialmente nos lotes de esquina ou em algumas parcelas que, por condicionantes geométricas, assumiram dimensões superiores ao padrão predominante.

Tabela 18 – Distribuição dos lotes por faixa de área

Faixa de área	Nº de lotes	Lote médio
300 – 350 m ²	115	316,55 m ²
351 – 400 m ²	55	362,15 m ²
401 – 450 m ²	12	424,32 m ²
451 – 615 m ²	9	494,19 m ²
Total	191	339,48 m²

Fonte: autoria própria (2026).

Conforme sintetizado na Tabela 18, aproximadamente 89% dos lotes ficaram concentrados na faixa de até 400 m², preservando aderência ao produto habitacional de classe média definido nas premissas iniciais. Os lotes superiores a 400 m², por sua vez, configuram uma parcela minoritária do empreendimento, podendo ser interpretados como produtos de maior diferenciação, adequados a usos residenciais de maior área, usos comerciais mistos, verticalização, ou estratégias de valorização conforme a consolidação urbana do entorno.

Definida a produtividade urbanística, tornou-se possível avançar para a validação física da proposta por meio do anteprojeto de terraplenagem. Essa etapa subsequente teve como finalidade verificar se o traçado, as quadras, as áreas públicas e os lotes poderiam ser implantados em cotas compatíveis com a topografia, com a drenagem e com as condicionantes hidrológicas previamente identificadas, antes da quantificação das redes de infraestrutura, da superestrutura viária e dos custos preliminares de implantação.

4.4. ANTEPROJETO DE TERRAPLENAGEM

Com o anteprojeto urbanístico consolidado, a etapa seguinte consistiu na validação altimétrica da proposta por meio da modelagem preliminar de terraplenagem. Essa fase verificou se o traçado viário, as quadras, os lotes, as áreas públicas e a bacia de retenção poderiam ser implantados em cotas compatíveis com a topografia existente, com as condicionantes hidrológicas e com a extração dos quantitativos preliminares de corte e aterro.

A terraplenagem foi organizada em três etapas principais: criação do Modelo Digital de Terreno (MDT), modelagem da superfície de projeto e extração dos quantitativos de movimentação de solo. Essa sequência transformou a base topográfica disponível em uma superfície operacional de anteprojeto, utilizada para orientar greides, plataformas, quadras, taludes e volumes de movimentação.

4.4.1. Criação do modelo digital de terreno

A primeira etapa consistiu na obtenção e tratamento da base planialtimétrica utilizada para representar o terreno natural. Para isso, utilizou-se o arquivo *rasterizado* em formato de Modelo Digital de Elevação (MDE), gerado a partir da fotoaltimetria realizada no município em 2020, por apresentar maior densidade de informações altimétricas do que a base vetorial de curvas de nível disponibilizada diretamente pela cartografia municipal.

A partir desse MDE, extraíram-se curvas de nível com equidistância vertical de 0,10 m no *software* QGIS, que foram posteriormente exportadas para geração da superfície TIN dentro do AutoCAD Civil 3D. Esse procedimento permitiu melhorar a continuidade da interpolação altimétrica e obter uma superfície mais representativa do terreno natural, especialmente nas áreas em que os contornos originais apresentavam perda de informações intermediárias.

Durante o tratamento da superfície, removeram-se aglomerados anômalos de curvas que formavam elevações isoladas e incompatíveis com o relevo real. Essa filtragem foi necessária porque, na ausência de perfilamento a laser, a fotoaltimetria incorporou copas de árvores, edificações e pontos discrepantes como elevações aparentes do terreno, distorcendo a superfície e superestimando volumes de corte.

Embora a base utilizada, mesmo que tratada, não seja capaz de substituir uma campanha local de levantamento planialtimétrico executivo posterior, ela foi considerada adequada à escala de anteprojeto, por representar a ordem de grandeza da topografia com uma precisão suficiente. Essa premissa foi compatível com o caráter preliminar do estudo, no qual se definiu um MDT representativo para orientar a modelagem da superfície de terraplenagem.

4.4.2. Modelagem da superfície de terraplenagem

A modelagem da superfície de terraplenagem partiu dos eixos viários definidos no anteprojeto urbanístico. Os perfis e greides das vias foram elaborados no AutoCAD Civil 3D com base nas cotas de referência das vias confrontantes, do arruamento público existente, da rua sem saída conectada aos fundos da gleba e das porções residenciais preservadas pelo terrenista.

Na definição dos greides, priorizou-se que a declividade da terraplenagem acompanhasse a drenagem futura, reduzindo empoçamentos, profundidades de escavação e afundamentos excessivos das redes gravitacionais. Sempre que possível, adotaram-se declividades próximas ou superiores a 0,50%, embora alguns trechos tenham permanecido próximos de 0,30% em razão da configuração plana do entorno e da necessidade de elevar cotas em áreas suscetíveis a alagamentos.

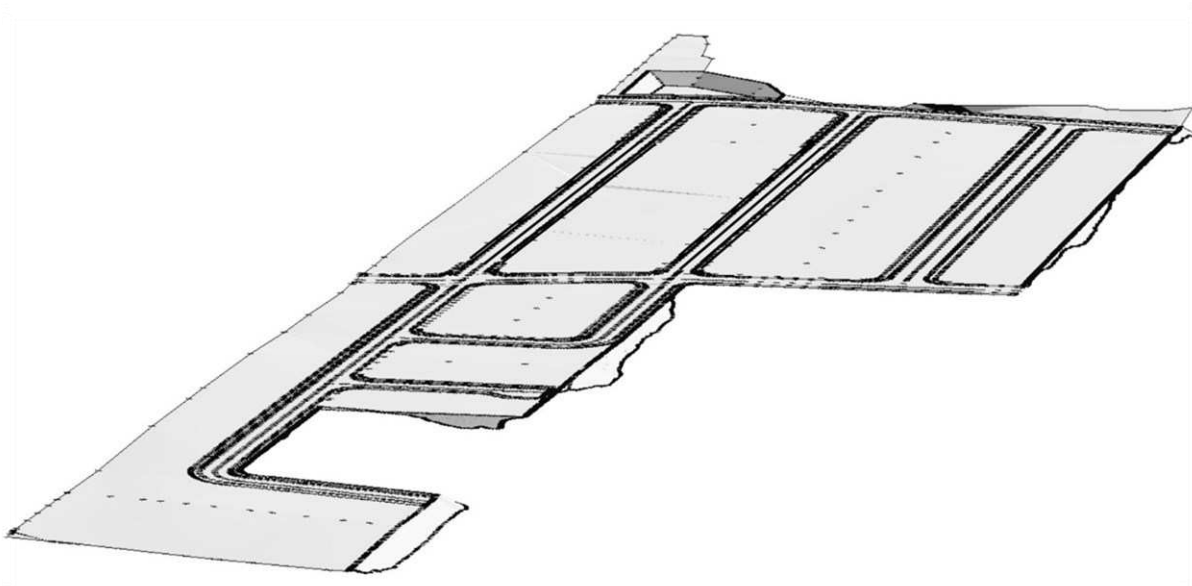
Com os greides definidos, modelaram-se as seções-tipo das vias locais e coletoras, os corredores viários e as interseções. A superfície resultante foi utilizada como referência da terraplenagem bruta, sem incorporação das camadas de pavimentação, base, sub-base e passeios, pois esses elementos foram reservados para a quantificação posterior da superestrutura.

Na sequência, as quadras foram modeladas por meio de linhas de recurso do AutoCAD Civil 3D, utilizando como referências altimétricas as bordas das calçadas, os limites da gleba e os pontos de controle dos greides viários. As superfícies internas receberam caimentos suaves em direção ao arruamento, evitando depressões no interior dos lotes e conduzindo a drenagem superficial para as vias.

Nos limites em que a superfície projetada ficou acima do terreno natural, especialmente na divisa leste e nas confrontações com a porção residencial preservada, foram previstos taludes de aterro com inclinação de 1V:2H. Essa solução foi assumida em caráter de anteprojeto, considerando a possibilidade de anuência dos confrontantes e a vantagem de evitar desníveis abruptos ou valos junto às divisas.

Como resultado, a Figura 38 apresenta a visualização tridimensional da superfície modelada no AutoCAD Civil 3D, permitindo observar a conformação geral dos greides, quadras, taludes e bacia de retenção. A modelagem também evidenciou predominância de aterros nas porções mais baixas da gleba, especialmente nas áreas associadas à suscetibilidade a alagamentos identificada nas triagens anteriores.

Figura 38 – Superfície de terraplenagem modelada



Fonte: autoria própria (2026).

Com a modelagem final da superfície de terraplenagem, a solução urbanística proposta anteriormente foi convalidada quanto à possibilidade de implantação física, sem perda de produtividade espacial. Essa modelagem também criou uma base adequada para concepção dos anteprojetos de infraestrutura e superestrutura, além de permitir extração dos quantitativos de movimentação de solo.

4.4.3. Quantitativos de movimentação de solo

A partir da modelagem anterior, realizou-se a comparação entre a superfície da terraplenagem modelada com a superfície natural do MDT, obtendo-se um mapa volumétrico movimentações de solo, com espessuras de aterramento e escavações. Para corte, a espessura máxima de foi de 3,34 m, enquanto a altura máxima de aterro foi de 4,27 m, sendo esta última um ponto de atenção para validação geotécnica posterior quanto à capacidade de suporte do solo.

Quanto ao mapa volumétrico, a legenda foi organizada em seis intervalos equidistantes de 2,00 m, variando do limite inferior de -6,00 m até +6,00 m em relação ao terreno natural, conforme a Figura 39. Com essa superfície volumétrica, o AutoCAD Civil 3D também pôde computar automaticamente as áreas e volumes preliminares de movimentação de solo, conforme resumido na sequência através da Tabela 19.

Figura 39 – Mapa de espessuras de movimentação de solo

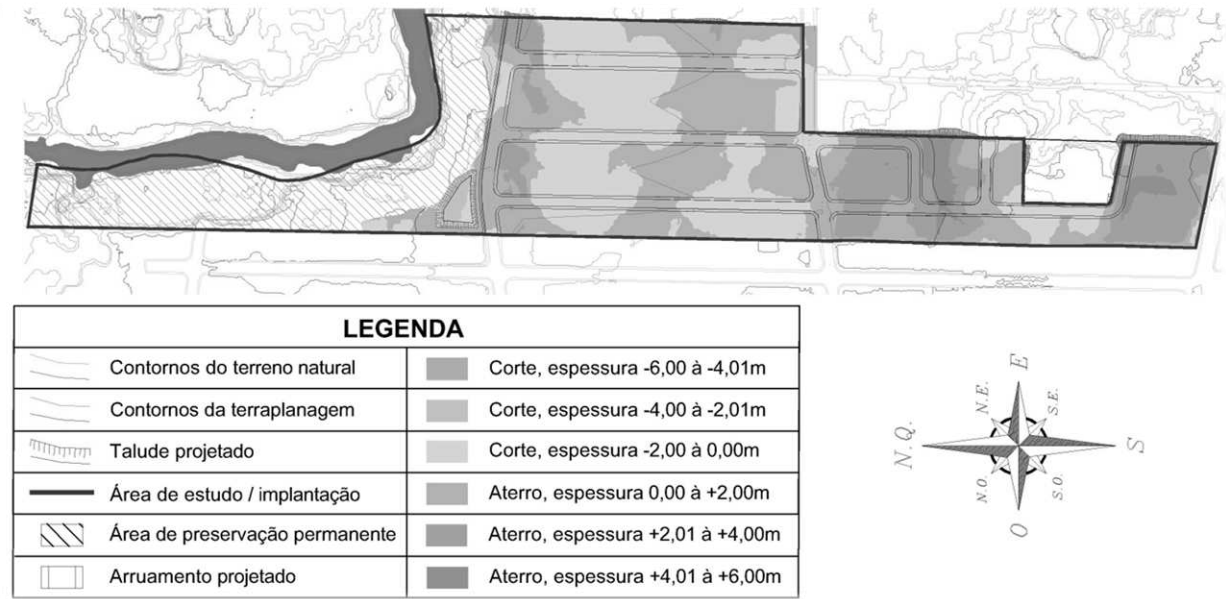


Tabela 19 – Resumo do equilíbrio de massas

Espessura de regularização (m)	Área de regularização (m²)	Volume de movimentação (m³)
-6,00 à -4,01	0,00	0,00
-4,00 à -2,01	866,19	467,43
-2,00 à 0,00	38.743,52	25.038,64
0,00 à +2,00	43.023,83	80.165,19
+2,01 à +4,00	19.603,83	27.414,04
+4,01 à +6,00	2.806,82	631,74
Déficit geométrico inicial		82.704,90 (aterro)

Fonte: autoria própria (2026).

Além dos volumes geométricos obtidos na modelagem, considerou-se a decapagem de 20 cm de solo orgânico superficial nas áreas diretamente interferidas pela terraplenagem, especialmente em razão do uso agrícola anterior da gleba. A síntese dos resultados, incluindo o desconto do material de expurgo, a correção da demanda de aterro e a conversão dos volumes para condição solta por fatores de empolamento, está apresentada na Tabela 20.

Tabela 20 – Resumo da movimentação de solo

Categoria	Volume total (m³)	Empolamento	Volume solto (m³)
Material de corte	17.584,13	1,40	24.617,78
Material de aterro	121.297,87	1,30	134.827,86
Material de expurgo	21.008,84	1,40	29.412,38

Fonte: autoria própria (2026).

Como resultado, o corte bruto de 25.506,07 m³ apresentou 17.584,13 m³ de material potencialmente aproveitável após a exclusão da camada orgânica, enquanto o aterro total necessário passou a ser 121.297,87 m³ após o incremento e recomposição das áreas decapadas. Dessa forma, a necessidade preliminar de importação foi estimada na magnitude de 103.713,74 m³ de material adequado para aterro, posteriormente convertidos em 134.827,86 m³ soltos para fins de transporte.

Com a modelagem concluída, o anteprojeto de terraplenagem confirmou a viabilidade física preliminar do traçado urbanístico e forneceu os quantitativos necessários para posterior composição dos custos de limpeza, escavação, transporte, aterro, compactação e expurgo. A partir dessa validação altimétrica, tornou-se possível avançar para os anteprojetos de infraestrutura urbana, nos quais o sistema viário modelado passou a orientar a implantação das redes de drenagem, esgoto, abastecimento de água, energia elétrica e demais elementos urbanos.

4.5. ANTEPROJETOS DE INFRAESTRUTURA URBANA

Com o traçado urbanístico validado pelo anteprojeto de terraplenagem, tornou-se possível avançar para a concepção preliminar das redes de infraestrutura urbana. Essa etapa teve como finalidade posicionar e compatibilizar os sistemas de drenagem pluvial, coleta de efluentes, abastecimento de água e energia elétrica, utilizando o sistema viário modelado como base para o lançamento das redes e para a extração dos quantitativos paramétricos.

Diferentemente dos anteprojetos anteriores, a infraestrutura urbana exigiu a análise simultânea de sistemas com profundidades esperadas, materiais, dispositivos e critérios de operação distintos. Por esse motivo, a principal diretriz adotada foi a compatibilização espacial das redes nas faixas de pista, passeio e serviço, conforme

orientado pelo plano diretor municipal, evitando-se, assim, interferências em planta e preservando, nas calçadas, uma faixa caminhável livre de obstáculos.

A modelagem foi realizada no AutoCAD Civil 3D, utilizando as ferramentas de criação de redes para lançamento planimétrico de tubulações, dispositivos e conexões. Embora o *software* permita gerar perfis longitudinais e atribuir cotas de topo e fundo, essa funcionalidade não foi desenvolvida nesta etapa, pois o anteprojeto priorizou a compatibilização em planta e a obtenção de extensões, unidades e quantitativos preliminares.

4.5.1. Modelagem da microdrenagem pluvial

O anteprojeto de microdrenagem pluvial foi desenvolvido a partir do sistema viário e dos caimentos definidos na terraplenagem, utilizando as vias como eixo principal de condução superficial e subterrânea das águas pluviais. A rede foi posicionada predominantemente sob a pista de rolamento, em razão da magnitude dos diâmetros, da necessidade de captação pelas bocas de lobo e da menor flexibilidade geométrica das galerias.

Os poços de visita (PVs) foram distribuídos em espaçamentos compatíveis com as diretrizes do PDDU, adotando-se intervalos próximos de 100 m e inserção de caixas de passagem ou ligação (CPs) em mudanças de direção, conexões prediais e de bocas de lobo. As bocas de lobo (BLs), seguindo o mesmo arcabouço de diretrizes, foram posicionadas em intervalos de até 40 m, e anteriores a intercessões de vias.

A definição preliminar dos diâmetros considerou o coeficiente de escoamento superficial, a condição de declividade mínima e a rugosidade dos tubos de concreto, estimando-se a área máxima de contribuição atendida por cada seção. À medida que a contribuição de montante aumentou, os diâmetros foram ampliados, resultando em rede composta por tubos de concreto DN 400, DN 600, DN 800 e DN 1000, além de trecho final em galeria celular de 2,0 x 2,0 m.

A vazão da rede de microdrenagem foi direcionada para os fundos do empreendimento, onde se articulou com a galeria pluvial existente identificada nas triagens anteriores. Essa contribuição externa foi retificada por pequeno trecho em direção à bacia de retenção, concentrando a drenagem antes do lançamento final no

corpo hídrico receptor por meio de um extravasor superficial, e eventualmente um dispositivo de bombeamento integrado ao projeto executivo da bacia de detenção.

Como resultado, a microdrenagem totalizou 2.423,00 m de rede, 104 bocas de lobo, 22 poços de visita, 36 caixas de passagem, uma boca de ala e a bacia de detenção. Esses elementos definiram a disposição espacial da rede, para orientar a modelagem da coleta de efluentes, além de comporem a base paramétrica desse sistema, apesar de requerem verificação hidráulica, altimétrica e perfis da rede em um projeto executivo posterior.

4.5.2. Modelagem da coleta de efluentes

A rede coletora de efluentes foi concebida utilizando predominantemente o passeio urbano, os dois lados, com recuo de 1,30m em relação ao alinhamento predial para preservar a circulação de pedestres e permitir a conexão organizada dos ramais prediais aos lotes. Por operar em lâmina livre, a rede também foi condicionada pela declividade mínima, pelo recobrimento e pela profundidade de implantação, embora seus diâmetros tenham sido inferiores aos da microdrenagem.

O sistema utilizou Terminais de Inspeção e Limpeza (TILs) como dispositivos auxiliares de inspeção e manutenção, além de poços de visita (PVs) em trechos de maior complexidade, como mudanças relevantes de direção e encontros de ramais. Nos fundos da gleba, a possibilidade de aprofundamento excessivo da tubulação levou à adoção de um trecho sob a pista de rolamento, solução prevista no anteprojeto para preservar coerência com os intervalos de cobertura impostos pelo PDDU.

O material adotado foi PVC JEI liso, solução compatível com o nível preliminar do estudo e economicamente mais acessível do que alternativas soldadas em PEAD. A verificação preliminar indicou que o DN 150 mm atendeu com folga a demanda populacional de cada via, como também as 1.000 pessoas estimadas para loteamento como um todo, levando a adoção do diâmetro mínimo requerido pelo PDDU, enquanto um ramal auxiliar da ETE, para interligação futura com a rede pública, foi lançado em DN 200 mm, em caráter conservador, por se tratar de trecho associado ao ponto baixo da bacia sanitária e a possíveis contribuições futuras.

Como não se assumiu interligação imediata à rede pública existente, o anteprojeto previu condução dos efluentes até uma Estação Elevatória de Esgoto

(EEE) e uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) provisória, posicionadas em área técnica junto à área verde. Também foi previsto ramal de saída da ETE em direção ao ponto de futura interligação, preservando a possibilidade de adaptação do sistema conforme diretrizes posteriores da concessionária.

Como resultado, a rede coletora totalizou 3.043,40 m entre rede principal, ramal auxiliar e ligações prediais, abrangendo tubulações DN 150, DN 200 e DN 100, respectivamente, além de prever 33 TILs, 17 poços de visita, 192 ligações prediais, uma estação elevatória e uma ETE provisória. Com essa modelagem concluída, foi possível conceber a rede de abastecimento de água, cujo PDDU exige uma distância entre as tubulações de pelo menos 1,00 m por questões de segurança sanitária.

4.5.3. Modelagem do abastecimento de água

A rede de abastecimento de água foi modelada após as redes por gravidade, por apresentar maior flexibilidade de traçado e operar como conduto pressurizado, pouco dependente da topografia e afundamentos no percurso. Seu lançamento acompanhou o sistema viário próximo ao meio-fio, cerca de 2,45 m do alinhamento predial, respeitando o afastamento mínimo em relação à rede coletora de efluentes e mantendo posição compatível com a faixa de serviço no passeio e com os dispositivos das demais infraestruturas concebidas anteriormente.

A solução adotada foi uma solução mista de rede malhada, com ramais fechados para as vias auxiliares, considerando a possibilidade de expansão urbana nas áreas adjacentes e futuras interligações com empreendimentos vizinhos ao leste. Essa configuração favoreceu a continuidade hidráulica do sistema urbano como um todo, reduzindo a dependência de um único sentido de alimentação e preservou maior flexibilidade operacional para a concessionária na expansão da rede.

O material definido para a tubulação foi o PEAD PN10, liso e soldável por termofusão, em razão da flexibilidade, resistência à pressão, continuidade da rede e diminuição do uso excessivo de singularidades e dependência de ângulos fixos para as curvas. Como a rede de água opera sob pressão, não foram previstos poços de visita ou inspeção, restringindo-se os elementos singulares a tês, joelhos, registros de manobra, hidrante e conexões de interligação, onde houve necessidade.

Nos ramais internos, das vias, adotou-se tubulação DE75, suficiente para o atendimento preliminar da população prevista para as vias. No eixo principal, associado à Rua Alwin Müller e às possíveis conexões futuras ao leste, utilizou-se tubulação DE160, como solução conservadora para absorver eventuais ampliações e maior demanda no entorno, além da implantação de um hidrante de coluna como premissa paramétrica de segurança operacional.

Como resultado, a rede de abastecimento totalizou 3.180,34 m de tubulação, sendo 2.815,83 m em PEAD DE75 e 364,51 m em PEAD DE160, além de registros de manobra, tês, joelhos e um hidrante de coluna, compondo os principais dispositivos de operação e setorização do sistema. Com a modelagem da rede de abastecimento de água concluída, o pacote de infraestruturas de saneamento básico foi concluído, reservando o espaço residual na faixa de serviço do passeio para implantação da rede de energia elétrica.

4.5.4. Modelagem da iluminação e energia elétrica

Diferentemente das redes convencionais de saneamento básico, a rede de energia elétrica possui flexibilidade entre a adoção de soluções aéreas convencionais ou subterrâneas, consideravelmente mais onerosas do ponto de vista orçamentário. Entretanto, por razões estéticas, de valorização imobiliária, e técnicas, na redução de interferências com a arborização nos passeios e a retificação da linha de alta tensão, foi adotada a solução de rede enterrada, constituindo junto com a iluminação pública um sistema híbrido de infraestrutura e superestrutura.

O sistema foi lançado em eletrodutos corrugados de PEAD, não soldável, com caixas de passagem em interseções, bifurcações e pontos de manutenção. A rede subterrânea foi posicionada na faixa de serviço, entre a rede de água pressurizada e a rede de esgoto, preservando a faixa caminhável e concentrando dispositivos de inspeção em uma zona técnica lateral, além dos fios especiais de cabeamento subterrâneo serem resistentes a água e não incorrerem em interferências em seu funcionamento no caso de infiltrações atingirem o eletroduto.

A iluminação pública foi integrada à concepção da rede elétrica, com postes metálicos flangeados distribuídos em espaçamentos compatíveis com o limite usual para redes aéreas de 35 m entre unidades, embora a dependência de vãos não fosse

mais um requisito. Como a condução dos cabos elétricos foi proposta por rede subterrânea, o posteamento pôde ser alternado entre as calçadas e posicionado junto às divisas dos lotes, reduzindo interferências com acessos veiculares futuros, além de proporcionar iluminação de qualidade e melhorias estéticas no empreendimento.

Além da iluminação, foram previstos transformadores e outros dispositivos complementares da rede, incluindo acessórios de segurança, aterramento, proteção e distribuição. A retificação dos trechos de alta tensão passantes pela gleba foi mantida como condicionante técnica específica, associada à compatibilização da faixa não edificável e à regularização do posteamento existente, assumido provisoriamente como sendo uma verba às expensas do empreendedor.

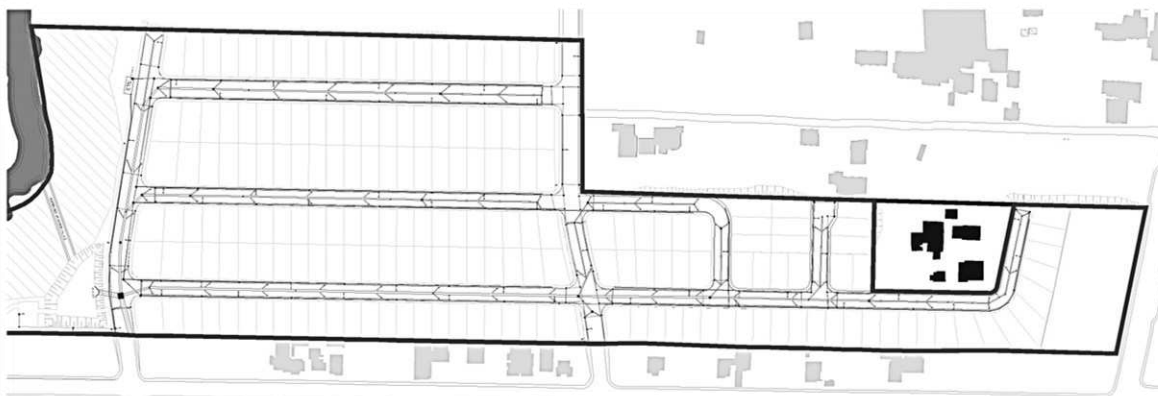
Como resultado preliminar, a rede elétrica subterrânea em conjunto com a iluminação pública totalizaram 3.942,84 m de eletrodutos corrugados em PEAD, 15.771,36 m de cabos de cobre, para quatro fases, 92 caixas de passagem, 51 postes metálicos, 51 luminárias LED e seis transformadores. Após essa modelagem ser concluída, as redes provedoras de fornecimento e captação, serviços públicos essenciais para habitabilidade, foram concluídas, sendo uma etapa complementar a compatibilização desses sistemas e verificação de interferências.

4.5.5. Compatibilização de sistemas enterrados

Após o lançamento individual das redes, realizou-se a sobreposição dos sistemas em planta para verificar interferências preliminares entre tubulações, caixas, TILs, poços de visita, hidrantes, registros, postes, caixas elétricas e faixas de serviço. Essa verificação teve caráter planimétrico, pois a compatibilização vertical, com definição de cotas de fundo, recobrimentos, cruzamentos e perfis longitudinais, permaneceu como escopo do projeto executivo.

Através da Figura 40 é possível visualizar a planta integrada das redes subterrâneas e dos dispositivos de infraestrutura, evidenciando a distribuição dos sistemas no arruamento e ambos os passeios. A leitura conjunta permitiu confirmar que a microdrenagem permaneceu concentrada sob a pista de rolamento, enquanto as redes de esgoto, água e energia foram organizadas lateralmente, reduzindo conflitos com a circulação de pedestres e com os dispositivos de inspeção e manutenção, acessados através da faixa de serviços.

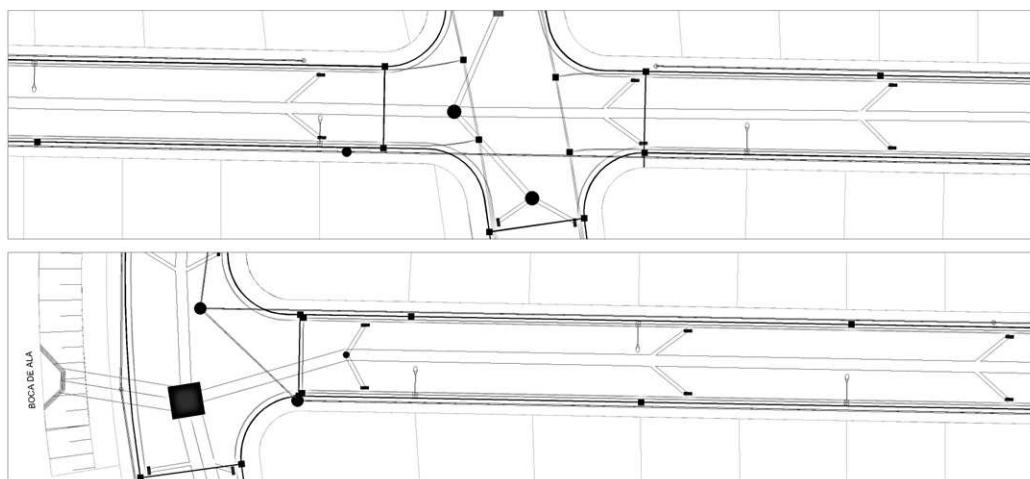
Figura 40 – Modelagem das redes de infraestrutura integradas



Fonte: autoria própria (2026).

Devido à diferença entre a escala urbana do empreendimento e a dimensão das redes e dispositivos auxiliares, a verificação também exigiu inspeções localizadas nos pontos de maior concentração de elementos. A Figura 41 ilustra trechos de cruzamento nos quais a compatibilização se mostrou mais sensível, especialmente pela necessidade de transposição entre redes, e recobrimentos mínimos.

Figura 41 – Detalhamentos das redes de infraestrutura integradas



Fonte: autoria própria (2026).

Após essa etapa de verificação preliminar, presumiu-se que com as redes compatibilizadas e os devidos ajustes feitos, permitiu-se a quantificação paramétrica das mesmas. Sendo assim, utilizando-se das medições lineares e contabilização das unidades acessórias de cada rede, pode-se sintetizar os quantitativos referentes a implantação das infraestruturas.

4.5.6. Quantitativos de infraestrutura

A modelagem integrada das redes permitiu extrair os principais quantitativos paramétricos necessários ao orçamento preliminar, sem transformar esta etapa em projeto executivo de cada disciplina. Os resultados foram organizados na Tabela 20, por sistema, considerando extensões lineares de rede, escavações de vala, dispositivos de inspeção e manutenção, caixas, conexões e elementos especiais.

Tabela 21 – Resumo dos quantitativos de infraestrutura

Categoria	Quantidade	Un.	Categoria	Quantidade	Un.
Rede de microdrenagem pluvial					
Vala ≤ 1,5m de profundidade	2.147,92	m³	Tubo de concreto DN 1000	381,00	m
Vala > 1,5m de profundidade	758,80	m³	Galeria celular 2,0 × 2,0 m	44,00	m
Escoramento de vala > 1,5m	2872,00	m²	Boca de lobo com grelha	104,00	un.
Tubo de concreto DN 300	574,00	m	Poços de visita, var.	22,00	un.
Tubo de concreto DN 400	721,00	m	Caixas de passagem, var..	36,00	un.
Tubo de concreto DN 600	432,00	m	Boca de ala simples	1,00	un.
Tubo de concreto DN 800	271,00	m	Bacia de detenção	1,00	vb.
Rede de coletora de efluentes					
Vala ≤ 1,5m de profundidade	2.069,57	m³	Poços de visita, var.	17,00	un.
Vala > 1,5m de profundidade	202,80	m³	Terminais de inspeção	33,00	un.
Escoramento de vala > 1,5m	6.652,96	m²	Ligações prediais	192,00	un.
Tubo PVC JEI DN 150	2.494,24	m	Estação Elevatória	1,00	vb.
Tubo PVC JEI DN 200	165,16	m	Estação de Tratamento	1,00	vb.
Rede de abastecimento de água					
Vala ≤ 1,5m de profundidade	2.283,42	m³	Tês DE160 × DE75	10,00	un.
Tubo PEAD DE75 PN10	2.815,83	m	Joelhos DE75	12,00	un.
Tubo PEAD DE160 PN10	364,51	m	Joelhos DE160	1,00	un.
Registros de manobra	10,00	un.	Hidrante de coluna	1,00	un.
Rede de energia elétrica e iluminação					
Vala ≤ 1,5m de profundidade	913,92	m³	Postes metálicos	51,00	un.
Eletroduto PEAD corrugado	3.942,84	m	Luminárias LED	51,00	un.
Cabo de cobre 25 mm²	15.771,36	m	Transformadores	6,00	un.
Caixas de passagem	92,00	un.	Retificação da alta tensão	1,00	vb.

Fonte: autoria própria (2026).

Encerrada a infraestrutura urbana, o estudo avançou para a superestrutura viária e os elementos complementares de urbanização. Essa etapa tratou da pavimentação, dos passeios, da sinalização, da acessibilidade e do tratamento paisagístico, responsáveis por transformar a plataforma urbanizada e as redes enterradas em um sistema urbano harmônico, funcional e apto ao uso.

4.6. ANTEPROJETOS DE SUPERESTRUTURA COMPLEMENTAR

Com a infraestrutura urbana preliminarmente compatibilizada, o estudo avançou para a modelagem dos elementos de superestrutura e acabamento urbano do loteamento. Essa etapa contemplou a pavimentação das pistas e passeios, o paisagismo, a arborização e a sinalização viária, utilizando o anteprojeto urbanístico, a superfície de terraplenagem e a posição das redes como bases para extração dos quantitativos paramétricos.

Diferentemente das redes enterradas, esses elementos possuem relação direta com a percepção de uso, segurança, acessibilidade e qualidade urbana do empreendimento. Assim, sua modelagem teve dupla finalidade: fornecer parâmetros físicos para o orçamento preliminar e verificar a compatibilização entre circulação de veículos e pedestres, arborização, iluminação pública e sinalização, tendo como elementos estruturadores o anteprojeto urbanístico e a pavimentação viária.

4.6.1. Modelagem da pavimentação e passeios

O anteprojeto de pavimentação foi desenvolvido a partir das áreas de pista de rolamento definidas no projeto urbanístico. Como as vias internas do loteamento apresentam predominância de tráfego local e baixa solicitação estrutural quando comparadas a vias arteriais ou rodovias, adotaram-se espessuras preliminares mínimas compatíveis com soluções recentes em licitações municipais.

Nesse sentido, a pavimentação foi tratada como uma solução paramétrica de anteprojeto, sem substituir o dimensionamento executivo do pavimento, que depende da capacidade de suporte do subleito, do tráfego de projeto e da verificação estrutural das camadas. Para fins de quantificação preliminar, adotou-se revestimento asfáltico

com 5 cm, base granular com 15 cm e sub-base com 20 cm, permitindo converter a área de pista em volumes de material.

Os passeios foram dimensionados com exigência estrutural inferior à pista de rolamento, por se destinarem predominantemente à circulação de pedestres e apenas ocasionalmente ao acesso de veículos aos lotes. Para essa etapa, adotou-se camada de concreto com 5 cm sobre assentamento granular de 5 cm, sendo uma solução comum observada em licitações municipais.

A definição dos passeios também se apoiou na compatibilização com o paisagismo e a arborização, especialmente nas áreas verdes, onde foi proposta a utilização de paver intertravado pré-moldado com espessura de 6 cm. Além disso, nas calçadas, as faixas de serviço receberam canteiros gramados, reduzindo a área concretada, diminuindo o custo direto de implantação e preservando flexibilidade para futuras rampas de acesso veicular aos lotes.

4.6.2. Modelagem do paisagismo e arborização

O paisagismo foi organizado em duas frentes complementares: tratamento horizontal das superfícies verdes e arborização urbana. A primeira frente contemplou canteiros gramados nos passeios, hidrossemeadura de áreas verdes e proteção vegetal de taludes, enquanto a segunda tratou do posicionamento preliminar de árvores ao longo das vias e nas áreas públicas do empreendimento.

A implantação de canteiros gramados nos passeios foi adotada como solução de equilíbrio entre custo, apelo paisagística e permeabilidade pluvial. Além de reduzir a área concretada, essa estratégia reduziu pontualmente o coeficiente de escoamento global da macrodrenagem e criou faixas de acomodação para arborização, iluminação pública, redes subterrâneas e futuras adaptações de acesso aos lotes.

Nas áreas verdes e taludes, a hidrossemeadura foi prevista como medida paisagística integrada à proteção superficial da terraplenagem. Essa solução contribuiu para reduzir processos erosivos e preservar a geometria dos taludes, especialmente nas etapas iniciais de implantação do loteamento.

Quanto à arborização, as mudas foram posicionadas preferencialmente nas divisas entre lotes, evitando interferência com futuros acessos veiculares. Como o posteamento de iluminação pública já havia sido definido no anteprojeto da rede

elétrica, a localização das árvores também considerou a presença dos postes, evitando sobreposições que pudessem comprometer a manutenção, a iluminação ou o desenvolvimento das copas.

Além das calçadas, o plantio arbóreo também foi previsto nas áreas verdes, com função de qualificação paisagística e ambiental do empreendimento. Com isso, a arborização passou a extrapolar a função ornamental, integrando a estratégia de conforto urbano, sombreamento e valorização do produto imobiliário, além de orientar o posicionamento da sinalização viária, especialmente a vertical.

4.6.3. Modelagem da sinalização viária

A sinalização viária foi concebida após a definição do traçado, dos passeios, da arborização e do posteamento, de modo a evitar conflitos entre placas, árvores, luminárias e faixas de circulação. Essa disciplina foi segmentada em duas frentes, sendo a sinalização vertical composta predominantemente por placas, enquanto a sinalização horizontal se concentrou na pintura de faixas na pista de rolamento, ambas orientadas pelas diretrizes dos órgãos nacionais de trânsito.

A sinalização vertical foi composta por placas de regulamentação, advertência e identificação de logradouros, posicionadas preferencialmente em locais de leitura frontal pelo condutor. O posicionamento considerou a necessidade de evitar obstrução por árvores e postes, priorizando áreas com iluminação próxima para melhor visualização das placas ao longo do sistema viário durante a noite.

Na sinalização horizontal, os principais elementos foram as linhas centrais, faixas de pedestres, faixas de retenção, setas direcionais, inscrições no pavimento e demarcações de estacionamento. Nas vias locais, a largura disponível permitiu estacionamento apenas em um dos lados da pista, enquanto as demais marcações foram concentradas em cruzamentos, aproximações de travessias e pontos de maior necessidade de orientação viária.

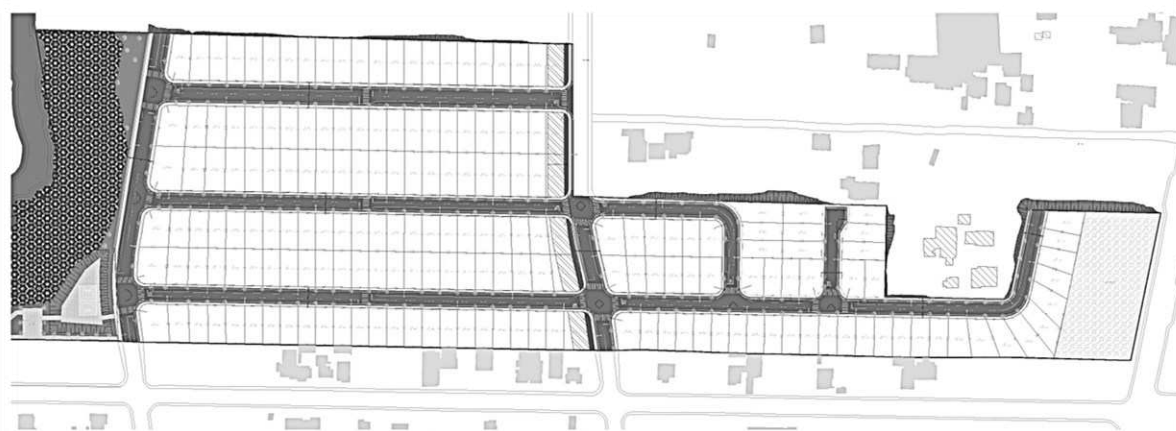
As faixas de pedestres foram associadas à previsão de rampas de acessibilidade, conectando os passeios às travessias e garantindo continuidade da circulação para pedestres, inclusive pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Dessa forma, a sinalização foi integrada à acessibilidade urbana como elemento de

segurança, orientação e funcionalidade do espaço público, constituindo o último elemento estruturador antes da compatibilização física dos projetos superficiais.

4.6.4. Compatibilização de sistemas superficiais

Após a modelagem individual da pavimentação, paisagismo, arborização e sinalização, os elementos foram integrados em uma planta humanizada dos atributos superficiais do empreendimento. Essa representação, mostrada na Figura 42, teve a dupla função de verificar interferências entre quadras, lotes, faixas não edificáveis, calçadas, faixas gramadas, árvores, posteamento, placas, rampas de acessibilidade, travessias, áreas verdes e o posicionamento de dispositivos complementares como a bacia de retenção e a estação de tratamento provisória, além de constituir um produto gráfico adequado à apresentação comercial do loteamento.

Figura 42 – Planta humanizada do loteamento



Fonte: autoria própria (2026).

A integração desses elementos permitiu validar a coerência espacial da proposta do empreendimento, especialmente nas áreas de maior concentração de uso, como cruzamentos, travessias, acessos de lotes e áreas verdes. Com isso, a planta humanizada sintetizou a transição entre a leitura técnica dos anteprojetos e a percepção final do ambiente urbano pretendido após a implantação, sendo a última etapa de verificação de anteprojeto antes da obtenção dos quantitativos paramétricos das superestruturas.

4.6.5. Quantitativos de superestrutura

A extração dos principais elementos necessários para a subsidiar o orçamento preliminar foi feita através de áreas acumuladas, contagens e medições lineares, conforme mostra a Tabela 22. Os resultados foram organizados por sistema, considerando áreas de superfície de pavimentação, a espessura de camadas, extensões lineares de meio-fio e faixas horizontais, elementos de paisagismo, arborização, placas de sinalização vertical e dispositivos de acessibilidade.

Tabela 22 – Resumo dos quantitativos de superestrutura

Categoria	Quantidade	Un.	Categoria	Quantidade	Un.
Pavimentação e passeios					
Revestimento asfáltico	15.497,43	m ²	Volume de CBUQ	774,87	m ³
Base granular	15.497,43	m ²	Volume de base	2.324,61	m ³
Sub-base granular	15.497,43	m ²	Volume de sub-base	3.099,49	m ³
Passeio em concreto	5.768,00	m ²	Volume de concreto	288,40	m ³
Passeio em paver	1.528,63	m ²	Volume de paver	91,70	m ³
Assentamento de passeios	7.296,63	m ²	Volume de assentamento	364,83	m ³
Linha de meio-fio	3.423,83	m	Volume de concreto	346,66	m ³
Paisagismo e arborização					
Canteiros gramados	3.240,78	m ²	Área de roçagem	7,66	ha.
Hidrossemeadura	5.732,48	m ²	Mudas de árvore	207,00	un.
Sinalização horizontal e vertical					
Eixo tracejado amarelo	1.179,00	m	Pintura de PARE e setas	36,06	m ²
Linha contínua amarela	399,00	m	Linhas brancas de retenção	26,40	m ²
Faixas brancas de estac.	3.365,00	m	Rampas de acessibilidade	45,00	un.
Faixas brancas de pedestre	358,40	m ²	Placas de verticais, var.	63,00	un.

Fonte: autoria própria (2026).

Resolvida a quantificação dos elementos de superestrutura e urbanização superficial, a etapa de anteprojetos e parametrização física foi concluída. Dessa forma, o estudo deixou de depender apenas de estimativas econômicas de grau I e passou a contar com uma base de quantitativos compatível com orçamento preliminar de grau II, permitindo converter áreas, volumes, extensões e unidades de serviço em custos de implantação mais precisos.

4.7. ORÇAMENTO PRELIMINAR DE GRAU II

Após a consolidação dos quantitativos físicos dos anteprojetos, elaborou-se o orçamento preliminar de grau II do empreendimento, com o objetivo de converter as premissas territoriais, urbanísticas e técnicas em custos organizados por insumos, serviços, tributos e verbas paramétricas. Essa etapa não eliminou a necessidade de orçamento executivo posterior, mas permitiu estimar uma ordem de grandeza consistente dos investimentos necessários e estruturar a base de custos utilizada no cronograma físico-financeiro, no fluxo de caixa e nos indicadores de atratividade.

O orçamento foi organizado em três grupos principais: aquisição das propriedades, estruturação técnica e implantação física. Essa separação permitiu distinguir a viabilização jurídica e negocial da gleba, os custos de projetos e licenciamento, e os serviços diretamente associados às obras de implantação física, mantendo a lógica da curva ABC para concentrar maior rigor de quantificação nos itens de maior impacto econômico.

4.7.1. Orçamento de aquisição das propriedades

O primeiro grupo orçamentário correspondeu à aquisição das propriedades, por se tratar de um item que condicionou a magnitude do capital necessário de ser aportado logo no início da operação. Como a aquisição da terra representa uma das variáveis de maior impacto econômico na viabilidade, sua estruturação foi tratada como um item crítico da curva ABC, exigindo distinção entre custo econômico, desembolso efetivo e efeito sobre a receita futura.

Nesse contexto, adotou-se a permuta seca como uma premissa negocial, vinculando a remuneração dos terrenistas à participação percentual no produto imobiliário final, sem desembolso direto pela compra da terra. Essa alternativa foi considerada mais compatível com o ciclo do loteamento, pois o intervalo entre negociação, projetos, licenciamento, registro, e implantação tende a concentrar riscos antes da existência jurídica dos lotes e sua possibilidade de comercialização.

Na compra direta dos imóveis, esse intervalo exigiria maior antecipação de capital e ampliaria a dependência de financiamento em fase de incerteza, enquanto a permuta consegue postergar esses aportes de capital para as fases futuras, como a

estruturação técnica, licenciamento e implantação física. Com base nessa distinção, a Tabela 23 agrupou e sintetizou os custos aquisitivos considerados no estudo, separando a base econômica da permuta dos desembolsos efetivos lançados no fluxo de caixa do empreendimento.

Tabela 23 – Orçamento aquisitivo preliminar

Grupo	Item/Despesa	Tipo	Quantidade	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
RET 1	Retificação, unificação e atualização cadastral das seis glebas	Verba	1,00	6,00	12.000,00	72.000,00
RET 1	Certidões, diligências documentais e consultas cadastrais	Verba	1,00	6,00	2.500,00	15.000,00
CAQ 1	Contrato de permuta, análise jurídica e estrutura negocial	Permuta	1,00	un.	58.887,40	58.887,40
CAQ 1	Aquisição das propriedades através de permuta seca	Permuta	6,00	%VGV ⁱ	-	-
CAQ 2	Constituição de SPE, contrato social, junta comercial e certificado digital ⁵	Verba	1,00	un.	9.500,00	9.500,00
CAQ 2	Contabilidade e administração societária da SPE ^v	Mensal	46,00	mês	1.200,00	55.200,00
CAQ 2	Integralização patrimonial, reorganização societária e parecer tributário	Verba	1,00	un.	35.000,00	35.000,00
TRI 1	IPTU, taxas territoriais e ônus de manutenção até aprovação/registo	Verba	1,00	un.	45.000,00	45.000,00
CAQ 3	Protocolos, autenticações, reconhecimentos, cópias e deslocamentos	Verba	1,00	un.	12.000,00	12.000,00
REG 1	Registro do loteamento, averbações acessórias e abertura de matrículas ^{iv}	Verba	1,00	un.	24.000,00	24.000,00
TRI 3	Escritura e registro dos lotes entregues em permuta	Taxa	77,00	un.	2.800,00	215.600,00
TRI 3	ITBI sobre a entrega dos lotes permutados ao proprietário original	Taxa	2,00 ⁱⁱⁱ	%perm ⁱⁱ	-	588.874,00
Subtotal direto dos custos aquisitivos dos imóveis			R\$ 1.131.061,40	+permⁱⁱ	R\$ 29.443.699,80	

(i) a aquisição das propriedades foi modelada por permuta seca, sem desembolso direto de aquisição, sendo tratada como redução do VGV apropriável pelo empreendedor; (ii) a base econômica da permuta foi estimada em R\$ 29.443.699,80, correspondente ao valor de 40% da participação no produto; (iii) a alíquota de ITBI foi adotada preliminarmente em 2,0%, conforme referência ao art. 45 da Lei Complementar Municipal nº 281/2021; (iv) os valores de registro, averbações e abertura de matrículas foram tratados como verba paramétrica, com referência à tabela oficial de emolumentos do TJSC vigente em 2026, acrescida de margem operacional para prenotações, exigências, certidões e atos acessórios; (v) os custos de constituição da SPE consideram atos de registro empresarial, contrato social, viabilidade, DBE/CNPJ, DARE, certificado digital e honorários de apoio contábil-jurídico, tendo como referência os procedimentos e tabela de serviços da JUCESC.

Fonte: autoria própria (2026), com base em parâmetros referenciais de emolumentos extrajudiciais do TJSC (2026), procedimentos de registro empresarial da JUCESC, premissas negociais de permuta seca e alíquota preliminar de ITBI indicada pela legislação tributária municipal.

A síntese da Tabela 23 evidenciou que o principal custo associado à aquisição dos imóveis correspondeu a remuneração aos terrenistas, tratada como redução percentual do VGV, e não como saída direta de caixa. Entre os desembolsos efetivos, os itens de maior peso concentraram-se em tributos como o ITBI e nas despesas de

escrituração dos lotes permutados, despesas reservadas à fase de transferência das unidades para os terrenistas, nas etapas finais da operação.

Dessa forma, a estrutura proposta reduziu a exposição financeira inicial e evitou aportes massivos de capital antes da aprovação e do registro do loteamento, concentrando os maiores gastos em fases em que seria possível compensar essas despesas com as receitas provindas da comercialização de unidades. Assim o orçamento aquisitivo permaneceu restrito aos custos necessários à regularização, estruturação jurídica, manutenção patrimonial e transferência dos lotes permutados, reduzindo o risco de inviabilização precoce por exposição de caixa.

Superada a etapa de estimativa e validação dos desembolsos aquisitivos, o orçamento passou a considerar os custos de estruturação técnica do loteamento, relacionados à produção de estudos, projetos, licenças e aprovações necessárias para transformar o anteprojeto em base executiva de implantação.

4.7.2. Orçamento de estruturação técnica, projetos e licenciamento

Diferentemente dos custos aquisitivos e dos serviços de implantação física, as despesas de estruturação técnica corresponderam principalmente ao tempo de trabalho especializado necessário para produzir estudos, projetos, memoriais e documentos de aprovação. Esses custos foram associados ao conhecimento técnico das disciplinas de engenharia e gestão, além de despesas operacionais com licenças de softwares, documentação, protocolos e coordenação interdisciplinar.

Essa categoria também incorporou campanhas e levantamentos de apoio, como investigação geotécnica, levantamento planialtimétrico, inventário florestal, estudos hidrológicos, declarações de viabilidade e demais insumos técnicos necessários à modelagem executiva. Como na proposição parte dos projetos foram absorvidos na elaboração do *masterplan*, os projetos posteriores foram orçados predominantemente como ajustes, detalhamentos, compatibilizações, memoriais e peças formais vinculadas à Licença Ambiental Prévia (LAP), à Licença Ambiental de Instalação (LAI), à Licença Ambiental de Operação (LAO) e aos alvarás municipais.

Com base nessa lógica, a Tabela 24 sintetiza o orçamento preliminar dos custos de gestão, projetos e licenciamentos, distribuindo os serviços conforme sua vinculação executiva às etapas de licenciamento ambiental.

Tabela 24 – Orçamento preliminar de gestão, projetos e licenciamentos

Grupo	Etapas	Serviço	Tipo	Custo (R\$)	
URB 1	MAS	Masterplan urbanístico-econômico, estudo de massa, quadros de áreas, diretrizes de produto e anteprojetos integrados ⁱ	Contrato	110.000,00	
PLA 1	LAP	Campanha de levantamento planialtimétrico cadastral, mapeamento complementar com estação total/drone e modelagem do MDT oficial	Serviço	26.000,00	
GEO 1		Campanha de sondagens SPT, interpretação geotécnica preliminar e laudo da capacidade de suporte de taludes/aterros	Serviço	22.000,00	
HID 1		Estudo hidrológico e hidráulico da macrodrenagem e diretrizes de bacia/dispositivos	Contrato	14.000,00	
AMB 1		Caracterização ambiental, EAS/RAP, peças técnicas e respostas a exigências da LAP	Contrato	34.000,00	
FLO 1		Caracterização florestal, campanha para quantificação do inventário, supressão/compensação e apoio técnico ambiental	Contrato	22.000,00	
LAP 1		Ajustes de anteprojetos, peças gráficas e compatibilizações para protocolo da LAP	Verba	8.000,00	
URB 2	LAI	Ajustes e detalhamento urbanístico executivo, memorial de parcelamento, quadros finais e locação de parcelas	Contrato	9.000,00	
TTR 2		Ajustes e detalhamento executivo de terraplenagem, greides, seções e movimentação de terra	Contrato	15.000,00	
DRE 2		Ajustes e detalhamento executivo de microdrenagem, macrodrenagem e bacia de retenção	Contrato	18.000,00	
RCE 2		Ajustes e detalhamento executivo da rede de coleta de efluentes e apoio à aprovação	Contrato	9.000,00	
RCE 3		Ajustes e detalhamento executivo estrutural e operacional da estação de tratamento de esgoto (ETE)	Contrato	22.000,00	
RCE 3		Ajustes e detalhamento executivo estrutural e operacional da estação elevatória de esgoto (EEE)	Contrato	12.000,00	
RAA 2		Ajustes e detalhamento executivo da rede de abastecimento de água e apoio à aprovação	Contrato	12.000,00	
REE 2		Projeto elétrico, retificação da FNE, iluminação pública e apoio à aprovação junto à concessionária	Contrato	16.000,00	
PAV 2		Dimensionamento executivo estrutural da pavimentação na pista de rolamento e dos passeios laterais	Contrato	10.000,00	
SIN 2		Ajustes e detalhamento executivo de sinalização viária, logradouros e acessibilidade de travessias	Contrato	7.000,00	
ARB 2		Ajustes e detalhamento do paisagismo, arborização, recuperação vegetal e canteiros gramados	Contrato	6.000,00	
EXE 2		Orçamento executivo, cotações, quantitativos, cronograma, canteiro de obra, plano de ataque e memoriais técnicos	Contrato	16.000,00	
PRO 4		LAO	Relatório de cumprimento das condicionantes, ajustes do as built, documentação final e entrega técnica	Contrato	16.000,00
RCE 4			Documentação operacional da ETE/EEE, ARTs de operação e apoio à transferência/manutenção	Contrato	12.000,00
PRO ⁱⁱ	PRO	Protocolos, taxas, licenças, alvarás, ARTs, emolumentos e tramitações de encerramento ⁱⁱ	Verba	34.000,00	
PRO ⁱⁱ		Coordenação geral, compatibilização interdisciplinar, revisões, gestão do processo e margem do pacote ⁱⁱ	Verba	27.000,00	
Masterplan decisório (MAS)		Licença Ambiental Prévia (LAP)	Licença Ambiental Implantação (LAI)	Licença Ambiental Operacional (LAO)	Subtotal direto + custos técnicos
R\$ 110.000,00		R\$ 126.000,00	R\$ 152.000,00	R\$ 28.000,00	R\$ 477.000,00

(i) considerou-se que os anteprojetos desenvolvidos para o *Masterplan* absorvem parte da modelagem, reduzindo o escopo dos projetos executivos para ajustes, detalhamentos, dimensionamentos, memoriais e peças formais de aprovação; (ii) custos globais associados as etapas anteriores, distribuídos proporcionalmente nos subtotais dos três pacotes de licenciamento.

Fonte: autoria própria (2026).

As conclusões da Tabela 24 indicaram que os custos técnicos, projetuais e de licenciamento acumularam um valor relativamente reduzido quando comparado aos

custos aquisitivos e aos custos de implantação física. Mesmo assim, esse grupo teve função decisiva na viabilidade, pois concentrou os estudos, levantamentos, projetos e aprovações necessários para reduzir incertezas antes da execução das obras.

Sob a ótica da curva ABC, esses custos se destacaram pela capacidade de condicionar prazos, liberar etapas e evitar retrabalhos. Assim, eventuais economias de custos nessa fase da operação tendem a gerar efeitos indiretos superiores ao valor economizado, especialmente por exigências complementares, incompatibilidades entre disciplinas, vencimento de licenças ou atraso no início da implantação.

Dessa forma, os custos de estruturação técnica foram incorporados ao fluxo de caixa como desembolsos preliminares de apoio à maturação do empreendimento. Superada essa etapa, o orçamento passou a tratar dos custos de implantação física, nos quais os quantitativos paramétricos obtidos pelos anteprojetos passaram a concentrar a maior parcela dos aportes necessários de capital.

4.7.3. Orçamento de implantação física

Os orçamentos de implantação física foram estruturados conforme a natureza de cada serviço, combinando composições referenciais, cotações locais, insumos referenciais e verbas técnicas preliminares. Como base referencial, utilizaram-se predominantemente composições do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), empregado em obras de infraestrutura, complementados por orçamentos públicos municipais e prospecções específicas de mercado quando a sensibilidade regional do item demandou maior calibração financeira.

Adotou-se uma parcela de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), de 20%, sobre a parcela passível de contratação executiva terceirizada, enquanto materiais adquiridos diretamente de fornecedores e verbas paramétricas fechadas não receberam novo acréscimo para evitar dupla contagem de margens. Por essa razão, os subtotais finais de BDI foram apresentados nas tabelas como percentuais ponderados distintos, de acordo com a composição interna de cada serviço.

Os elementos não confeccionados no nível de anteprojeto, por dependerem de dimensionamento executivo, especificações eletromecânicas, aprovação externa ou solução construtiva ainda não definida, foram tratados como verbas paramétricas

preliminares. Entre esses casos, destacaram-se os dispositivos da bacia de detenção, a estação elevatória de esgoto (EEE), a estação de tratamento de esgoto (ETE) provisória e a retificação dos trechos passantes de alta tensão.

Na limpeza inicial do canteiro de obras e na execução da terraplenagem os maiores impactos concentraram-se na preparação da gleba, no expurgo da camada orgânica, no remanejo interno de solo e, sobretudo, na importação e regularização do solo para aterros, conforme sintetizado na Tabela 25. Em razão da forte dependência desse insumo, para maior precisão, a aquisição e transporte de material para aterro foi calibrada por prospecção local com fornecedores.

Tabela 25 – Orçamento preliminar de limpeza e terraplenagem

Grupo	Serviço / Insumo	Código	Consumo	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
LIM 1	Destocamento e limpeza do bananal e árvores de até 0,15 m de diâmetro	SICRO 5501700	84.524,41	m²	0,77	65.083,79
LIM 1	Destocamento de árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 m	SICRO 5501701	443 ⁱ	un.	57,07	25.282,01
LIM 1	Destocamento de árvores com diâmetro acima de 0,30 m	SICRO 5501702	89 ⁱ	un.	142,67	12.697,63
LIM 1	Carga, transporte e manejo de vegetais não lenhosos	Verba	109,88	t	-	15.000,00
LIM 1	Carga, transporte e de material lenhoso aproveitável, DMT 10 km	SINAPI 106684	2.418,30	t×km	2,10	5.078,43
TTR 1	Decapagem e limpeza mecanizada da camada vegetal	SICRO 5502985	100.120,10	m²	0,84	84.100,88
TTR 1	Transporte de solo orgânico para expurgo, DMT 0,50 km	SINAPI 93589	14.310,87	m³×km	3,19	46.912,75
TTR 1	Espalhamento do material de expurgo em bota-fora	SICRO 4413942	29.412,38	m³	2,77	81.472,29
TTR 2	Escavação mecânica do solo do corte interno aproveitável com escavadeira	SICRO 5501706	17.584,13	m³	7,65	134.518,59
TTR 2	Transporte complementar do corte interno, DMT 0,40 – 0,60 km	SICRO 5915320	14.770,67	m³×km	1,14	16.838,56
TTR 2	Aquisição, carga e transporte de solo solto em caminhão basculante 13m³	Cotação ⁱⁱ	134.093,69	m³	14,15 ⁱⁱⁱ	1.897.425,71
TTR 2	Espalhamento de material de aterro no canteiro de obras	SICRO 4413942	158.711,47	m³	2,77	439.630,77
TTR 2	Compactação de aterro a 100% da proctor normal e nivelamento	SICRO 5502978	120.733,12	m³	6,00	724.398,72
MOB 1	Mobilização e desmobilização de equipamentos de terraplenagem	Verba	-	-	-	50.000,00
Subtotal direto dos custos de terraplenagem			R\$ 3.598.440,13	+9,09%^x		R\$ 3.925.305,65

(i) estimado através da densidade de árvores por ha, Ø entre 0,15-0,30m (250 arv./ha), Ø acima de 0,30 (50 arv./ha); (ii) cotado a soma de R\$ 280,00 pela aquisição, carga em caminhão de 13m³, transporte até a obra, espalhamento e compactação; (iii) custo unitário obtido a partir de cotação regional de aquisição, carga e transporte de solo solto em caminhão basculante de 13 m³, descontando-se os serviços de espalhamento e compactação, orçados separadamente. (x) Benefícios e despesas indiretas (BDI) global ponderado referente a serviços de execução contratados.

Fonte: autoria própria (2026), com composições do SICRO (jan/2026) e SINAPI (mar/2026).

Quanto à microdrenagem pluvial, os custos foram organizados a partir de obras correntes como escavações, tubulações de concreto, poços de visita, caixas de passagem, bocas de lobo e dispositivos especiais vinculados à bacia de detenção, conforme apresentado na Tabela 26. Os itens de maior peso concentraram-se nas

tubulações de maior diâmetro e no pequeno trecho de galeria celular, enquanto a verba especial da bacia foi mantida apenas para os elementos complementares de controle e operação hidráulica do sistema.

Tabela 26 – Orçamento preliminar da microdrenagem

Grupo	Serviço / Insumo	Código	Quantidade	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
TTR 2	Escavação mecanizada de vala de até 1,50 m de profundidade	SINAPI 102279	2.147,92	m³	8,08	17.355,19
TTR 2	Escavação mecanizada de vala 1,50–3,00 m de profundidade, largura < 1,50 m	SINAPI 90092	758,80	m³	6,95	5.273,66
TTR 2	Escavação mecanizada de vala 1,50–3,00 m de profundidade, largura ≥ 1,50 m	SINAPI 102319	1.615,20	m³	8,41	13.583,83
TTR 2	Escoramento de valas profundas para DN 800, DN 1000 e galeria 2,00 × 2,00 m	SINAPI 101573	2.872,00	m²	39,77	114.219,44
DRE 1	Aquisição, espalhamento e execução do lastro granular em fundo de vala, FC = 1,10	SICRO 2003850	294,29	m³	156,98	46.197,64
DRE 1	Fornecimento e assentamento de tubo concreto DN 300	SINAPI 95567	574,00	m	76,49	43.905,26
DRE 1	Fornecimento e assentamento de tubo concreto DN 400	SINAPI 95568	721,00	m	96,40	69.504,40
DRE 1	Fornecimento e assentamento de tubo de concreto DN 600	SINAPI 92212 ⁱ	432,00	m	182,97	79.043,04
DRE 1	Fornecimento e assentamento de tubo de concreto DN 800	SINAPI 92214	271,00	m	478,08	129.559,68
DRE 1	Fornecimento e assentamento de tubo de concreto DN 1000	SINAPI 92216	381,00	m	569,47	216.968,07
DRE 1	Fornecimento e execução de galeria celular 2,00 × 2,00 m	SICRO 0705273	44,00	m	5.348,73	235.344,12
DRE 1	Carga, manobra, transporte e descarga agrupada dos tubos, DMT 10 km	Frete ⁱⁱ calculado	93,00	carga	634,88	59.043,84
TTR 3	Reaterro mecanizado de vala com até 1,50 m de profundidade	SINAPI 93379	1.195,19	m³	22,13	26.449,55
TTR 3	Reaterro mecanizado de vala com 1,50–3,00 m de profundidade	SINAPI 93369	1.586,94	m³	20,57	32.643,36
DRE 1	Bocas de lobo completas com grelha	SICRO 2003620	104,00	un.	1.447,65	150.555,60
DRE 1	Poços de visita simples, PV 06	SICRO 2003688	12,00	un.	4.511,34	54.136,08
DRE 1	Poços de visita especiais, PVI 18	SICRO 2003712	10,00	un.	5.478,59	54.785,90
DRE 1	Caixas de ligação/passagem CLP 01, para rede DN 400 e 600	SICRO 2003641	26,00	un.	1.261,41	32.796,66
DRE 1	Caixas de ligação/passagem CLP 03, para rede DN 800 e 1000	SICRO 2003645	9,00	un.	1.726,94	15.542,46
DRE 1	Caixas de ligação/passagem especiais para macrodrenagem, CLP 18	SICRO 2003676	1,00	un.	5.310,84	5.310,84
DRE 2	Boca de ala na bacia de retenção para galeria 2,00 × 2,00 m	SICRO 0705233	1,00	un.	18.785,39	18.785,39
DRE 2	Dispositivos da bacia de retenção: entrada, saída, motobombas, extravasor e dissipação	Verba	-	-	-	95.000,00
MOB 2	Mobilização e desmobilização de equipe e equipamentos específicos	Verba	-	-	-	12.500,00
Subtotal direto dos custos de microdrenagem		R\$ 1.528.504,01	+18,59 %^x		R\$ 1.812.704,81	

(i) referência a PMJS 4938000038, composição própria de orçamento municipal, baseada em composição SINAPI; (ii) referência a SINAPI 106684 + SICRO 5914333, considerando o volume ocupado pelos tubos por carga e DMT de 10 km; (x) Benefícios e despesas indiretas (BDI) global ponderado referente a serviços de execução contratados.

Fonte: autoria própria (2026), com composições do SICRO (jan/2026) e SINAPI (mar/2026).

Por sua vez, a rede coletora de efluentes combinou obras correntes lineares, como escavações, tubulações de PVC, terminais de inspeção, ligações prediais e

poços de visita, uma estrutura especial de EEE e uma ETE, conforme encontra-se sintetizado na Tabela 27. Nesse grupo, a estação elevatória e a estação de tratamento de esgoto provisória foram mantidas como verbas paramétricas preliminares, pre-dimensionadas considerando a população alvo de projeto prevista para o loteamento antes da conexão da rede ao sistema público definitivo.

Tabela 27 – Orçamento preliminar da rede coletora de efluentes

Grupo	Serviço / Insumo	Código	Quantidade	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
TTR 2	Escavação mecanizada de vala de até 1,50 m de profundidade	SINAPI 102279	2.069,57	m³	8,08	16.722,13
TTR 2	Escavação mecanizada de vala de 1,50–3,00 m de profundidade, largura < 1,50 m	SINAPI 90092	202,80	m³	6,95	1.409,46
TTR 2	Escoramento de vala rasa, profundidade 0-1,50 m, largura < 1,50 m	SINAPI 101570	5.976,96	m²	36,97	220.968,21
TTR 2	Escoramento de vala, profundidade 1,50-3,00 m, largura < 1,50 m	SINAPI 101572	676,00	m²	30,04	20.307,04
RCE 1	Aquisição, espalhamento e execução do lastro granular em fundo de vala, FC= 1,10	SICRO 2003850	200,86	m³	156,98	31.531,00
RCE 1	Fornecimento e assentamento de tubo PVC JEI liso, DN 150 mm, rede coletora	SINAPI 90695	2.494,24	m	87,99	219.467,58
RCE 1	Fornecimento e assentamento de tubo PVC JEI liso, DN 200 mm, rede auxiliar	SINAPI 90696	165,16	m	146,79	24.244,83
RCE 1	Fornecimento e assentamento de tubo PVC JEI liso, DN 100 mm, ramal predial	SINAPI 104085	384,00	m	53,93	20.709,12
RCE 2	Materiais e acessórios obrigatórios para os ramais de ligação predial	Comp. Própria ⁱ	192,00	un.	250,09	48.017,28
RCE 1	Terminais de inspeção e limpeza (TIL), com poço de inspeção sem tampão	SINAPI 97975	33,00	un.	748,00	24.684,00
RCE 2	Tampas tipo R1 em ferro fundido para TILs e PVs	SINAPI 101798	50,00	un.	335,23	16.761,50
RCE 1	Poços de visita normais, padrão PVI 06	SICRO 2003688	10,00	un.	4.511,34	45.113,40
RCE 1	Poços de visita especiais ou especiais com anteparo, padrão PVI 18	SICRO 2003712	7,00	un.	5.478,59	38.350,13
TTR 3	Reaterro mecanizado de vala com até 1,50 m de profundidade	SINAPI 93379	1.841,51	m³	22,13	40.752,62
RCE 2	Elevatória de esgoto, incluindo poços, motobombas, barrilete, painel e acessórios	Verba	1,00	un.	-	320.000,00
RCE 2	Estação de tratamento compacta, incluindo fornecimento e implantação	Verba	1,00	un.	-	650.000,00
MOB 2	Mobilização e desmobilização de equipe e equipamentos específicos	Verba	-	-	-	12.500,00
Subtotal direto dos custos da coleta de efluentes		R\$ 1.751.538,30	+8,78%ⁱⁱ		R\$ 1.905.345,96	

(i) referência a TIL DN100, selim 150×100, curva 90° DN100 e acessórios, composição de SINAPI 98112 + 104076 + 104062 + 104082;
(ii) Benefícios e despesas indiretas (BDI) global ponderado referente a serviços de execução contratados.

Fonte: autoria própria (2026), com composições do SICRO (jan/2026) e SINAPI (mar/2026).

Na rede de abastecimento de água, os custos derivaram principalmente das extensões de tubulação em PEAD liso soldável, das escavações, peças especiais, registros e um hidrante, conforme reunido na Tabela 28. Por se tratar de uma rede pressurizada, essa etapa apresentou menor sensibilidade às declividades do terreno e, portanto, menor demanda por escoramento de valas profundas do que as redes

gravitacionais, embora tenha apresentado gastos concentrados em tubulações reforçadas de PEAD, necessárias devido às pressões de operação da rede.

Tabela 28 – Orçamento preliminar da rede de abastecimento de água

Grupo	Serviço / Insumo	Código	Quantidade	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
TTR 2	Escavação mecanizada de vala de até 1,50 m de profundidade, largura de 1,00 m	SINAPI 102279	2.283,42	m³	8,08	18.450,03
RAA 1	Aquisição, espalhamento e execução do lastro granular em fundo de vala, FC= 1,10	SICRO 2003850	349,84	m³	156,98	54.917,88
RAA 1	Fornecimento e assentamento de tubo PEAD para rede de água, DE75 PN10	SINAPI 103376 ⁱ	2.815,83	m	134,10	377.602,80
RAA 1	Execução complementar de solda por termofusão em tubo PEAD DE75 PN10	SICRO 4208128 ⁱⁱ	2.815,83	m	62,81	176.862,28
RAA 1	Fornecimento e assentamento de tubo PEAD para rede de água, DE160 PN10	SINAPI 103377	364,51	m	286,89	104.574,27
RAA 1	Execução complementar de solda por termofusão em tubo PEAD DE160 PN10	SICRO 4208130	364,51	m	68,41	24.936,13
RAA 1	Peças especiais da rede: tês DE160 × DE75 × DE160	Comp. Própria ⁱⁱⁱ	10,00	un.	2.817,39	28.173,90
RAA 1	Peças especiais da rede: curvas 90° PEAD DE75 PN10	Comp. Própria ^{iv}	12,00	un.	624,95	7.499,40
RAA 1	Peças especiais da rede: curvas 90° PEAD DE160 PN10	Comp. Própria ^v	1,00	un.	2.014,27	2.014,27
RAA 1	Transporte complementar de tubos PEAD, conexões e peças até a obra	Verba	-	-	-	20.000,00
RAA 1	Registros de manobra DN75 para setorização da rede	SINAPI 94500 ⁶	10,00	un.	373,77	3.737,70
RAA 2	Hidrante de coluna DN100 com registro, curva, extremidade flange e acessórios	Verba	1,00	un.	-	10.000,00
TTR 3	Reaterro mecanizado de vala com até 1,50 m de profundidade	SINAPI 93379	1.946,51	m³	22,13	43.076,16
MOB 2	Mobilização e desmobilização de equipe e equipamentos específicos	Verba	-	-	-	12.500,00
Subtotal direto dos custos do abastecimento		R\$ 884.344,82	+19,26%^x		R\$ 1.054.713,78	

(i) por proximidade com SINAPI 103376; (ii) por proximidade com SICRO 4208128; (iii) referência ao fornecimento do tê PEAD DE160 + assentamento, composição de SINAPI 103416 + SICRO 4208130; (iv) referência ao fornecimento da curva PEAD DE75 + assentamento, composição de SINAPI 103400 + SICRO 4208128; (v) referência ao fornecimento da curva PEAD DE160 + assentamento, composição de SINAPI 103402 + SICRO 4208130; (vi) por proximidade com SINAPI 94500; (x) Benefícios e despesas indiretas (BDI) global ponderado referente a serviços de execução contratados.

Fonte: autoria própria (2026), com composições do SICRO (jan/2026) e SINAPI (mar/2026).

Quanto à rede de energia elétrica e à iluminação pública, o orçamento incorporou eletrodutos, cabos, caixas de passagem, transformadores, postes, luminárias e a verba condicionante de retificação do trecho passante de alta tensão, conforme apresentado na Tabela 29. A adoção de rede subterrânea levou à utilização de cabeamentos elétricos especiais, resistentes à infiltração, além da necessidade de retificação da FNE, itens que elevaram os custos totais desse orçamento quando comparada a soluções convencionais em redes aéreas.

Tabela 29 – Orçamento preliminar da rede de energia elétrica

Grupo	Serviço / Insumo	Código	Quantidade	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
TTR 2	Escavação mecanizada de vala de até 1,50 m de profundidade, largura de 1,00 m	SINAPI 102279	913,92	m³	8,08	7.384,47
REE 1	Eletroduto flexível corrugado PEAD DN50, para rede enterrada de distribuição	SINAPI 97667	3.942,84	m	9,08	35.801,00
REE 1	Caixa de passagem/inspeção elétrica 0,60 × 0,60 × 0,60 m, com tampa metálica	Comp. Própria ⁱ	92,00	un.	655,42	60.298,64
REE 1	Cabo de cobre flexível isolado 25 mm², 0,6/1,0 kV, para rede enterrada de energia	SINAPI 92984	15.771,36 ⁱⁱ	m	33,28	524.870,86
TTR 3	Reaterro mecanizado complementar de vala com até 1,50 m de profundidade	SINAPI 93379	779,07	m³	22,13	17.240,88
REE 3	Fornecimento e instalação de poste de 9m de aço cônico contínuo curvo simples	SINAPI 100620	51,00	un.	2.851,18	145.410,18
REE 3	Luminária LED para iluminação pública, 68 W a 97 W	SINAPI 101656	51,00	un.	374,14	19.081,14
REE 3	Transformador de distribuição 75 kVA trifásico, instalação em poste	SINAPI 102104	6,00	un.	16.259,78	97.558,68
REE 3	Verba de dispositivos de segurança e acessórios complementares da rede ⁱⁱⁱ	Verba	-	-	-	80.000,00
REE 2	Deslocamento de postes e retificação dos trechos de alta tensão passantes na gleba	Verba	-	-	-	350.000,00
MOB 2	Mobilização e desmobilização de equipe e equipamentos específicos	Verba	-	-	-	12.500,00
Subtotal direto dos custos da rede elétrica			R\$ 1.350.145,85	+13,45%^x		R\$ 1.531.675,02

(i) composição própria formada por caixa SINAPI 97892 + tampa metálica em referência aproximada; (ii) quantidade obtida por 3.942,84 m × 4 condutores, considerando três fases e neutro; (iii) inclui suportes dos transformadores, relés, bases de relé, cabos auxiliares de iluminação, aterramentos, para-raios, chaves fusíveis, elos fusíveis, conectores, arames, luvas, curvas, fita de advertência e proteção mecânica pontual. (x) Benefícios e despesas indiretas (BDI) global ponderado referente a serviços de execução contratados.

Fonte: autoria própria (2026), com composições do SICRO (jan/2026) e SINAPI (mar/2026).

Na pavimentação e nos passeios laterais, os principais custos decorreram das camadas da pista de rolamento, que, mesmo dimensionadas por espessuras preliminares, geraram montante expressivo pela magnitude das áreas e pelo custo dos materiais nobres, especialmente o CBUQ. Para reforçar a coerência do orçamento, foram realizadas conversões de unidades conforme a base referencial adotada, além da incorporação de fatores de carga para o transporte de materiais granulares como rachão e brita graduada.

Também apresentaram relevância as obras correntes de passeio e meio-fio, executadas com concreto usinado e vinculadas à extensão do sistema viário e à área de circulação de pedestres. Assim, a Tabela 30 sintetiza o orçamento preliminar de pavimentação e passeios, reunindo as camadas estruturais da pista, os serviços de imprimação e revestimento, os meios-fios, os passeios em concreto e os trechos da área verde em piso intertravado.

Tabela 30 – Orçamento preliminar de pavimentação e passeios

Grupo	Serviço / Insumo	Código	Consumo	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
PAV 1	Compactação do subleito	SINAPI 100576	15.497,43	m²	3,27	50.676,60
PAV 1	Aquisição de pedra de mão / rachão para camada de sub-base, FC = 1,1	SINAPI I4730	4.261,79	m³	105,19	448.298,03
PAV 1	Carga, manobra e descarga de rachão em caminhão basculante 10 m³	SINAPI 100974	4.261,79	m³	9,18	39.123,26
PAV 1	Transporte de rachão para sub-base, empolamento 1,1, DMT 10 km	SINAPI 95875	42.617,90	m³×km	2,92	124.444,27
PAV 1	Execução, espalhamento e compactação da sub-base de rachão, esp. 25 cm	SINAPI 105742	3.874,36	m³	10,54	40.825,27
PAV 2	Aquisição de brita graduada simples, usinada, para camada de base	SINAPI 96393	2.324,61	m³	180,62	419.871,87
PAV 2	Carga, manobra e descarga da brita graduada simples	SINAPI 100974	2.324,61	m³	9,18	21.339,96
PAV 2	Transporte de brita graduada para base, empolamento 1,1, DMT 10 km	SINAPI 95875	23.246,10	m³×km	2,92	67.878,61
PAV 2	Execução, espalhamento e compactação da base em BGS, esp. 15 cm	SICRO 4011549	2.324,61	m³	12,14	28.220,64
PAV3	Aquisição, transporte e execução Imprimação com asfalto diluído CM-30	Ref. PMJS	15.497,43	m²	6,05	93.759,45
PAV 3	Pintura de ligação com emulsão RR-2C	Ref. PMJS	15.497,43	m²	2,34	36.263,99
PAV 3	Aquisição de CBUQ faixa C com CAP 50/70, posto usina	SINAPI I1518	1.988,61	t	610,00	1.213.052,10
PAV 3	Carga, manobra, tempo fixo e descarga de CBUQ em vibroacabadora	SICRO 5914649	1.988,61	t	8,27	16.445,79
PAV 3	Transporte de CBUQ da usina até a obra, DMT 20 km	SINAPI 95878	39.772,16	t×km	1,94	77.157,99
PAV 3	Execução, espalhamento e compactação do CBUQ, camada de esp. 5 cm	SICRO 4011463	1.988,61	t	13,94	27.730,94
DRE 3	Aquisição e entrega de concreto usinado C25 para meio-fio/sarjeta,	SINAPI I34493	346,66	m³	586,06	203.165,19
DRE 3	Execução de meio-fio/sarjeta moldado no local com extrusora, residual sem concreto	SICRO 2003939	3.423,83	m	12,26	41.976,16
PAS 1	Aquisição de pedra britada nº 2 para lastro granular do passeio urbano, FC 1,10	SINAPI I4718	317,24 ⁱ	m³	112,50	35.689,62
PAS 1	Carga, manobra, descarga, espalhamento e execução do lastro granular no passeio	Verba	317,24 ⁱ	m³	-	13.422,16
PAS 2	Aquisição e entrega de concreto usinado C20 para passeio urbano, esp. 5cm	SINAPI I34492	288,40 ⁱ	m³	570,00	164.388,57
PAS 2	Execução e acabamento convencional da calçada em concreto moldado in loco	SINAPI R-94991	288,40 ⁱ	m³	269,19	77.634,67
REC 1	Aquisição de areia média para assentamento do piso intertravado	SINAPI I370	84,30	m³	160,00	13.487,59
REC 1	Aquisição de piso intertravado retangular 20 × 10 cm, e = 6 cm, cor natural	SINAPI I36155	1.528,63	m²	50,11	76.599,81
REC 1	Transporte dos materiais e execução do piso intertravado	Verba	1.528,63	m²	-	10.000,00
MOB 3	Mobilização e desmobilização de equipe e equipamentos de pavimentação	Verba	-	-	-	55.000,00
Subtotal direto dos custos de pavimentação		R\$ 3.396.452,54	+5,48%^x	R\$ 3.582.710,21		

(i) nos passeios, descontou-se a faixa de canteiro/faixa de serviço vegetada, reduzindo os volumes de lastro granular e concreto; (ii) Benefícios e despesas indiretas (BDI) global ponderado % referente a serviços de execução contratados.

Fonte: autoria própria (2026), com composições do SICRO (jan/2026) e SINAPI (mar/2026).

Os itens relativos ao paisagismo, à arborização, à sinalização viária e à acessibilidade reuniram serviços de qualificação urbana necessários à entrega funcional do empreendimento, conforme apresentado nas Tabelas 31 e 32. Embora esses grupos tenham apresentado baixa participação relativa no orçamento global,

permaneceram vinculados a etapas específicas do cronograma de implantação e à conclusão operacional das áreas públicas.

Tabela 31 – Orçamento preliminar do paisagismo e arborização

Grupo	Serviço / Insumo	Código	Quantidade	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
ARB 1	Coveamento manual para muda arbórea, cova de 0,60 × 0,60 × 0,60 m	SICRO 4413946	207,00	un.	11,29	2.337,99
ARB 1	Barreira antirraiz e proteção local das árvores plantadas nos canteiros	Verba	184,00 ⁱ	un.	150,00	27.600,00
ARB 1	Fornecimento e plantio de muda de árvore ornamental, altura de 2,00 a 3,00 m	SICRO 4413946	207,00	un.	111,76	23.134,32
PAI 1	Hidrossemeadura para área verde, faixa de serviço da FNE e proteção de taludes	SICRO 4413905	5.732,48	m²	6,78	38.866,21
PAI 1	Adução de cobertura por equipamento de hidrossemeadura	SICRO 4413920	5.732,48	m²	0,51	2.923,56
PAI 1	Irrigação inicial de área plantada para proteção vegetal	SICRO 4413987	5.732,48	m²	0,39	2.235,67
PAS 3	Plantio de grama comercial em placas nos canteiros vegetados	SICRO 4413200	3.240,78	m²	19,74	63.973,00
LIM 2	Roçada final e limpeza da área antes da inauguração do empreendimento	SICRO 4915776	7,66 ⁱⁱ	ha	879,70	6.740,02
LIM 2	Acabamento fino e remoção manual de vegetação daninha nos passeios	SICRO 4915761	3.240,78	m²	5,19	16.819,65
MOB 4	Mobilização e desmobilização de equipe e equipamentos específicos	Verba	-	-	-	6.250,00
Subtotal direto dos custos paisagísticos		R\$ 189.630,42	+19,47%^x		R\$ 226.556,50	

(i) aplicada apenas às 184 árvores localizadas sobre a faixa vegetada com infraestrutura subterrânea próxima; (ii) considera 70.884,73 m² de lotes e área institucional, somados aos 5.732,48 m² de taludes, áreas verdes e FNE, totalizando 76.617,21 m², ou 7,66 há; (x) Benefícios e despesas indiretas (BDI) global ponderado referente a serviços de execução contratados.

Fonte: autoria própria (2026), com composições do SICRO (jan/2026) e SINAPI (mar/2026).

Tabela 32 – Orçamento preliminar da sinalização viária

Grupo	Serviço / Insumo	Código	Quantidade	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
SIN 1	Pintura horizontal de faixas e linhas longitudinais com tinta acrílica, esp 0,4mm	SICRO 5213402	809,30	m²	15,60	12.625,08
SIN 1	Pintura de setas, legendas e símbolos com tinta acrílica, esp 04 mm	SICRO 5213406	36,06	m²	32,06	1.156,08
SIN 1	Placas verticais, agrupadas, em aço, película retrorrefletiva tipo I	SICRO 5213464 ⁱ	63,00	un.	282,45	17.794,35
SIN 1	Suporte metálico galvanizado para placas, lado ou diâmetro de 0,60 m	SICRO 5213863	63,00	un.	518,00	32.634,00
PAS 3	Rampa de acessibilidade em concreto moldado in loco, em calçada nova, 4m ⁱⁱ	SINAPI 105002	45,00	un.	833,92	37.526,40
MOB 4	Mobilização e desmobilização de equipe e equipamentos específicos	Verba	-	-	-	6.250,00
Subtotal direto dos custos da sinalização viária		R\$ 106.735,91	+19,06%^x		R\$ 127.083,09	

(i) adotado por proximidade, considerando o agrupamento de placas de advertência, regularização e logradouros; (ii) incluso na composição o piso podotátil para acessibilidade; (x) Benefícios e despesas indiretas (BDI) global ponderado referente a serviços de execução contratados.

Fonte: autoria própria (2026), com composições do SICRO (jan/2026) e SINAPI (mar/2026).

Durante a aferição dos valores orçamentários, observaram-se diferentes níveis de sensibilidade associados tanto à fase de anteprojeto quanto às incertezas

de cotação local, dimensionamento executivo e validação técnica posterior. Entre os serviços quantificados, a terraplenagem apresentou o maior potencial de calibração futura, em razão da magnitude dos consumos e da ausência de investigações geotécnicas executivas capazes de subsidiar decisões sobre capacidade de suporte do subsolo, estabilidade dos aterros e tempo de ocorrência dos recalques primários.

Como parte do terreno corresponde a uma área de baixada suscetível a alagamentos, adotou-se como hipótese conservadora a possibilidade de ocorrência de solos de menor competência, com predomínio de materiais argilosos, baixa capacidade de suporte e baixa permeabilidade para dissipação de poropressões. Em razão disso, o anteprojeto e o orçamento preliminar não incorporaram, no cenário-base, custos associados a obras geotécnicas específicas, como geodrenos para aceleração de recalques ou execução de aterros por etapas caso a altura crítica seja inferior à altura modelada no anteprojeto.

Para verificar preliminarmente o impacto dessa incerteza, estimou-se o custo de implantação de geodrenos verticais na área de aterro, considerando profundidade média de 10 m e espaçamento de 3 m entre drenos. Os resultados dessa simulação complementar foram sintetizados na Tabela 33, utilizando como base a área de aterro obtida no anteprojeto de terraplenagem.

Tabela 33 – Orçamento preliminar para geodrenos verticais.

Grupo	Serviço / Insumo	Código	Quantidade	Un.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
TTR 1	Aquisição e instalação de geodrenos verticais para tratamento de solos moles	SICRO 2004508	69.570	m	12,40	862.668,00
Subtotal direto dos custos de aceleração de recalques		R\$ 862.668,00	+20,00%^x		R\$ 1.035.201,60	

(x) Benefícios e despesas indiretas (BDI) global ponderado referente a serviços de execução contratados.

Fonte: autoria própria (2026), com composições do SICRO (jan/2026)

A simulação indicou que o tratamento geotécnico por geodrenos representaria acréscimo significativo ao orçamento de terraplenagem, embora não tenha indicado, isoladamente, comprometimento da viabilidade global do empreendimento. Por outro lado, essa solução poderia reduzir o tempo de espera para dissipação de poropressões e ocorrência dos recalques primários, afetando simultaneamente o custo e o cronograma de implantação.

Em razão da ausência de investigação geotécnica confirmatória, esse acréscimo foi mantido como análise complementar de sensibilidade, sem

incorporação direta ao orçamento-base. A decisão mostrou-se coerente com o nível preliminar do estudo, pois a necessidade de geodrenos combinados com alteamento por etapas dependem de sondagens, ensaios e verificações executivas.

Além da terraplenagem, outras margens de incerteza foram associadas às redes lineares, especialmente microdrenagem e coleta de efluentes, cujos custos dependeram, em menor grau, de profundidades de vala, cobrimentos mínimos, cotas de chegada e declividades definitivas. Essas variações foram parcialmente absorvidas pelas hipóteses adotadas, mas somente podem ser refinadas após o lançamento executivo das cotas e perfis de rede.

Todavia, com o incremento de precisão proporcionado pelos quantitativos paramétricos dos anteprojetos, foi verificado o custo real de urbanização por área útil para comparação com a estimativa inicial de grau I. Essa verificação ocorreu pela diluição dos custos diretos de implantação física pela área útil considerada no estudo, correspondente a 100.120,10 m², conforme apresentado na Tabela 34.

Tabela 34 – Custo de urbanização por área útil do empreendimento

Serviço	Custo direto (R\$)	Participação direta (%)	Custo por área útil (R\$/m ²)
Limpeza e terraplenagem	3.596.753,29	28,09	35,92
Rede de microdrenagem	1.528.504,01	11,94	15,27
Rede coletora de efluentes	1.751.538,30	13,68	17,49
Rede de abastecimento	884.344,82	6,91	8,83
Rede de energia e iluminação	1.350.145,85	10,54	13,49
Pavimentação, passeios e meio fio	3.396.452,54	26,53	33,92
Paisagismo e arborização	189.630,42	1,48	1,89
Sinalização viária e acessibilidade	106.735,91	0,83	1,07
Total	12.804.105,14	100,00	127,89

Fonte: autoria própria (2026).

Em síntese, os custos diretos de implantação somaram R\$ 12.804.105,14, sem incidência de BDI, e R\$ 14.164.408,18 com BDI ponderado, resultando em custos preliminares de urbanização de R\$ 127,89/m² e R\$ 141,47/m², respectivamente. Esses valores permaneceram abaixo da estimativa inicial de R\$ 150,00/m², com

diferenças de 14,74% no cenário sem BDI e 5,69% no cenário com BDI, indicando coerência geral da ordem de grandeza adotada na fase preliminar.

A distribuição interna dos custos, entretanto, diferiu dos percentuais referenciais apresentados na fundamentação teórica, principalmente pela participação elevada da terraplenagem. Ainda assim, os custos globais permaneceram dentro da faixa de referência de R\$ 94,99/m² a R\$ 146,10/m², o que reforçou a compatibilidade do orçamento preliminar com o nível de desenvolvimento do estudo.

Mesmo com essa verificação, os custos globais de implantação, somados aos de aquisição e estruturação técnica, não representaram a necessidade efetiva de capital do empreendedor, pois a exposição financeira dependeu da distribuição dos desembolsos ao longo do tempo. Dessa forma, os orçamentos forneceram a base de custo necessária à análise econômica, mas sua interpretação financeira exigiu a construção de um cronograma físico-financeiro preliminar, responsável por relacionar prazos, atividades, desembolsos e receitas esperadas.

4.8. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O cronograma físico-financeiro foi estruturado para relacionar a sequência de atividades do loteamento aos respectivos fluxos monetários, distinguindo os períodos de aprovação, registro, implantação, comercialização e recebimento das vendas. Dessa forma, o orçamento deixou de atuar apenas como uma estimativa estática de custo e passou a compor uma base dinâmica para avaliação da necessidade de caixa ao longo do ciclo do empreendimento.

A modelagem considerou que alguns marcos alteraram significativamente o comportamento econômico do projeto, especialmente o registro do loteamento, a evolução física das obras e a inauguração do empreendimento. Esses eventos influenciaram tanto a possibilidade de comercialização das unidades quanto a forma de recebimento das receitas, justificando a separação entre curva de vendas, curva de recebimentos e cronograma de desembolsos.

Com essa estrutura, o tópico foi organizado em três etapas complementares: o cronograma de atividades, as movimentações de caixa e a análise dos resultados operacionais dos cenários. Inicialmente, apresentam-se as premissas temporais

adotadas para o desenvolvimento físico e jurídico do empreendimento, conforme detalhado no cronograma de atividades.

4.8.1. Cronograma de atividades

O cronograma de atividades foi estruturado para organizar o ciclo do empreendimento em etapas sucessivas e parcialmente sobrepostas, considerando os marcos técnicos, jurídicos, ambientais, comerciais e executivos do loteamento. Sua elaboração permitiu representar a duração preliminar do processo, identificar relações de dependência entre atividades e estabelecer a base temporal necessária à posterior distribuição dos desembolsos e ingressos de caixa.

A definição dos prazos considerou a produtividade preliminar das frentes de serviço, a exequibilidade técnica das etapas e os principais marcos de aprovação do empreendimento. Também foram adotadas premissas conservadoras nas atividades de maior incerteza, especialmente na terraplenagem, para a qual se previu intervalo destinado à ocorrência de recalques e à posterior regularização da plataforma antes da implantação mais intensa das redes e da superestrutura.

Em outras etapas, como a fase de campanhas investigativas e licenciamento prévio, foi considerado o intervalo de análise dos órgãos ambientais até o deferimento do pedido, assumido como doze meses, sendo lançados paralelamente a este prazo atividades relacionadas a confecção dos projetos executivos. Desta forma, foi possível otimizar esta fase do empreendimento, pois o intervalo previsto para análise da licença de instalação se iniciou logo em seguida.

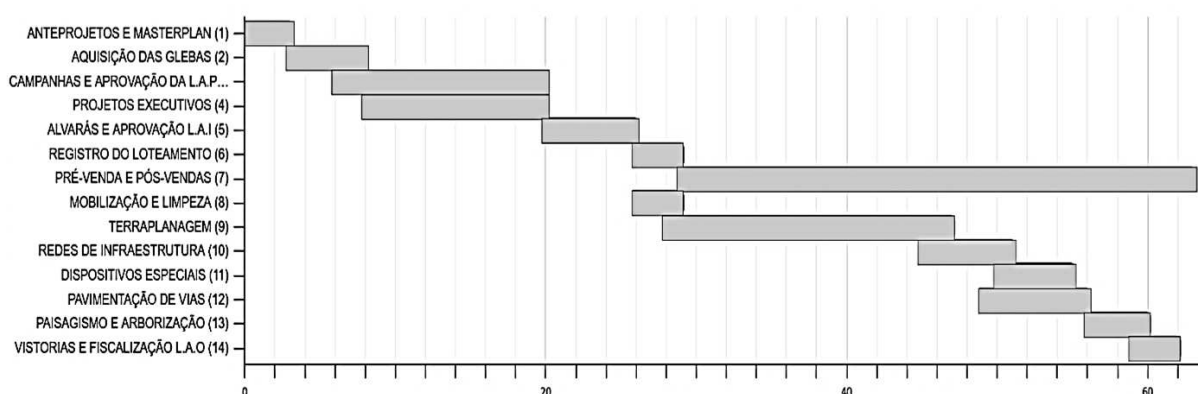
Assim, a sequência temporal definida se iniciou pelo *masterplan* urbanístico-econômico, seguido pelas etapas de negociação, estruturação societária, campanhas técnicas, projetos, licenciamento e aprovações. Após esses marcos, o cronograma avançou para a implantação física, abrangendo limpeza inicial, terraplenagem, redes de infraestrutura, pavimentação, passeios, paisagismo, sinalização, conferências finais e entrega técnica do empreendimento.

Além das etapas executivas, o cronograma também incorporou os períodos de pré-venda e pós-venda, pois a comercialização das unidades interferiram na formação do fluxo de caixa, detalhada na sequência. Nesse arranjo, o registro do loteamento representou o marco inicial da comercialização regular, enquanto a

previsão de inauguração, após as vistorias e inspeções finais, representou a transição entre o período de pré-vendas e o pós-vendas.

A partir dessas premissas, a Figura 43 apresenta o cronograma de atividades em formato de gráfico de Gantt, estruturado a partir dos grupos definidos nos orçamentos preliminares. A representação permitiu distinguir as frentes dos projetos executivos e os licenciamentos ambientais, responsáveis por subsidiar o marco de registro do loteamento, sucedido pelas frentes de comercialização e implantação que caminharam em paralelo até a data inaugural.

Figura 43 – Gráfico de Gantt para o loteamento (em meses)



Fonte: autoria própria (2026).

Esta organização temporal também permitiu orientar a transformação dos custos globais em desembolsos distribuídos ao longo do ciclo do empreendimento. Dessa forma, o cronograma de atividades serviu como base para a etapa seguinte da modelagem, na qual foram assimiladas as movimentações de caixa, sendo as saídas referentes a aquisição, estruturação técnica e implantação física e os ingressos provenientes da comercialização dos lotes.

4.8.2. Saídas de caixa

As saídas de caixa foram estruturadas pela integração entre a segmentação dos orçamentos preliminares e o cronograma de atividades. Essa metodologia permitiu substituir uma distribuição homogênea dos custos por uma alocação mensal heterogênea, compatível com a natureza de cada desembolso e com o momento provável de ocorrência de cada atividade.

Dessa forma, a planilha distinguiu aquisições de materiais, contratações de serviços executivos, custos de estruturação técnica, tributos, despesas comerciais e pagamentos vinculados à receita. As aquisições de insumos foram lançadas antes dos serviços de execução correspondentes, enquanto estes foram distribuídos conforme o avanço físico, permitindo representar com maior precisão os períodos de concentração de desembolsos.

Também foram tratados separadamente os custos cuja ocorrência dependeu de variáveis externas ao orçamento preliminar, como comissões, tributos incidentes sobre receitas e despesas comerciais de lançamento. Com essa estrutura, tornou-se possível consolidar as saídas totais do empreendimento, mostrados na Tabela 35.

Tabela 35 – Custos totais do empreendimento

Componente	Valor nominal (R\$)	Participação no grupo (%)	Participação total (%)
Regularização documental, estruturação negocial, SPE	270.787,40	53,06	1,30
Registros e transferência dos lotes permutados	239.600,00	46,94	1,15
Subtotal da aquisição	510.387,40	100,00	2,45
<i>Masterplan</i> urbanístico-econômico	110.000,00	26,44	0,53
Campanhas, estudos, projetos e Licença Ambiental Prévia (LAP)	126.000,00	30,29	0,61
Projetos executivos, alvarás e Licença Ambiental de Instalação (LAI)	152.000,00	36,54	0,73
Vistorias, documentação final e Licença Ambiental de Operação (LAO)	28.000,00	6,73	0,13
Subtotal dos projetos e licenças	416.000,00	100,00	2,00
Limpeza, terraplenagem e proteção superficial inicial	3.640.778,73	28,99	17,49
Redes de infraestrutura e dispositivos especiais	4.923.498,35	39,21	23,66
Superestrutura, paisagismo, sinalização e qualificação urbana	3.993.343,43	31,80	19,19
Subtotal da implantação física	12.557.620,51	100,00	60,34
Verba comercial de marketing e lançamento	150.000,00	6,21	0,72
Comissão comercial sobre vendas	952.851,32	39,43	4,58
Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) dos serviços executivos	1.314.006,12	54,37	6,31
Subtotal da operação e vendas	2.416.857,44	100,00	11,61
IPTU, taxas territoriais e manutenção patrimonial	46.956,52	0,97	0,23
ITBI sobre a transferência dos lotes permutados	588.874,00	12,19	2,84
PIS/COFINS sobre faturamento imobiliário	2.318.604,87	47,21	11,14
IRPJ/CSLL sobre lucro presumido	1.956.521,37	39,84	9,40
Subtotal dos tributos	4.910.956,76	100,00	23,60
Total dos custos nominais	20.811.822,11	100,00	100,00

Fonte: autoria própria (2026).

Com os resultados obtidos, o custo efetivo de estruturação e urbanização do empreendimento correspondeu a R\$ 207,87/m², quando o total nominal foi diluído pela área útil de 100.120,10 m². A implantação física respondeu por 60,34% do total quando considerada sem o BDI, ou por 66,65% quando somada à parcela de BDI vinculada aos serviços executivos, apresentando diferença de 8,35 pontos percentuais em relação à estimativa preliminar de 75,00%.

Além disso, parcelas substanciais das saídas de caixa estiveram relacionadas a atividades que não se convertem diretamente em atributos físicos do produto, como o pagamento de tributos, que correspondeu a 23,60% do total. Também se observou um efeito fiscal indireto associado à hipótese negocial de permuta, pois a redução do VGV apropriável pelo empreendedor diminuiu a base de cálculo dos tributos vinculados ao faturamento e ao lucro presumido.

Entretanto, algumas saídas relevantes apresentadas na Tabela 35, como tributos, comissões e taxas de corretagem imobiliária, só puderam ser quantificadas a partir de percentuais aplicados sobre as receitas do empreendimento. Dessa forma, as saídas foram calculadas de forma integrada aos ingressos de caixa, que por sua vez estiveram associados à comercialização das unidades.

4.8.3. Ingressos de caixa

A obtenção dos ingressos de caixa foi feita por meio do cálculo indireto do Valor Geral de Vendas (VGV), associado ao intervalo previsto para a comercialização das unidades nos períodos de pré-venda e pós-venda. Essa distribuição temporal foi especialmente relevante porque o momento de venda ficou exposto a variáveis como reajuste mensal de preço das unidades, maturidade física do empreendimento, redução da percepção de risco e diferenciação entre compradores antecipados e compradores posteriores à data inaugural.

Nesse sentido, a simples delimitação do período de vendas não bastou para simular esse comportamento, sendo necessária a estruturação simplificada de uma curva hipotética para definir a quantidade de unidades comercializadas em cada mês. Para isso, estruturou-se a curva de vendas 60-30-10 apresentada na Figura 44, com aproximadamente 60,00% das unidades alocadas à pré-venda e 40,00% à pós-venda, segmentando esses períodos a partir de uma lógica inspirada na curva ABC.

Figura 44 – Curva de vendas hipotética do empreendimento



Fonte: autoria própria (2026).

Devido à magnitude temporal de empreendimentos desse tipo, a perda do poder aquisitivo da moeda assumiu papel relevante na modelagem dos ingressos de caixa. Por esse motivo, as receitas previstas precisaram ser compatibilizadas com as saídas distribuídas no tempo, sendo posteriormente trazidas a valor presente por meio do desconto associado ao INCC de referência, cuja definição será detalhada na análise dos indicadores financeiros.

A precificação das unidades adotou um preço médio inicial de pré-venda, em valor presente, de R\$ 345.900,00, com incrementos mensais de 1,00% ao longo do período comercial, buscando absorver a variação monetária representada pelo INCC e incorporar valorização progressiva conforme a maturação do empreendimento. Para o período de pós-venda, posterior à inauguração, o preço final, em valor presente, foi estabelecido em R\$ 405.000,00, capturando a redução da percepção de risco e a maior consolidação física, jurídica e comercial do loteamento.

Além do preço e da velocidade de vendas, foi necessário definir quando a venda contratada se converteria efetivamente em caixa. Para a pré-venda, adotou-se o recebimento de 20,00% no ato da compra e 80,00% dois meses depois, com quitação dos saldos pendentes no mês de transição para a inauguração; para a pós-venda, considerou-se o recebimento integral no próprio mês, em razão da maior consolidação do produto e da redução das incertezas de entrega.

Com as saídas de caixa, a curva de vendas, a precificação e o regime de recebimentos estruturados, tornou-se possível consolidar o fluxo de caixa preliminar do empreendimento. Essa modelagem por planilhas eletrônicas permitiu observar a interação acumulada entre desembolsos e ingressos, obtendo-se o saldo ao longo do tempo e estabelecendo a base para a leitura dos cenários operacionais, dos indicadores de atratividade e da viabilidade econômico-financeira.

4.9. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

A análise da viabilidade econômico-financeira do empreendimento atuou como síntese das modelagens anteriores, traduzindo fluxos de caixa e saldos acumulados em gráficos e indicadores interpretativos. A partir dessa base analítica, foram simulados cenários alternativos de execução e financiamento, seguidos pela verificação da sensibilidade do empreendimento a fatores externos e operacionais, extraindo-se implicações práticas para subsidiar a tomada de decisão.

4.9.1. Cenários simulados

Partindo das premissas definidas no cronograma físico-financeiro, estruturou-se um cenário-base de análise para posterior comparação entre alternativas de execução e financiamento. Nessa etapa, os fluxos mensais de custos e receitas, anteriormente organizados em valores nominais no tempo, foram convertidos para uma base de valor presente, permitindo comparar desembolsos e ingressos ocorridos em momentos distintos do ciclo do empreendimento.

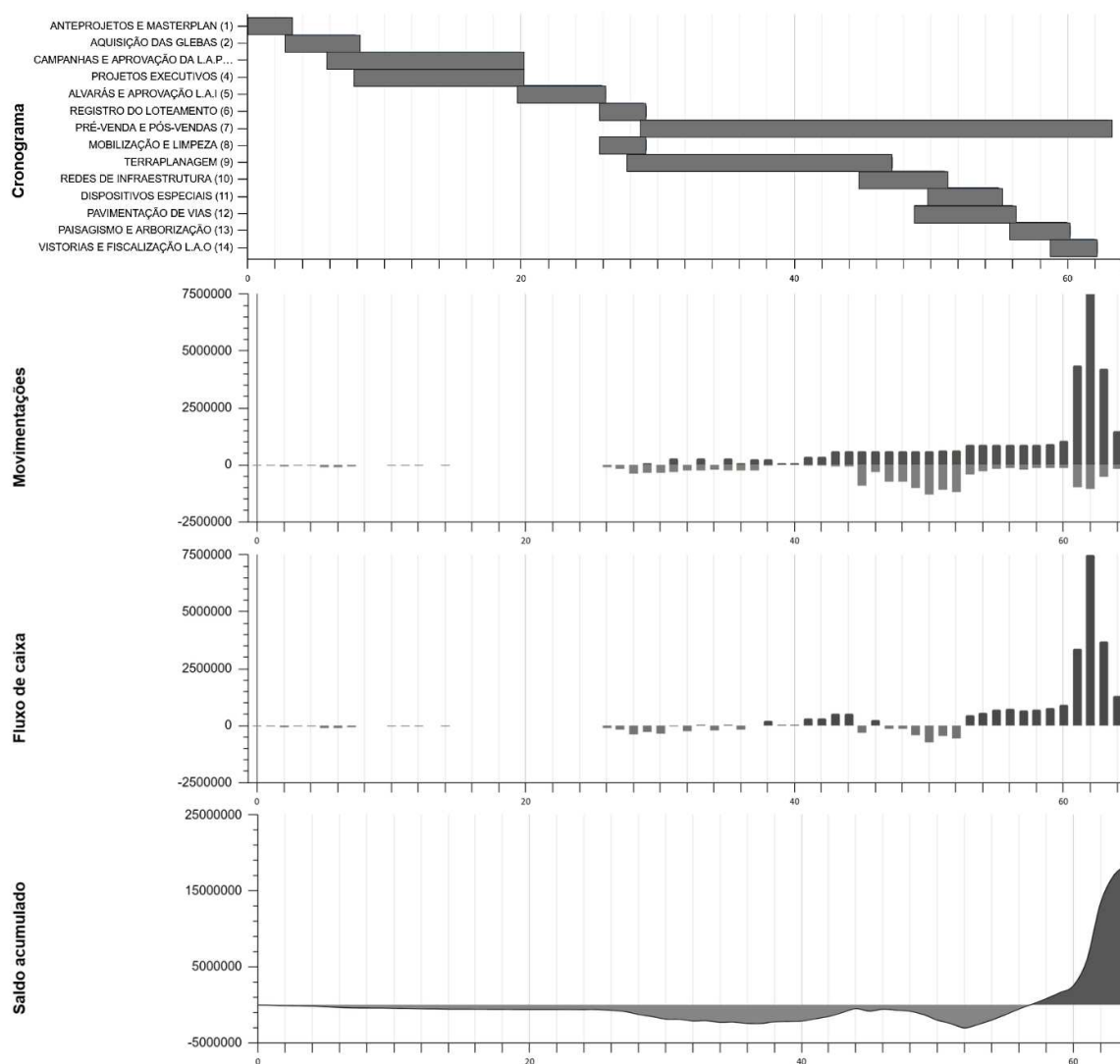
Essa conversão foi realizada a partir de uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) associada ao custo de oportunidade do capital, tomando-se como referência a taxa Selic de 14,00% ao ano, descontada da média do INCC dos últimos cinco anos, correspondente a 7,83% ao ano. Com isso, os valores futuros foram ajustados para uma base comparável no momento presente, permitindo que os cenários fossem avaliados também pelo efeito temporal dos fluxos de caixa.

Nessas condições, duas variáveis principais foram simuladas: a forma de execução da implantação física e a origem do capital empregado. A primeira variável distinguiu a execução própria da execução terceirizada com acréscimos de BDI,

enquanto a segunda comparou o custeio integral pelo empreendedor com a utilização de financiamento bancário junto à Caixa Econômica Federal, formando uma matriz de análise entre quatro cenários operacionais principais.

O Cenário A considerou a execução própria das obras com o custeio integral dos aportes financeiros pelo empreendedor. A sobreposição entre cronograma físico-financeiro, movimentações mensais, fluxo de caixa e saldo acumulado desse cenário pode ser visualizada na Figura 45, permitindo observar o comportamento financeiro da alternativa mais direta de implantação do empreendimento.

Figura 45 – Síntese dos balanços financeiros do cenário A



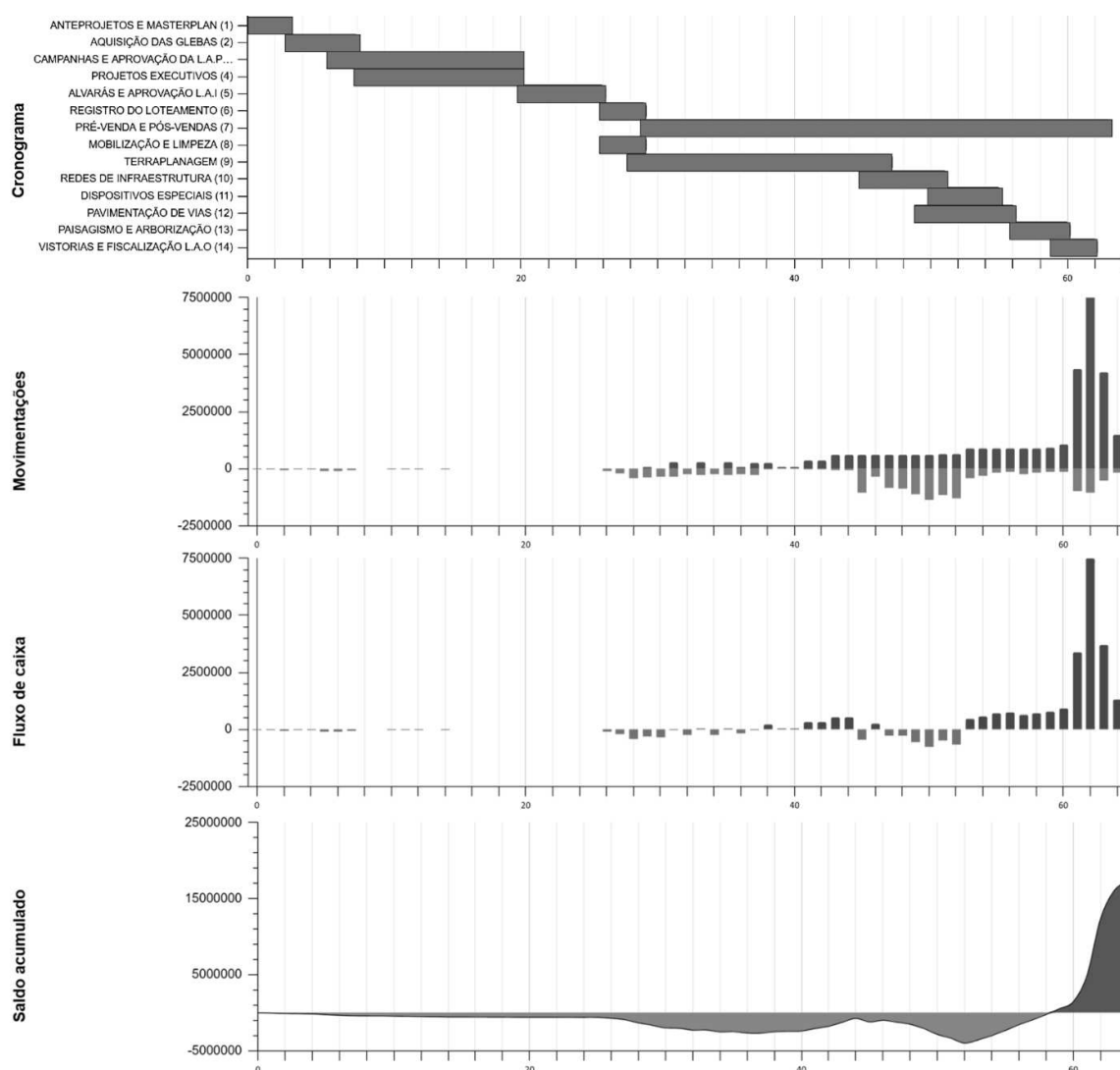
Fonte: autoria própria (2026).

A partir da análise do saldo acumulado, observaram-se dois momentos de recuperação parcial do caixa. O primeiro deles ocorreu durante a execução da

terraplenagem e o intervalo previsto para adensamento dos recalques, quando as receitas provenientes das vendas elevaram temporariamente o saldo, enquanto o segundo ocorreu após a fase de maior concentração de desembolsos da infraestrutura e da superestrutura, conduzindo o empreendimento ao ponto de *Payback*.

Posteriormente, analisou-se o Cenário B, alterando-se apenas a variável da implantação para execução terceirizada com acréscimos de BDI nos custos elegíveis. A síntese visual dessa modificação pode ser conferida na Figura 46.

Figura 46 – Síntese dos balanços financeiros do cenário B



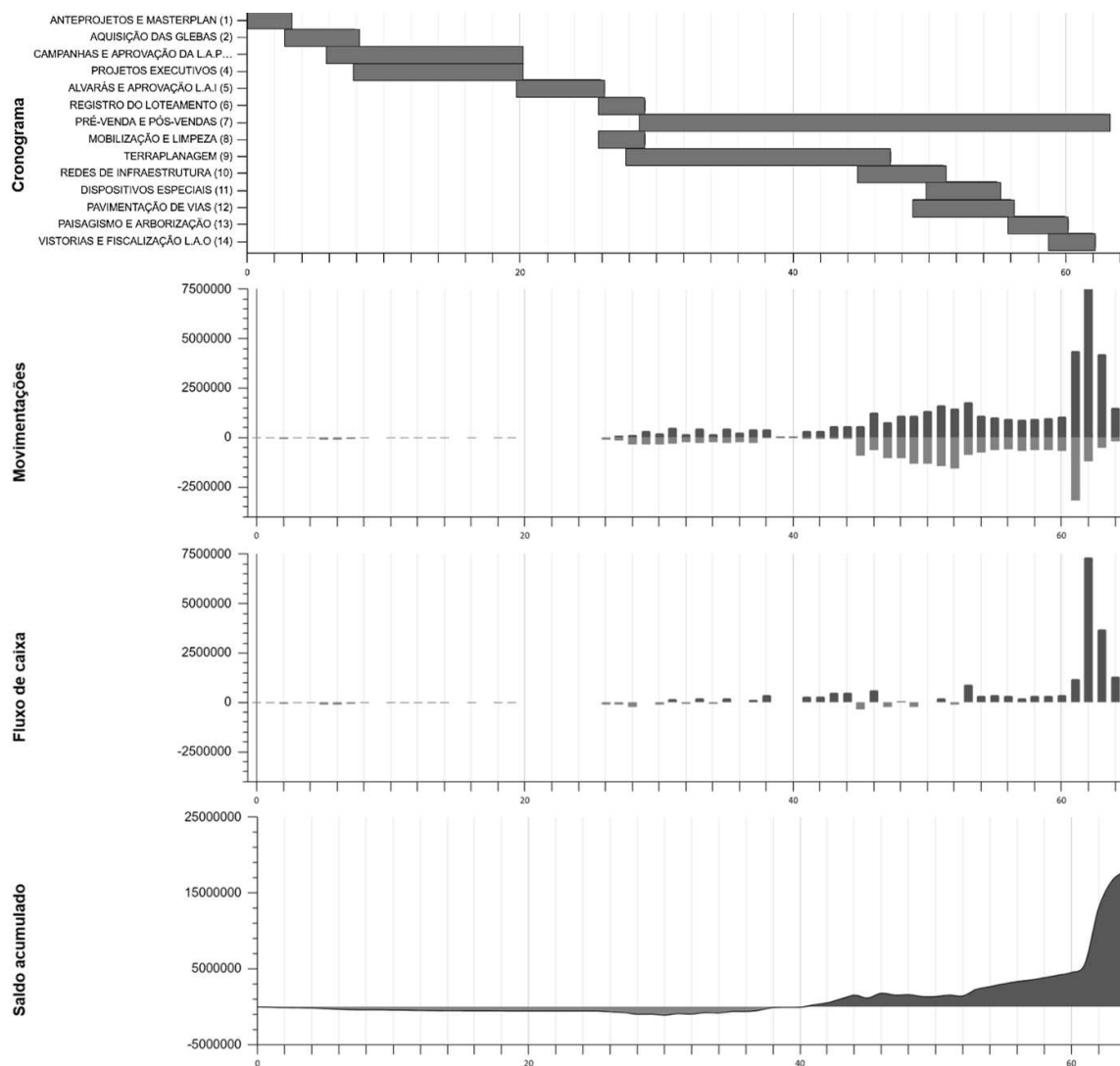
Fonte: autoria própria (2026).

Comparativamente, o Cenário B apresentou comportamento semelhante ao Cenário A, embora com maior exposição de capital e resultado final ligeiramente inferior, em razão do acréscimo de custo associado à contratação terceirizada. Dessa

forma, ambos os cenários evidenciaram períodos de pressão sobre recursos próprios, justificando a simulação de alternativas com financiamento de obra.

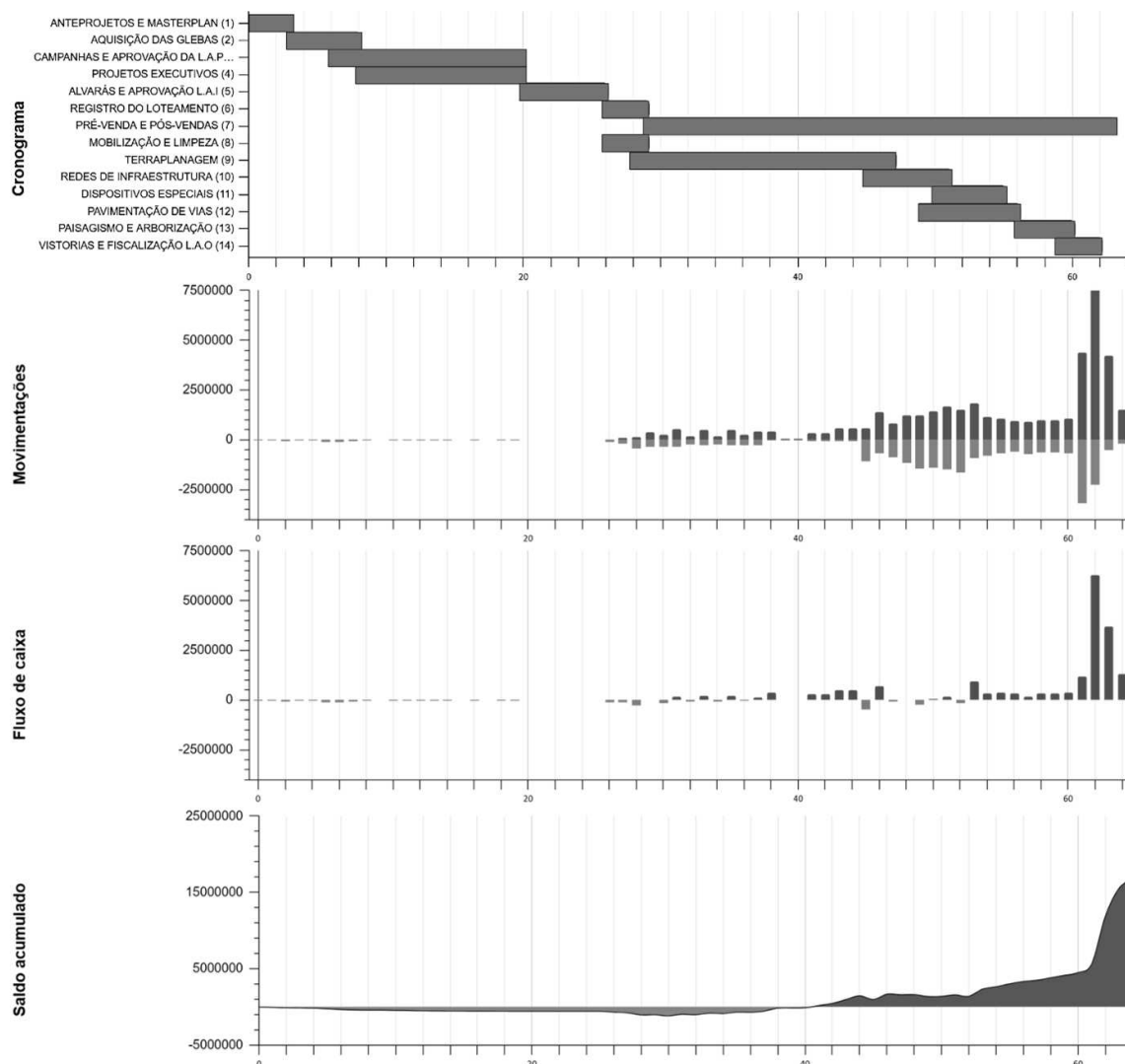
Para essa modelagem, considerou-se financiamento de 80,00% dos custos de implantação por meio de linha de crédito junto à Caixa Econômica Federal, com liberações vinculadas à conclusão e fiscalização das etapas executivas. A taxa de juros foi assumida de forma conservadora em 10,00% ao ano, com amortização limitada ao período de análise, resultando nos produtos gráficos dos cenários C e D, apresentados na Figura 47 e Figura 48, respectivamente.

Figura 47 – Síntese dos balanços financeiros do cenário C



Fonte: autoria própria (2026).

Figura 48 – Síntese dos balanços financeiros do cenário D



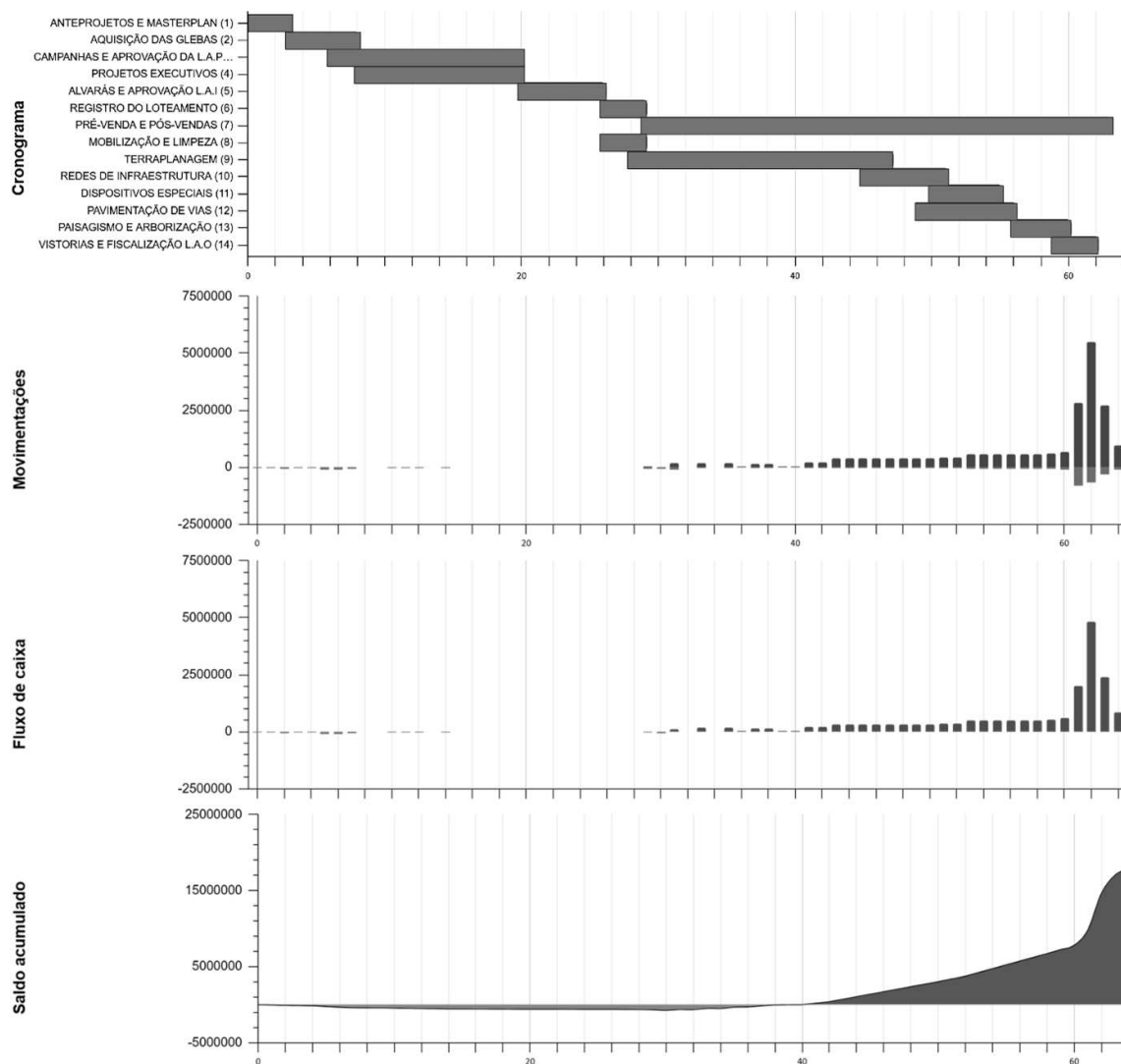
Fonte: autoria própria (2026).

Os resultados dos cenários iniciais ajustados com financiamento indicaram redução expressiva da exposição de capital, traduzindo-se em um fluxo financeiro mais equilibrado que o observado nas alternativas custeadas integralmente pelo empreendedor. Entretanto, essa redução de exposição teve como contrapartida o pagamento de juros sobre o montante financiado, o que converteu parte do risco de liquidez para o custo financeiro da operação.

Além das alternativas de execução própria, terceirização e financiamento bancário, testou-se uma hipótese de execução física remunerada por permuta, reduzindo a necessidade de desembolso direto durante a implantação. No Cenário E, apresentado na Figura 49, parte das unidades disponíveis para comercialização foram destinadas à remuneração da empresa executora, tomando-se como referência o

custo-base da pré-venda e preservando-se a atratividade do contrato por meio da margem de BDI e da valorização progressiva dos lotes.

Figura 49 – Síntese dos balanços financeiros do cenário E

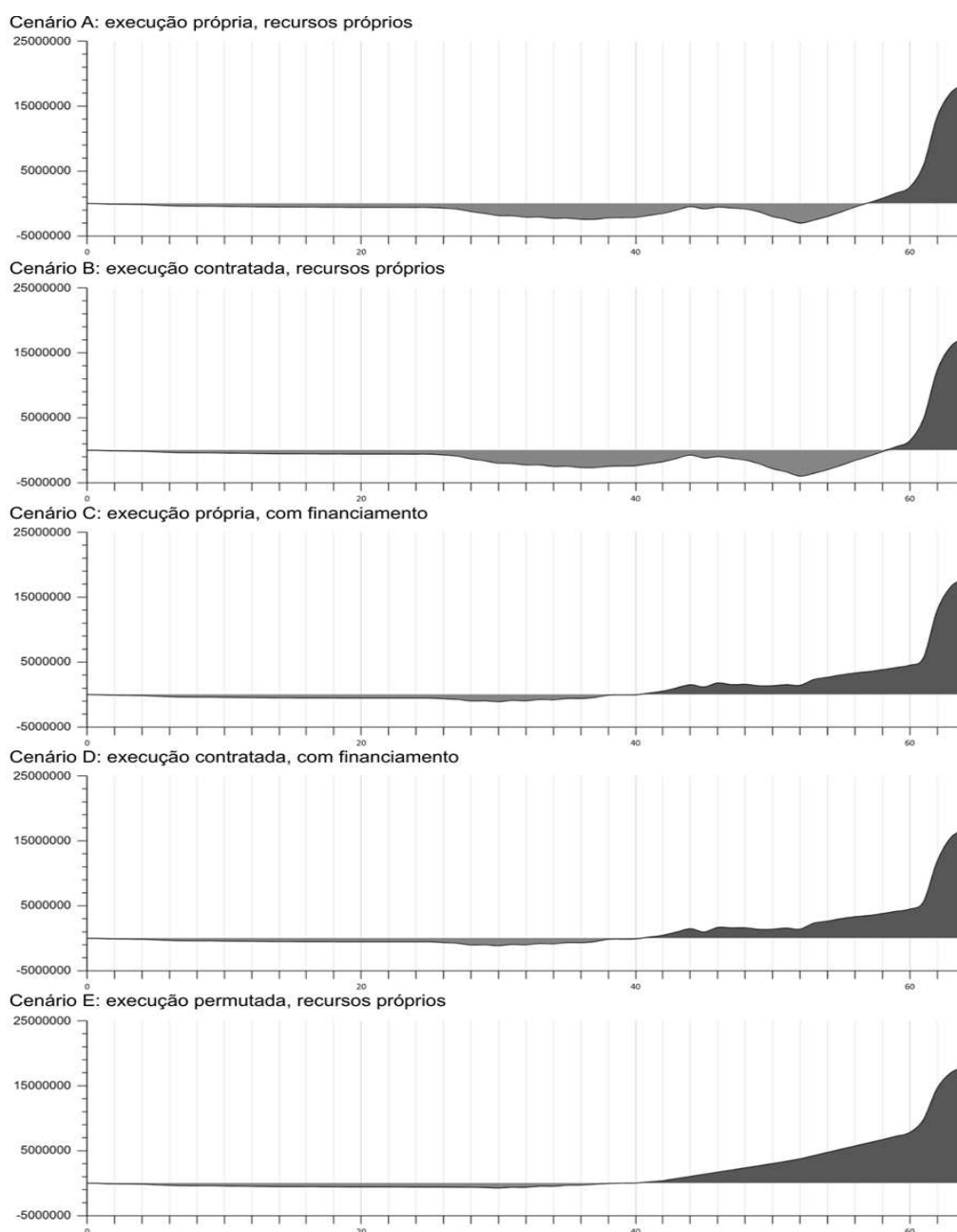


Fonte: autoria própria (2026).

Como esperado, o Cenário E apresentou uma diminuição expressiva dos desembolsos mensais, que ficaram concentrados principalmente em aquisição, projetos, licenciamento, despesas comerciais e tributos associados ao faturamento e ao lucro. A exposição de capital foi inferior à observada nos cenários com financiamento bancário, além dessa estrutura ter reduzido a receita apropriável pelo empreendedor e redistribuído parte do risco executivo para a empresa terceirizada, gerando diminuições indiretas no pagamento de comissões e tributos, que elevaram ligeiramente o resultado de saldo acumulado final.

A matriz demonstrou que decisões operacionais relativas à forma de execução e à origem do capital produziram efeitos diretos sobre o fluxo de caixa e sobre o comportamento do saldo acumulado. A comparação conjunta dos cenários A a E, apresentada na Figura 50, mostra que os resultados finais se aproximaram em escala, mas que o percurso financeiro até esse ponto variou significativamente conforme o grau de exposição que o empreendedor estaria disposto a assumir.

Figura 50 – Resultados gráficos dos cenários simulados



Fonte: autoria própria (2026).

A análise conjunta também evidenciou que o saldo acumulado final não pôde ser interpretado isoladamente, pois ele incorporou trajetórias financeiras distintas ao longo do período de implantação e comercialização. Embora os gráficos tenham permitido compreender o comportamento operacional dos cenários, as conclusões acerca da tomada de decisão exigiram complementação por indicadores de viabilidade econômico-financeira, capazes de sintetizar o retorno, a atratividade, a exposição, o prazo de recuperação e a eficiência do capital empregado.

4.9.2. Indicadores de viabilidade econômica

Os principais indicadores de viabilidade econômica analisados foram o Valor Presente Líquido (VPL), o Retorno sobre o Investimento (ROI), a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M) e o *Payback*. O VPL indicou o resultado econômico dos fluxos trazidos à data-base; o ROI expressou o retorno percentual sobre o capital empregado; a TIR-M representou a taxa equivalente de retorno mensal dos fluxos analisados, adotada com taxas de financiamento e reinvestimento nulas para evitar as distorções da TIR clássica em fluxos alternados; e o *Payback* indicou o mês em que o saldo acumulado deixou de ser negativo.

Além desses indicadores, foram mantidos na análise o Valor Geral de Vendas (VGV) equivalente em valor presente, a máxima exposição de capital e os juros pagos nos cenários financiados. O VGV presente permitiu observar a dimensão econômica das unidades comercializáveis, enquanto a máxima exposição indicou a maior necessidade de capital em caixa e os juros permitiram avaliar o custo financeiro associado à redução dessa exposição.

O VPL foi interpretado como o saldo econômico dos fluxos futuros trazidos à data-base pela TMA, representando o excedente de valor do empreendimento após descontado o custo de oportunidade real aproximado do capital. Já o ROI foi calculado pela razão entre o resultado líquido e as saídas líquidas, ambos em valor presente, expressando o retorno percentual sobre o capital efetivamente empregado.

Dessa forma, os resultados econômicos para os cenários A a E foram reunidos e apresentados na Tabela 36. Essa organização permitiu comparar as alternativas simuladas em uma mesma base analítica, diferenciando o resultado final obtido, a eficiência do capital empregado e o grau de exposição assumido.

Tabela 36 – Resultados analíticos dos cenários simulados

Cenário A: execução própria, recursos próprios					
VGv nominal	R\$ 63.523.421,13	VGv presente	R\$ 44.360.456,92	Resultado em VPL	R\$ 18.405.479,25
Ingressos nominais	R\$ 63.523.421,13	Ingressos descontados	R\$ 34.076.543,36	Resultado em ROI	+127,52%
Saídas nominais	R\$ 19.497.815,99	Saídas descontadas	R\$ 15.671.064,11	Resultado em TIR-M	+2,51% a.m
Juros amortizados	-	Máxima exposição	R\$ 3.054.223,44	Tempo de <i>Payback</i>	57 meses
Cenário B: execução contratada, recursos próprios					
VGv nominal	R\$ 63.523.421,13	VGv presente	R\$ 44.360.456,92	Resultado em VPL	R\$ 17.338.375,54
Ingressos nominais	R\$ 63.523.421,13	Ingressos descontados	R\$ 34.076.543,36	Resultado em ROI	+113,15%
Saídas nominais	R\$ 20.811.822,11	Saídas descontadas	R\$ 16.738.167,82	Resultado em TIR-M	+2,24% a.m
Juros amortizados	-	Máxima exposição	R\$ 4.030.080,06	Tempo de <i>Payback</i>	59 meses
Cenário C: execução própria, com financiamento					
VGv nominal	R\$ 63.523.421,13	VGv presente	R\$ 44.360.456,92	Resultado em VPL	R\$ 18.139.493,03
Ingressos nominais	R\$ 73.569.517,54	Ingressos descontados	R\$ 42.189.042,11	Resultado em ROI	+118,53%
Saídas nominais	R\$ 30.345.873,27	Saídas descontadas	R\$ 24.049.549,09	Resultado em TIR-M	+3,71% a.m
Juros amortizados	R\$ 801.960,87	Máxima exposição	R\$ 1.129.743,93	Tempo de <i>Payback</i>	41 meses
Cenário D: execução contratada, com financiamento					
VGv nominal	R\$ 63.523.421,13	VGv presente	R\$ 44.360.456,92	Resultado em VPL	R\$ 17.014.525,51
Ingressos nominais	R\$ 74.620.722,43	Ingressos descontados	R\$ 43.038.774,20	Resultado em ROI	+103,57%
Saídas nominais	R\$ 32.888.518,60	Saídas descontadas	R\$ 26.024.248,69	Resultado em TIR-M	+3,55% a.m
Juros amortizados	R\$ 979.395,18	Máxima exposição	R\$ 1.177.579,71	Tempo de <i>Payback</i>	41 meses
Cenário E: execução permutada, recursos próprios					
VGv nominal	R\$ 40.903.916,79	VGv presente	R\$ 28.564.526,38	Resultado em VPL	R\$ 17.886.836,84
Ingressos nominais	R\$ 40.903.916,79	Ingressos descontados	R\$ 21.942.522,45	Resultado em ROI	+462,45%
Saídas nominais	R\$ 5.078.610,27	Saídas descontadas	R\$ 4.055.685,61	Resultado em TIR-M	+5,43% a.m
Juros amortizados	-	Máxima exposição	R\$ 768.058,11	Tempo de <i>Payback</i>	41 meses

Fonte: autoria própria (2026).

A verificação dos resultados indicou que todos os cenários apresentaram VPL positivo, demonstrando que as alternativas simuladas superaram a taxa mínima de atratividade adotada. Ainda assim, a comparação entre eles revelou diferenças importantes, pois estratégias com resultado final semelhante produziram níveis distintos de exposição, prazo de recuperação e dependência de capital próprio.

Na comparação entre os cenários A e B, a terceirização da implantação física reduziu a eficiência econômica do empreendimento, pois incorporou o BDI aos custos executivos. Essa condição resultou em maior necessidade de capital e menor retorno relativo, embora tenha preservado a vantagem operacional de reduzir a exigência de frota de maquinários pesados e estrutura própria de execução.

Nos cenários C e D, a entrada do financiamento reduziu significativamente a máxima exposição, aumentou a TIR-M e antecipou o tempo de *Payback*, tornando os investimentos mais rentáveis e o fluxo de caixa menos dependente do capital próprio do empreendedor. Contudo, essa melhora de liquidez teve como contrapartida o pagamento de juros, de modo que o financiamento serviu como instrumento de redução de risco de caixa e redistribuição temporal dos desembolsos.

Apesar disso, verificou-se por meio do planilhamento eletrônico um ponto de equilíbrio na variável da taxa de juros do financiamento, chegando-se a 5,73% a.a. como patamar divisor para a obtenção de VPL equivalente. Dessa forma, dependendo das linhas de crédito disponíveis ao empreendedor, os cenários com financiamento podem oferecer melhor desempenho econômico com risco proporcionalmente pequeno diante da magnitude das movimentações do empreendimento.

De forma alternativa, o cenário E apresentou comportamento díspar em relação aos anteriores, pois a execução física permutada reduziu de forma expressiva as saídas diretas de caixa e, conseqüentemente, elevou o ROI calculado sobre o capital investido. Esse resultado, embora não tenha implicado grandes reduções no VPL obtido, reduziu significativamente o VGV apropriável pelo empreendedor, gerando economia indireta em comissões e tributos e produzindo um equilíbrio que dependeu da combinação específica entre as variáveis assumidas no estudo.

Entretanto, apesar das diferenças em indicadores específicos a depender do cenário escolhido como mais adequado à realidade do empreendedor, concluiu-se que o empreendimento apresentou alta atratividade de investimento. As taxas internas de retorno corrigidas ficaram entre +2,24% e +5,43% ao mês, com retornos totais superiores a +100%, confirmando a estimativa econômica preliminar de que o empreendimento teria capacidade de dobrar o valor investido.

Observou-se também que as magnitudes de custos e ingressos nominais, em valor futuro, divergiram substancialmente dos mesmos parâmetros quando calculados no presente, indicando alta exposição do empreendimento às correções inflacionárias e ao custo de oportunidade do capital. Isso demonstra que, apesar do otimismo dos cenários simulados, o horizonte temporal superior a cinco anos exigiu a verificação por análise de sensibilidade, a fim de avaliar se fatores macroeconômicos seriam capazes de expor riscos não capturados pela modelagem-base e confirmar a robustez da viabilidade econômica sob condições de estresse.

4.9.3. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade foi estruturada para verificar como alterações em variáveis externas e operacionais poderiam afetar a viabilidade econômico-financeira do empreendimento. Para isso, o primeiro passo foi a adoção do cenário B como base comparativa, por representar uma hipótese conservadora entre os cenários sem financiamento, com execução terceirizada, incorporação de BDI e ausência de mecanismos de redução da exposição de capital.

As variáveis testadas foram a taxa mínima de atratividade (TMA), os custos de implantação física e as receitas provenientes da comercialização das unidades. A TMA representou o custo de oportunidade do capital em um contexto macroeconômico influenciado pela taxa Selic; a variação dos custos simulou oscilações nos preços de execução, insumos e serviços; e a variação das receitas representou alterações na capacidade de precificação, demanda, enquadramento em faixas de financiamento e absorção comercial do produto.

A primeira captura realizada foi feita em relação à TMA, definida como associação aproximada da taxa Selic vigente, sendo sua redução interpretada como um fator favorável ao investimento produtivo, pois diminui a atratividade relativa da renda fixa e reduz o custo de oportunidade do capital, enquanto seu aumento foi tratado como fator desfavorável, por elevar a remuneração mínima exigida e ampliar o desconto aplicado aos fluxos futuros. Nesse sentido, foram testados sete cenários com variações na ordem de $\pm 0,50\%$, conforme apresentado na Tabela 37.

Tabela 37 – Resultados analíticos da sensibilidade à TMA

Variação da TMA	Resultado em VPL	Resultado em ROI	Resultado em TIR-M	Tempo de <i>Payback</i>
+1,50%	R\$ 16.124.853,13	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses
+1,00%	R\$ 16.518.390,30	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses
+0,50%	R\$ 16.922.782,46	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses
Padrão	R\$ 17.338.375,54	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses
-0,50%	R\$ 17.765.528,03	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses
-1,00%	R\$ 18.204.611,50	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses
-1,50%	R\$ 18.656.011,17	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses

Fonte: autoria própria (2026).

Os resultados indicaram que a variação da TMA impactou diretamente o VPL, pois este indicador depende do desconto aplicado aos fluxos futuros, embora a diferença de magnitude obtida foi pouco significativa para a viabilidade. O ROI, a TIR-M e o *Payback*, por outro lado, permaneceram constantes, uma vez que a alteração da TMA não modificou o fluxo operacional do empreendimento, mas apenas a forma de trazer seus valores para a data-base de análise.

Posteriormente, a análise foi direcionada aos custos de implantação física, mantendo-se as demais variáveis em seus parâmetros originais. Essa simulação permitiu avaliar a sensibilidade do empreendimento a oscilações de orçamento, diferenças entre preços referenciais e preços efetivamente contratados, variações regionais de insumos e incertezas típicas de estimativas preliminares, sendo as variações testadas na ordem de $\pm 5,00\%$, conforme apresentado na Tabela 38.

Tabela 38 – Resultados analíticos da sensibilidade aos custos

Variação dos custos	Resultado em VPL	Resultado em ROI	Resultado em TIR-M	Tempo de <i>Payback</i>
+15,00%	R\$ 15.650.144,05	+93,78%	+1,89% a.m	61 meses
+10,00%	R\$ 16.212.887,88	+99,83%	+2,00% a.m	60 meses
+5,00%	R\$ 16.775.631,71	+106,28%	+2,12% a.m	60 meses
Padrão	R\$ 17.338.375,54	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses
-5,00%	R\$ 17.901.119,37	+120,50%	+2,38% a.m	58 meses
-10,00%	R\$ 18.463.863,20	+128,37%	+2,53% a.m	57 meses
-15,00%	R\$ 19.026.607,03	+136,83%	+2,69% a.m	56 meses

Fonte: autoria própria (2026).

Nessa análise, os resultados indicaram que a variação dos custos de implantação afetou a atratividade do empreendimento em magnitude superior à variação isolada da TMA, mas sem comprometer sua viabilidade nos limites testados. A simulação também evidenciou a relevância da gestão de suprimentos, da negociação com fornecedores e da precisão dos orçamentos executivos, pois ganhos ou perdas percentuais nos custos físicos repercutiram diretamente sobre o VPL, o ROI, a TIR-M e o prazo de recuperação do capital.

Após essa simulação, o último teste isolado concentrou-se nas receitas, representando variações na precificação dos lotes, na capacidade de pagamento dos compradores, na resposta da demanda e na compatibilidade do produto com eventuais limites de financiamento. A velocidade de vendas foi mantida constante para

isolar o efeito da receita, evitando que a análise misturasse simultaneamente preço, prazo de absorção e comportamento comercial. Como na análise anterior, as receitas foram testadas com variações de $\pm 5,00\%$, conforme apresentado na Tabela 39.

Tabela 39 – Resultados analíticos da sensibilidade às receitas

Variação das receitas	Resultado em VPL	Resultado em ROI	Resultado em TIR-M	Tempo de <i>Payback</i>
-15,00%	R\$ 12.226.894,03	+81,18%	+1,73% a.m	61 meses
-10,00%	R\$ 13.930.721,20	+91,84%	+1,91% a.m	61 meses
-5,00%	R\$ 15.634.548,37	+102,49%	+2,08% a.m	60 meses
Padrão	R\$ 17.338.375,54	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses
+5,00%	R\$ 19.042.202,71	+123,81%	+2,41% a.m	58 meses
+10,00%	R\$ 20.746.029,88	+134,47%	+2,56% a.m	57 meses
+15,00%	R\$ 22.449.857,04	+145,12%	+2,72% a.m	56 meses

Fonte: autoria própria (2026).

Entre os testes isolados, a variação das receitas apresentou o efeito mais expressivo sobre o VPL, indicando que a calibração da precificação e a consistência da demanda são decisivas para o desempenho econômico do empreendimento. Essa condição reforça que a receita não depende apenas de quantitativos mensuráveis, mas de hipóteses de mercado, estratégia comercial, percepção de valor do comprador e aderência do produto ao público-alvo.

Outro fator absorvido nesse teste foi a possibilidade de descompasso entre a valorização dos lotes e os limites de financiamento habitacional aplicáveis ao público comprador. Caso os limites de enquadramento da Caixa Econômica Federal não acompanhem a evolução dos preços de mercado, parte da demanda pode perder capacidade de compra, reduzindo a velocidade de vendas e ampliando o risco associado à exposição de capital.

Entretanto, a ocorrência isolada de uma única variável, mesmo em nível máximo de estresse, pode não representar adequadamente um cenário econômico adverso. Em contextos recessivos, por exemplo, é comum que juros mais elevados, custos pressionados e menor capacidade de pagamento dos consumidores atuem simultaneamente, razão pela qual se realizou uma análise integrada das três variáveis, conforme sintetizado na Tabela 40.

Tabela 40 – Resultados analíticos da sensibilidade integrada

Variação da TMA	Variação dos custos	Variação das receitas	Resultado em VPL	Resultado em ROI	Resultado em TIR-M	Tempo de Payback
+1,50%	+15,00%	-15,00%	R\$ 9.711.723,69	+64,71%	+1,40% a.m	61 meses
+1,00%	+10,00%	-10,00%	R\$ 12.159.155,81	+79,85%	+1,67% a.m	61 meses
+0,50%	+5,00%	-5,00%	R\$ 14.700.221,73	+95,96%	+1,96% a.m	60 meses
Padrão	Padrão	Padrão	R\$ 17.338.375,54	+113,15%	+2,24% a.m	59 meses
-0,50%	-5,00%	+5,00%	R\$ 20.077.207,85	+131,52%	+2,55% a.m	57 meses
-1,00%	-10,00%	+10,00%	R\$ 22.920.451,72	+151,21%	+2,87% a.m	56 meses
-1,50%	-15,00%	+15,00%	R\$ 25.871.988,78	+172,35%	+3,21% a.m	54 meses

Fonte: autoria própria (2026).

Sob a perspectiva integrada, os resultados apresentaram maior amplitude de variação, pois os efeitos da TMA, dos custos de implantação e das receitas passaram a atuar de forma acumulada. Ainda assim, mesmo no cenário mais desfavorável, o empreendimento manteve VPL positivo, ROI superior a 60,00% e TIR-M de 1,40% ao mês, indicando capacidade de absorver estresse econômico relevante sem perda das características que tornam o empreendimento viável.

Mesmo no cenário de sensibilidade mais desfavorável, a TIR-M mensal de 1,40% permaneceu substancialmente superior à TMA mensal adotada na modelagem. Quando anualizada por juros compostos, essa taxa correspondeu a aproximadamente 18,56% ao ano em ganho de valor real, equivalente a cerca de 4,57 vezes a TMA de 5,72% obtida após o desconto do INCC, evidenciando prêmio expressivo em relação ao custo de oportunidade considerado.

Essa comparação, apesar de reforçar a atratividade do empreendimento frente a alternativas financeiras tradicionais, também precisa levar em consideração a natureza ativa do investimento imobiliário analisado. Diferentemente de aplicações passivas de renda fixa ou variável, o retorno projetado é condicionado à gestão do ciclo de aprovação, implantação, comercialização, controle de custos e validação da demanda ao longo de mais de cinco anos.

De forma geral, concluiu-se que, na perspectiva da viabilidade econômico-financeira preliminar, o loteamento apresentou robustez suficiente para proporcionar retornos atrativos e suportar cenários de volatilidade econômica. Essa conclusão, entretanto, permaneceu condicionada à manutenção das premissas negociais, à verificação das triagens urbanísticas e ambientais, ao aprofundamento dos anteprojetos e à futura consolidação dos orçamentos em etapa executiva.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade preliminar de implantação de um loteamento urbano no município de Jaraguá do Sul/SC, integrando condicionantes urbanísticas, ambientais, técnicas, orçamentárias e econômico-financeiras. A abordagem adotada permitiu transformar a gleba em estudo em um empreendimento hipotético estruturado, com produto imobiliário definido, anteprojetos preliminares, estimativas de custos, cronograma físico-financeiro, fluxo de caixa e indicadores de atratividade.

As triagens urbanística, ambiental, florestal e hidrológica demonstraram que a área possui potencial para parcelamento urbano, mas também evidenciaram condicionantes relevantes para a continuidade do empreendimento. Essas análises não atuaram como veredito técnico definitivo, devido à necessidade de validações executivas e consultas junto à prefeitura, concessionárias e órgãos fiscalizadores, mas serviram como base para orientar a concepção do produto, os anteprojetos e a quantificação dos custos de implantação.

O plano de negócios simplificado e as premissas negociais adotadas também serviram de alicerce para as etapas seguintes, fundamentando decisões e hipóteses de venda. Além disso, o fator locacional demonstrou atributos relevantes de precificação e atratividade comercial, embora tenha exigido a adoção da permuta seca devido ao alto valor do metro quadrado na região escolhida, estabelecendo uma condicionante eliminatória de viabilidade.

A modelagem orçamentária confirmou que a implantação física representou a principal parcela dos custos de urbanização, embora não esclareça, isoladamente, a totalidade do capital necessário ao empreendimento. A inclusão de aquisição das glebas, projetos, licenciamentos, tributos, comissões, BDI e demais despesas demonstrou que a viabilidade depende de leitura integrada entre custo técnico, estrutura negocial e comportamento financeiro no tempo.

O cronograma físico-financeiro confirmou que a distribuição temporal dos desembolsos foi decisiva para a análise de viabilidade. Mesmo com custos globais compatíveis com a estimativa preliminar, a concentração de saídas em determinados

períodos elevou a exposição de capital, tornando necessária a compatibilização entre execução física, curva de vendas e regime de recebimentos.

Ainda assim, os cenários simulados demonstraram que o empreendimento permaneceu atrativo sob diferentes alternativas de execução e financiamento. A comparação entre execução própria, execução terceirizada, financiamento bancário e permuta evidenciou que a melhor decisão não deve se embasar apenas no maior resultado econômico final, mas na análise conjunta da exposição de capital, prazo de recuperação, risco operacional e capacidade de aporte do empreendedor.

Nesse sentido, a análise dos indicadores confirmou a hipótese de viabilidade econômico-financeira preliminar do loteamento, uma vez que os cenários simulados apresentaram resultados positivos e capacidade de remunerar o capital acima da taxa mínima de atratividade adotada. A análise de sensibilidade reforçou essa conclusão ao demonstrar que o empreendimento manteve margem de segurança mesmo sob variações adversas de taxa de atratividade, custos de implantação e receitas.

Concluiu-se, portanto, que o empreendimento estudado possui potencial de viabilidade, mas sua implantação deve ser condicionada ao aprofundamento técnico e comercial das premissas adotadas no escopo deste trabalho. Reforça-se, ainda, que, devido às limitações assumidas, este estudo não investigou em profundidade as condicionantes técnicas e as imprecisões identificadas nas triagens, sendo estas apresentadas nas seguintes recomendações para trabalhos futuros:

1. Aprimoramento e validação das premissas mercadológicas adotadas, com calibração da curva de vendas e da precificação simplificada utilizada no estudo;
2. Realização de campanha de sondagens SPT ou CPTu, visando à elaboração de estudo geotécnico capaz de verificar a capacidade de suporte do solo e a velocidade de ocorrência dos recalques;
3. Elaboração dos projetos executivos das disciplinas de infraestrutura, com de perfis de declividade para redes por gravidade e verificação de interferências entre as redes enterradas por meio da metodologia BIM;
4. Qualificação do orçamento preliminar por meio da estimativa de produtividade de mão de obra e maquinários, complementada pela pesquisa de preços de insumos e serviços junto a fornecedores locais.

REFERÊNCIAS

ALEM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. ISBN 85-900823-1-8.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Manual de escopo de projetos e serviços de arquitetura e urbanismo**: indústria imobiliária. 3. ed. São Paulo: AsBEA, 2019.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014. ISBN 978-85-224-9090-5.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101**: iluminação viária procedimentos. 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2024. Versão corrigida 2, 20 set. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5681**: controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484**: solo — sondagem de simples reconhecimento com SPT — método de ensaio. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**: solos — ensaio de compactação. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8890**: tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário — requisitos e métodos de ensaios. 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020c. Versão corrigida, 25 jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649**: projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12211**: estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218**: projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público — procedimento. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133**: execução de levantamento topográfico — procedimento. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. Versão corrigida, 19 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-2**: avaliação de bens: parte 2: imóveis urbanos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-4**: avaliação de bens: parte 4: empreendimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15992**: redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV. Rio de Janeiro: ABNT, 2011b. Correção, 1 fev. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-1**: elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos — parte 1: diretrizes e terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2017b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-3**: elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos — parte 3: projeto urbanístico. Rio de Janeiro: ABNT, 2020d.

ÁVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de obras**: construção civil. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2003. Apostila do Curso de Arquitetura e Urbanismo, disciplina Planejamento e Gerenciamento de Obras. v. 1. jul. 2003.

AZEVEDO NETTO, J. M. de; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, M. **Manual de hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2018. 632 p. PDF. ISBN 978-85-212-0889-1.

BARREIROS, M. A. F.; ABIKO, A. K. **A intervenção no ambiente urbano e a produção de loteamentos**. São Paulo: EPUSP, 1998. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP).

BORGES, A. C. **Topografia aplicada à engenharia civil**. São Paulo: Blucher, 2013. v. 2. E-book. ISBN 978-85-212-0766-5.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 20 dez. 1979.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2 set. 1981.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 11 jul. 2001.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 26 dez. 2006.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera leis e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 28 maio 2012.

BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017**. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana; altera leis e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 12 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico; altera leis e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 16 jul. 2020.

BRASIL. **Lei nº 14.620, de 13 de julho de 2023**. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida; altera leis e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 14 jul. 2023.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2026a. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 10 maio 2026.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Simulador Habitacional CAIXA**. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2026b. Disponível em: <https://simuladorhabitacao.caixa.gov.br/calculadora>. Acesso em: 14 jun. 2026.

CELESC DISTRIBUIÇÃO S.A. **NE-147E: loteamentos com redes de distribuição subterrâneas**. Florianópolis: Celesc Distribuição S.A., 2024.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**: município de Jaraguá do Sul - SC. Rio de Janeiro, 2015: CPRM, 2015. 1 mapa, color. Escala 1:50.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15137>. Acesso em: 10 maio 2026

COMUNIDADE AMBIENTAL. **11 tipos de Área de Preservação Permanente – APPs**. Comunidade Ambiental, 17 mar. 2024. Disponível em: <https://comunidadeambiental.com.br/artigo/tipos-de-area-de-preservacao-permanente-apps/>. Acesso em: 14 abr. 2026.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: volume III: sinalização vertical de indicação**. Brasília, DF: CONTRAN, 2022a.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: volume IV: sinalização horizontal**. Brasília, DF: CONTRAN, 2022b.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 4, de 4 de maio de 1994**. Define os estágios sucessionais de regeneração da Mata Atlântica. Brasília, DF: CONAMA, 1994.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 388, de 23 de fevereiro de 2007**. Dispõe sobre a vegetação nativa na Mata Atlântica. Brasília, DF: CONAMA, 2007.

CORRÊA, I. C. S. **Topografia aplicada à engenharia civil**. 20. ed. rev. ampl. Porto Alegre: DEGED/IGEO/UFRGS, 2021. E-book. ISBN 978-65-00-15659-1.

COSTA, C. M. da G.; MELLO, I. P. de. **Custo estimado para projetos hipotéticos de urbanização e infraestrutura básica de loteamentos para avaliação de glebas urbanas através do método involutivo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE

COSTA, P. J. da. **Parcelamento do solo urbano e seu registro imobiliário**. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006. 274 p. Publicação IPR 719.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro: DNIT, 2010. 392 p. Publicação IPR 740.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **SICRO**: Sistema de Custos Referenciais de Obras. Brasília, DF: DNIT, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-referenciais/sistemas-de-custos/sicro>. Acesso em: 8 maio 2026.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 3. ed. 3. reimpr. São Paulo: Atlas, 2019. ISBN 978-85-970-1114-2.

DIOGO, F. J. d'A.; SCIAMMARELLA, J. C. **Drenagem**: manual de projetos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pavimentação, 2008. v. 2. (Manual de pavimentação urbana). ISBN 978-85-88353-02-2.

DORNELAS, J. **Empreendedorismo**: transformando ideias em negócios. 6. ed. São Paulo: Empreende/Atlas, 2016. ISBN 978-85-970-0524-0.

FERREIRA, V. H. C. **Análise de viabilidade econômico-financeira para loteamentos**: estudo de caso de um empreendimento na cidade de São José/SC. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2025.

FREITAS, E. L. H. de. **Loteamentos fechados**. 2008. 203 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2005. v. 2. ISBN 85-7266-155-7.

GOMES, E. T.; TAVARES, L. R. S.; TAVARES, R. R. S.; BARTOLI, S. P.; LANG, W. **Pavimentação urbana: orçamentos e custos**. 1. ed. Brasília, DF: CONFEA/CREA, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2022**: 19,2 milhões de pessoas vivem fora de sua região de nascimento. Rio de Janeiro: Agência de Notícias IBGE, 27 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados**: Jaraguá do Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 2023a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões**. Rio de Janeiro: Agência de Notícias IBGE, 28 jun. 2023b. Atualizado em: 27 out. 2023b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Geociências. Coordenação de Geodésia. **Especificações e normas para levantamentos geodésicos associados ao Sistema Geodésico Brasileiro**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

JARAGUÁ DO SUL. **Decreto nº 12.806, de 2019**. Regulamenta a Lei Municipal nº 7.738/2018, de 06 de setembro de 2018, que institui o Programa de Pavimentação Comunitária. Jaraguá do Sul, SC, 2019.

JARAGUÁ DO SUL. **Decreto nº 16.731, de 2022**. Institui a obrigatoriedade de implantação de sinalização de trânsito vertical e horizontal e de placas de identificação de logradouros quando da implantação de loteamentos no Município, e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC, 2022.

JARAGUÁ DO SUL. **Lei Complementar nº 219, de 23 de outubro de 2018**. Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Organização Físico Territorial de Jaraguá do Sul e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC, 2018a.

JARAGUÁ DO SUL. **Lei nº 575, de 25 de novembro de 1975**. Cria a lei dos loteamentos. Jaraguá do Sul, SC, 1975.

JARAGUÁ DO SUL. **Lei nº 1.767, de 09 de dezembro de 1993**. Institui o Código de Parcelamento do Solo e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC, 1993.

JARAGUÁ DO SUL. **Lei nº 7.505, de 22 de novembro de 2017**. Institui o Plano Municipal de Mobilidade Urbana (PlanMob), define princípios, políticas e estratégias e instrumentos para o desenvolvimento municipal e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC, 2017.

JARAGUÁ DO SUL. **Lei nº 7.728, de 2018**. Dispõe sobre a execução de calçadas no Município de Jaraguá do Sul e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC, 2018b.

JARAGUÁ DO SUL. **Lei nº 8.259, de 2020**. Disciplina a regularização ambiental de imóveis cujas Áreas de Preservação Permanente tenham perdido suas funções ambientais ou o curso d'água tenha deixado de ter características naturais em razão de ter sido tubulado, no Município de Jaraguá do Sul/SC, e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC, 2020a.

JARAGUÁ DO SUL. **Lei nº 8.343, de 2020**. Dispõe Sobre o Código de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC, 2020b.

JARAGUÁ DO SUL. **Lei nº 8.459, de 2020**. Institui o Código de Arborização Urbana de Jaraguá do Sul e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC, 2020c.

JARAGUÁ DO SUL. Prefeitura Municipal. **Cartografia municipal**. Jaraguá do Sul, SC: Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, 2020d. Disponível em: <https://www.jaraguadosul.sc.gov.br/urbanismo/cartografia-municipal>. Acesso em: 9 maio 2026.

JARAGUÁ DO SUL. Prefeitura Municipal. **GeoPortal**. Jaraguá do Sul, SC: Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, 2026. Disponível em: <https://sistemas.jaraguadosul.sc.gov.br>. Acesso em: 11 maio 2026.

JARAGUÁ DO SUL. Prefeitura Municipal; SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (SAMAE). **Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Município de Jaraguá do Sul**: Produto 5: manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Jaraguá do Sul, SC: Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, 2021. 102 p.

KRAUS, K. **Photogrammetry**: geometry from images and laser scans. 2. ed. Tradução de Ian Harley e Stephen Kyle. Berlin; New York: Walter de Gruyter, 2007. ISBN 978-3-11-019007-6.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 21. ed. rev., ampl. e atual. São Paulo: Malheiros, 2013. 1301 p. ISBN 978-85-392-0155-6.

MARQUES, G. S. **Loteamentos residenciais fechados**: proposição de rotina para identificação de elementos para composição de orçamento paramétrico. 2016. 104 p. Monografia (MBA em Real Estate) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MASCARÓ, J. L. **Loteamentos urbanos**. 1. ed. Porto Alegre: L. Mascaró, 2003. 210 p. ISBN 85-902663-2-X.

MASCARÓ, J. L.; YOSHINAGA, M. **Infra-estrutura urbana**. 1. ed. Porto Alegre: L. Mascaró, 2005. 207 p. ISBN 85-902663-3-8.

MATA LIMA, H.; SILVA, E. S.; RAMINHOS, C. Bacias de retenção para gestão do escoamento: métodos de dimensionamento e instalação. **REM: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 59, n. 1, p. 97-109, 2006.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos. 1. ed. São Paulo: Pini, 2006. ISBN 85-7266-176-X.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Corredores ecológicos**: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. Brasília, DF: IBAMA, 2003. 220 p. ISBN 85-7300-159-3.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA (MPSC). Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente. **Guia de atuação no ordenamento territorial e meio ambiente**. Coordenação de Paulo Antonio Locatelli. Florianópolis: MPSC, 2015. 588 p.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA (MPSC). Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente. **Guia do parcelamento do solo urbano**: perguntas e respostas: consultas e modelos. Coordenação-Geral de Luís Eduardo Couto de Oliveira Souto. Florianópolis: MPSC, 2010. 289 p.

OLIVEIRA, F. H. de. **Modelagem de terreno utilizando sistemas fotogramétricos**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

OLIVEIRA, M. L. de; PINA FILHO, A. C. de. Parcelamento do solo urbano: uma abordagem sistêmica. **Laboratório Redes Urbanas**, Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, ano 12, n. 3, p. 3-18, maio/jun. 2012. Publicação on-line.

PACÍFICO, O. **Análise financeira de projetos**. 1. ed. Rio de Janeiro: SESES, 2016. 144 p.

PARGA, P. **Cálculo do preço de venda na construção civil**. São Paulo: Pini, 2003. ISBN 85-7266-143-3.

RIGATTI, D. **Loteamentos, expansão e estrutura urbana**. Paisagem Urbana, São Paulo, n. 15, p. 35-69, dez. 2002.

RODRIGUES, C. A. **Como lotear uma gleba**: parcelamento e desmembramento de solo, loteamento e condomínio de lotes. 3. ed. rev., atual. e ampl. Leme, SP: Imperium Editora, 2026. 600 p. ISBN 978-65-6090-057-8.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993. ISBN 85-271-0230-7.

SERRA, R. G.; WICKERT, M. **Valuation**: guia fundamental e modelagem em Excel®. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2021. ISBN 978-85-970-2258-2.

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE JARAGUÁ DO SUL (SAMAE). **Manual de projetos hidrossanitários: roteiro para elaboração de projetos hidrossanitários de água e esgoto para edificações e loteamentos**. Rev. 04. Jaraguá do Sul: SAMAE, 2025.

SILVA, B. M. e. **Compra de imóveis**: aspectos jurídicos, cautelas devidas e análise de riscos. 13. ed. rev., atual. São Paulo: Atlas, 2021. ISBN 978-85-97-02619-1.

SILVA, J. A. da. **Direito urbanístico brasileiro**. 6. ed. São Paulo: Malheiros, 2010. ISBN 978-85-7420-991-3.

SILVA, J. M. T. **Parcelamento do solo urbano**. 2023. 262 f. Tese (Doutorado em Direito) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

SNIS. **Diagnóstico temático: serviços de água e esgoto: visão geral: ano de referência 2022**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2023.

TUCCI, C. E. M. **Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 61-68, jan./mar. 2000.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 5-27, jan./mar. 2002.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil**. REGA, v. 1, n. 1, p. 59-73, jan./jun. 2004.

TUCCI, C. E. M. **Plano Diretor de Drenagem Urbana**: princípios e concepção. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 5-12, jul./dez. 1997