

**ARTHUR GOMES PELLEGRINI
BRUNO MARCOS GONÇALVES SCODELER
MARCELO NOGUEIRA DE ALCANTARA MACHADO
MURILO BLANCO MELLO
RICARDO RUIZ TROSTER**

**PROJETO DE LOTEAMENTO
INCORPORANDO CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE**

São Paulo
2013

ARTHUR GOMES PELLEGRINI
BRUNO MARCOS GONÇALVES SCODELER
MARCELO NOGUEIRA DE ALCANTARA MACHADO
MURILO BLANCO MELLO
RICARDO RUIZ TROSTER

PROJETO DE LOTEAMENTO
INCORPORANDO CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE

Projeto de Formatura em Engenharia Civil apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, no âmbito do Curso de Engenharia Civil.

Orientador: Francisco Ferreira Cardoso

São Paulo
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Pellegrini, Arthur Gomes

Projeto de loteamento incorporando critérios de sustentabilidade / A.G. Pellegrini, B.M.G. Scodeler, M.N. de Alcantara Machado, M.B. Mello, R.R. Troster. -- São Paulo, 2013.

158 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Loteamento urbano 2.Sustentabilidade 3.Pavimentação
I.Scodeler, Bruno Marcos Gonçalves II.Alcantara Machado,
Marcelo Nogueira de III.Mello, Murilo Blanco IV.Troster, Ricardo
Ruiz V.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil VI.t.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Prof. Dr. Francisco Cardoso, por ter aceitado o convite de ser o orientador deste trabalho, sem medir esforços para dedicar parte de seu tempo com reuniões semanais e lançar mão de seus contatos, agendando reuniões, obtendo informações com profissionais e especialistas da área e pela sua paciência em guiar-nos nessa empreitada.

Ao empreendedor Luiz Augusto de Medeiros Pellegrini por ter apresentado o terreno em que foi elaborado o projeto do loteamento e disponibilizado todas as informações necessárias para tal.

Ao engenheiro Maurício Brun Bucker por acompanhar o grupo numa visita ao loteamento Itaporã de Atibaia, explicar sobre o processo, as etapas e dificuldades na implementação de um loteamento, e ainda convidar o grupo para um almoço no melhor restaurante da cidade.

Ao engenheiro Wilson Saburo Honda por receber o grupo no escritório da Takaoka e dedicar uma tarde para apresentar um empreendimento referência no assunto, transmitir seus conhecimentos sobre o assunto e recomendar bibliografias.

A Profa. Dra. Karin Marins, que mesmo não podendo participar da banca avaliadora final do presente trabalho, contribuiu muito para o desenvolvimento do mesmo com suas críticas e sugestões feitas durante a 1^a banca examinadora, da qual participou.

A Pesquisadora Pós-DOC Rosangela Motta, por suas críticas e orientações para o desenvolvimento do Projeto de Pavimentação.

Ao Sindicato de Habitação de São Paulo (SECOVI - SP) por conceder a participação dos alunos à sua Convenção, cujo tema foi "Elaboração de Bairros Sustentáveis", em caráter acadêmico. O SECOVI sempre presta importantes serviços ao mercado e, através de atitudes como essa, mostra sua preocupação em disseminar o conhecimento.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	2
2.1	Objetivos Gerais.....	2
2.2	Objetivos Específicos	2
3	JUSTIFICATIVA	3
4	METODOLOGIA	12
5	APRESENTAÇÃO DO TERRENO	16
5.1	Localização do terreno	16
5.2	Acessibilidade ao terreno	17
5.3	Características gerais do terreno	19
5.4	Áreas Especiais	21
5.5	Definição da área para projeto do loteamento	24
6	AS ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM LOTEAMENTO	26
6.1	Desenvolvimento de um loteamento residencial	26
6.1.1	Análise preliminar	26
6.1.2	Definição do produto com base na legislação pertinente	26
6.2	Comercialização de um loteamento	30
6.2.1	Material publicitário	30
6.2.2	Veículos de divulgação	30
6.2.3	Pós-vendas	31
6.3	Produção	31
7	LEGALIDADE DO PROJETO	32
7.1	Plano Diretor de Jardinópolis	32
7.2	Código Florestal e Áreas de Proteção Permanente	34
7.3	Linha de Transmissão de Energia Elétrica	35
7.3.1	Divisão da faixa de servidão	35
7.3.2	Benfeitorias não permitidas	36
7.3.3	Benfeitorias permitidas	37
7.3.4	Arruamentos em áreas de servidão	37
7.3.5	Considerações sobre a área de servidão	39

8	CERTIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS	41
8.1	Processo AQUA – Bairros e Loteamentos	43
8.1.1	Sistema de gestão do bairro / loteamento – SGB.....	44
8.1.2	Qualidade ambiental do bairro / loteamento – QAB.....	44
8.2	Loteamentos certificados	71
8.2.1	Projeto Gênesis	72
9	DEFINICAO DO PUBLICO ALVO E TAMANHO DOS LOTES	73
10	DIRETRIZES PARA PROJETO GEOMÉTRICO	76
10.1	Vias	76
10.1.1	Dimensões usuais de vias e suas declividades.....	77
10.1.2	Curvas nas vias	79
10.1.3	Estacionamentos	80
10.1.4	Vias para pedestres.....	81
10.1.5	Vias cicláveis.....	82
10.2	Malha Urbana	83
10.2.1	Desenho da malha e o aproveitamento da infraestrutura.....	84
10.2.2	Tamanho e forma dos quarteirões e lotes	86
10.3	O Sítio e as Declividades	87
11	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO GEOMÉTRICO	89
11.1	Áreas Institucionais	89
11.2	Áreas Verdes	89
11.3	Vias	89
11.3.1	Declividades	89
11.3.2	Seções das Vias.....	89
11.4	Lotes	93
11.4.1	Declividades	93
11.4.2	Características dos Lotes	93
11.5	Início do Projeto	93
11.6	Definição dos arruamentos	98
11.7	Movimentação de Terra	106
11.8	Distribuição das Áreas e Lotes	108
11.8.1	Identificação das Áreas de Interesse.....	108
11.8.2	Disposição dos Lotes	109
12	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	115

12.1	Ensaio CBR	116
12.2	Dimensionamento da estrutura do pavimento.....	118
12.2.1	Dimensionamento mecânico segundo método da PCA versão 1984 118	
12.2.2	Dimensionamento Hidráulico.....	121
12.3	Materiais a serem utilizados.....	126
12.3.1	Revestimento de blocos de concreto pré-moldado	126
12.3.2	Camada de assentamento de areia	128
12.3.3	Manta geotêxtil de polipropileno não tecido	129
12.3.4	Macadame hidráulico pedra III	130
12.3.5	Confinamento externo	131
12.4	Método construtivo.....	131
12.4.1	Limpeza do terreno e serviços topográficos	132
12.4.2	Abertura da caixa de pavimentação e compactação.....	132
12.4.3	Nivelamento e acabamento da superfície	132
12.4.4	Lançamento da sub-base	133
12.4.5	Execução das guias de confinamento	133
12.4.6	Aplicação da manta geotêxtil.....	133
12.4.7	Lançamento da camada de assentamento de areia e posicionamento dos blocos de concreto pré-moldados	133
12.4.8	Lançamento de areia de rejunte.....	134
12.4.9	Compactação e limpeza do pavimento.....	134
12.5	Estimativas de custos	135
13	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136
14	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138
	ANEXO I.....	143
	Projeto Geométrico do Loteamento	143
	ANEXO II.....	144

RESUMO

O quadro habitacional brasileiro é caracterizado por uma expressiva demanda por novas moradias. Estatisticamente essa demanda é constituída por pessoas que pretendem formar um novo arranjo domiciliar (uma pessoa sozinha, duas pessoas unidas pelo casamento, duas ou mais pessoas com ou sem laços de parentesco que decidem morar juntas, entre outros) ou que necessitam substituir um domicílio inadequado.

Outro fator significativo é processo de urbanização, que aliado à elevação da renda familiar pela expansão econômica nacional, tem levado ao aumento da demanda por habitações e o desenvolvimento das cidades.

Uma alternativa para suprir esse mercado são os loteamentos urbanos residenciais, que oferecem segurança e melhor qualidade de vida, contribuindo para o desenvolvimento de áreas carentes de serviços públicos. Nesse contexto, o presente trabalho visa desenvolver o projeto de um loteamento fechado próximo a cidade de Ribeirão Preto, buscando atender a demanda habitacional da cidade através da comercialização de lotes de pequeno porte.

Como diferencial, propõem-se para esse loteamento a implementação de soluções em sustentabilidade, com base nas diretrizes da certificação Processo AQUA para Bairros e Loteamentos, da Fundação Vanzolini.

O conceito de sustentabilidade tem ganhado força no setor imobiliário, sendo cada vez mais requisitado e considerado como um diferencial principalmente para os novos empreendimentos influenciando na adequação às exigências do mercado não só quanto ao desempenho econômico, mas também ambiental e social.

Dada a complexidade e abrangência de se elaborar um projeto desta magnitude, foi limitado o escopo deste trabalho aos seguintes sistemas: projeto geométrico e projeto de pavimentação implementando soluções em sustentabilidade.

Palavras-Chave: loteamento urbano, sustentabilidade, pavimentação.

ABSTRACT

Housing situation in Brazil is characterized by an expressive demand for new dwellings. Statistically, this demand is constituted by people in search for a new living arrangement (single dweller, married couples, two or more people with or without family bonds that decide to live together, among others), or those who need to replace an inadequate residence.

Another significant factor is the urbanization process, that, together with the population's income raise, has increased the housing demands and the development of the cities.

One option to supply this market are the urban settlements, that offer not only security but also a better quality of life, contributing for the development of areas that lack public services. In this context, the present paper seeks to develop a project of a closed residential lot, near the city of Ribeirão Preto, with the aim of fulfilling the city's housing demands by commercializing small lots of land.

As a differential, this project proposes the implementation of sustainability solutions, in accordance to the guidelines of the Vanzolini's Foundation certification: Processo AQUA Bairros e Loteamentos.

The concept of sustainability has increased its importance in the real estate area, as it is being requested more and considered a differential, mainly for new enterprises, influencing the adequation to the market's demands, not only regarding the economical aspects, but also the environmental and social ones.

Due to the complexity and comproisement of elaborating a project of this magnitude, the scope of this project was limited to the following systems: geometrical project and paving project implementing sustainability solutions.

Key words: urban settlements, sustainability, pavements.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Fluxograma da Metodologia	13
Figura 5.1 – Localização do terreno	16
Figura 5.2 – Vias de Acesso ao Terreno	17
Figura 5.3 – Estrada vicinal José Riul	18
Figura 5.4 – Estrada de terra (V. Ac. 321/334).....	18
Figura 5.5 – Rodovia Cândido Portinari	19
Figura 5.6 – Terreno da Fazenda Córrego das pedras – limites e curvas de nível ...	20
Figura 5.7 – Visão geral do terreno	20
Figura 5.8 – Vista da cidade de Ribeirão Preto	21
Figura 5.9 – Linha de transmissão Marimbondo-Ribeirão Preto	22
Figura 5.10 – Córrego Rio das Pedras.....	22
Figura 5.11 – APP necessária em função da existência do Córrego das Pedras	23
Figura 5.12 – Rio Pardo	23
Figura 5.13 – Estudo inicial para implantação de loteamentos no terreno da Fazenda Rio das Pedras.....	24
Figura 5.14 – Gleba 01	25
Figura 6.1 – Fluxograma – Etapas preliminares.....	28
Figura 6.2 – Fluxograma – Aprovação de projetos.....	29
Figura 7.1 – Parâmetros mínimos da seção transversal das vias	34
Figura 7.2 – Divisão da Área de Servidão	36
Figura 7.3 – Esquema ilustrativo de arruamentos transversais e longitudinais	39
Figura 8.1 – Perfil para certificação Processo AQUA.....	46
Figura 9.1 – Geometria dos lotes mínimos conforme plano diretor	74
Figura 9.2 – Recomendação sobre formato dos lotes.....	75
Figura 10.1 – Dimensões mínimas de uma via local segundo Plano Diretor de Jardinópolis (SP)	77
Figura 10.2 – Dimensões de uma via local segundo Mascaró	78
Figura 10.3 – Implantação de ruas segundo dois critérios	79
Figura 10.4 – Compatibilização entre ruas curvas e redes de serviço	80
Figura 10.5 – Alternativas de estacionamento para veículos	81
Figura 10.6 – Características das alternativas de estacionamento	81

Figura 10.7 – Rendimentos em loteamentos com traçados em malha fechada	85
Figura 10.8 – Rendimentos em loteamentos com traçados em malha aberta	85
Figura 10.9 – Aproveitamento de quadras quadradas e retangulares.....	86
Figura 10.10 – Escoamento de água em relação à declividade	88
Figura 11.1 - Recomendações para vias coletoras	90
Figura 11.2 - Seção utilizada para as avenidas (medidas em centímetros)	91
Figura 11.3 – Via local com estacionamento paralelo à calçada (medidas em metros)	92
Figura 11.4 - Via local com ciclo faixa adotada (medidas em centímetros).....	92
Figura 11.5 - Via local sem ciclo faixa (medidas em centímetros).....	92
Figura 11.6 - Estudo Preliminar.....	94
Figura 11.7 - Síntese dos dados de topografia (em planta)	95
Figura 11.8 - Visualização do Terreno Natural (em 3D)	96
Figura 11.9 - Análise de elevações do terreno natural	96
Figura 11.10 - Análise de declividades do terreno natural	97
Figura 11.11 - Análise de escoamento de chuva	98
Figura 11.12 – Primeira etapa do traçado das vias	100
Figura 11.13 - Segunda etapa do traçado das vias	101
Figura 11.14 – Terceira etapa do traçado das vias	102
Figura 11.15 - Quarta etapa do projeto geométrico (greides)	103
Figura 11.16 - Quinta etapa do projeto geométrico (corredores).....	104
Figura 11.17 - Sexta etapa do projeto geométrico (superfícies).....	104
Figura 11.18 - Sétima etapa do projeto geométrico (taludes)	105
Figura 11.19 - Imagem renderizada do modelo 3D do loteamento	106
Figura 11.20 - Resultados da movimentação de terra.....	107
Figura 11.21 – Definição das quadras.....	109
Figura 11.22 – Distribuição inicial dos lotes e áreas verdes.....	110
Figura 11.23 - Disposição final dos lotes e áreas do loteamento	111
Figura 13.1 – Foto do equipamento pronto para ser ensaiado.....	117
Figura 13.2 – Estrutura esquemática pelo dimensionamento mecânico	121
Figura 13.3 – Imagem de um latossolo roxo	123
Figura 13.4 – Foto do solo da Fazenda Córrego das Pedras.....	123
Figura 13.5 - Estrutura esquemática pelo dimensionamento hidráulico	125
Figura 13.6 – Bloco de concreto pré-moldado de 16 faces	126

Figura 13.7 – Bloco de concreto pré-moldado de 16 faces com coloração vermelha	127
Figura 13.8 – Bloco de concreto pré-moldado de 16 faces com coloração amarela	127
Figura 13.9 - Manta geotêxtil não tecido 100% polipropileno.....	129
Figura 13.10 - Guia de concreto moldada in loco para confinamento do pavimento	131
Figura 13.11 - Diagramação espinha de peixe.....	134
Figura Anexo II. 1 – Foto do material desmontado antes do ensaio	145
Figura Anexo II. 2 – Foto do material montado	145
Figura Anexo II. 3 – Foto do ensaio sendo realizado	146
Figura Anexo II. 4 – Foto do ensaio sendo realizado	146
Figura Anexo II. 5 – Foto do ensaio sendo realizado	147
Figura Anexo II. 6 – Posição aproximada dos pontos P1 a P7 ensaiados	147

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 – População Urbana e Rural – 1950 a 2000.....	3
Gráfico 3.2 – Envelhecimento da população – 2001 a 2009	4
Gráfico 3.3 – Crescimento acumulado em porcentagem de domicílios particulares, população e famílias	5
Gráfico 3.4 – Quantidades de unidades habitacionais edificadas	6
Gráfico 3.5 – Demanda habitacional 2009 no estado de São Paulo, por tipo de demanda e renda familiar.....	8
Gráfico 3.6 – Operações de Crédito no Sistema Financeiro Nacional	10
Gráfico 13.1 – Espessura necessária de sub-base	119
Gráfico Anexo II. 1 – CBR da solo em P1	155
Gráfico Anexo II. 2 – CBR do solo em P2	155
Gráfico Anexo II. 3 – CBR do solo em P3	156
Gráfico Anexo II. 4 – CBR do solo em P4	156
Gráfico Anexo II. 5 – CBR do solo em P5	157
Gráfico Anexo II. 6 – CBRs do solo em P6	157
Gráfico Anexo II. 7 – CBRs do solo em P7	158

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Dados de demanda habitacional do município de Ribeirão Preto	8
Tabela 8.1 – Subcategoria 1.1 da certificação Processo AQUA	47
Tabela 8.2 – Subcategoria 1.2 da certificação Processo AQUA	48
Tabela 8.3 – Subcategoria 2.1 da certificação Processo AQUA	49
Tabela 8.4 – Subcategoria 3.1 da certificação Processo AQUA	50
Tabela 8.5 – Subcategoria 3.2 da certificação Processo AQUA	51
Tabela 8.6 – Subcategoria 4.1 da certificação Processo AQUA	51
Tabela 8.7 – Subcategoria 4.2 da certificação Processo AQUA	52
Tabela 8.8 – Subcategoria 5.1 da certificação Processo AQUA	53
Tabela 8.9 – Subcategoria 6.1 da certificação Processo AQUA	54
Tabela 8.10 – Subcategoria 6.2 da certificação Processo AQUA	55
Tabela 8.11 – Subcategoria 6.3 da certificação Processo AQUA	56
Tabela 8.12 – Subcategoria 7.1 da certificação Processo AQUA	56
Tabela 8.13 – Subcategoria 7.2 da certificação Processo AQUA	57
Tabela 8.14 – Subcategoria 7.3 da certificação Processo AQUA	57
Tabela 8.15 – Subcategoria 8.1 da certificação Processo AQUA	58
Tabela 8.16 – Subcategoria 8.2 da certificação Processo AQUA	58
Tabela 8.17 – Subcategoria 9.1 da certificação Processo AQUA	59
Tabela 8.18 – Subcategoria 10.1 da certificação Processo AQUA	60
Tabela 8.19 – Subcategoria 11.1 da certificação Processo AQUA	61
Tabela 8.20 – Subcategoria 11.2 da certificação Processo AQUA	61
Tabela 8.21 – Subcategoria 12.1 da certificação Processo AQUA	62
Tabela 8.22 – Subcategoria 12.2 da certificação Processo AQUA	62
Tabela 8.23 – Subcategoria 12.3 da certificação Processo AQUA	63
Tabela 8.24 – Subcategoria 12.4 da certificação Processo AQUA	63
Tabela 8.25 – Subcategoria 13.1 da certificação Processo AQUA	64
Tabela 8.26 – Subcategoria 13.2 da certificação Processo AQUA	64
Tabela 8.27 – Subcategoria 14.1 da certificação Processo AQUA	65
Tabela 8.28 – Subcategoria 14.2 da certificação Processo AQUA	65
Tabela 8.29 – Subcategoria 14.3 da certificação Processo AQUA	66
Tabela 8.30 – Subcategoria 15.1 da certificação Processo AQUA	66

Tabela 8.31 – Subcategoria 15.2 da certificação Processo AQUA	67
Tabela 8.32 – Subcategoria 15.3 da certificação Processo AQUA	67
Tabela 8.33 – Subcategoria 16.1 da certificação Processo AQUA	68
Tabela 8.34 – Subcategoria 17.1 da certificação Processo AQUA	69
Tabela 8.35 – Subcategoria 17.2 da certificação Processo AQUA	69
Tabela 11.1 – Resumo dos volumes de movimentação de terra.....	107
Tabela 11.2 – Resumo da movimentação de terra.....	107
Tabela 11.3 - Resumo das áreas de uso finais do loteamento.....	111
Tabela 11.4 – Informações dos lotes	112
Tabela 13.1 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego	116
Tabela 13.2 – Espessura e resistência dos blocos de revestimento	120
Tabela 13.3 - Granulometria recomendada para a areia de assentamento	129
Tabela 13.4 - Especificações granulométricas do agregado graúdo do macadame hidráulico	130
Tabela 13.5 - Especificações granulométricas do agregado para material de enchimento do macadame hidráulico.....	130
Tabela 13.6 – Estimativa de custos para execução do paver	135
Tabela 14.1 – Comparativo entre o loteamento proposto e empreendimentos similares	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Impactos positivos advindos da implementação de soluções em sustentabilidade	11
Quadro 8.1 – Subcategorias da certificação Processo AQUA a serem consideradas	70

LISTA DE SÍMBOLOS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP	Área de Preservação Permanente
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BNH	Banco Nacional da Habitação
CBR	California Bearing Ratio
CCP	Concreto de Cimento Portland
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DAIA	Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental
DCP	Dynamic Cone Penetrometer
DEPRN	Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais
DHDE	Demanda Habitacional Demográfica
DHDO	Demanda Habitacional Domiciliar
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
HQE	Haute Qualité Environnementale
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IP	Índice de Penetração
ISC	Índice Suporte Califórnia
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LT	Linha de Transmissão de Energia Elétrica
NBR	Normas Brasileiras
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PCA	Portland Cement Association
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PNH	Política Nacional de Habitação

PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
QAB	Qualidade Ambiental do Bairro/Loteamento
RAP	Relatório Ambiental Preliminar
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RPTE	Ribeirão Preto Transmissora de Energia Ltda.
SECOVI	Sindicato das Empresas de Compra, Venda e Administração de Imóveis
SEHAB	Secretaria de Habitação
SGB	Sistema de Gestão do Bairro/Loteamento
SFH	Sistema Financeiro de Habitação
SIRUB	Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras

1 INTRODUÇÃO

O grande aumento populacional e o intenso processo de urbanização a que o Brasil foi submetido nas últimas décadas provocaram uma grande demanda habitacional. Enquanto uma parcela desta demanda é atendida pela edificação verticalizada de construções urbanas, a outra se desloca para a periferia dos centros urbanos provocando a sua urbanização.

Amparados pela Lei Federal 6.799/79, que trata especificamente do parcelamento do solo, surgem os loteamentos habitacionais.

Essa expansão da área urbana tem potencial de agridir o ecossistema natural. No entanto, dependendo dos critérios com o qual o loteamento é concebido, este novo ambiente criado pode ser mais ou menos agressivo. Dada a magnitude dos impactos que os loteamentos produzem, existe uma forte demanda para que estes sejam o mais sustentável possível.

As certificações sustentáveis, que até pouco tempo contemplavam apenas os edifícios isolados, agora passaram a avaliar o desempenho de bairros e loteamentos. Dentre estas, destaca-se a da Fundação Vanzolini: Processo AQUA - Bairros e Loteamentos, desenvolvida especialmente para estes casos, levando em conta a realidade Brasileira.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

O trabalho visa desenvolver o projeto de um loteamento seguindo o conceito de sustentabilidade.

A partir de um terreno existente com área de 327,26 hectares localizado na região de Ribeirão Preto, será definida uma parcela a ser destinada para o projeto de um loteamento. Será feita a subdivisão da nova área em lotes destinados à edificação, com definição de novas vias de circulação e de logradouros públicos, bem como o prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes.

Atualmente, tem-se no terreno uma fazenda e está prevista sua subdivisão para a implementação de oito futuros loteamentos. Propõem-se para o presente trabalho a elaboração de projetos específicos para um destes loteamentos.

Os alunos deverão passar por etapas básicas de processos como estudo de viabilidade, definição do público alvo, estudo da legislação pertinente capacitando-se para o desenvolvimento dos projetos propriamente ditos. Oportunamente entrarão em contato com profissionais da área que poderão repassar conhecimentos importantes desse ramo de atuação da construção civil.

O trabalho ainda dá a oportunidade de lidar com um conceito que tem ganhado força recentemente, a sustentabilidade. Com base numa certificação sustentável específica serão propostas soluções em sustentabilidade.

2.2 Objetivos Específicos

Dada a complexidade de se elaborar todos os projetos específicos para implantação de um loteamento, este trabalho será focado no desenvolvimento dos seguintes projetos:

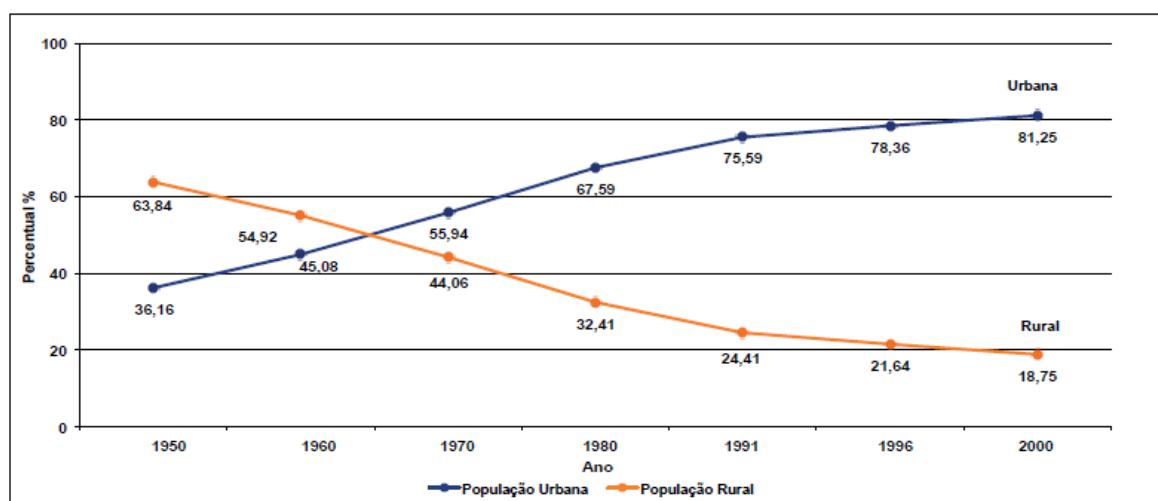
1. Projeto geométrico do loteamento: irá determinar as dimensões e disposição dos lotes, áreas verdes, áreas de lazer, áreas institucionais e vias;
2. Projeto de pavimentação: irá determinar a escolha do tipo de pavimento a ser utilizado, o seu dimensionamento e detalhamento construtivo.

3 JUSTIFICATIVA

As características demográficas brasileiras mostram que se trata de um país heterogêneo, tanto nos seus aspectos econômicos, quanto nos sociais e regionais, resultantes da urbanização desordenada iniciada na segunda metade do século XX. O cenário habitacional no período entre a década de 1960 e o início do século XXI foi moldado com a contribuição de três principais fatores (CAIXA, 2011):

1. A emigração da área rural para as cidades;
2. O envelhecimento da população; e
3. As modificações nas configurações familiares.

A oferta de empregos e a possibilidade de melhores condições de vida nas cidades atraíram os trabalhadores rurais, provocando um intenso êxodo rural a partir da década de 1960. No gráfico 3.1, apresentado a seguir, é possível notar a evolução desse fenômeno. Nos anos 60, cerca de 60% da população vivia na zona rural do país, percentual reduzido para 18% no início do século XXI. Este fenômeno provocou a concentração de domicílios nas grandes metrópoles.



Fonte: Censos Demográficos IBGE

Gráfico 3.1 – População Urbana e Rural – 1950 a 2000¹

A intensificação do fenômeno inviabilizou a absorção dessa população emigrante nos grandes centros, culminando na expansão das cidades em direção à periferia. O

¹ Fonte: IBGE

resultado foi o surgimento de habitações irregulares e inadequadas para a habitação com graves problemas em infraestrutura.

A estrutura etária do país também contribui para o cenário habitacional atual. Verifica-se no Gráfico 3.2, apresentado a seguir, o envelhecimento da população residente no Brasil ao longo do período de 2001 a 2009. Em contrapartida ao cenário de estabilidade das faixas etárias mais jovens. Espera-se da população mais idosa um comportamento menos volátil, mais estável na busca de novas habitações. Segundo (MOREIRA, 2002), o processo de envelhecimento se concretiza quando a participação da população idosa se torna considerável em relação à população jovem.

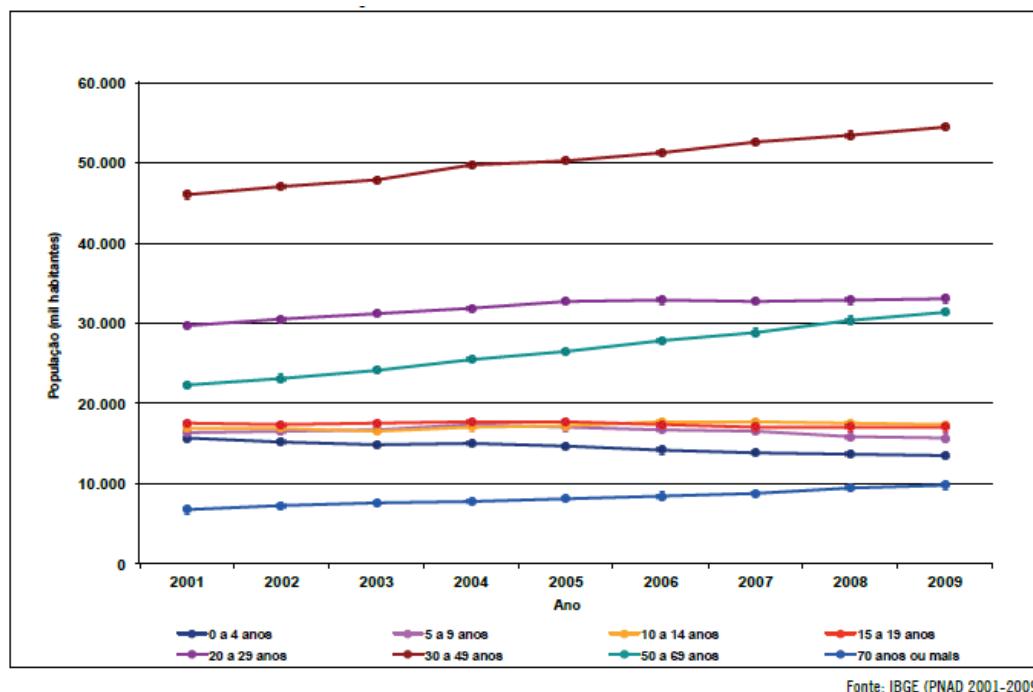


Gráfico 3.2 – Envelhecimento da população – 2001 a 2009²

A diversificação dos arranjos familiares é mais um fator que influencia diretamente no aumento do número de domicílios.

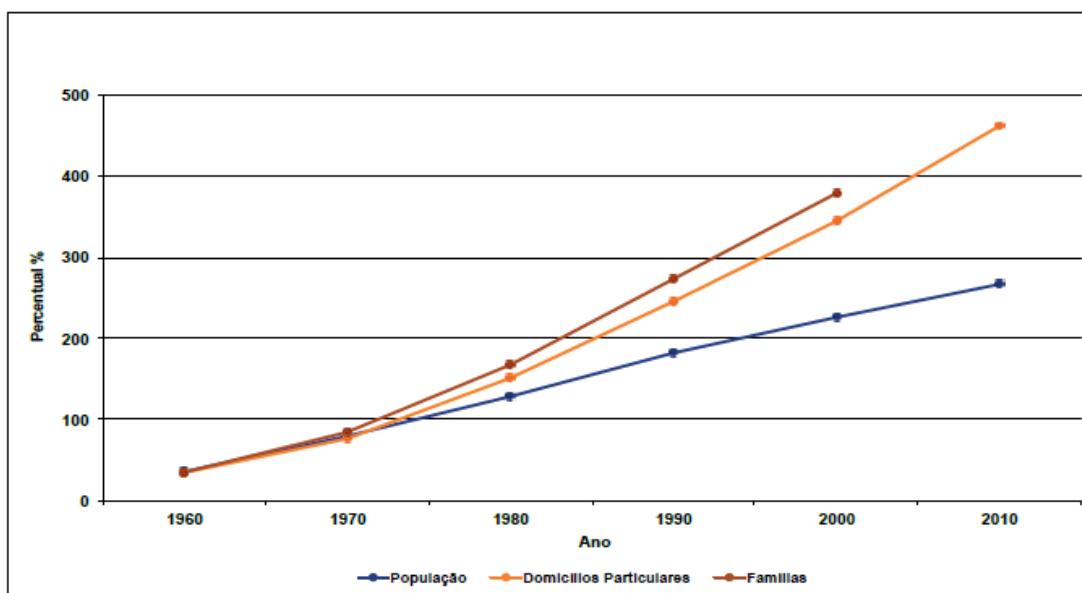
A família nuclear vem perdendo relevância para a monoparental e para outros arranjos compostos por vários membros de uma mesma família ou apenas parentes mais íntimos (CAIXA, 2011).

Novos conceitos sociais moldaram o comportamento dos indivíduos e hoje é de

² Fonte: IBGE

conhecimento geral a redução no número de novas famílias compostas pela união de dois indivíduos com estabilidade duradouro, sendo mais frequentes as ocorrências de separações, divórcios e recomposições conjugais.

Como reflexo destas mudanças sociais verifica-se que no período entre 1970 e 2010, a população brasileira cresceu 104,78%, enquanto os domicílios particulares permanentes ocupados cresceram 220,68%, conforme demonstração no Gráfico 3.3.



Fonte: IBGE (Censos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010)

Nota: A informação sobre o número de famílias no Censo 2010 não foi divulgada até o momento.

Gráfico 3.3 – Crescimento acumulado em porcentagem de domicílios particulares, população e famílias³

O crescimento acelerado da demanda habitacional não foi suprido com o passar dos anos e verifica-se atualmente um quadro de déficit habitacional significativo.

A primeira iniciativa brasileira para atender essa demanda surgiu em 1964 com a criação de uma política habitacional. Com a edição da lei n. 4.380/64 foram definidos objetivos e metas, fontes de recursos permanentes e mecanismos próprios de financiamento para atendimento em nível nacional. Para tanto, foram instituídos o Sistema Financeiro de Habitação – SFH, o Banco Nacional da Habitação – BNH e a correção monetária nos contratos imobiliários de interesse social. O Governo Federal passava a formular a política nacional de habitação e a coordenar as ações públicas e privadas para estimular a construção e o financiamento para aquisição de

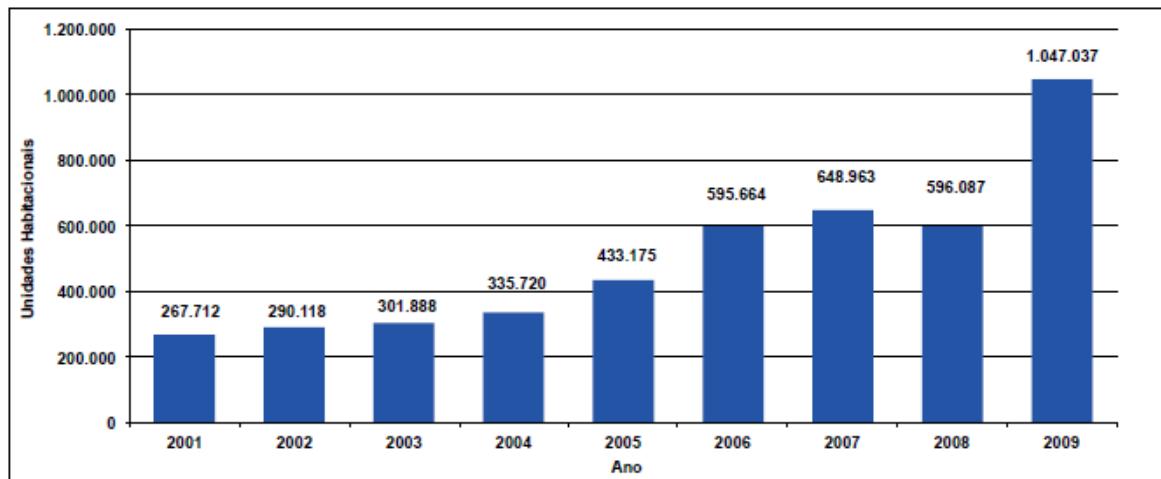
³ Fonte: IBGE

habitações de interesse social (CAIXA, 2011).

Os efeitos da crise de 70 provocaram a extinção do BNH em 1986 cujas funções foram redistribuídas para outros órgãos. No período de 1986 a 2002 pouco se fez para o atendimento das necessidades habitacionais, por iniciativa direta do Governo Federal. O resultado foi o agravamento da carência habitacional para famílias de baixa renda, uma vez que a demanda do segmento de maior renda foi atendida pelo setor privado (CAIXA, 2011).

O cenário começou a mudar em 2003 com a criação do Ministério das Cidades e a aprovação da Política Nacional de Habitação - PNH em 2004, que propôs uma visão ampliada e integrada das questões de desenvolvimento urbano nas cidades. Em seguida foi lançado o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, com ações relativas a habitação, saneamento e infraestrutura urbana, e o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV operado pela CAIXA, que promove a construção de novas unidades habitacionais voltadas às camadas da população com menor renda articulando ações do Governo Federal em parceria com os Estados, municípios e iniciativa privada (CAIXA, 2011).

Pode-se notar que os esforços mais efetivos no combate ao déficit habitacional são recentes, mas tem crescido rapidamente nos últimos anos com um crescimento considerável na quantidade de unidades habitacionais edificadas.



Fonte: CAIXA/VIGOV/SUDES/GEIPA

Gráfico 3.4 – Quantidades de unidades habitacionais edificadas⁴

⁴ Fonte: CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (2011), p. 11

De acordo com um relatório, divulgado há cerca de um ano pelo IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), o déficit é de aproximadamente 7,9 milhões de moradias em todo país (CBIC, 2013).

Mais além, segundo dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, coletados na PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) de 2011, os estados que concentram as maiores carências são São Paulo e Rio de Janeiro, em que 19% e 9,3%, respectivamente, das famílias destes locais não possuem moradia ou vivem em locais inadequados (IBGE, 2012).

O Ministério das Cidades desenvolveu dois conceitos que se referem a esta distinção entre demanda habitacional, sendo eles:

- DHDE (Demanda Habitacional Demográfica), que se refere à "formação de um novo arranjo domiciliar (familiar ou não-familiar) em consequência da dinâmica demográfica e social" (CAIXA, 2011, p. 28-29). Tratando, portanto, de uma demanda potencial.
- DHDO (Demanda Habitacional Domiciliar), que se refere ao número de domicílios inadequados, tratando-se das "moradias precárias que precisam ser substituídas por não oferecerem condições de habitabilidade e segurança" (CAIXA, 2011, p.29).

Assim, a demanda habitacional é representada não só pelas pessoas que possuem domicílios impróprios para morar, como também pelas pessoas que possuem local adequado para morar, mas que não atende às suas necessidades.

No Gráfico 3.5, abaixo, pode-se ver a demanda habitacional em 2009 no estado de São Paulo, categorizada por tipo de demanda e renda familiar.

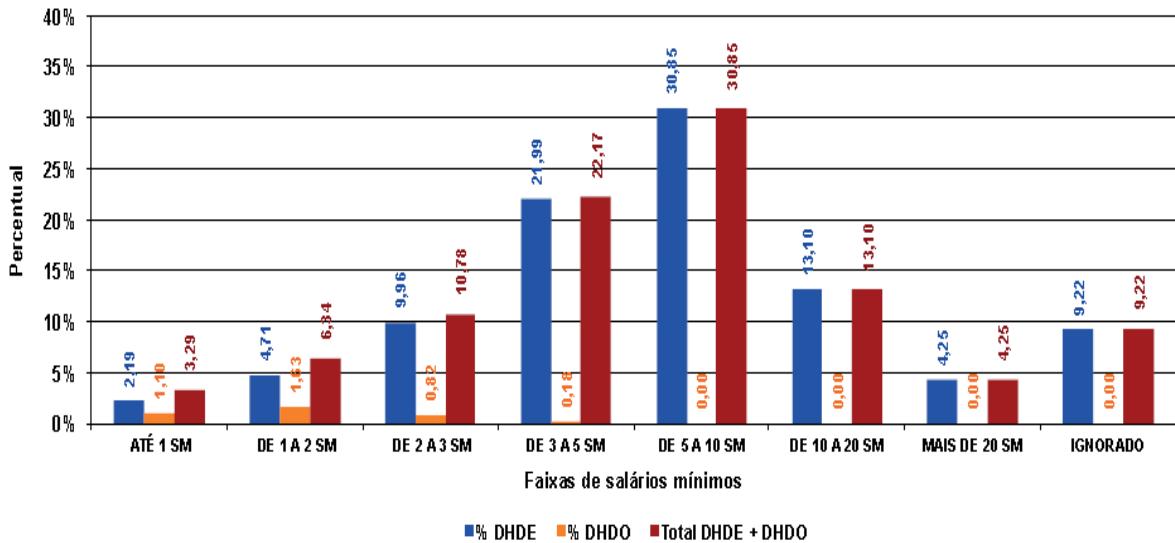


Gráfico 3.5 – Demanda habitacional 2009 no estado de São Paulo, por tipo de demanda e renda familiar⁵

Como era de se esperar, a Demanda Habitacional Domiciliar (DHDO) existe para a parcela da população com menor renda. Por outro lado, a maior parcela da demanda habitacional total se dá por parte da população com boas condições financeiras (de 5 a 10 salários mínimos), chegando a 30%.

O município de Ribeirão Preto, principal cidade para a qual o loteamento proposto visa atender, também lida com a necessidade de se investir em habitação, como pode-se verificar na Tabela 3.1 apresentada a seguir.

Tabela 3.1 – Dados de demanda habitacional do município de Ribeirão Preto⁶

DHDE	DHDE até 3 SM	DHDE 3 a 5 SM	DHDE 5 a 10 SM	DHDE > 10 SM	Número de domicílios particulares
	18.025	2.927	2.904	5.239	6.955
					145.497

Cada vez mais o ambiente urbano se torna o local de residência e onde se desenvolvem as atividades humanas. Esse imenso contingente de pessoas tem demandado a produção de espaço urbano para sua moradia e atividades. Uma parcela dessa demanda é atendida através da verticalização das construções urbanas, outra parcela da demanda se desloca para novas áreas urbanas ou áreas em processo de urbanização. (BARREIROS; ABIKO, 1998)

⁵ Fonte: CAIXA ECONOMICA FEDERAL (2011), p. 38

⁶ Fonte: CAIXA ECONOMICA FEDERAL (2011), p. 164

Ainda segundo Barreiros e Abiko (1998) o processo de urbanização e produção de novas áreas urbanas no Brasil se dá, em geral, através do parcelamento do solo, feito sob a forma de loteamento regular ou irregular.

O loteamento, que permite a organização territorial dos municípios brasileiros, é um instrumento urbanístico que potencializa o crescimento ordenado. Segundo (MOTA, 1980) é através desse instrumento que o município pode exigir uma distribuição adequada dos lotes, equipamentos e vias públicas, bem como suas respectivas dimensões, taxas de ocupação, áreas para recreação e outros usos comunitários e infraestrutura mínima. Essa organização do uso e ocupação do novo espaço urbano, proveniente do parcelamento do solo é regulamentada por legislação específica.

De acordo com (HONDA, 2008), apesar do distanciamento, uma parcela da população opta por migrar para os arredores dos centros urbanos em busca de uma moradia mais espaçosa com áreas livres e jardins, comodidades, condições de segurança e privacidade, com menor preço da terra. Trata-se de um processo semelhante ao ocorrido em países como EUA, França, Inglaterra e Alemanha com as chamadas *edge cities*, subúrbios mistos de áreas residenciais e comerciais, afastados dos centros urbanos.

Os anseios dos consumidores são devidamente explorados pelos empreendedores que enfatizam os critérios de localização e as características do loteamento residencial, como por exemplo os aspectos de segurança, maior espaço para edificação, amenidades, amplas áreas verdes, proximidade de escolas, local com baixa poluição ambiental, nível sócio econômico da região, etc.

Outro fator que contribui para a implementação de novos empreendimentos imobiliários é a situação econômica do país. Atualmente, vive-se um período de melhor distribuição de renda e aumento de crédito, em particular de crédito imobiliário, como é possível notar no Gráfico 3.6 apresentado a seguir.

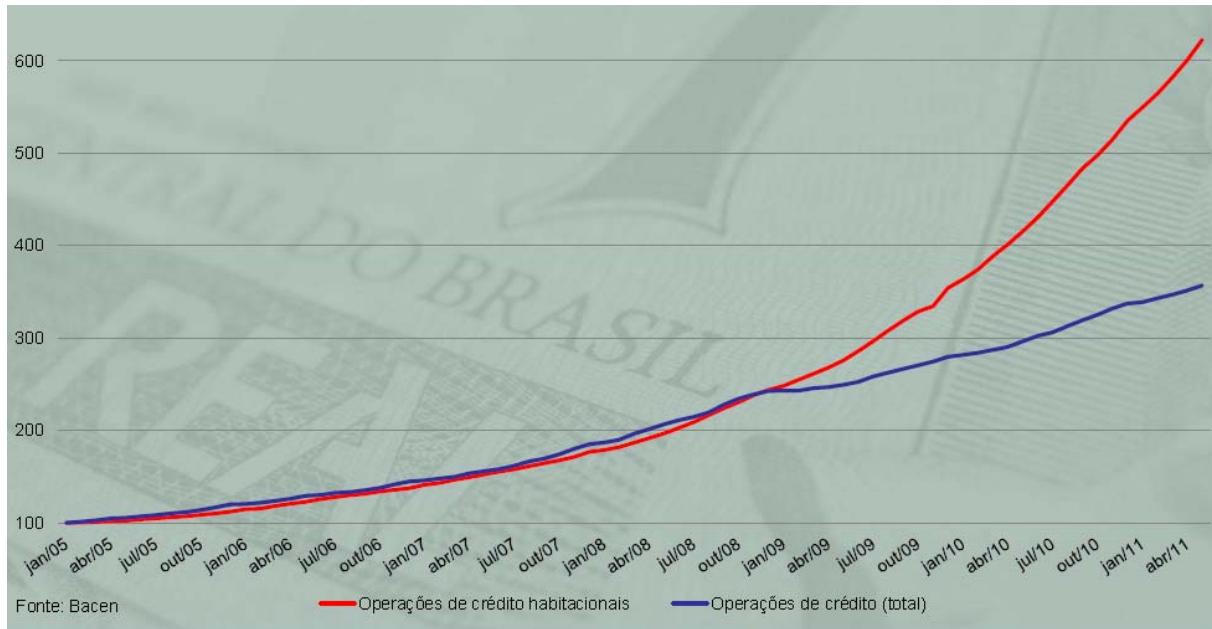


Gráfico 3.6 – Operações de Crédito no Sistema Financeiro Nacional⁷

A conjuntura econômica do país, em particular do Estado de São Paulo, é favorável ao desenvolvimento de novos empreendimentos imobiliários e uma das soluções viáveis é a implementação de novos loteamentos em áreas ainda não aproveitadas. Solução relativamente barata quando comparada a compra de loteamentos em áreas já consolidadas.

Quanto ao conceito de sustentabilidade, tem-se tornado comum o pleito a certificações sustentáveis no Brasil, principalmente para novos edifícios comerciais. São poucas as certificações que oferecem um escopo voltado especificamente para loteamentos, mas loteamentos certificados já são uma realidade no país. Consequentemente, os principais dados estatísticos existentes fazem referência aos chamados “edifícios verdes”. Segundo (GBC, 2013) têm-se no Brasil 88 empreendimentos certificados e mais de 680 pleiteando o selo entre escritórios, hospitais, escolas, agências bancárias, lojas, casas, indústrias, estádios e até mesmo museus. O desenvolvimento da infraestrutura no Brasil levou o país ao 4º lugar no ranking de empreendimentos registrados, com 2.089.195,20 m² certificados, atrás dos Estados Unidos, Emirados Árabes Unidos e China. A expectativa da entidade é que até o final de 2013 sejam 900 empreendimentos registrados e 120 certificados.

⁷ Fonte: BANCO CENTRAL (2011).

Nos empreendimentos que seguem o sistema de certificação, o consumo de energia é 30% menor, há também redução de até 50% no consumo de água, de até 80% nos resíduos e uma valorização de 10% a 20% no preço de revenda, além de redução média de 9% no custo de operação do empreendimento durante toda a sua vida útil.

O projeto do loteamento proposto no presente trabalho será desenvolvido de com base na certificação AQUA – Bairros e Loteamentos. O escopo da certificação é dividido em 17 temas com diretrizes com as quais o empreendedor tem liberdade de propor as soluções para atende-las. Acredita-se que com a implementação de soluções em sustentabilidade nas etapas de implementação e operação de loteamentos também seja possível obter resultados positivos. Exemplos destes são apresentados a seguir no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Impactos positivos advindos da implementação de soluções em sustentabilidade

CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO
1. Otimização da movimentação de terra	1. Redução no consumo de água
2. Redução de resíduos	2. Reaproveitamento de águas pluviais
3. Redução de desperdícios	3. Redução no consumo de energia
4. Proteção de áreas verdes	4. Uso de fontes alternativas de energia
	5. Redução na emissão de gases de efeito estufa
	6. Integração com a vizinhança
	8. Proteção de áreas verdes
	8. Acessibilidade
	9. Ganho em qualidade sanitária
	10. Incremento da qualidade de vida

O crescimento não é um objetivo; o equilíbrio sim; por isso, o crescimento deverá respeitar os limites da sustentabilidade, seja quanto aos padrões de produção e consumo, seja quanto à expansão urbana. (SUNDFELD, 2006 apud AMADEI, 2012, p. 6).

Nesse contexto de sustentabilidade o atendimento às orientações de uma certificação sustentável passa a ser não só um diferencial de mercado, que agrega valor ao produto e o torna mais competitivo, mas também uma ferramenta importante para o crescimento ordenado, dado o fato desta prática de parcelamento do solo acarretar significativas implicações na paisagem e, consequentemente, na atividade de gestão e planejamento urbanos.

4 METODOLOGIA

A metodologia definida para o desenvolvimento do trabalho foi sintetizada no fluxograma abaixo (Figura 4.1) e será explicada logo em seguida.

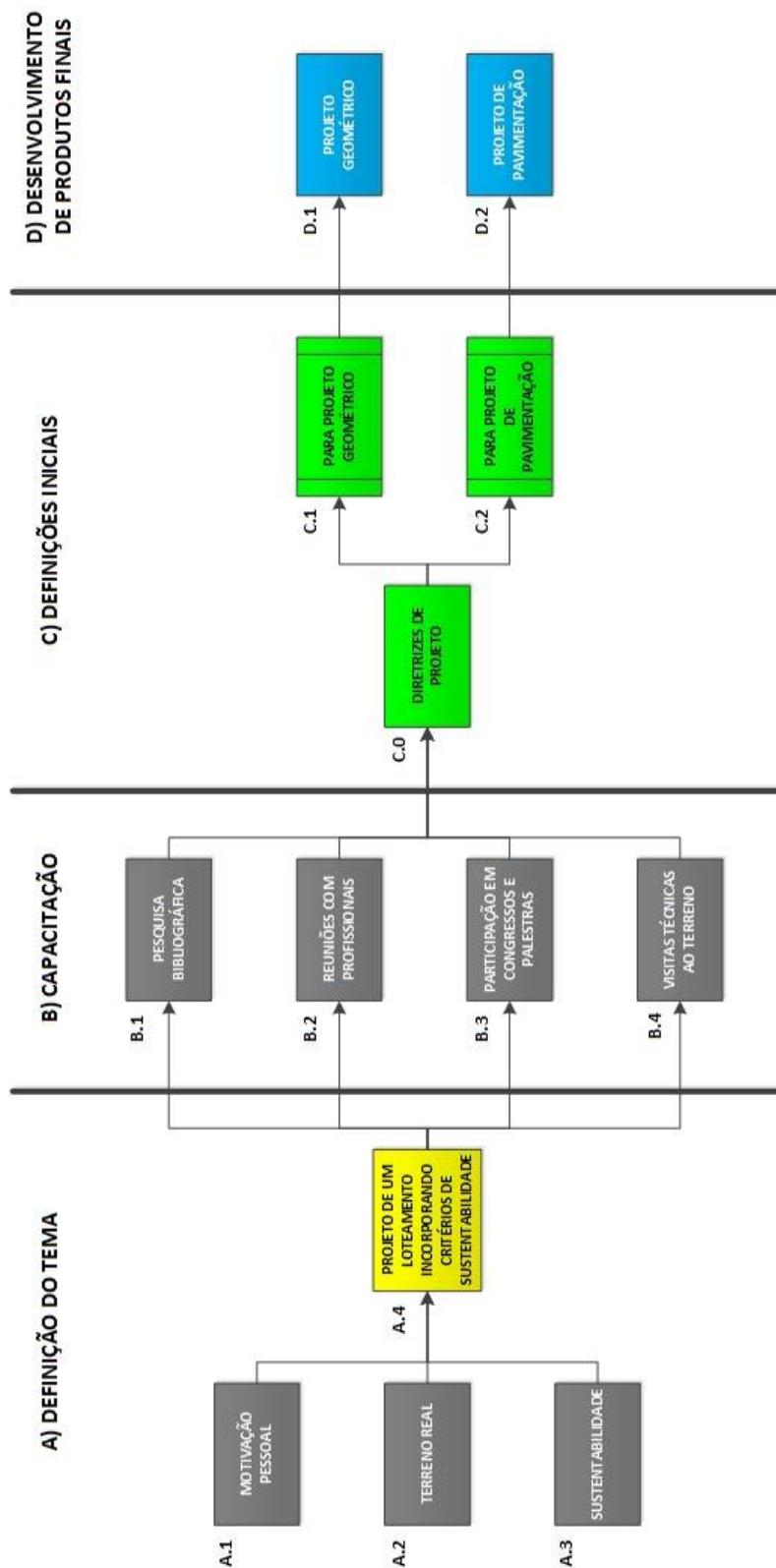


Figura 4.1 – Fluxograma da Metodologia

A escolha do tema (item A da Figura 4.1) se deu em função de três principais fatores. Primeiramente levou-se em conta a motivação pessoal dos integrantes do grupo (item A.1 da Figura 4.1). Uma vez sugerido o tema foram analisadas as oportunidades de aprendizado e consequente potencial de capacitação para a carreira de trabalho. Todos os integrantes se mostraram interessados com a chance de lidar com os assuntos a serem abordados neste trabalho, principalmente com o empreendedorismo e sustentabilidade.

A decisão se concretizou com a oportunidade de desenvolver o trabalho tomando como base um terreno real (item A.2 da Figura 4.1). Trata-se do terreno da Fazenda Córrego das Pedras, localizado no município de Jardinópolis, próximo ao município de Ribeirão Preto, que será apresentado posteriormente. Trabalhar com este terreno permitiria ao grupo utilizar levantamentos e estudos já realizados para o mesmo, considerar a legislação pertinente e realizar visitas técnicas ao local. Além disso, os produtos fruto deste trabalho poderão ser considerados ao empreender de fato o loteamento.

O terceiro fator contribuinte para a definição do tema deste trabalho é a questão da sustentabilidade (item A.3 da Figura 4.1). Conforme comentado na introdução, trata-se de um assunto recorrente nos dias atuais e que tem influenciado a construção civil por incentivar o uso de novos conceitos para projeto, construção e operação de empreendimentos na busca do desenvolvimento sustentável. Optou-se, então, por considerar critérios de sustentabilidade para tornar o projeto diferenciado e ambientalmente correto, adequando-o às diretrizes selecionadas da certificação Processo AQUA. A opção por esta certificação será esclarecida posteriormente.

Assim, o tema pôde ser definido e se trata do projeto de um loteamento que contempla critérios de sustentabilidade. Como são claras as limitações em se considerar todas as etapas envolvidas num projeto como este, optou-se por se estabelecer projetos específicos a serem desenvolvidos para esse empreendimento, conforme apontado anteriormente no item objetivos.

Para alcançar estes objetivos faz-se necessária uma etapa prévia de capacitação em relação aos temas a serem abordados. As informações necessárias para esta capacitação são diversas, assim como as fontes a serem consideradas. Da bibliografia (item B.1 da Figura 4.1) serão analisados livros, teses, artigos e outras publicações relevantes que possam agregar conhecimento. A princípio, o material escolhido para análise será definido por indicação e posteriormente, com o

conhecimento mais desenvolvido sobre o tema, poder-se-á partir para uma pesquisa por novas fontes.

Outros caminhos para a capacitação serão as conversas com profissionais atuantes no mercado (item B.2 da Figura 4.1). O objetivo aqui é de contatar empreendedores, professores, projetistas e outras partes interessadas que estejam dispostas a contribuir com o trabalho.

Ainda em paralelo, serão feitas visitas a congressos, palestras e exposições (item B.3 da Figura 4.1) onde novos contatos poderão ser estabelecidos, e novas informações obtidas.

A etapa de capacitação, dentre outras funções, servirá como base para a tomada de decisões iniciais. A partir do conhecimento adquirido será possível estabelecer diretrizes, premissas, hipóteses (item C.0 da Figura 4.1) para o desenvolvimento dos projetos previstos (item C da Figura 4.1).

Os projetos a serem desenvolvidos para o empreendimento em questão são:

1. Projeto geométrico do loteamento: irá determinar as dimensões e disposição dos lotes, áreas verdes, áreas de lazer, áreas institucionais e vias;
2. Projeto de pavimentação: irá determinar a escolha do tipo de pavimento a ser utilizado e o seu dimensionamento.

5 APRESENTAÇÃO DO TERRENO

5.1 Localização do terreno

O terreno objeto de estudo do presente trabalho fica localizado no município de Jardinópolis (SP), distante cerca de 6 km dos limites da cidade e 9 km de seu centro. O terreno também fica próximo da cidade de Ribeirão Preto (SP), distando cerca de 5 km de seu limite e 15 km de seu centro, como pode-se verificar na Figura 5.1 apresentada abaixo.



Figura 5.1 – Localização do terreno⁸

⁸ Fonte: Google Maps.

5.2 Acessibilidade ao terreno

A preocupação com a acessibilidade ao terreno é uma constante no desenvolvimento do projeto em questão. Para melhor entendimento das observações feitas a seguir, apresenta-se a Figura 5.2 com as principais vias de acesso ao terreno.

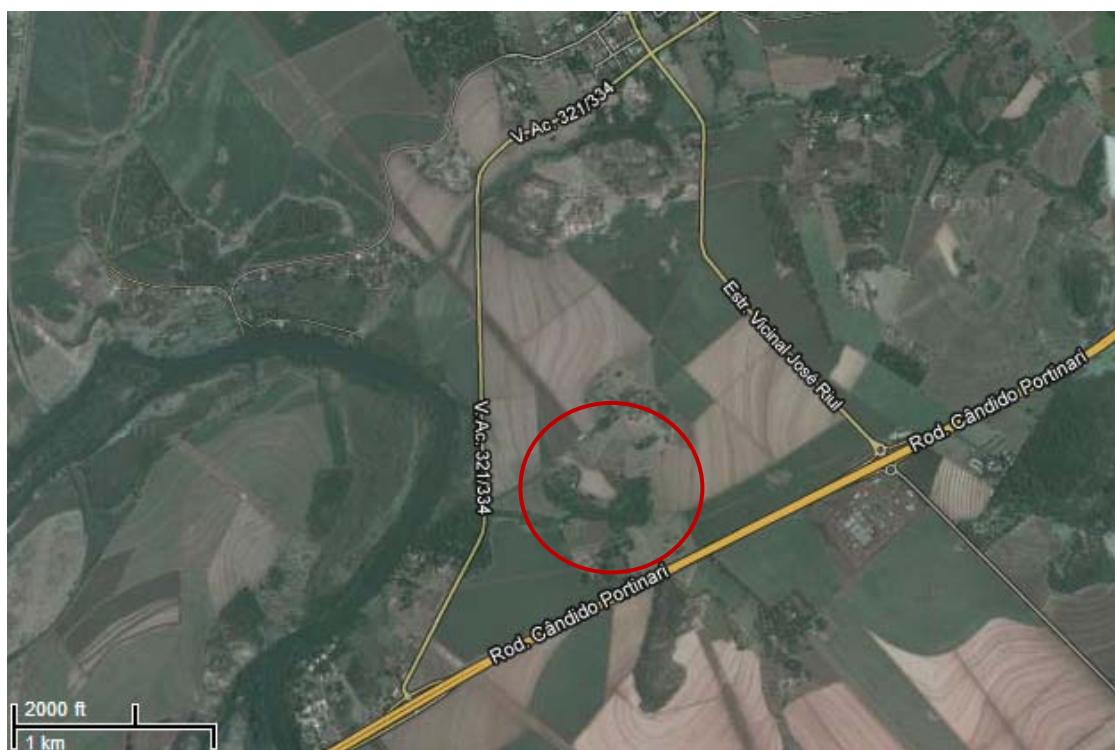


Figura 5.2 – Vias de Acesso ao Terreno⁹

O acesso à propriedade pode ser feito pela estrada vicinal José Riul, que é uma estrada de pista simples, pavimentada e sinalizada. Esta estrada é a principal ligação com a cidade de Jardinópolis, e liga também a propriedade à Rodovia Cândido Portinari.

⁹ Fonte: Google Maps.



Figura 5.3 – Estrada vicinal José Riul

Existe também a possibilidade de acesso ao terreno através de uma estrada de terra (V. Ac. 321/334). Esta estrada liga o lado oeste da propriedade à Rodovia Cândido Portinari e também à estrada vicinal José Riul.



Figura 5.4 – Estrada de terra (V. Ac. 321/334)

A Rodovia Cândido Portinari é a principal ligação entre o terreno e a cidade de Ribeirão Preto. Além disso, também faz ligação com a Rodovia Anhanguera.

Apesar da aparente distância dos centros urbanos, a propriedade fica bem próxima de um ponto de ônibus, situado na margem da Rodovia Cândido Portinari, com linhas que percorrem o trajeto até o centro de Ribeirão Preto e de Jardinópolis.

Para percorrer os aproximadamente 500m que separam a entrada da gleba até o ponto do ônibus foram levantadas uma série de alternativas para incentivar o uso do transporte coletivo em detrimento do transporte individual. Dentre elas estão a instalação de um bicicletário na entrada dos loteamentos associado à operação de uma linha circular que faça a ligação das portarias dos loteamentos ao ponto de ônibus.



Figura 5.5 – Rodovia Cândido Portinari

5.3 Características gerais do terreno

Atualmente, o terreno é ocupado pela Fazenda Córrego das Pedras, e sua utilização é dedicada principalmente ao cultivo de cana de açúcar. O terreno possui uma área de 327,26 hectares, com um perfil topográfico pouco acidentado. A Figura 5.6 apresentada a seguir permite melhor compreensão dos limites da área em questão.



Figura 5.6 – Terreno da Fazenda Córrego das pedras – limites e curvas de nível



Figura 5.7 – Visão geral do terreno

Interessante notar a proximidade do terreno à cidade de Ribeirão Preto.



Figura 5.8 – Vista da cidade de Ribeirão Preto

5.4 Áreas Especiais

Pelo terreno passa uma linha de transmissão de energia elétrica (LT), a Marimbondo-Ribeirão Preto, apresentada na Figura 5.9. A presença desta LT exige, por lei, a definição e respeito à uma faixa de servidão *non aedificandi*.



Figura 5.9 – Linha de transmissão Marimbondo-Ribeirão Preto

Também verifica-se no terreno a existência de dois córregos. O primeiro é o Córrego das Pedras, que dá nome à fazenda. A nascente deste córrego também fica localizada dentro dos limites do terreno. O segundo é o Córrego do Novato. Ambos são afluentes do Rio Pardo, que margeia a propriedade. A existência desses córregos e do Rio Pardo demanda a reserva de Áreas de Preservação Permanente (APP) dentro da propriedade.



Figura 5.10 – Córrego Rio das Pedras



Figura 5.11 – APP necessária em função da existência do Córrego das Pedras



Figura 5.12 – Rio Pardo

A definição e análise correta dessas áreas, tanto as APPs quanto a faixa de servidão para a LT, são de grande importância para o loteamento, pelo fato de possuírem condicionantes especiais que as outras áreas não possuem, necessitando assim de uma atenção especial durante o desenvolvimento.

5.5 Definição da área para projeto do loteamento

A implementação de loteamentos na área do terreno da Fazenda Córrego das Pedras encontra-se atualmente em fase de estudo de viabilidade. Para o presente trabalho foi possível contar com um estudo inicial de definição de glebas para oito diferentes loteamentos, como pode-se verificar na Figura 5.13 que apresenta um Plano de Ação para esses empreendimentos.

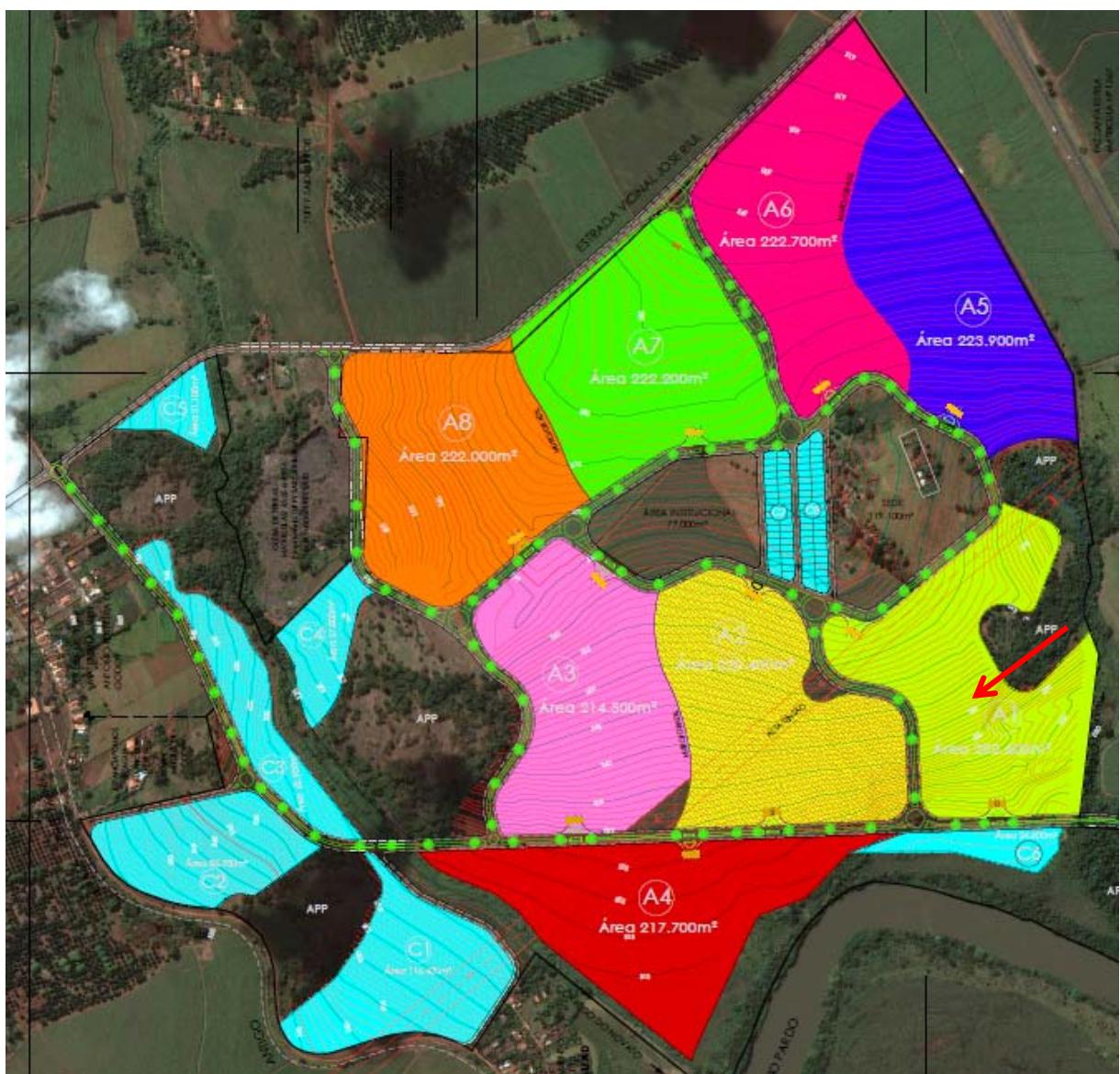


Figura 5.13 – Estudo inicial para implantação de loteamentos no terreno da Fazenda Rio das Pedras

Nesse estudo inicial foram definidas oito glebas com aproximadamente 220.000 m² cada. Além disso, no terreno original foram definidas as novas vias de acesso, áreas institucionais, áreas de preservação permanente e outras áreas a serem dedicadas para novos empreendimentos comerciais.

O grupo optou por tomar uma dessas oito glebas como base para o desenvolvimento dos projetos para loteamento. A gleba escolhida como referência foi a de número 1 (indicada na Figura 5.13), dada a existência de interfaces com APPs e a passagem da linha de transmissão, características que aumentam a complexidade do trabalho. A gleba em questão tem 222.600 m² e um desnível de 25 m aproximadamente.



Figura 5.14 – Gleba 01

6 AS ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM LOTEAMENTO

6.1 Desenvolvimento de um loteamento residencial

A seguir, serão apresentadas as principais etapas relacionadas à criação de um loteamento residencial, abordando desde os estudos preliminares até sua comercialização (GRAPOHAB, 2011).

O Grapohab - Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais do Estado de São Paulo - tem por objetivo centralizar, agilizar e, sobretudo, organizar os procedimentos administrativos de licenciamento do Estado para implantação de empreendimentos de parcelamento do solo pra fins residenciais.

6.1.1 Análise preliminar

Inicialmente deve-se verificar os principais aspectos legais relacionados às permissões e restrições, bem como relacionado ao parcelamento do solo. Além dos aspectos legais, deve-se levar em conta os aspectos de mercado, realizando pesquisas sobre demanda e sobre a região na qual o empreendimento será alocado. A partir daí pode-se elaborar uma análise preliminar sobre o empreendimento, avaliando as diversas possibilidades viáveis, e assim, escolher de forma global a melhor solução de empreendimento que seja adequada às dadas condições do terreno.

6.1.2 Definição do produto com base na legislação pertinente

Cabe aqui salientar que além das especificações previstas na Lei Federal 6766/79, que regula o parcelamento dos solos urbanos, os estados e os municípios brasileiros têm suas particularidades as quais o loteamento deve atender.

6.1.2.1 Estudos preliminares

Previamente a ação de licenciamento de um empreendimento, um estudo inicial deve ser elaborado, analisando as características físicas do terreno a ser parcelado. Neste estudo deve-se levar em conta a localização da gleba, sua topografia e verificar a existência de elementos naturais que possam atrapalhar ou inviabilizar sua implantação (nascentes, morros, rios, lagos).

Além da análise técnica do terreno e também previamente ao início do licenciamento do empreendimento, deve ser realizada uma discussão junto aos órgãos oficiais envolvidos a fim de evitar futuros problemas que também possam atrasar ou inviabilizar a regularização do empreendimento.

Também se faz necessário um estudo comercial, avaliando os aspectos mercadológicos específicos para o empreendimento. Este estudo é feito através de levantamentos junto às imobiliárias locais, do conhecimento sociocultural dos possíveis clientes, do reconhecimento do entorno da gleba, da análise do poder aquisitivo do público alvo dentre outros meios que auxiliem na definição do produto final. É fundamental conhecer empreendimentos semelhantes na região, que competem com aquele a ser implementado. Deve-se identificar os preços praticados a velocidade de venda destes.

Considerando os estudos técnicos, legais e comerciais o empreendedor loteador tem informações suficientes para decidir se o empreendimento tem rentabilidade atrativa, levando em conta o nível de risco do investimento e seu retorno. Assim, o empreendedor pode decidir se continua com o desenvolvimento e regularização do loteamento ou não.

6.1.2.2 Desenvolvimento de Projetos

Após a conclusão dos estudos preliminares, deve-se elaborar uma diretriz técnica oficial para cada órgão responsável. A partir destas diretrizes é possível elaborar os projetos técnicos do empreendimento.

A Figura 6.1, apresentada a seguir, mostra, de forma genérica, o processo descrito acima.

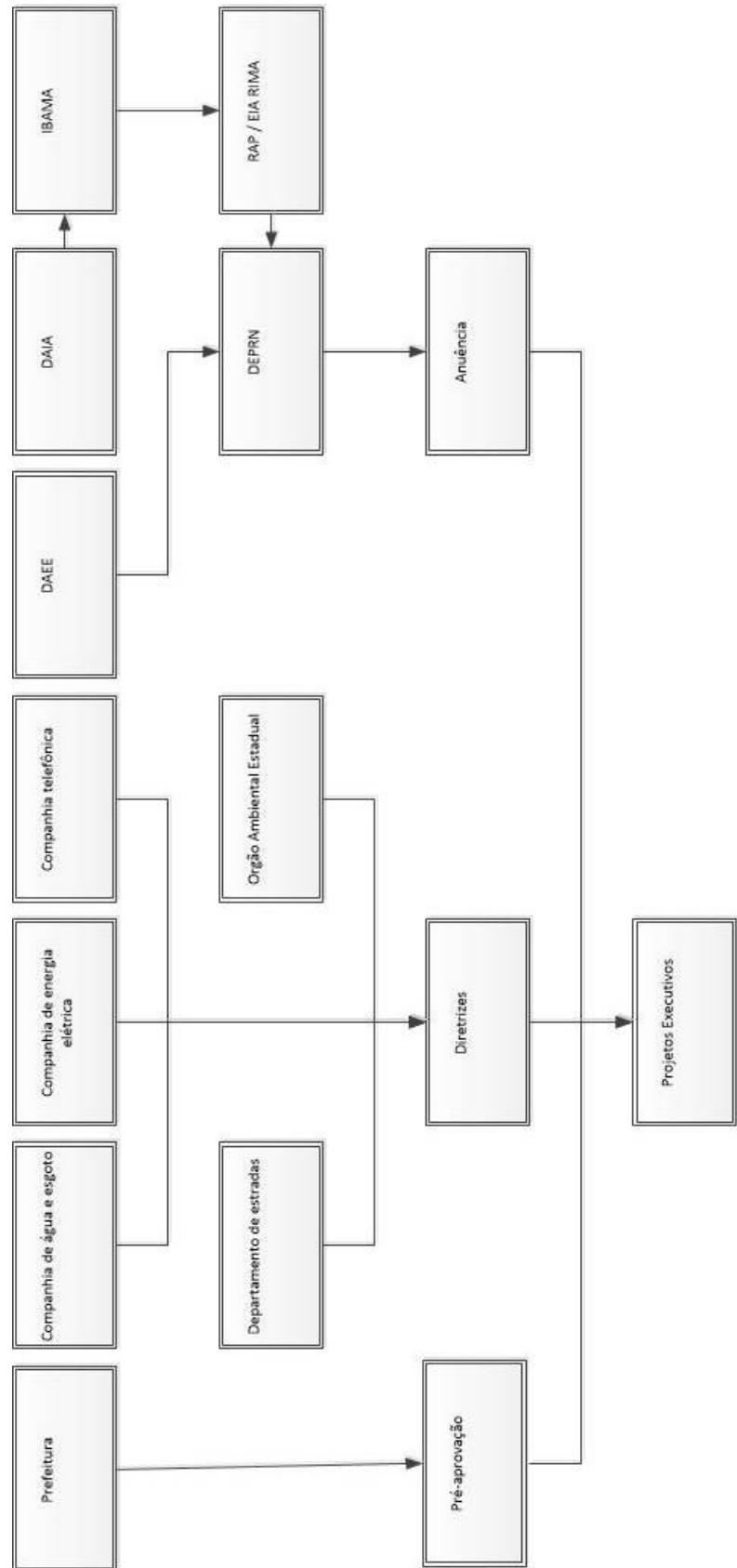


Figura 6.1 – Fluxograma – Etapas preliminares

6.1.2.3 Aprovação dos projetos

A aprovação dos projetos é feita pelo órgão responsável, conforme a Figura 6.2.



Figura 6.2 – Fluxograma – Aprovação de projetos

6.1.2.4 Registro do empreendimento

Após a aprovação técnica do loteamento, é necessário realizar o Registro do empreendimento no Cartório de Registro de Imóveis. O empreendimento e os lotes só podem ser comercializados após a conclusão do registro de imóveis. Devem ser registrados todas as aprovações relacionadas ao terreno e ao futuro loteamento. Com isso evita-se entraves que possa postergar as comercializações dos lotes.

6.1.2.5 Dificuldades encontradas

Geralmente são encontradas

algumas dificuldades durante a aprovação do empreendimento, na maioria dos casos ligada com a legislação. Dentre as dificuldades, podemos citar um conflito de legislação estadual e municipal; falta de uniformidade nas legislações municipais e nas exigências da SEHAB estadual; necessidade de mudanças pós-aprovação causadas por erros ou omissões na fase de projeto; desconhecimentos das leis municipais pelo empreendedor.

Estas dificuldades devem ser levadas em consideração pelo empreendedor,

adotando sempre que possível estratégias para que não atrapalhem a evolução do empreendimento.

6.2 Comercialização de um loteamento

A partir de conversas com profissionais do setor imobiliários obtemos informações para descrever alguns fatores que são relevantes na comercialização de um loteamento residencial.

6.2.1 Material publicitário

A verba destinada a marketing e corretagem gira em torno de 12% do valor geral de vendas, sendo que 6% está destinado a corretagem e 6% a marketing. Este marketing deve ser elaborado por uma empresa especializada com base nas características do empreendimento e no público-alvo. A partir daí define-se os melhores veículos de divulgação.

A empresa responsável pelo marketing do empreendimento deve estar ciente de todas as regulamentações vigentes, preços de vendas, formas de pagamentos, aos aspectos ambientais bem como outras informações que possa ser de interesse de um possível comprador.

6.2.2 Veículos de divulgação

Para definir as formas de divulgação deve-se levar em conta principalmente o público-alvo. Esta definição deve ser feita com a empresa publicitária, a empresa responsável pela comercialização e o empreendedor, todos trabalhando em conjunto. Estes veículos têm a função de atrair o público-alvo, mostrando o produto e assim despertar sua atenção.

A seguir segue alguns exemplos de formas de divulgação:

- Outdoors;
- Anúncios em rádios e TV;
- Promoters para atuar em pontos específicos como esquinas e semáforos;
- Folhetos de vendas;

- Evento de lançamento;
- Propagandas on-line.

6.2.3 Pós-vendas

A empresa responsável pela comercialização dos lotes geralmente cessa sua participação ao término das vendas. Porém, pode acontecer de esta empresa ser responsável pelo controle dos recebíveis gerado com a venda.

Pode acontecer ainda de alguns lotes não serem comercializados até a entrega do loteamento. Aí, cabe ao empreendedor, como proprietário dos lotes, a participar proporcionalmente nos custos proporcional dos lotes e da associação de moradores formada. Este fato deve ser levado em conta na criação de cenários de venda.

6.3 Produção

A execução de um loteamento residencial envolve diversas tarefas que englobam diferentes áreas da Engenharia Civil. Dentre as principais atividades de execução podemos citar Terraplanagem; Pavimentação; Rede de drenagem; Rede de água potável; Rede de esgoto; Rede elétrica; Paisagismo e Construção da área comum.

A partir de agora este trabalho entrará em detalhes apenas nos projetos de Pavimentação e Geométrico, sendo que este último envolve movimentações de terra, usos das áreas e proporciona uma visão geral do loteamento.

7 LEGALIDADE DO PROJETO

7.1 Plano Diretor de Jardinópolis

O plano diretor, sendo instrumento básico da política municipal de desenvolvimento e expansão urbana, trata, dentre outros temas, das diretrizes para o planejamento de um loteamento urbano, definindo requisitos mínimos e máximos do empreendimento vitais para a elaboração de um trabalho como este. Ressalta-se que para a efetiva utilização deste documento, o zoneamento da área, objeto de estudo deste trabalho, deverá ser revisto.

De acordo com o Plano Diretor (JARDINÓPOLIS, 2006), não é autorizada a implantação de loteamentos em áreas com restrições à ocupação, sendo estas áreas com declividades iguais ou superiores a 30%, áreas sujeitas a inundações, áreas aterradas com material nocivo à saúde ou com condições geológicas desfavoráveis à edificação, sendo que uma destas características já é suficiente para a implantação não ser autorizada.

Tratando dos lotes para uso residencial, o plano diretor define uma área mínima de 250m² com frente mínima de 10m, salvo os lotes de esquina, que deverão ter 300m² de área mínima com 12m de frente mínima.

Sobre a divisão da gleba, são definidas porcentagens de áreas correspondentes a cada utilidade, conforme descrito abaixo:

A reserva de áreas públicas não poderá ser inferior a 40% da área total da gleba a ser loteada, sendo 20% para as vias de circulação, 10% destinados às áreas verdes e sistemas de lazer e 10% com fins institucionais (JARDINÓPOLIS, 2006, p. 13).

O Plano Diretor ainda permite que, caso a porcentagem de vias públicas não atinja o mínimo estabelecido (20% da área total da gleba), a diferença seja compensada aumentando-se as áreas verdes e os sistemas de lazer, até se atingir o mínimo de 40% de áreas públicas.

Para obedecer aos critérios do Plano Diretor é necessário também que as áreas destinadas ao uso institucional possuam declividade inferior a 15% e tenham área mínima de 1.000m²; e que as áreas destinadas ao lazer tenham 500m² de área e declividade máxima de 20%. Não podem ser consideradas como áreas públicas com

uso institucional e de lazer:

- Áreas de Preservação Permanente (APP);
- Áreas de proteção das nascentes;
- Rotatórias com diâmetro inferior a 50m;
- Canteiros centrais com larguras inferiores a 25m;
- Áreas de risco à vida e à saúde;
- Áreas de servidão ao longo das linhas de transmissão de energia elétrica.

O artigo 37 do documento torna obrigatório para a entrega de novos projetos de loteamentos no município a instalação de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário e a instalação de redes de energia elétrica e de iluminação pública, sendo que estes sistemas devem ser doados sem ônus aos órgãos responsáveis da prefeitura. Este artigo torna também necessário, para a entrega do projeto de loteamento, que nas divisas frontais dos lotes tenham sido construídas muretas de alvenaria com no mínimo 0,40m de altura. Em relação aos passeios (calçadas), este artigo traz exigências sobre as características dos passeios no momento da entrega do empreendimento, sendo estas:

- Passeio executado com material impermeável, liso e desempenado;
- Que seja reservado uma faixa para implantação do mobiliário urbano com no mínimo 0,80m;
- Que o passeio público seja totalmente acessível, livre de obstáculos e com rampas executadas de acordo com a norma da ABNT-NBR9050/04.

O plano diretor estabelece também critérios para as vias a serem implantadas em novos loteamentos, definindo as dimensões dos elementos de seção transversal das mesmas, conforme mostra a Figura 7.1.

Características Sistemas	Classes das Vias (m)	Largura total das vias (m)	Número de faixas p/ sentido (m)	Largura acostamento (m)	Largura separação central (m)	Largura separação lateral (m)	Largura estacionamento (m)	Faixa de mudança de velocidade (m)	Altura do meio fio (cm)	Largura dos passeios (m)
Sistema Arterial	Vias Expressas	60,0	2,0	3,0		6,0	N.S.A	3,3	2,5	N.S.A
Sistema Principal	Avenidas	28,00	1,0	N.S.A	5,00	N.S.A	2,0	N.S.A	Central 2,5 a 7,5 – lateral 15,0	2,5
	Vias Turísticas	31,00	1,0	N.S.A	5,00	N.S.A	2,0	N.S.A	Central 2,5 a 7,5 – lateral 15,0	4,0
Sistema Local	Vias Coletoras	14,0	1,0	N.S.A	N.S.A	N.S.A	2,0	N.S.A	15,0	2,5
	Vias de Acesso	12,0	1,0	N.S.A	N.S.A	N.S.A	2,0	N.S.A	15,0	2,0

Figura 7.1 – Parâmetros mínimos da seção transversal das vias¹⁰

7.2 Código Florestal e Áreas de Proteção Permanente

O Código Florestal é o documento de âmbito nacional que caracteriza e define as áreas de preservação permanente (APP), de grande importância para qualquer projeto de loteamento no qual estas áreas estão presentes, pois caso ocorra um erro na definição destas áreas, que ocorrem na fase inicial de projeto, haverá um grande prejuízo pelo atraso na implantação do empreendimento devido ao fato de o projeto não vir a ser aprovado, e pela necessidade de retrabalho por parte dos projetistas para adequar o projeto à lei. Este documento foi alvo de muitos debates políticos e propostas de modificações nos últimos anos, devendo-se, por este motivo, tomar muito cuidado para que seja consultada sempre a sua última versão. A versão mais recente do documento é o chamado “novo Código Florestal” tendo sido aprovado sob a forma da lei nº 12.651, no dia 25 de maio de 2012.

O novo Código Florestal traz uma definição legal do termo APP:

Área de Preservação Permanente – APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, 2012, Art. 3º II)

Ainda neste documento ficam definidas quais áreas são classificadas como APP, sendo relacionadas abaixo apenas as relevantes para o projeto:

- 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;

¹⁰ Fonte: Jardinópolis (2006), p. 57

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) 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. (BRASIL, 2012, Art. 4º)

7.3 Linha de Transmissão de Energia Elétrica

A área a ser loteada possui um trecho de uma linha de transmissão de energia elétrica, pertencente à linha de transmissão Marimbondo (MG) – Ribeirão Preto (SP), em alta tensão (500 kV). A empresa responsável pela operação desta linha de transmissão é a Ribeirão Preto Transmissora de Energia Ltda. – RPTE.

A largura da faixa de servidão desta linha de transmissão, de acordo com o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do empreendimento, é de 60 metros.

Pelo fato de a empresa RPTE não possuir nenhum manual ou documento que oriente o que pode ou não ser feito na faixa de servidão, será adotado uma orientação técnica produzida pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). Esta orientação possui o título de “Ocupação de Faixa de Linha de Transmissão” e foi modificada pela última vez em julho de 2011. De acordo com o documento, todas as obras que interfiram com a faixa de servidão e de segurança da linha de transmissão poderão ser permitidas desde que respeitem os critérios de manutenção e operação da linha de transmissão, com prévia consulta e autorização da empresa operadora.

7.3.1 Divisão da faixa de servidão

Antes de listar quais benfeitorias são e não são permitidas de serem construídas na faixa de servidão é conveniente ilustrar como a área de servidão é dividida.

Conforme a Figura 7.2, a área de servidão é dividida em três áreas, sendo elas “A”, “B” e “C”, definidas de acordo com o seu grau de importância para a operação, manutenção e segurança da linha de transmissão.

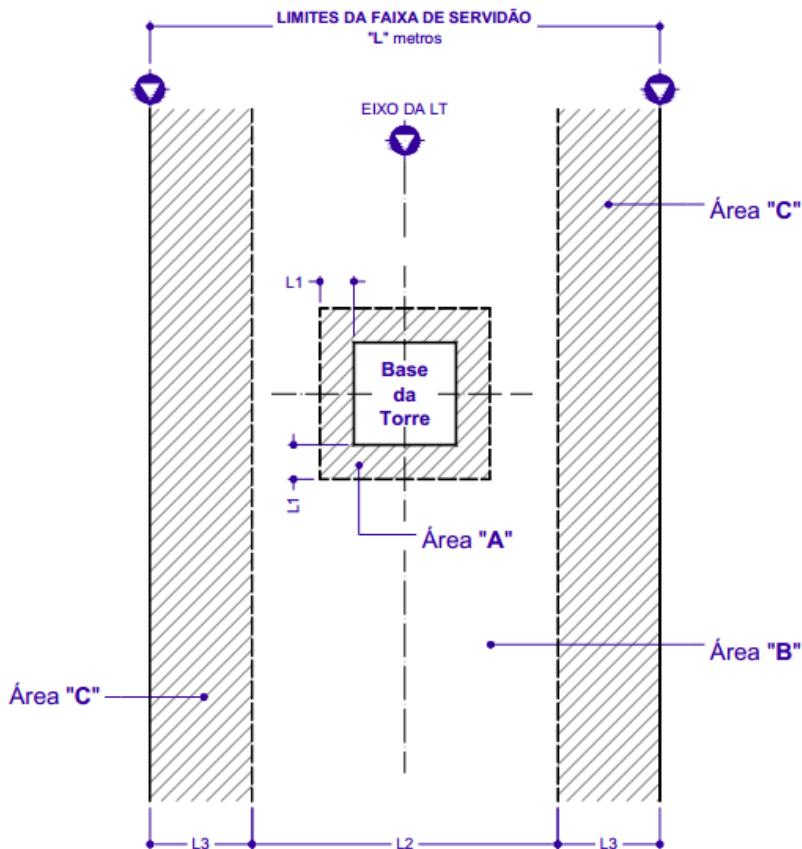


Figura 7.2 – Divisão da Área de Servidão¹¹

7.3.2 Benfeitorias não permitidas

A orientação técnica tem uma extensa lista das benfeitorias que não são permitidas. Por ser muito extensa e conter benfeitorias que não são relevantes para o projeto, é apresentada de forma resumida.

Não é permitido construir na área de servidão:

- Instalações e construções residenciais de qualquer natureza;
- Áreas para a prática de esporte e lazer, tais como praças, monumentos, clubes, piscinas e parques infantis;
- Passeios para pedestres ao longo do eixo da LT;
- Cabinas telefônicas, pontos de ônibus ou táxi, guaritas ou portarias;
- Estacionamentos de veículos automotores, bicicletas ou carroças;
- Movimentos de terra, escavações, deposições de terra, buracos ou erosões cuja

¹¹ Fonte: CPFL ENERGIA (2011)

evolução possa colocar em risco a estabilidade das estruturas ou a integridade dos cabos condutores, cabos para-raios ou fios contrapesos;

- Nenhuma benfeitoria na área “A”, que circunda a base da rede de transmissão.

7.3.3 Benfeitorias permitidas

Conforme mencionado, toda e qualquer utilização da faixa de servidão deverá ser precedida de análise e autorização por parte da empresa operadora da linha de transmissão.

Para que o projeto possa ser executado, as alterações na área de servidão devem ser autorizadas pela empresa operadora, e para que isto ocorra é de suma importância sua adequação à orientação técnica.

Assim, de acordo com a orientação técnica, as benfeitorias permitidas nas áreas “B” e “C”, e relevantes para projeto, são:

- É permitida a cultura de plantas cuja altura máxima na idade adulta garanta uma distância mínima de 4 metros em relação ao condutor mais baixo. Há no manual uma relação das espécies indicadas para estas áreas;
- São permitidos muros, desde que obedeça a distância mínima de 4 metros entre seu topo e o condutor mais baixo;
- Cercas e alambrados são permitidos desde que observados as distâncias mínimas de segurança exigidas na Norma ABNT NBR 5422;
- Arruamentos novos paralelos ao longo da linha de transmissão ou transversais a ela são permitidos, desde que respeitados alguns critérios que serão expostos adiante;
- É permitida a construção de passeios, apenas transversais ao eixo da linha de transmissão, desde que estejam distantes no mínimo 15 metros da base de qualquer estrutura ou torre da LT.

7.3.4 Arruamentos em áreas de servidão

A construção de novos arruamentos em áreas de servidão é possível e permitido, conforme dito no item anterior. Há, porém, uma série de critérios que devem ser seguidos para que sua autorização seja feita.

Para arruamentos transversais ao eixo da LT, deve respeitada uma distância mínima de 15 metros entre a extremidade do canteiro e a estrutura da LT, sendo que entre o eixo longitudinal da via e o eixo da LT, no ponto de cruzamento, deve haver um ângulo próximo de 90º.

A orientação técnica trata ainda da movimentação de terra necessária para a abertura do arruamento, definindo que ela deve ser feita a partir dos limites do canteiro central, obedecendo aos seguintes parâmetros:

- 2:3 (horizontal: vertical) - Cortes (desnível negativo);
- 2:1 (horizontal: vertical) - Aterros (desnível positivo).
- Nos casos em que a inclinação máxima não seja obedecida deverá ser construído um muro de arrimo apropriado.

Mostrando uma preocupação com danos que uma erosão possa vir a causar às estruturas da LT, há também uma orientação para que os taludes resultantes da movimentação de terra sejam protegidos por grama, ou algum outro tipo de proteção contra erosão.

Para possibilitar um melhor entendimento do que foi discutido neste item foi adicionada a Figura 7.3, que ilustra como deve ser os arruamentos na área de servidão, retirada do próprio manual de orientação.

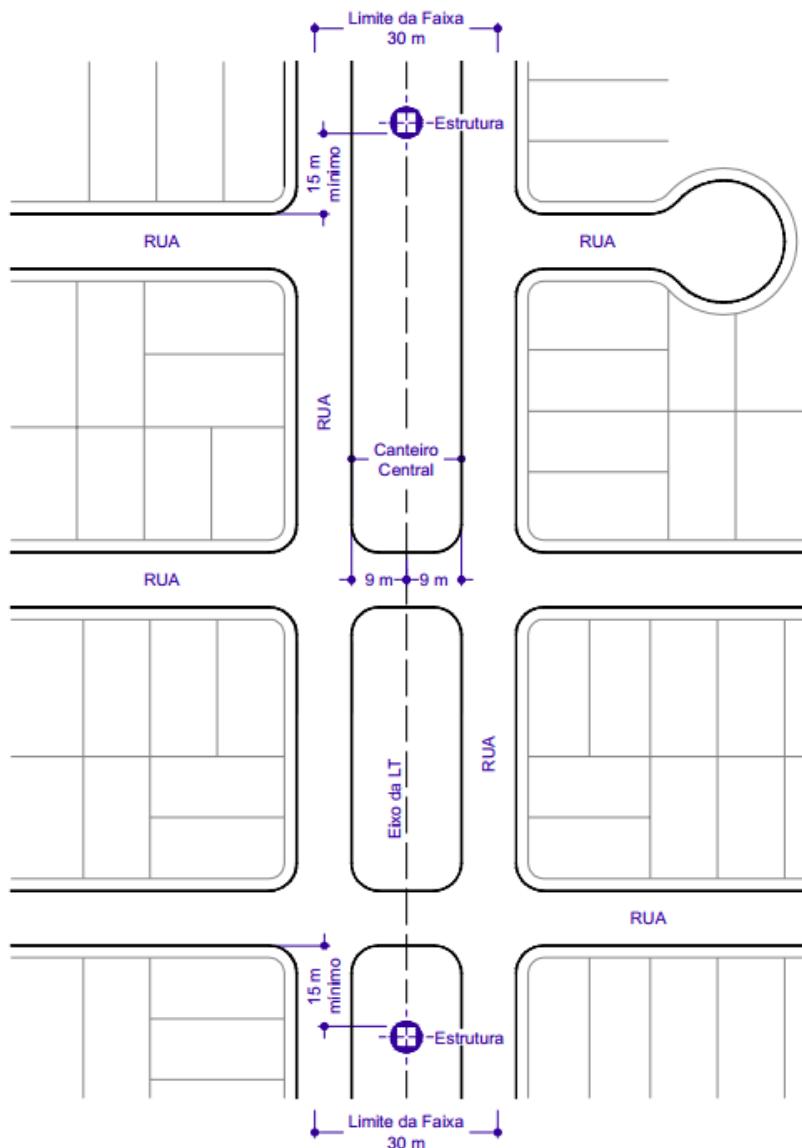


Figura 7.3 – Esquema ilustrativo de arruamentos transversais e longitudinais¹²

7.3.5 Considerações sobre a área de servidão

De acordo com o que foi exposto nos itens anteriores, é possível a construção de arruamentos dentro da faixa de servidão, tanto longitudinais quanto transversais. Porém, tendo em vista que a área de servidão é uma faixa mínima de segurança para as pessoas, optou-se pela não utilização de vias ao longo da faixa de servidão, somente vias transversais a ela para que seja possível a circulação de veículos entre a faixa de servidão. Quanto à utilização da faixa de servidão, será nela feito o plantio

¹² Fonte: CPFL ENERGIA (2011)

de plantas, cuja escolha será feita nas etapas finais do projeto, para que esta área seja considerada área verde e para o embelezamento do loteamento, agregando valor ao produto e aumentando a qualidade de vida dos futuros moradores.

8 CERTIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

São disponibilizados no Brasil diferentes sistemas de certificação sustentável para a construção civil. Estes promovem boas práticas construtivas, apoiam o progresso da legislação e da normalização, além de criarem um diferencial competitivo para os empreendimentos certificados.

Os sistemas mais conhecidos atualmente são:

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design): certificação norte-americana criada pelo U.S. Green Building Council.
- Processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental): certificação adaptada para o Brasil pela Fundação Vanzolini a partir do processo francês da Démarche HQE™ Aménagement.
- SELO CASA AZUL CAIXA: certificação desenvolvida pela Caixa Econômica Federal voltada para projetos de empreendimentos habitacionais.

Cada sistema de certificação possui uma estruturação e um método de avaliação diferentes, mas abordam diversos temas em comum que são relacionados a sustentabilidade. As certificações LEED e Processo AQUA ainda são segmentadas em diferentes nichos da construção como edifícios residenciais, edifícios do setor de serviços, etc. e são as únicas com referencial técnico exclusivo para bairros e loteamentos. Trata-se das certificações LEED-ND (LEED – Neighbourhood Development) e Processo AQUA – Bairros e Loteamentos. Estas incentivam o crescimento inteligente das cidades e o urbanismo e, como as outras, as construções sustentáveis.

A certificação SELO CASA AZUL CAIXA não possui uma segmentação como esta, mas certamente fornece orientações que poderiam ser adaptadas para o projeto de um loteamento. Para facilitar o desenvolvimento do trabalho este sistema de certificação não foi considerado.

De modo a otimizar e viabilizar a implementação de critérios de projeto que atendam ao conceito de sustentabilidade, adotou-se a premissa de considerar um único sistema de certificação. A escolha por seguir a certificação Processo AQUA se deu após uma visita à 9ª Convenção Secovi, do Sindicato da Habitação de São Paulo (Secovi) onde foi possível apreciar a palestra "*Desenvolvimento de Bairros Sustentáveis - Casos Nacionais e Internacionais*", na qual participaram:

- Manuel Carlos Reis Martins, coordenador executivo de certificação sustentável do Processo AQUA, da Fundação Vanzolini.
- Fermín Vázquez, sócio-arquiteto do escritório catalão b270, responsável pelo projeto NAU em Brasília.
- Cameron Thomas, consultor em sustentabilidade no Ove Arup & Partners Associate.

Na palestra em questão, Manuel Martins contextualizou brevemente o histórico da certificação Processo AQUA, suas origens e modelos, para depois abordar detalhadamente o Processo AQUA - Bairros e Loteamentos. Este leva em consideração critérios de desempenho em termos de meio ambiente, conforto e saúde. Não faz prescrição de materiais e produtos, mas avalia a eficiência das soluções propostas pelo empreendedor, restringindo sua avaliação ao ciclo de vida do empreendimento (informação verbal)¹³.

Fermín Vázquez preocupou-se inicialmente em contextualizar a importância da sustentabilidade num âmbito global, os benefícios para a população com cidades mais sustentáveis, para, em seguida, apresentar exemplos bem sucedidos de aplicação dessas técnicas.

O seu escritório foi o vencedor da licitação para elaboração do Projeto NAU, que tem como propósito desenvolver uma nova área urbana de 3.440.000 m² em Brasília - DF.

Discorreu sobre os conceitos que irão implementar neste projeto, assim como as novas tecnologias em quesito de sustentabilidade que irão desenvolver. Enfatizou a importância de se ter uma mistura social e um uso de ocupação misto do solo (informação verbal)¹⁴.

Por último, Cameron Thomas contou sobre a história de seu escritório e os projetos que elaboraram, para depois abordar a certificação LEED-ND (Leadership in Energy and Environmental Design - Neighborhood Development).

Cameron discorreu sobre o processo de certificação e os critérios para sua

¹³ Informações obtidas em palestra ministrada na 9^a Convenção Secovi pelo coordenador executivo da Fundação Vanzolini, Manuel Carlos Reis Martins. São Paulo, em 14 de Setembro de 2012.

¹⁴ Informações obtidas em palestra ministrada na 9^a Convenção Secovi pelo sócio-arquiteto do escritório catalão b270, Fermín Vázquez. São Paulo, em 14 de Setembro de 2012.

obtenção. Reconheceu, no entanto, que por ter sido desenvolvido por uma empresa norte-americana, sua aplicação em outros países é mais limitada. Esse desafio, contudo, não impede que seja aplicada no Brasil e citou inclusive um exemplo de um empreendimento que busca este selo.

Por fim, demonstrou o aumento de valor que estas certificações geram nos seus produtos e sugeriu que, no caso de não buscar LEED-ND, usá-lo como referência nos quesitos aplicáveis em território nacional (informação verbal)¹⁵.

Apesar do incentivo de Cameron Thomas em se considerar os quesitos da certificação LEED-ND, optou-se por atender aos critérios da certificação Processo AQUA – Bairros e Loteamentos que são compatíveis com os projetos propostos neste trabalho. Acredita-se que os critérios desta certificação sejam mais próximos da realidade da construção civil brasileira e que possam contribuir de forma mais efetiva com o desenvolvimento dos projetos.

8.1 Processo AQUA – Bairros e Loteamentos

O Processo AQUA – Bairros e Loteamentos é um sistema de certificação adaptado e auditado para o Brasil pela Fundação Vanzolini a partir do processo francês da Démarche HQE™ Aménagement. O termo AQUA significa Alta Qualidade Ambiental e os idealizadores consideram a certificação como sendo um processo de gestão do projeto que visa à obtenção desta qualidade.

AQUA – Bairros e loteamentos visa à realização de empreendimentos integrados a seus territórios, com impactos os mais controlados possíveis sobre o meio ambiente, levando-se em conta o conjunto de seu ciclo de vida, de modo a favorecer o desenvolvimento econômico e social, bem como promover a qualidade de vida. (FCAV, 2011, p.6)

Um dos representantes da Fundação Vanzolini deixou claro que a certificação Processo AQUA é uma certificação preocupada com o desempenho do projeto dando liberdade ao empreendedor em propor a solução construtiva ou tecnológica para atingir este (informação verbal)¹⁶.

¹⁵ Informações obtidas em palestra ministrada na 9ª Convenção Secovi pelo consultor em sustentabilidade no Ove Arup & Partners Associate, Cameron Thomas. São Paulo, em 14 de Setembro de 2012.

¹⁶ Informações obtidas em conversa por telefone com representante da Fundação Vanzolini. São Paulo, em 5 de Dezembro de 2012.

Segundo o Referencial Técnico da certificação (FCAV, 2011), cabe ao empreendedor gerenciar internamente suas atividades, bem como a de seus fornecedores, a fim de reduzir o impacto ambiental provocado pela implementação de seu empreendimento. Esse gerenciamento deve contemplar todas as fases de um empreendimento: realização, uso e operação, adaptação, desconstrução.

Por considerarem que o desempenho ambiental de um empreendimento está atrelado tanto a uma vertente de gestão ambiental quanto a uma de natureza técnica e arquitetônica, são disponibilizados dois documentos essenciais que orientam o empreendedor nestes dois quesitos:

1. SGB (Sistema de Gestão do Bairro / Loteamento): avalia a organização da coordenação do projeto através do sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor.
2. QAB (Qualidade Ambiental do Bairro / Loteamento): auxilia a análise do sítio e a definição dos objetivos do projeto de bairro / loteamento sustentável.

8.1.1 Sistema de gestão do bairro / loteamento – SGB

Definido como uma ferramenta de governança, o objetivo geral do SGB é “de organizar a condução do empreendimento, controlando os processos de programação, concepção, realização e retrocessão, a fim de otimizar o esforço dos atores em vista da criação de um bairro sustentável” (FCAV, 2011, p. 4).

Esta ferramenta instrui o empreendedor na etapa de definição e comprometimento com os objetivos. É nesta etapa que os critérios do QAB são analisados para posterior seleção daqueles a serem considerados nos projetos para o empreendimento.

8.1.2 Qualidade ambiental do bairro / loteamento – QAB

O documento em questão busca subsidiar a estrutura de governança na elaboração do projeto através de um processo multicritério e global. Para tanto são definidas 3 grandes categorias, contemplando 17 temas relativos ao bairro sustentável que consideram a relação do sítio com o seu entorno e as demais características intrínsecas do empreendimento.

A primeira categoria trata da integração e a coerência do bairro com o tecido urbano e as outras escalas do território, sendo composta pelos seguintes temas:

1. Território e contexto local;
2. Densidade;
3. Mobilidade e acessibilidade;
4. Patrimônio, paisagem e identidade;
5. Adaptabilidade e potencial evolutivo.

A segunda categoria aborda a preservação dos recursos naturais, bem como o incentivo a qualidade ambiental e sanitária do bairro. É composta pelos seguintes temas:

6. Água;
7. Energia e clima;
8. Materiais e equipamentos urbanos;
9. Resíduos;
10. Ecossistemas e biodiversidade;
11. Riscos naturais e tecnológicos;
12. Saúde.

Por último, a certificação trata da integração na vida social e o fortalecimento das dinâmicas econômicas. Esta categoria é composta pelos seguintes temas:

13. Economia do projeto;
14. Funções e pluralidade;
15. Ambientes e espaços públicos;
16. Inserção e formação;
17. Atratividade, dinâmicas econômicas e estruturas de formação locais.

Cada um desses temas é composto por subcategorias, que direcionam o olhar do empreendedor loteador às especificidades dos temas. Além disso, o Referencial Técnico comenta os principais desafios envolvidos no atendimento a cada um destes. Para cada uma dessas subcategorias são estabelecidos indicadores, com critérios que auxiliam a avaliação do desempenho de cada uma dessas e consequentemente a avaliação do desempenho do tema.

O desempenho é mensurado segundo 3 níveis:

- BOM: nível correspondendo ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento Processo AQUA;
- SUPERIOR: nível correspondendo ao das boas práticas;

- EXCELENTE: nível calibrado em função dos desempenhos máximos constatados em empreendimentos Processo AQUA.

O Referencial Técnico não é claro quanto ao método de avaliação do sistema para bairros e loteamentos, mas um representante da Fundação Vanzolini deixou claro que a atribuição do certificado está vinculada à obtenção de um perfil mínimo em relação às categorias, semelhante ao perfil proposto na certificação para Edifícios do setor de serviços (informação verbal)¹⁷:

Excelente		
Superior	Mínimo: 4 temas	
Bom		
		Máximo: 8 temas

Figura 8.1 – Perfil para certificação Processo AQUA

O empreendimento é certificado em função do desempenho nos temas. Para ser certificado é necessário obter desempenho Excelente para no mínimo quatro temas quaisquer; além disso, obter desempenho Bom para no máximo 8 temas quaisquer. Por exemplo, caso seja obtido desempenho Bom para 5 temas e desempenho Excelente para 4 temas, nos temas restantes (8 temas) deverá se obter desempenho Superior.

O desempenho de cada tema é definido em função do desempenho de suas subcategorias, que por sua vez é definido em função do atendimento aos critérios dos indicadores de cada uma. Para se atingir nível Excelente em uma subcategoria devem ser atendidos todos os critérios para nível Excelente dos indicadores que a compõem; um indicador com nível Bom já impede a obtenção de nível Excelente. Por sua vez, de modo a se obter nível Excelente em um tema, todas as subcategorias deverão ser avaliadas com desempenho Excelente.

Como a proposta do trabalho foi atuar principalmente na etapa de projetos para o empreendimento, e dentro desta etapa desenvolver alguns projetos específicos, ficou claro que não seria possível abordar todos os temas e critérios indicados pela

¹⁷ Informações obtidas em conversa por telefone com representante da Fundação Vanzolini. São Paulo, em 5 de Dezembro de 2012.

certificação Processo AQUA. Portanto, foram selecionados para apreciação os temas mais pertinentes aos projetos a serem desenvolvidos.

A seguir, são apresentados as subcategorias e os indicadores que compõem cada tema, e apontando aqueles considerados no desenvolvimento do trabalho e os motivos para essa escolha.

TEMA 1 – Território e contexto local

Tabela 8.1 – Subcategoria 1.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA: 1.1 Impacto do desenvolvimento do bairro ou loteamento nos bairros vizinhos		DESEMPENHO		
INDICADORES		BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Aceitação do bairro ou loteamento pelos moradores do entorno (índice de aprovação por meio de pesquisa)		50%	60%	80%
b) Assegurar à vizinhança o direito ao sol e à qualidade das vistas	Atende regulamentar	Otimização em relação à regulamentação	Melhoria do estado existente	

Realizar uma pesquisa de aceitação na região implicaria em uma série de dificuldades que possivelmente prejudicariam o andamento do trabalho. Portanto, optou-se por não realizá-la (indicador a da Tabela 8.1).

O terreno a ser dedicado para o projeto de loteamento está localizado em uma área rural do município de Jardinópolis. O Plano Diretor de Jardinópolis (JARDINÓPOLIS, 2006) fornece poucas informações sobre as disposições construtivas de edificações; uma das informações omitidas é a altura destas em função do zoneamento de sua região. Considerou-se a possibilidade de limitar a altura das edificações pertencentes ao loteamento para somente três pavimentos ou 10 m. Esta definição somada aos recuos mínimos das construções deverá ser suficiente para garantir o direito ao sol dos moradores do loteamento. Por tratar-se de um loteamento fechado e afastado da vizinhança, o critério também deverá ser atendido para os moradores do entorno. Por tratar-se de uma substituição de áreas hoje dedicadas à monocultura por áreas verdes com paisagismo, haveria uma melhoria na qualidade das vistas (indicador b da Tabela 8.1). Sendo assim, com uma futura pesquisa de aceitação seria possível atingir o nível de desempenho Excelente para essa

subcategoria.

Tabela 8.2 – Subcategoria 1.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	1.2 As interações com os bairros vizinhos		
	DESEMPENHO		
INDICADORES	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Existência de polos comuns (educação, lazer, cultura, esporte, saúde, comércio e serviços)	Presença de 2 polos	3 polos	A partir de 4 polos
b) Deslocamentos interbairros	Infraestrutura viária entre bairros	Ligações com transporte coletivo	
c) Utilização comum de energia (redes de aquecimento, etc.)	Não exigido em B	Não exigido em S	Uso comum de energia

Esta subcategoria é mais voltada para interações entre bairros e não entre loteamentos e bairros. Independentemente disso, o loteamento ficará localizado próximo da cidade de Ribeirão Preto (5 km de distância do limite da cidade) da cidade de Jardinópolis (6 km de distância do limite da cidade) e do distrito de Jurecê. Certamente os moradores do empreendimento terão acesso a diversos polos da região (indicador a da Tabela 8.2) sendo teoricamente possível atingir o nível de desempenho Excelente para o indicador em questão. Além disso, conforme comentado no capítulo de apresentação do terreno, são previstas áreas do terreno original a serem dedicadas a comércio e serviços e que também deverão ser compartilhadas pela população próxima ao loteamento.

Está prevista a pavimentação de estradas de terra que ligam o loteamento a rodovias e estradas que, por sua vez, dão acesso a Ribeirão Preto, Jardinópolis e Jurecê. É bastante provável a existência de linhas de modais para transporte público por estas vias, o que tornaria possível atender o nível de desempenho Excelente para o indicador b da Tabela 8.2. Foi verificado, durante visita ao local, que pela estrada vicinal José Riul já existem linhas de ônibus em operação que permitiriam a conexão dos condôminos do novo loteamento às cidades próximas.

O indicador c desta subcategoria, no entanto, não é aplicável ao presente trabalho, pois exigiria o desenvolvimento de projetos de energia que foge do escopo deste.

TEMA 2 – Densidade

Tabela 8.3 – Subcategoria 2.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	2.1 Densidade		
SUBCATEGORIA:	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Taxa de ocupação e Coeficiente de Aproveitamento do solo	Regulamentar	5 % menor	10 % menor
b) Densidade construída, densidade populacional	Não exigido em B	Calcular densidade construída e densidade populacional	
c) Relação espaço construído / espaço aberto	Regulamentar	10 % menor	20 % menor

Coeficiente de Ocupação do solo (CO) é a relação entre a área de projeção da edificação no solo e a área do terreno. De acordo com o Plano Diretor de Jardinópolis (JARDINÓPOLIS, 2006), o CO é determinado em função da área do lote. Em lotes com até 300 m² de área total, o CO do solo deverá ser no máximo 70 %; para lotes com área total entre 300 e 500 m² o CO limite passa a ser de 60 %. Por último, para lotes com área total acima de 500 m² o máximo CO do solo será de 50 %.

Coeficiente de Aproveitamento (CA) é a relação entre a área que se pode construir e a área do terreno. O Plano Diretor de Jardinópolis subdivide este coeficiente em Coeficiente de Aproveitamento Básico (CAB) e Coeficiente de Aproveitamento Máximo (CAM). O primeiro indica o índice máximo de área construída permitida para determinado lote, gratuitamente, enquanto o segundo indica o máximo de construção permitida acima do que é indicado no CAB mediante o pagamento da outorga onerosa do direito de construir.

Embora não seja escopo deste trabalho, é possível incentivar a criação de uma lista de diretrizes pela associação do loteamento que regulam os índices CA e CO para

edificações dos condôminos, de forma a obter um desempenho no mínimo Superior para esta subcategoria.

TEMA 3 – Mobilidade e acessibilidade

Tabela 8.4 – Subcategoria 3.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	3.1 Valorização de meios de transporte com baixo impacto ambiental		
INDICADORES	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Comprimento das ciclovias	Serve 20 % das vias	Serve 40 % das vias	Serve 60 % das vias
b) Disponibilidade de bicicletário	Presença de bicicletário	Presença de bicicletário com sistema de segurança	
c) Vias para pedestres	Garantia da continuidade e segurança das vias para pedestres		
d) Disponibilidade de transporte coletivo sem uso de combustível fóssil	Disponível transporte público sem uso de combustível fóssil	Disponível sistema de transporte (tipo circular) sem uso de combustível	

O indicador d da Tabela 8.4 aparentemente é voltado para o transporte público de bairros, pouco representativo para loteamentos, e foi desconsiderado.

Pretendeu-se atingir o nível de desempenho Excelente para os indicadores a e b da Tabela 8.4. Para tanto, foram implementadas no Projeto Geométrico (ANEXO I) a implantação de ciclovias atendendo mais de 60 % das vias do empreendimento e a implantação de um bicicletário junto à Área de Lazer. Para garantia do nível de desempenho proposto, posteriormente deverá ser instalado um sistema de segurança para o bicicletário.

As vias foram planejadas de modo a garantir a continuidade e segurança para os pedestres (indicador c da Tabela 8.4).

Tabela 8.5 – Subcategoria 3.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	3.2 Acessibilidade do sítio		
	DESEMPENHO		
INDICADORES	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Tempo médio de trajeto domicílio-serviços	Estimar em relação aos serviços já disponíveis	Estimar em relação aos serviços previstos	
b) Distribuição modal	Descrever os modais de transportes	Distribuir previsão de usos para cada modal	
c) Ofertas de transportes coletivos	Mapa dos trajetos disponíveis para os meios de transporte público presentes e apresentação da distância máxima do sítio em relação ao ponto de embarque	Mapa de trajetos e distância máxima de 400 m	Mapa de trajetos e distância máxima de 200 m

A subcategoria em questão demandaria um estudo mais profundo sobre os meios de transporte da região. O grupo precisaria ter se dedicado a atividades distantes daquelas previstas para o desenvolvimento do presente trabalho e, portanto, esta subcategoria foi desconsiderada.

TEMA 4 – Patrimônio, paisagem e identidade

Tabela 8.6 – Subcategoria 4.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	4.1 Valorização e proteção do patrimônio cultural, arquitetônico ou urbanístico		
	DESEMPENHO		
INDICADORES	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Respeito ao patrimônio existente	Atendimento às restrições e diretrizes locais		Identificação e conservação de patrimônios a preservar, além do regulamentar
b) Emergência de uma identidade própria			Criação de um novo patrimônio cultural, arquitetônico ou urbanístico

A legislação pertinente foi considerada para o projeto do loteamento proposto. Acredita-se que as restrições e diretrizes locais foram atendidas. Durante a visita técnica ao terreno não foram identificados patrimônios a serem preservados, mas

em caráter de curiosidade é interessante comentar que parte do terreno da Fazenda, aonde ainda se encontram algumas edificações como uma casa e um celeiro, será preservado e ocupado pelos atuais proprietários. Para a subcategoria em questão pretendeu-se atingir o nível de desempenho Excelente.

Tabela 8.7 – Subcategoria 4.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	4.2 Valorização e proteção da paisagem		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Preservar / Melhorar a qualidade ecológica e paisagística	Medidas justificadas e satisfatórias, tomadas em função do contexto, a fim de conceber os aspectos de implantação do empreendimento e das próprias edificações de forma integrada com a paisagem e o entorno. Espécies plantadas: escolher espécies vegetais complementares entre si, não invasivas, não alergênicas, bem adaptadas ao clima e ao terreno, e que tenham limitadas as suas necessidades de irrigação, manutenção e adubagem	Taxa de vegetação do terreno: - Todos os espaços externos, exceto circulações, vias e estacionamentos, são cobertos por vegetação. - As superfícies vegetalizadas respeitam as exigências regulamentares ou os documentos de urbanismo locais, e representam no mínimo 20 % do terreno	Taxa de vegetação do terreno: Todos os espaços externos, exceto circulações, vias e estacionamentos, são cobertos por vegetação. - As superfícies vegetalizadas respeitam as exigências regulamentares ou os documentos de urbanismo locais, e representam no mínimo 30 % do terreno
b) Valorização dos elementos da paisagem identificados		Identificação dos elementos marcantes e implantação que permita contemplação	

Buscou-se atingir o nível de desempenho Excelente para esta subcategoria, garantindo o respeito às exigências regulamentares para superfícies vegetalizadas e fazendo com que estas ocupem no mínimo 30 % do terreno, como previsto no Projeto Geométrico do loteamento em questão, apresentado no ANEXO I.

Em visita ao terreno foram identificados alguns elementos marcantes e que precisariam ser mantidos para contemplação (indicador b da Tabela 8.7). São estes o Córrego das Pedras, o Córrego do Novato e o Rio Pardo. A preservação destes implica diretamente na preservação da área verde próxima aos mesmos. Quanto ao restante da paisagem, trata-se de uma fazenda destinada ao cultivo da cana-de-açúcar e não foram identificados outros elementos paisagísticos a serem

preservados. Espera-se ter se atingido o nível de desempenho mais alto para esse indicador.

TEMA 5 – Adaptabilidade e potencial evolutivo

Tabela 8.8 – Subcategoria 5.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
INDICADORES			
a) Flexibilidade dos espaços e dos assentamentos	Permitir usos múltiplos e modularidade nos espaços públicos	Prever a reversibilidade dos assentamentos e medidas tomadas para identificar e prever, desde a concepção da construção, sua possível expansão horizontal e / ou vertical em função das evoluções prevíveis de usos e de necessidades, antecipando evoluções possíveis de estrutura. Nota justificativa demonstrando que disposições arquitetônicas de obra bruta foram adotadas para permitir adaptação da construção a eventuais evoluções de uso e de necessidade para a vida útil desejada	

Durante o desenvolvimento do Projeto Geométrico para o loteamento o critério de flexibilidade para os espaços e assentamento foi levado em conta, no que diz respeito à definição das vias do loteamento, conforme explicado posteriormente. Procurou-se prever as futuras necessidades dos usuários para viabilizar a implementação de soluções que facilitem a reorganização dos espaços, permitindo o atendimento desta subcategoria com desempenho Excelente.

TEMA 6 – Água

Tabela 8.9 – Subcategoria 6.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	6.1 Uso racional da água		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Redução do consumo potável	Identificação dos usos de água potável e investigação da possibilidade de uso de água não potável. Uso de dispositivos economizadores e apresentação das economias previstas	Recuperação de água de chuva para aproveitamento em pontos de consumo onde há necessidade de potabilidade da água (em pelo menos uma edificação ou sistema). Apresentação das economias previstas	Recuperação de água de chuva para aproveitamento em pontos de consumo onde há necessidade de potabilidade da água (para mais de uma edificação ou mais de um sistema). Apresentação das economias previstas
b) Controle de perdas	Setorização da medição do consumo de água para cada edificação e sistema presente		Presença de dispositivo ou sistema de monitoramento dos consumos de água por setor
c) Adesão das habitações a sistema de aproveitamento de água de chuva		Adesão de 50 % das habitações a sistemas de aproveitamento de águas de chuva	Adesão de 80 % das habitações a sistemas de aproveitamento de águas de chuva

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.10 – Subcategoria 6.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	6.2 Drenagem		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Coeficiente de impermeabilização	Atendimento ao Código de Obras Local e restrições da Zona	5 % menor	10 % menor
b) Vazão de escoamento	Atendimento ao Código de Obras Local e restrições da Zona	5 % menor	10 % menor
c) Coleta de águas pluviais	Atendimento ao Código de Obras Local e restrições de Zona	Coleta e tratamento local de águas pluviais para separação de óleos, gorduras ou sedimentos usuais, antes do descarte na rede pública.	Coleta e tratamento local de águas pluviais para separação de óleos, gorduras ou sedimentos usuais, antes do descarte na rede pública. Reaproveitamento dos resíduos gerados no processo

Coeficiente de Permeabilidade (CP), inverso do coeficiente de impermeabilização, é a relação entre a área destinada à permeabilidade e a área do terreno. De acordo com o Plano Diretor de Jardinópolis o CP é determinado em função da área do lote. Em lotes com até 300 m² de área total, o CP é de 15 %; para lotes com área total entre 300 e 500 m² o CP passa a ser de 20 %. Por último, para lotes com área total acima de 500 m² o CP é de 40 %.

Não há pretensões de se implementar sistemas de tratamento de águas pluviais, somente de captá-las. Uma vez limitado pelo nível de desempenho deste indicador, procurou-se atingir o nível de desempenho Bom para os demais indicadores, ou seja, atender ao código de obras local e o zoneamento no que tange o coeficiente de impermeabilização e a vazão de escoamento. No entanto, optou-se pela utilização do pavimento intertravado com blocos de concreto pré-moldados, tipo de pavimento intrinsecamente mais permeável que os pavimentos asfálticos, mais comumente utilizados. Espera-se com isso um ganho de desempenho considerável na drenagem superficial do loteamento.

Tabela 8.11 – Subcategoria 6.3 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	6.3 Tratamento de efluentes		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Garantir tratamento dos efluentes	Implantação de sistema de tratamento de esgoto específico ou adequado ao sistema existente		Implantação de sistema de tratamento de esgoto que possibilita alguma forma de aproveitamento do resíduo gerado ou da própria água tratada

A subcategoria em questão foi desconsiderada pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

TEMA 7 – Energia e clima

Tabela 8.12 – Subcategoria 7.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	7.1 Diversificação do fornecimento energético		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Parcela de energia renovável no consumo de energia total	Avaliação das alternativas disponíveis para o uso de energia renovável	Uso de energia renovável cobrindo 5 % dos consumos de energia elétrica dos equipamentos públicos	Uso de energia renovável cobrindo 10 % dos consumos de energia elétrica dos equipamentos públicos

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.13 – Subcategoria 7.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	7.2 Desempenho energético dos edifícios (na escala do empreendimento e dos edifícios)		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) kWh de consumo global economizados por meio de dispositivos ou equipamentos mais eficientes	Disponibilização nas edificações comuns de dispositivos ou equipamentos mais eficientes. Demonstrativo das economias resultantes.	Disponibilização nas edificações comuns de dispositivos ou equipamentos mais eficientes que garantam economia da ordem de 10 % em relação aos consumos convencionais.	Disponibilização nas edificações comuns de dispositivos ou equipamentos mais eficientes que garantam economia da ordem de 20 % em relação aos consumos convencionais.
b) Análise das habitações ao uso de energia renovável	Não exigido em B	Adesão de 50 % das habitações equipadas com energia renovável	Adesão de 80 % das habitações equipadas com energia renovável
c) Superfície de painéis solares térmicos ou fotovoltaicos	Calcular a superfície de painéis disponíveis para captação da energia solar e análise		

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.14 – Subcategoria 7.3 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	7.3 Emissão de gases de efeito estufa (GEE)		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Quantidade de resíduos domésticos produzidos	Previsão da massa de resíduos orgânicos produzidos		
b) Consumo de recursos energéticos	Previsão do consumo de recursos energéticos não renováveis (fração devida ao consumo de energia elétrica e a queima de combustíveis fósseis, por exemplo)		
c) Gás de efeito estufa	Cálculo da emissão de GEE a partir da massa de resíduos orgânicos produzidos e do consumo de recursos energéticos não renováveis		

A subcategoria em questão foi desconsiderada pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

TEMA 8 – Materiais e equipamentos urbanos

Tabela 8.15 – Subcategoria 8.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	8.1 Consumo de materiais		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
	Cálculo (em massa) do consumo dos recursos não energéticos, não renováveis esgotáveis		

A subcategoria em questão foi desconsiderada pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.16 – Subcategoria 8.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	8.2 Movimento de terra		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Assegurar o equilíbrio aterros / cortes e escavações	Previsão do movimento de terra	Medidas adotadas para minimizar a movimentação de terra	Bota-fora < 10 % do movimento de terra e empréstimo < 10 % do movimento de terra

Esta subcategoria foi considerada durante o desenvolvimento do Projeto Geométrico do empreendimento. Foi prevista a movimentação de terra para implementação do loteamento, o que permitiria de início a obtenção do nível de desempenho Bom nesta categoria. Como foram adotadas medidas para minimizar a movimentação de terra, a obtenção do nível de desempenho Superior dependerá da avaliação dos responsáveis pela certificação Processo AQUA. A princípio não foi possível atingir o nível de desempenho Excelente, como será comentado no capítulo 11 do presente documento.

TEMA 9 – Resíduos

Tabela 8.17 – Subcategoria 9.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	9.1 Gestão dos resíduos		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Resíduos perigosos	Identificação da geração de resíduos perigosos e definição de modo de coleta, estocagem e destinação adequada, conforme plano do município		
b) Resíduos não perigosos e não inertes e grau de valorização	Classificação dos resíduos gerados e identificação do potencial de valorização de pelo menos 5 %	Classificação dos resíduos gerados e identificação do potencial de valorização de pelo menos 15 %	Classificação dos resíduos gerados e identificação do potencial de valorização de pelo menos 20 %
c) Resíduos não perigosos e inertes e grau de valorização	Classificação dos resíduos gerados e identificação do potencial de valorização de pelo menos 15 %	Classificação dos resíduos gerados e identificação do potencial de valorização de pelo menos 30 %	Classificação dos resíduos gerados e identificação do potencial de valorização de pelo menos 45 %
d) Parcela que pode ganhar valor econômico	Identificação, dentre os diversos tipos de resíduos gerados, do potencial de valorização econômica		Medidas tomadas para garantir a valorização econômica dos resíduos e apresentação da parcela valorada

A subcategoria em questão foi desconsiderada pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

TEMA 10 – Ecossistemas e biodiversidade

Tabela 8.18 – Subcategoria 10.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	10.1 Valorização e proteção da biodiversidade		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Proteção das espécies (FLORA)	Inventário das espécies predominantes (FLORA) e adoção de medidas de proteção	Inventário detalhado das espécies presentes (FLORA) e adoção de medidas de proteção	
b) Respeito às zonas protegidas e às zonas de habitat das espécies	Inventário das espécies predominantes (FAUNA) e adoção de medidas de proteção	Inventário detalhado das espécies presentes (FAUNA) e adoção de medidas de proteção	
c) Proporção entre os espaços verdes naturais e plantados, corredores verdes	Cálculo da proporção entre os espaços verdes naturais e plantados		Implantação de corredores verdes
d) Desenvolver conectividade ecológica			Desenvolver uma oferta de jardins coletivos / compartilhados e sensibilizar para a jardinagem biológica (laços sociais, etc.)

Os critérios para definição do desempenho dos indicadores a e b da Tabela 8.18 tratam de assuntos não aplicáveis ao presente trabalho e foram desconsiderados.

Pode-se verificar no Projeto Geométrico do loteamento (ANEXO I), a área referente aos espaços verdes plantados é bastante inferior à dos espaços verdes naturais. Compondo os espaços verdes plantados somam as Áreas Verdes 1 a 14, com área total de 14.654 m². Os espaços verdes naturais são representados pela Mata (Área Verde 15) e pelas APPs, com área total de 69.372 m². Calcula-se então a proporção de 1/5 entre espaços verdes plantados e espaços verdes naturais. Como não foram implementados corredores verdes, não é possível a obtenção do nível de desempenho Excelente para o indicador c, somente do nível de desempenho Bom. Quanto ao indicador d da Tabela 8.18, foram previstas áreas comuns com jardins coletivos. São exemplos dessas as Áreas Verdes 6, 8 e 10 e as Áreas de Lazer 1 e 2. Com a criação de uma política de conscientização dos usuários foi possível atingir o nível de desempenho Excelente para esse indicador.

TEMA 11 – Riscos naturais e tecnológicos

Tabela 8.19 – Subcategoria 11.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	11.1 Prevenção dos riscos naturais		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Parcela da população exposta	Identificação de riscos significativos e proteções necessárias. Avaliação da parcela da população exposta	Identificação de riscos moderados e proteções necessárias. Avaliação da parcela da população exposta.	Identificação de riscos moderados e proteções necessárias. Avaliação da parcela da população exposta.

Durante a visita técnica foi possível analisar grande parte da área do terreno, não sendo identificados riscos naturais. Os riscos verificados seriam de origem não natural, dada a existência de uma LT no local. Acredita-se ser possível alcançar o nível de desempenho Excelente nessa categoria.

Tabela 8.20 – Subcategoria 11.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	11.2 Prevenção da poluição		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Poluição dos solos	Identificação potencial de poluição significativa dos solos e adoção de medidas mitigadoras	Identificação potencial de poluição moderada dos solos e adoção de medidas mitigadoras	Identificação potencial de poluição moderada dos solos e adoção de medidas mitigadoras
b) Poluição atmosférica	Identificação potencial de poluição atmosférica significativa e adoção de medidas mitigadoras	Identificação potencial de poluição atmosférica moderada e adoção de medidas mitigadoras	Identificação potencial de poluição atmosférica moderada e adoção de medidas mitigadoras
c) Poluição da água	Identificação potencial de poluição significativa das águas e adoção de medidas mitigadoras	Identificação potencial de poluição moderada das águas e adoção de medidas mitigadoras	Identificação potencial de poluição moderada das águas e adoção de medidas mitigadoras

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

TEMA 12 – Riscos naturais e tecnológicos

Tabela 8.21 – Subcategoria 12.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	12.1 Qualidade sanitária dos espaços		
	DESEMPENHO		
INDICADORES	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Exposição a fontes eletromagnéticas	Fontes <energia> Identificação das fontes emissoras de ondas eletromagnéticas de baixa frequência do entorno.	Identificação das fontes emissoras de ondas eletromagnéticas de baixa frequência do entorno do empreendimento.	Fontes <energia> Medidas justificadas e satisfatórias para otimizar a escolha das fontes em relação a seu impacto eletromagnético
	Fontes <telecomunicações> Identificação das fontes de radiofrequência do entorno imediato.	Fontes <telecomunicações> Medidas justificadas e satisfatórias para otimizar o campo eletromagnético do empreendimento.	

Foi identificado no local a existência de uma linha de transmissão de energia de alta tensão. De modo a impedir o contato dos condôminos com a faixa de servidão dessa LT, optou-se por isolar esta área do novo loteamento, mantendo-a fora dos limites do empreendimento. Espera-se obter o nível de desempenho Excelente para essa categoria.

Tabela 8.22 – Subcategoria 12.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	12.2 Qualidade sanitária do ar		
	DESEMPENHO		
INDICADORES	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Nível de qualidade do ar		Realização de medições do nível de qualidade do ar de fundo	Instalação de painéis medidores e indicadores da qualidade do ar em tempo real

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.23 – Subcategoria 12.3 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	12.3 Qualidade olfativa		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Redução do desconforto olfativo	Identificação das fontes emissor as de odores e medidas adotadas para minimizar seus efeitos sobre os habitantes	Não exigido em S	

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.24 – Subcategoria 12.4 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	12.4 Exposição ao ruído		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Nível sonoro na fachada, de dia e de noite	Realização do mapa acústico do bairro ou loteamento e identificação dos níveis sonoros de fundo	Sinalização no mapa acústico dos limites, por área, dos níveis sonoros resultantes durante o dia e a noite (limites mais restritivos que a legislação)	

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

TEMA 13 – Economia do projeto

Tabela 8.25 – Subcategoria 13.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	13.1 Pertinência do planejamento financeiro		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Planejamento financeiro	Identificação das fontes de recursos Planejamento financeiro		
b) Serviços do bairro	Estimativa dos custos operacionais de infraestrutura (luz, água, etc.) do bairro	Estimativa dos custos operacionais de infraestrutura e serviços (jardinagem, segurança, etc.) do bairro	Estimativa dos custos operacionais de infraestrutura e serviços (jardinagem, segurança, etc.) do bairro e estimativa da economia

A subcategoria em questão foi desconsiderada pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.26 – Subcategoria 13.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	13.2 Alcance econômico do projeto		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Tempo de comercialização	Monitoramento	60 % comercializado antes do lançamento	80 % comercializado antes do lançamento
b) Tempo de comercialização	Monitoramento (conforme cronograma do empreendimento)	60 % comercializado até a entrega do empreendimento	80 % comercializado até a entrega do empreendimento

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

TEMA 14 – Funções e pluralidade

Tabela 8.27 – Subcategoria 14.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	14.1 Pluralidade funcional		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Parcela da área construída	Identificação do percentual de área construída dedicada a cada tipologia Três tipologias – cada tipologia > 5 % área construída	Identificação do percentual de área construída dedicada a cada tipologia Três tipologias – cada tipologia > 5 % área construída	Identificação do percentual de área construída dedicada a cada tipologia Quatro tipologias – cada tipologia > 5 % área construída
b) Taxa de emprego	Quantificar oferta e demanda de empregos		
c) Criação de empregos		Oferta local de alimentos	Oferta local de outros dois serviços / comércio básicos (farmácia, lojas de conveniência, etc.)

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.28 – Subcategoria 14.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	14.2 Pluralidade social		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Oferta de edifícios (classes econômicas: A1, A2, B1, B2, C1, C2, D e E)	Ofertar edificações (das tipologias predominantes) acessíveis para duas classes econômicas	Ofertar edificações (das tipologias predominantes) acessíveis para três classes econômicas	Ofertar edificações (das tipologias predominantes) acessíveis para quatro classes econômicas

O loteamento proposto visa atender diferentes classes econômicas, conforme comentado no capítulo 11. São ofertados lotes de diferentes tamanhos, com nível de valorização diferenciado em função do posicionamento no empreendimento, sendo também possível a aquisição de mais de um lote. O nível de desempenho Excelente provavelmente seria alcançado.

Tabela 8.29 – Subcategoria 14.3 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	14.3 Pluralidade dos usos nos espaços públicos		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Partilha do espaço	Acesso público a um espaço ou serviço	Acesso público a dois espaços ou serviços	Acesso público a três espaços ou serviços
b) Animação sociocultural	Criar um espaço que incentive a integração social (creches, pontos de encontro, etc.)	Criar dois espaços que incentivem a integração social (creches, pontos de encontro, etc.)	Criar três espaços que incentivem a integração social (creches, pontos de encontro, etc.)

Trata-se de um loteamento aberto, sem controle de acesso público, sendo possível atender ao indicador a desta categoria para o nível Excelente.

O indicador b aparentemente foi criado para bairros e não deveria fazer parte do escopo da certificação para loteamentos.

TEMA 15 – Funções e pluralidade

Tabela 8.30 – Subcategoria 15.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	15.1 Criar um conforto visual satisfatório		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Abertura do céu, profundidade da vista	A partir da análise do local do empreendimento, e do projeto, identificação das potencialidades e limitações do patrimônio natural e construído em termos de acesso às vistas. Implantação do empreendimento no terreno a fim de otimizar o acesso às vistas: - Respeito aos documentos de urbanismo (prospectos, gabaritos, etc.), - Oferecer tanto quanto possível acesso às vistas naturais, - Limitar os incômodos visuais provocados pelo ambiente construído do entorno, Disposição de implantação e de planos de massa justificadas e satisfatórias		

Esta subcategoria foi considerada durante o desenvolvimento do Projeto Geométrico

do empreendimento (ANEXO I). Foi atendida a legislação pertinente, no que diz respeito às características urbanísticas. Por se tratar de um loteamento, onde será permitida somente a construção de casas num terreno isolado, as vistas dos condôminos serão respeitadas, evitando incômodos.

Tabela 8.31 – Subcategoria 15.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	15.2 Criar um conforto ambiental satisfatório		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Insolação	A partir da análise do local do empreendimento e do projeto, identificação: - do potencial de insolação do terreno, - dos impactos do ambiente construído, - dos eventuais sombreamentos naturais ou artificiais presentes sobre o local do empreendimento, - das necessidades de proteção solar ou de criação de zonas sombreadas. Disposição arquitetônica, paisagística e de planos de massa justificadas e satisfatórias para otimizar o aporte solar sobre o terreno.		
b) Limitar os incômodos causados pelo vento	A partir da análise do local do empreendimento e do projeto, identificação dos efeitos indesejáveis do vento. Disposições arquitetônicas e de planos de massa justificadas e satisfatórias para proteger as zonas sensíveis dos ventos.		

É clara a complexidade de se estudar os itens propostos nessa. Esta foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.32 – Subcategoria 15.3 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	15.3 Criar um ambiente seguro		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Percentual de implantação de rede de vigilância em área total	Controle central	Controle perimetral	Controles em diversas centralidades

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente

trabalho.

TEMA 16 – Inserção e formação

Tabela 8.33 – Subcategoria 16.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	16.1 Inserção e formação		
INDICADORES	DESEMPENHO		
	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Estimular a formalidade na cadeia da construção produtiva da construção civil – produtos	Escolha de fabricantes de produtos que não praticam a informalidade fiscal e fornecedores de serviços que não praticam a informalidade fiscal e trabalhista, na cadeia produtiva, no mínimo para 50 % da quantidade total	Idem nível B para 80 % da quantidade total dos produtos	
b) Estimular a formalidade na cadeia da construção produtiva da construção civil – canteiro de obras	Garantir a formalidade fiscal e trabalhista da(s) empresa(s) construtora(s) contratada(s)	Garantir a formalidade fiscal e trabalhista de 100 % da(s) empresa(s) subcontratadas pela(s) construtora(s)	
c) Estimular a formalidade na cadeia da construção produtiva da construção civil – operação e uso	Orientar a contratação de serviços que não praticam a informalidade fiscal e trabalhista		

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

TEMA 17 – Atratividade, dinâmicas econômicas e estrutura de formação locais

Tabela 8.34 – Subcategoria 17.1 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	17.1 Atratividade econômica		
	DESEMPENHO		
INDICADORES	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Desenvolvimento local	Avaliar a disponibilidade de materiais locais para a etapa de construção	Utilizar 10 % de materiais locais	Utilizar mais que 10 % de materiais locais
	Avaliar a disponibilidade de mão de obra local para a etapa de construção	Utilizar 10 % de mão de obra local	Utilizar mais que 10 % de mão de obra local
	Avaliar a necessidade de serviços / comércio da localidade		

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

Tabela 8.35 – Subcategoria 17.2 da certificação Processo AQUA

SUBCATEGORIA:	17.2 Dinâmicas econômicas		
	DESEMPENHO		
INDICADORES	BOM	SUPERIOR	EXCELENTE
a) Indicadores ligados ao lazer e ao turismo	A partir da análise das necessidades e expectativas dos usuários, criar formas de lazer local adequadas	A partir da análise das necessidades e expectativas do usuário, criar eco atividades adequadas	A partir da análise das necessidades e expectativas do usuário, criar eco atividades adequadas e infra estrutura para o turismo

A subcategoria em questão foi desconsiderada, pois aborda assuntos que exigiriam estudos específicos para uma mais profunda análise, fugindo do escopo do presente trabalho.

A seguir, é apresentada um quadro resumo contemplando os temas e subcategorias a serem considerados no desenvolvimento do presente trabalho e os níveis de desempenho pleiteados em cada uma destas.

Quadro 8.1 – Subcategorias da certificação Processo AQUA a serem consideradas

CATEGORIAS	TEMAS	SUBCATEGORIAS	NÍVEL DE DESEMPENHO ESPERADO
I. INTEGRAÇÃO E COERÊNCIA DO BAIRRO	1. TERRITÓRIO E CONTEXTO LOCAL	1.1 O impacto do desenvolvimento do bairro ou loteamento nos bairros vizinhos	E
		1.2 As interações com os bairros vizinhos	S
	2. DENSIDADE	2.1 Densidade	E
	3. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE	3.1 Valorização dos meios de transporte com baixo impacto ambiental	E
	4. PATRIMÔNIO, PAISAGEM E IDENTIDADE	4.1 Valorização e proteção do patrimônio cultural, arquitetônico ou urbanístico	E
		4.2 Valorização e proteção da paisagem	E
	5. ADAPTABILIDADE E POTENCIAL EVOLUTIVO	5.1 Flexibilidade dos espaços em função de novas necessidades	E
	6. ÁGUA	6.2 Drenagem	B
	8. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS URBANOS	8.2 Movimento de terra	E
	10. ECOSISTEMAS E BIODIVERSIDADE	10.1 Valorização e proteção da biodiversidade	S
II. RECURSOS NATURAIS	11. RISCOS NATURAIS E TECNOLÓGICOS	11.1 Prevenção dos riscos naturais	E
	12. SAÚDE	12.1 Qualidade sanitária dos espaços	E
	14. FUNÇÕES E PLURALIDADE	14.2 Pluralidade social	E
	15. AMBIENTES E ESPAÇOS PÚBLICOS	15.1 Criar um conforto visual satisfatório	E
III. VIDA SOCIAL E DINÂMICAS ECONÔMICAS			

8.2 Loteamentos certificados

O primeiro empreendimento a conquistar a certificação de sustentabilidade Processo AQUA - Bairros e Loteamentos foi o Residencial Dahma Golf I, realizado pela Dahma Urbanizadora.

Este loteamento fica no município de São Carlos (SP), localizado a cinco quilômetros do centro da cidade, às margens da rodovia SP-318, que liga as cidades de São Carlos a Ribeirão Preto.

Mesmo situado na periferia da zona urbana de São Carlos e, portanto, refém do transporte individual para a maior parte dos deslocamentos gerados a partir e para o sítio, foram incorporados conceitos de sustentabilidade que lhe garantiram a certificação da Fundação Vanzolini.

Dos dezessete critérios de desempenho que o Processo AQUA avalia, o Residencial Dahma Golf I obteve o nível excelente em oito categorias, o nível superior em quatro e cinco atingiram o nível bom.

Assim como o loteamento proposto neste trabalho de formatura, o primeiro empreendimento certificado pelo Processo AQUA - Bairros e Loteamentos não se enquadra no modelo de desenvolvimento preconizado pelo Novo Urbanismo, uma corrente de pensamento que defende cidades completas interagindo com o sistema de transporte coletivo de âmbito regional. Dentre os ideais desta corrente estão: privilegiar revitalização de áreas previamente urbanizadas, promover compacidade e melhor o aproveitamento e o uso do espaço.

Esta é uma crítica frequente de urbanistas que condenam a ocupação do solo através do modelo de Urbanização Dispersa, que cria loteamentos longe dos centros urbanos. De fato, este modelo provoca a criação de centros que, apesar de "completos quanto a infraestrutura urbana relacionada à habitação, não possuem oferta completa de locais de trabalho, estudo ou lazer." (ABIKO, 2009, p. 5)

Disso resulta uma grande dependência dos meios de transporte individuais e um aumento da distância média das viagens geradas. Este fenômeno, no entanto, tem sido mundial e cabe às certificações sustentáveis nortear este crescimento de forma mais ecológica possível. Mascaró (2005) alerta sobre o grau com qual os assentamentos agredem o ecossistema natural, e que "o novo sistema ecológico criado poderá ser agradável ou não, estável ou instável, econômico ou

antieconômico, dependendo, em grande parte, do critério com que o urbanista o trata".

Os princípios e procedimentos de avaliação ambiental têm, portanto, o poder de promover medidas e ações adequadas para a mitigação e prevenção de problemas gerados pelos empreendimentos. Segundo Abiko (2009) "os métodos de avaliação ambiental de espaços urbanos podem contribuir para orientar a tomada de decisões nas soluções de projeto [...]".

Assim, apoiado em alguns conceitos do Novo Urbanismo é que os loteamentos sustentáveis são concebidos. Dentre estes estão: preservação de espaço aberto, *mix* de usos, projeto amigável ao pedestre e ao ciclista, acesso a espaço verde e habitações economicamente acessíveis.

Cabe ressaltar que "as certificações ambientais são insuficientes para avaliar a evolução urbana sustentável [...]" (ABIKO, 2009, p. 27). No entanto, seus parâmetros devem ser incorporados na concepção de novos empreendimentos com a intenção, não apenas de servir como atrativos de mercado, mas de contribuir no traçado urbano em direção à sustentabilidade urbana.

8.2.1 Projeto Gênesis

Outro empreendimento que merece destaque nesta área é o Projeto Gênesis, loteamento desenvolvido pela Y. Takaoka, localizado no município de Santana do Paranaíba. Ele foi idealizado sob a premissa de preservar o máximo possível de mata existente no local. Tal esforço resultou em mais de 70% da área total como área verde.

Assim como os demais, sua localização é afastada do centro urbano, resultando em todos os aspectos negativos citados acima que este tipo de desenvolvimento acarreta.

No entanto, adotando princípios de sustentabilidade, seu projeto foi concebido buscando maior harmonia com o meio ambiente. Para tanto foram tomadas medidas como o plantio de 150.000 mudas de árvores e a utilização de madeiras certificadas que lhe garantiram a certificação ISO 14.001. Este certificado é auditado pela International Organization for Standardization (ISO) e atesta a responsabilidade ambiental no desenvolvimento das atividades de uma organização.

9 DEFINICAO DO PUBLICO ALVO E TAMANHO DOS LOTES

A fazenda Córrego das Pedras encontra-se a 6 km da cidade de Jardinópolis, com 37.661 habitantes¹⁸, e a 5 km da cidade de Ribeirão Preto, com 604.682 habitantes¹⁹.

Tendo em vista a proximidade do terreno com a cidade de Ribeirão Preto, com um número grande de habitantes, bem como o fato de Ribeirão Preto possuir o trigésimo maior PIB do país e o 11º do Estado²⁰, os habitantes desta cidade foram escolhidos como público alvo para o empreendimento.

Para a definição do tipo de empreendimento a ser desenvolvido, foi realizada uma conversa com um profissional do mercado imobiliário da cidade, onde foi obtida a informação de que há uma grande procura no município por lotes com cerca de 300 m², em loteamentos fechados, por pessoas da classe C. Ainda de acordo com o mesmo corretor, foi verificado que o preço de mercado para lotes deste tipo seria em torno de 350 reais por m², o que geraria um preço de venda de 105 mil reais para este lote de 300 m² (informação verbal)²¹.

Conforme a Tabela 8.28, um dos critérios da certificação Processo AQUA é o atendimento a pessoas de diferentes classes sociais. Pensando nisto, foi proposto não só atender a procura da classe C com lotes de 300 m², como também procurar uma inserção de mercado mais abrangente, com lotes menores para atender a classes mais baixas, e com lotes maiores para atender a classes mais altas. Assim o empreendimento passou a contar com três tipos diferentes de lotes, de forma a atender classes sociais diferentes.

Procurando a inserção em mercados de menor poder aquisitivo a melhor alternativa de lote fica sendo a definida com mínima pelo plano diretor, exemplificado na Figura 9.1, pois teria um valor final de venda potencialmente menor, tornando-se assim mais acessível a um público de menor poder aquisitivo.

¹⁸ Fonte: IBGE (2010).

¹⁹ Fonte: IBGE (2010).

²⁰ Fonte: Fundação Seade; IBGE, 2009.

²¹ Informação fornecida pelo corretor de imóvel José Egídio Vendramini em conversa realizada no dia 14 de setembro de 2012.

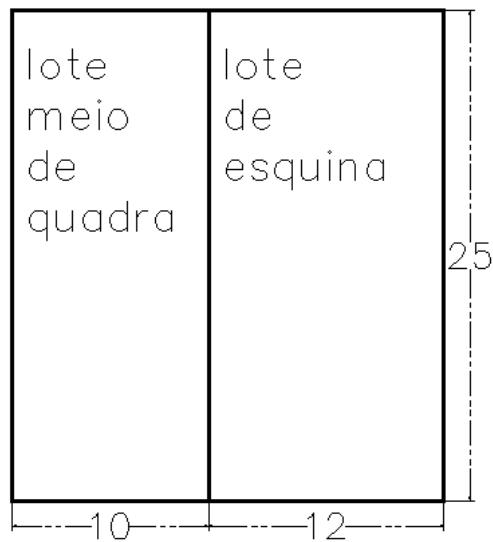


Figura 9.1 – Geometria dos lotes mínimos conforme plano diretor

Sobre o formato dos lotes, segundo Mascaró (2005), na medida em que se aumenta a relação entre a frente (testada) do lote e o seu fundo, é ganho mais liberdade para a construção das casas; porém, os custos de implantação dos lotes aumentam. Ainda segundo Mascaró (2005), classes sociais mais altas procuram não só lotes maiores, mas lotes com essa relação maior, e ele ainda dá uma orientação para a escolha do tamanho e do formato do lote, de acordo com a classe social que se deseja atingir, conforme Figura 9.2.

Pensando em atender ao público que deseja lotes de 300 m², uma boa solução seria definir a frente deste lote como a mínima e aumentar o seu fundo, chegando a um lote de 10m de frente por 30 m de fundo.

Dentro de um loteamento, ainda existe a preferência por lotes mais próximos ao centro do loteamento e às áreas de lazer e comuns, sendo estes lotes, portanto, mais valorizados do que os demais²². Nestes locais mais valorizados, caso os lotes fossem maior, teriam uma boa aceitação por um público de maior renda.

²² Informação fornecida pelo empreendedor imobiliário Luis Augusto de Almeida Pellegrini.

Renda familiar familiar	Relação recomendada (testada x fundo)	Área (m ²)	Alguns exemplos (testada x fundo)
Alta (e habitação coletiva)	1:1	600	18 x 36
	a	a	20 x 40
	1:2	1600	40 x 40
Média	1:3	300	10 x 30
	a	a	10 x 40
	1:4	400	12 x 36
Baixa	1:5 a	125 a	5 x 25
	1:6	200	5 x 30

Figura 9.2 – Recomendação sobre formato dos lotes²³

Assim nestes locais buscou-se implantar lotes maiores e com uma maior relação entre a frente (testada) e o fundo do lote. Desta forma estes lotes, pensados de forma a atender o público de maior renda, ficaram com as dimensões 15 x 30 (testada x fundo).

²³ Fonte: MASCARÓ (2005), p. 59.

10 DIRETRIZES PARA PROJETO GEOMÉTRICO

Ao se pensar em um projeto geométrico de um loteamento, deve-se ter em mente que o seu principal condicionante é o relevo. Assim, “todo sítio tem na topografia parte de suas características principais.” (MASCARÓ, 2005, p. 13)

A interação entre o projeto geométrico e o relevo influencia as declividades das ruas e dos lotes, a movimentação de terra, os custos dos sistemas de drenagem pluvial, dos sistemas de abastecimento de água, do sistema de esgotamento sanitário e além de outros fatores de difícil mensuração, como a ventilação e a insolação da região.

Com o desenvolvimento dos novos equipamentos de terraplanagem, os custos das movimentações de terra foram reduzidos. Com isso, vêem-se comumente loteamentos serem projetados de modo a resolver os problemas de planta com grandes cortes e aterros, gerando assim um grande impacto ambiental (MASCARÓ, 2005).

“Não se pode dar uma regra geral, mas geralmente os sistemas mais agradáveis são aqueles que contêm menores alterações, tornando-se mais econômicos e estáveis no tempo” (MASCARÓ, 2005, p. 13). Esta frase retrata bem o fato de que desenhos urbanos que respeitam a topografia são, em geral, mais agradáveis, econômicos e sustentáveis, na medida em que dispensam grandes movimentações de terra.

10.1 Vias

O início do traçado urbano é dado pela definição de avenidas, ruas e caminhos para pedestres. Estes assumem traçados muito diferentes, variando com a topografia do local, as características dos usuários e o motivo pela qual transitam nesta via. Não se pode esquecer que o sistema viário é também, basicamente, um sistema de canais de escoamento de águas pluviais, as quais dependem necessariamente da topografia local.

A via tem múltiplas funções, e uma delas é conter todos os serviços de infraestrutura urbana compostas de uma série de redes, aéreas e subterrâneas. O projeto destas instalações urbanas é de muita importância para que esta seja implantada de

maneira racional, facilitando a sua manutenção e uma possível expansão futura. A desordem no projeto, ou, ampliações mal planejadas, podem provocar prejuízos aos usuários como valas abertas durante muito tempo, perigo para circulação, interdição de vias entre outras.

Uma organização no subsolo urbano gera forte economia urbana, desde a implantação da área até a operação, manutenção e ampliação dos serviços ao longo dos anos.

Além das funções secundárias citadas acima, as vias também são responsáveis pela circulação de veículos e pessoas visando atender critérios de conforto e trafegabilidade.

10.1.1 Dimensões usuais de vias e suas declividades

A presença maciça de veículos comumente observada nos bairros faz com que seja difícil conceber um sistema viário sem pensar nos automóveis. A grande quantidade de veículos implica em um projeto geométrico de rua com declividades suave e raios de curvaturas grandes e largura adequada.

O dimensionamento da largura das ruas é essencial para um adequado fluxo de veículos. Projeta-se a largura com base na sua taxa de ocupação e na função em que ela exerce. A pouca largura pode trazer problemas desagradáveis. No Plano Diretor existem normas que devem ser seguidas, onde estas comumente limitam inferiormente a dimensão das vias. A Figura 10.1 esquematiza as dimensões mínimas de uma via impostas pelo Plano Diretor de Jardinópolis (SP).

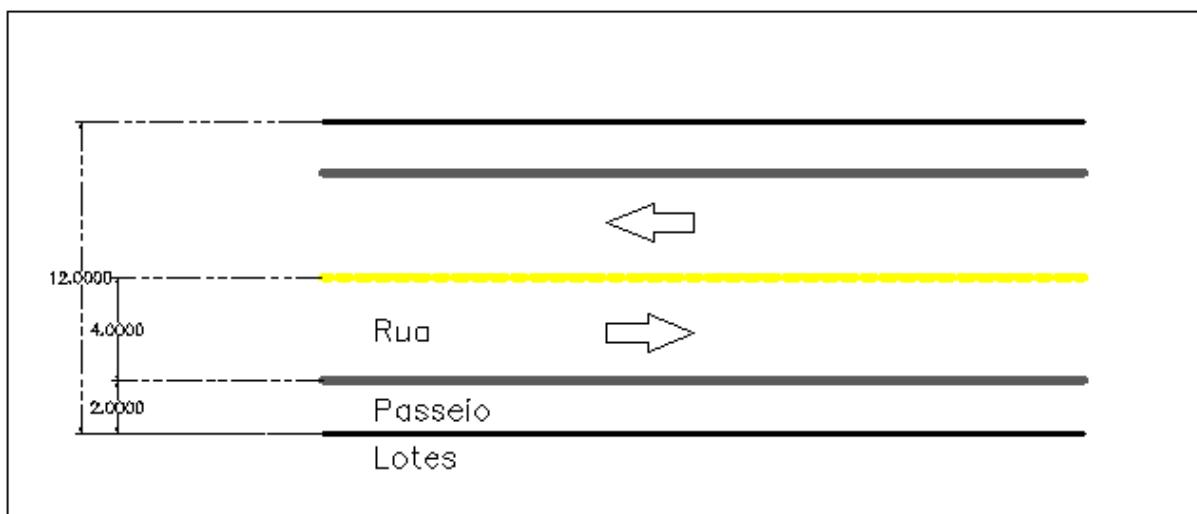


Figura 10.1 – Dimensões mínimas de uma via local segundo Plano Diretor de Jardinópolis (SP)

Mascaró (2005) propõe para as vias locais (conforme Figura 10.2) dimensões para as faixas de rolamento, estacionamento, ciclo faixas e calçadas, sendo que esta última pode variar, dependendo do fluxo de pessoas que se espera para elas.

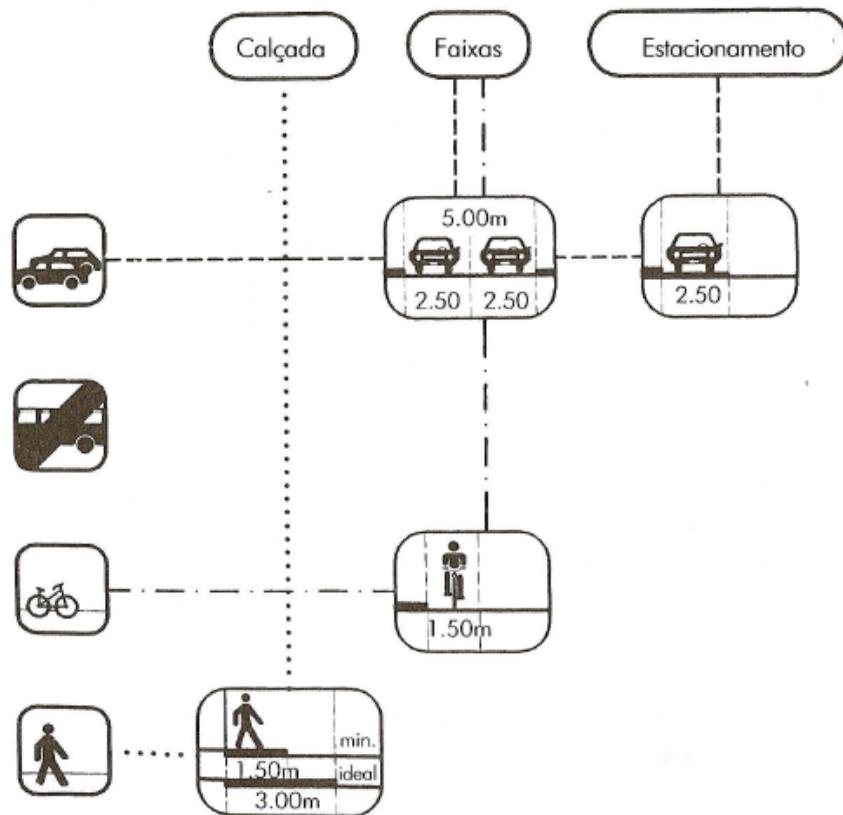


Figura 10.2 – Dimensões de uma via local segundo Mascaró²⁴

Conforme citado no início deste capítulo, a declividade da área e o projeto geométrico da mesma estão relacionados. Segundo Mascaró (2005), para as vias, seu perfil longitudinal deve acompanhar, dentro do possível, a topografia do local. O movimento de terras, com seus cortes e aterros é um dos itens mais caros das obras viárias. Além de serem caros, os cortes e aterros tornarão as residências desniveladas em relação às ruas, o que tornará incômoda e onerosa a sua construção.

²⁴ Fonte: MASCARÓ (2005), p.72

10.1.2 Curvas nas vias

A prefeitura do Rio de Janeiro fez um dimensionamento de vias que é considerado como referência por Mascaró. Segundo o autor, esta prefeitura adotou para raios mínimos de curvatura os seguintes valores:

- 5,0 metros para entroncamentos em vias locais;
- 30,0 metros para curvas contínuas nas vias.

O traçado de uma via mais retilínea possível nem sempre é a melhor opção. Pode-se observar na Figura 10.3 que foram necessários fazer grandes cortes e aterros para a implantação da via retilínea (a), tornando a via com declividade quase constante, ideal para o tráfego de veículos. Porém, além de ser uma implantação cara por conta da movimentação de terras, os lotes nesta via ficam fortemente prejudicados.

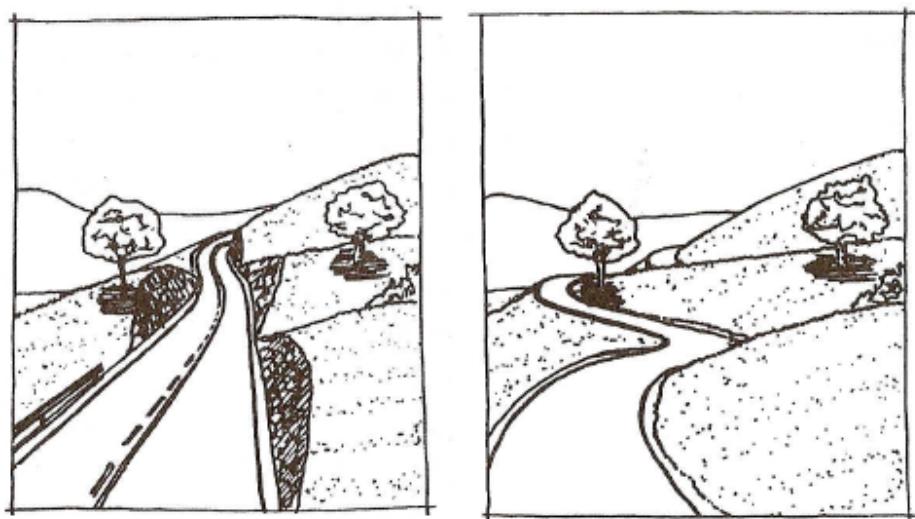


Figura 10.3 – Implantação de ruas segundo dois critérios²⁵

No caso da via que acompanha as ondulações do terreno (à direita da Figura 10.3), os cortes e aterros são mínimos e a via terá inúmeras curvas, que diminuem a velocidade do tráfego, dando mais segurança aos moradores da via. Além disto, os lotes estão mais planos e necessitarão de menores cortes e aterros ao serem implantados, tendo a habitação prioridade frente ao primeiro caso.

No caso de avenidas e ruas principais, a implantação deve ser mais ligada ao caso das vias ao lado esquerdo da Figura 10.3, e em ruas interiores ao bairro devem estar

²⁵ Fonte: MASCARÓ (2005), p. 123

ligadas ao caso de vias ao lado direito.

Por fim, deve-se levar em conta que as ruas contêm redes, e que a curvatura nessas ruas não deve ser tão pronunciada a ponto de obrigar a colocação de elementos adicionais na rede.

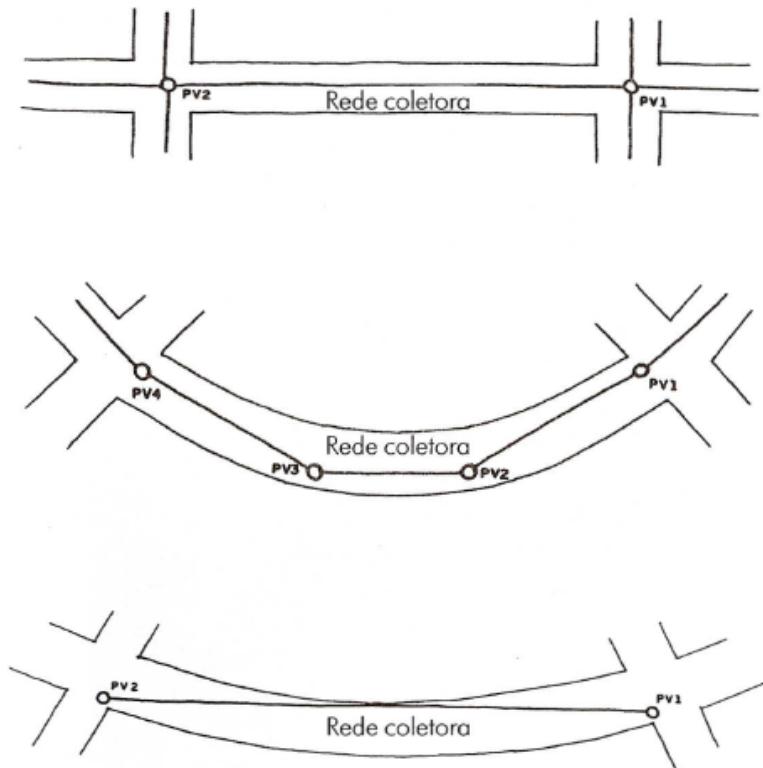


Figura 10.4 – Compatibilização entre ruas curvas e redes de serviço²⁶

A Figura 10.4 mostra um esquema da influência da curva em uma rede coletora. Se a rua fosse reta, ter-se-ia apenas dois poços de visitas. Já em ruas muito curvas, os poços de visita ficariam multiplicados.

10.1.3 Estacionamentos

O estacionamento de veículos pode adotar diversas configurações, das quais os mais usuais são o estacionamento paralelo, a 45º e a 90º. Cada alternativa tem características diferentes quanto a interferência no tráfego de pistas adjacentes, e quanto à taxa de aproveitamento, conforme Figuras 10.5 e 10.6.

²⁶ Fonte: MASCARÓ (2005), p. 125

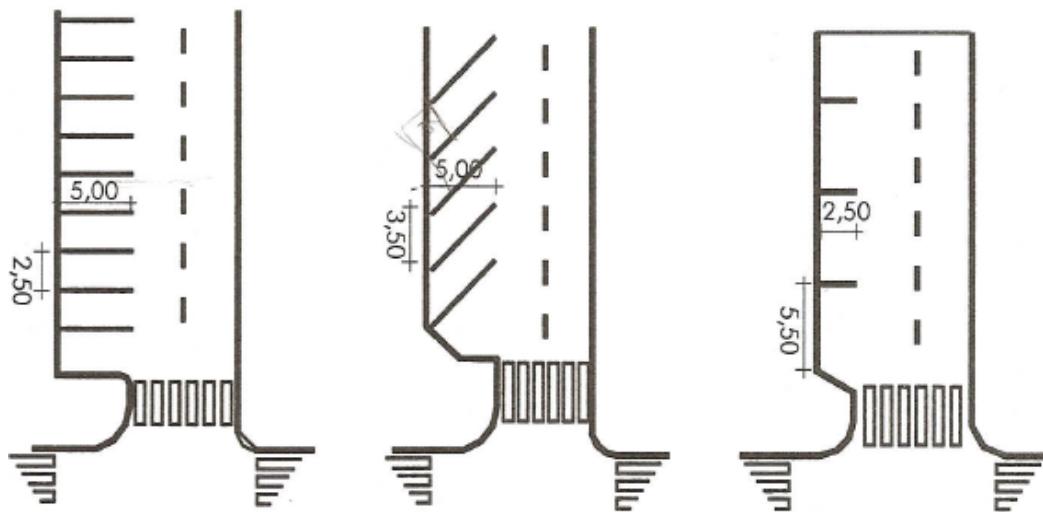


Figura 10.5 – Alternativas de estacionamento para veículos²⁷

Tipo de estacionamento	Esquema	Área ocupada por automóvel (m ²)	Redução capacidade da pista adjacente (%)	Quantidade de pistas com interferências
Paralelo		15	50	1
45°		17,5	70	1
90°		12,5	50	2

Figura 10.6 – Características das alternativas de estacionamento²⁸

10.1.4 Vias para pedestres

O dimensionamento das vias para os pedestres deve ser feito como as de uso veicular, proporcionando um trânsito seguro e confortável, tendo suas faixas determinadas em função do fluxo esperado, das declividades, da presença do

²⁷ Fonte: MASCARÓ (2005), p. 78

²⁸ Fonte: MASCARÓ (2005), p. 78

mobiliário urbano, das redes de infraestrutura, da arborização, etc.

Segundo Mascaró (2005), para os passeios, a largura mínima recomendável é de 2,40 metros, onde são considerados 1,20 m para o trânsito de pedestres em duas direções, uma faixa de 0,60 m para mobiliário urbanos de pequeno porte e um espaço morto de 0,60 m entre a faixa de circulação e a linha de edificação. Para o transito de deficientes físicos, a largura dos passeios deve ser acrescida entre 0,20 m e 0,30 m.

No entanto, as larguras ideais para as vias de pedestres são maiores, sendo 1,00 m para arborização e posteamento, 1,60 m para trânsito de pedestres e 1,00 a 1,40 m para locação de redes subterrâneas, atingindo de 3,60 a 4,00m no total.

A declividade de conforto para o pedestre é de até 7%, podendo chegar a 10%, declividade em que os deficientes apresentam dificuldade em circular, mas continuam possibilitados.

Quando as declividades das vias para pedestres extrapolarem o limite aceito, estas devem ser intercaladas, ou, completamente construídas com escadas, cujos custos são de 50% a 100% maiores que os custos de construção da rampa.

10.1.5 Vias cicláveis

Segundo Mascaró (2005), são quatro os tipos básicos de vias cicláveis, sendo estes:

- Alargamentos de vias veiculares: consiste no tráfego compartilhado de veículos motorizados e biciclos leves. O alargamento deve ser no mínimo de 1,50 m por faixa de tráfego.
- Ciclo faixa: é o caso de uma faixa de tráfego exclusiva para circulação de biciclos leve separada das outras faixas de tráfego por uma linha pintada no pavimento. É a opção mais barata e sempre é unidirecional. Utilizada normalmente em vias locais. Estas podem ser entre o meio-fio e a faixa de tráfego, ou entre a faixa de estacionamento e a faixa de tráfego.
- Ciclovia: é o caso de uma faixa exclusivamente destinada a circulação de biciclos leves, separadas das outras faixas por um canteiro. Pode ser uni ou bidirecional. Pode se localizar em canteiros centrais ou nas laterais das vias, com atenção para acessos e saídas.
- Ciclovia independente: é o caso em que a ciclovia está completamente

desvinculada do sistema viário existente. Esta solução é utilizada somente em casos excepcionais.

O dimensionamento das vias cicláveis leva em consideração o sentido da faixa de tráfego adjacente, se houver.

Ciclo faixas no sentido da via, devem possuir larguras de até 2,00 m, podendo se reduzir, excepcionalmente em trechos curtos, para até 1,00 m. A linha de limitação deve ter 0,30 m. Esta deve ser forte e clara, devendo ser interrompida em cruzamentos, e entradas de garagens ou similares. Para o dimensionamento em contra fluxo, a largura total deve ser de até 2,30 m, podendo ser reduzidas em trechos curtos para até 1,20 m. A linha de limitação pode ser substituída para blocos de concreto.

Nas cicloviás unidirecionais, a largura recomendada é de 2,00 m. O canteiro separador deve ter largura mínima de 0,60 m, podendo ser substituídos por pinturas no pavimento em entrada de garagens ou similares, substituição esta não podendo ser muito frequente.

Nas cicloviás bidirecionais a largura recomendada é de 3,00 m, podendo reduzir até 2,50 m. Deve haver uma linha de delimitação entre os dois fluxos, sendo que nas proximidades de interseções deve haver limitação física, com setas indicadoras de sentido. A largura de cada sentido será menor que 2,00 m, não podendo ser menor que 1,20 m.

A declividade lateral mínima é de 0,5 %, e o raio mínimo de curvatura de 30,0 m. As declividades longitudinais máximas são 2% para comprimentos de até 450 metros, 5% para trechos de até 90 metros e até 10% para pequenos trechos.

10.2 Malha Urbana

Para os traçados urbanos, “como em todo problema de desenho, não existe nenhuma receita que tenha validade absoluta” (MASCARÓ, 2005, p. 25). Como regra geral, deve-se escolher a posição e direção de todas as ruas de forma a ter declividade suficiente para escoar toda a água da chuva. Para isso, obviamente, deverão ser posicionadas cortando as curvas de nível, assegurando assim, que todas as ruas tenham declividade.

Existem inúmeros tipos de traçados urbanos. O mais usual deles é a malha

ortogonal por conta de que todos os traçados não ortogonais terem maiores custos e menores taxas de aproveitamento se comparado ao traçado ortogonal, por formarem glebas irregulares. O custo se torna ainda maior quando se analisa a quantidade de vias para atender uma mesma área urbana, aumentando o perímetro dos quarteirões quando se afasta do quadrado. Os cruzamentos atípicos também terão maior superfície a ser pavimentada. “Em resumo, quando se abandona o modelo da quadrícula ortogonal, é possível afirmar que, pela quantidade de metros de vias e redes em geral, por lote servido, tem-se um custo entre 20% e 50% maior do que com malhas ortogonais.” (MASCARÓ, 2005, p. 37-38)

Mascaró (2005) classifica as malhas urbanas, em três tipos:

- Malha aberta: composta basicamente por quarteirões que não são completamente circundados por vias gerando muitas ruas sem saída.
- Malha fechada: tecido urbano fechado, facilitando o fluxo de veículos e encurtando os caminhos. As quadras são totalmente rodeadas por vias.
- Malha mista: uma combinação das malhas abertas e fechadas.

10.2.1 Desenho da malha e o aproveitamento da infraestrutura

Com malhas urbanas abertas têm-se um melhor aproveitamento, em termos econômicos, da infraestrutura quando comparado com malha fechada. Nas abertas é necessária menor quantidade de vias e mais lotes são servidos para áreas iguais. As Figuras 10.7 e 10.8 apresentam dados comparativos levantados por Mascaró (2005) entre o aproveitamento da infraestrutura de loteamentos já existentes com traçados baseados em malhas fechadas e abertas.

Nome do loteamento	Quantidade de lotes por hectare	Área do sistema viário (%)
Jardim Santa Filomena	19,4	25,2
Jardim Nambá	23,7	25,7
Jardim Piquerobi	19,3	24,0
Jardim Celso Alves de Lima	23,6	27,1
Jardim IVA	18,9	24,5
Lar São Paulo	18,1	26,9
Jardim Mirim	16,9	27,2
Média	19,9	25,8

Figura 10.7 – Rendimentos em loteamentos com traçados em malha fechada²⁹

Nome do loteamento	Quantidade de lotes por hectare	Área do sistema viário (%)
Jardim Marília	21,9	23,7
Jardim Eliane	20,5	24,8
Jardim Cidade Piriubá	19,7	25,4
Parque CECAP Caçapava	29,4	21,5
Parque Saboy City	20,8	22,4
Parque CECAP Rio Claro	30,5	20,9
Parque CECAP Rio Preto	20,8	23,4
Média	23,3	23,4

Figura 10.8 – Rendimentos em loteamentos com traçados em malha aberta³⁰

Nota-se que os loteamentos de malha aberta possuem um melhor rendimento que os de malha fechada, porém esta diferença não chega a ser muito significativa (cerca de 10%).

Mesmo a malha aberta possuindo melhor aproveitamento que a malha fechada, ela é passível de críticas como:

- Vulnerabilidade a interrupções no serviço;
- Aumento do custo de transporte para unir os diferentes pontos;
- Dificuldade na coleta de lixo, distribuição de gás, correspondência, etc.

A fim de aperfeiçoar os traçados tanto do ponto de vista de economia de

²⁹ Fonte MASCARÓ (2005), p. 40

³⁰ Fonte: MASCARÓ (2005), p. 40

implantação como dos custos de transportes, criou-se soluções mistas de desempenho mais adequado. Segundo Mascaró (2005), para vias de tráfego intenso o mais adequado é a malha fechada, e para vias de tráfego mais leve, vias secundárias, os traçados de malha aberta são os mais indicados. Para o autor, traçados mistos obtiveram um resultado muito bom, dado que a maior parte dos custos de transportes depende das vias principais, e a maior parte dos custos de infraestrutura das vias secundárias.

10.2.2 Tamanho e forma dos quarteirões e lotes

O desenho da malha urbana e o aproveitamento da infraestrutura estão muito relacionados com o tamanho das quadras. A área dos quarteirões está diretamente ligada com o aproveitamento da estrutura dos loteamentos.

Os quarteirões na malha ortogonal geralmente são quadrados ou retangulares. Formas diferentes, como a triangular, apresentam um baixíssimo aproveitamento da infraestrutura, além de os lotes ficarem em formato irregulares, dificultando sua construção e o aproveitamento do lote. Este último tipo de lote é aceito apenas em casos extremos.

A Figura 10.9 compara, para quadras quadradas e retangulares, supondo diversos tamanhos de quadras, o aproveitamento da gleba e a área de lote resultante.

Tipologia da quadra	Indicador	Quadras de 1 há	Quadras de 1,44 há	Quadras de 2,89 há
	Lotes por Km de rua	122,82	136,36	151,79
	Lotes por hectare	21,54	20,67	16,54
	Lotes por Km de rua	127,74	146,79	168,95
	Aumento em relação a (a)	4%	7,6%	11,3%
	Lotes por hectare	24,04	25,54	26,19
	Aumento em relação a (a)	11,6%	23,6%	58,3%

Figura 10.9 – Aproveitamento de quadras quadradas e retangulares³¹

Percebe-se que quadras retangulares apresentam melhor economia na implantação.

³¹ Fonte: MASCARÓ (2005), p. 50

Isso se dá por conta de que nesta forma geométrica, para um mesmo perímetro (comprimento de vias), se consegue uma maior área de lotes. Ou, para uma mesma área de lotes, tem-se um menor perímetro.

Em relação ao tamanho dos quarteirões, pode-se afirmar que, em linhas gerais, quanto maior a área do quarteirão, menor é a área de via por metro quadrado de terreno.

O limitante do tamanho dos quarteirões é o tamanho dos lotes. A área dos lotes, calculadas como “testada x fundo”, limita o crescimento da quadra, pois o comprimento de fundo do terreno se tornaria muito grande.

O tamanho dos lotes, bem como a sua relação “testada / fundo”, influenciam no preço de implantação por metro quadrado de lote. Terrenos com áreas maiores aproveitam melhor a estrutura, já que ocupam uma grande área.

Em relação à forma dos lotes, aqueles que têm uma testada pequena são os mais econômicos do ponto de vista da infraestrutura, já que estes ocupam um pequeno comprimento de via, cabendo maior número de lotes em um mesmo comprimento de via.

Para a classe média, o usual é a relação “testada / fundo” de 1:3 a 1:4.

A valorização do lote, bem como a sua implantação, dependem da inclinação do lote. Lotes com grandes desníveis, principalmente na sua maior direção, tendem a ser menos valorizados por apresentarem um maior custo de construção.

10.3 O Sítio e as Declividades

A declividade deve estar presente em todas as ruas, pois ela é responsável pelo funcionamento de alguns sistemas urbanos, como o de drenagem pluvial e da rede de esgotos.

Segundo Mascaró (2005), estudos mostram que, para a drenagem pluvial, o custo de sua implantação está relacionado com a declividade do terreno, tornando-se mais econômica quando se tem declividade entre 2% e 4%.

A Figura 10.10 apresenta as declividades mínimas e máximas a fim de possibilitar um escoamento superficial da água pluvial, sem causar erosões e empoçamentos, segundo Mascaró (2005). Deve-se lembrar ainda que grandes declividades implicam em dificuldade para o transito de veículos. Assim, em vias locais, a declividade

máxima recomendada é de 15%, e no interior de lotes de 20%.

$i < 2\%$	O terreno natural alaga com inclinações abaixo deste nível. Não se pode gramar.
$i < 8\%$	O terreno pode ser irrigado por aspersão. A água que eventualmente fica em cima da grama, escorrerá lentamente, sem causar prejuízos.
$i > 8\%$	O terreno tem que ser protegido com uma cobertura que pode ser vegetal

Figura 10.10 – Escoamento de água em relação à declividade³²

Para o aproveitamento do sítio, segundo Mascaró (2005) as declividades também deverão ser levadas em conta. Como valores práticos, tem-se para declividades de:

- 2% ou menos: são locais que devem ser evitados, pois terão dificuldades de drenagem; podem ser utilizados se forem pavimentados pelo menos parcialmente.
- 2% a 7%: são ideais para qualquer uso, parecem planos.
- 8% a 15%: são locais que servem, mas com certas restrições; na situação original podem servir para atividades que não precisem de construções; em caso contrário, devem ser feitos cortes e aterros para dotá-los de patamares.
- 16% a 30%: são locais que devem ser evitados; são necessárias obras especiais para sua utilização. Deverão ser construídas rampas e escadas para pedestres. Deve-se pensar ainda que o limite máximo que um veículo carregado pode subir em condições normais é de 18%. Se forem úmidos devem ser estabilizados com uma vegetação rasteira; a plantação de grama deve ter uma declividade de 30% ou menos.
- Mais de 30%: são terrenos em princípio inadequados para construções e precisam de obras especiais para sua estabilização.

³² Fonte: MASCARÓ (2005), p. 23

11 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO GEOMÉTRICO

Para dar início à elaboração do projeto geométrico do loteamento foi feita uma síntese com as principais características que devem ser atendidas pelo loteamento, levando em conta o Plano Diretor de Jardinópolis (2006), as recomendações de Mascaró (2005) e as diretrizes selecionadas no pelo Processo AQUA (FCAV, 2011).

11.1 Áreas Institucionais

Segundo o Plano Diretor, no mínimo 10% da área do loteamento deve ser dedicada à Áreas Institucionais, e esta área deve possuir declividade inferior a 15%.

11.2 Áreas Verdes

Segundo o Plano Diretor, o loteamento deve possuir no mínimo 10% de Áreas Verdes e de Lazer. Porém, visando atender o nível de desempenho Excelente na subcategoria 4.2 da certificação Processo AQUA, este percentual foi elevado a 30% da área do loteamento.

11.3 Vias

A área destinada às vias de circulação devem atingir pelo menos 20% da área do loteamento, sendo este um dos requisitos do Plano Diretor.

11.3.1 Declividades

A declividade ideal para as vias, levando em conta o que é proposto por Mascaró, deve se manter entre 2% e 4%; porém, o limite máximo admitido é de 15%.

11.3.2 Seções das Vias

Foram definidos 3 tipos de seções para as vias do loteamento, sendo elas:

- Avenidas;
- Vias locais sem ciclo faixa;
- Vias locais com ciclo faixa.

Mascaró (2005) propõe as dimensões para cada componente da seção da avenida e ilustradas na Figura 11.1:

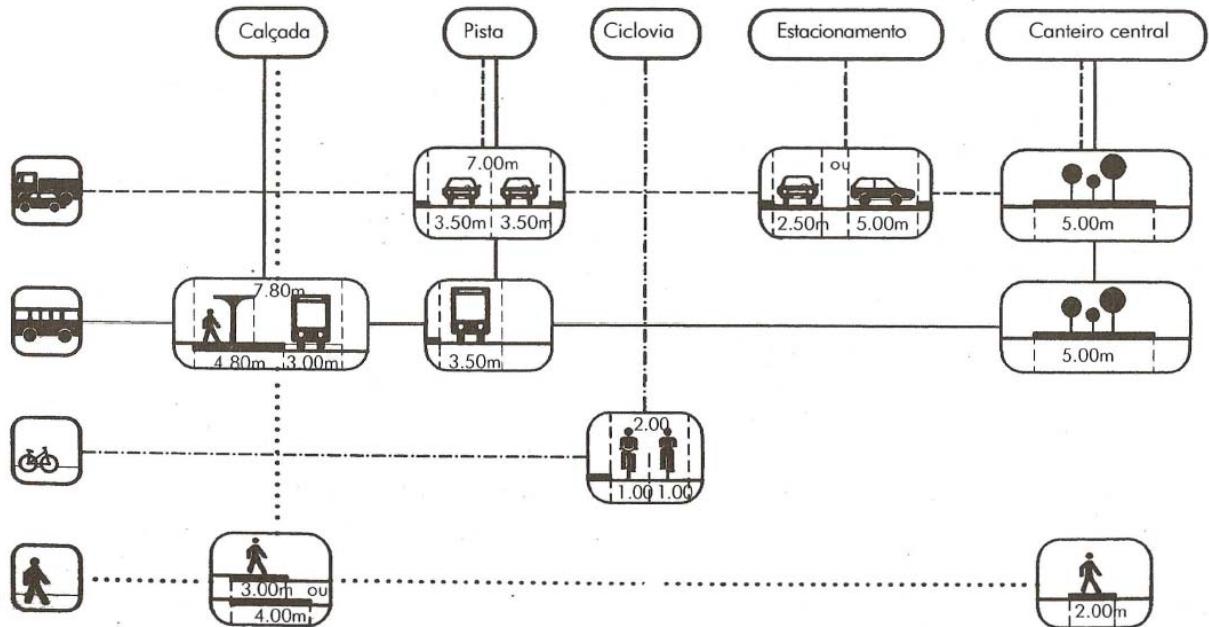


Figura 11.1 - Recomendações para vias coletores³³

Levando-se em consideração as restrições do Plano Diretor de Jardinópolis (JARDINÓPOLIS, 2006), apresentado anteriormente, e as dimensões propostas na Figura 11.1, foi definida a seção transversal ilustrada na Figura 11.2 para as avenidas.

³³ Fonte: MASCARÓ (2005), p. 75

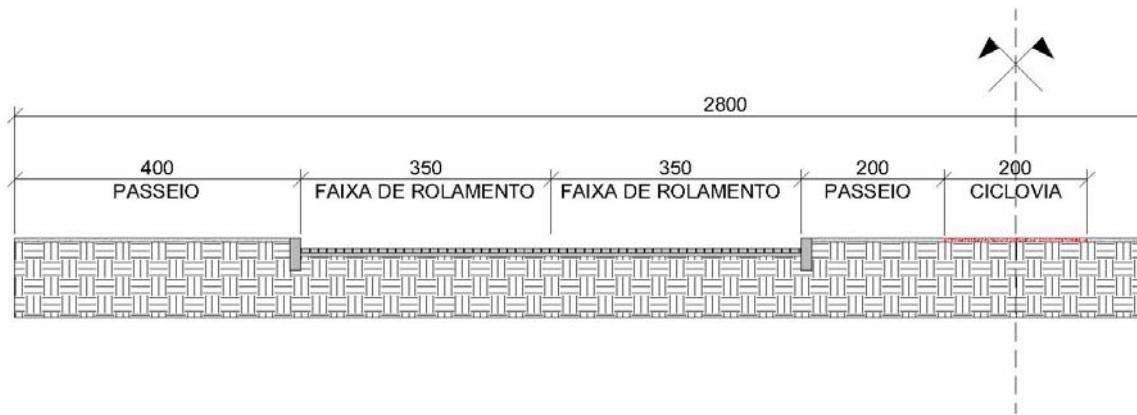


Figura 11.2 - Seção utilizada para as avenidas (medidas em centímetros)

O Plano Diretor exige apenas uma faixa de rolamento por sentido. Porém, visando atender o nível de desempenho Excelente na subcategoria 5.1 da certificação Processo AQUA, que trata da flexibilidade dos espaços, foram previstas mais duas faixas de rolamento para a avenida principal com 3,5 m de largura, uma para cada sentido da avenida principal. Com uma possível expansão do loteamento, não será permitido estacionar veículos na faixa junto aos passeios, ampliando a capacidade da via. No início da operação do loteamento estas duas faixas poderão ser utilizadas para o estacionamento de carros, mas com o aumento do número de condôminos no loteamento com o passar do tempo, estas poderão ser destinadas somente ao tráfego de veículos, aumentando a capacidade da avenida principal.

Quanto às vias locais, na Figura 11.3 é apresentada uma seção tipo de uma via local com ciclo faixa, proposta por Mascaró (2005). Esta foi adotada como solução para as vias locais com ciclo faixa do loteamento objeto de estudo do presente trabalho.

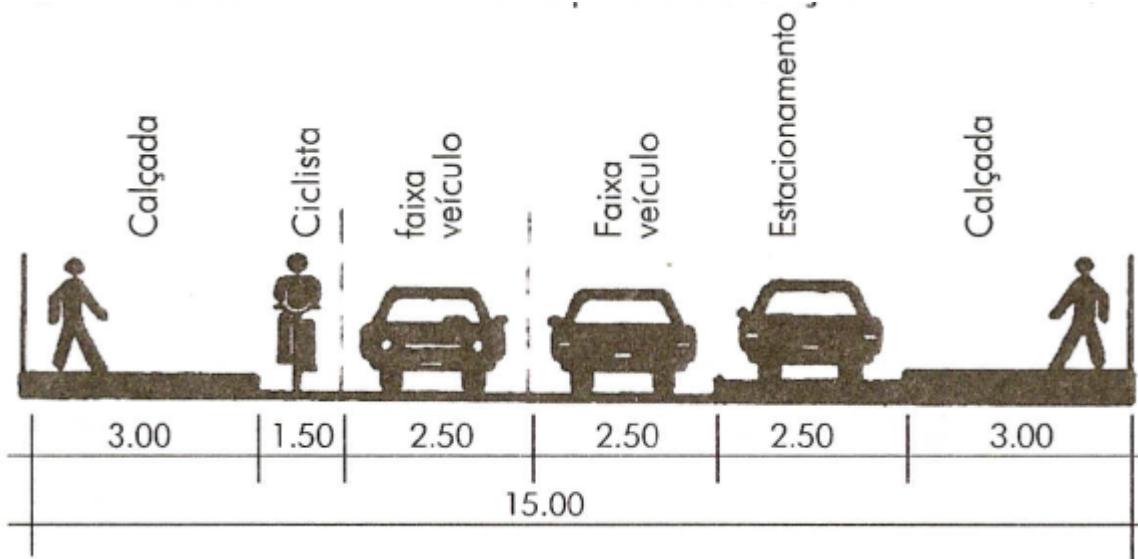


Figura 11.3 – Via local com estacionamento paralelo à calçada (medidas em metros)³⁴

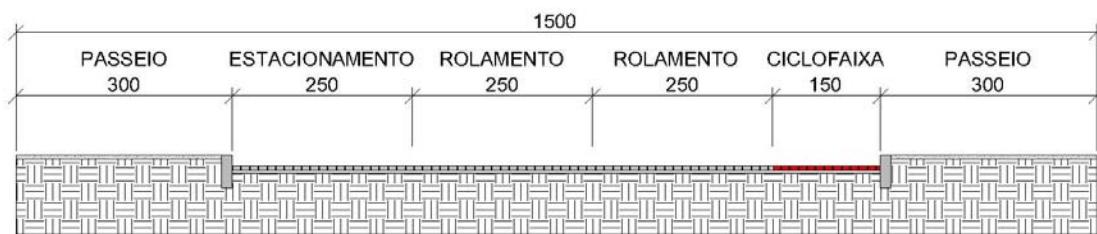


Figura 11.4 - Via local com ciclo faixa adotada (medidas em centímetros)

Suprimindo-se a ciclo faixa da seção apresentada na Figura 11.4, definiu-se a seção tipo para as vias locais sem ciclo faixa, conforme Figura 11.5.

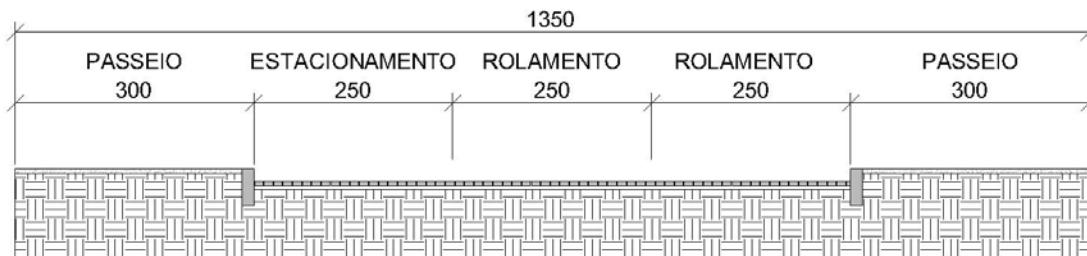


Figura 11.5 - Via local sem ciclo faixa (medidas em centímetros)

A utilização de vias mais largas em relação às mínimas estabelecidas pelo Plano Diretor de Jardinópolis (SP) eleva o custo de construção do loteamento, na medida

em que além de se reduzir as áreas disponíveis para implantação dos lotes, aumentam a movimentação de terra, uma vez que são necessários mais cortes e aterros para a sua implantação.

11.4 Lotes

11.4.1 Declividades

Segundo Mascaró (2005), declividades entre 8% e 15% para os lotes são permitidas. Porém, para que construções possam ser feitas nestes lotes, é necessário a execução de cortes e aterros para dotar o lote de patamares. A declividade dos lotes tida como ideal por Mascaró é um valor entre 2% e 7%, e declividades superiores a 20% devem ser evitadas.

11.4.2 Características dos Lotes

As restrições para os lotes, além de suas declividades, são também suas frentes mínimas e suas áreas mínimas, definidas pelo Plano Diretor.

Visando a atender o nível Excelente na subcategoria 14.2 da certificação AQUA, o loteamento contemplará além dos lotes mínimos (acessíveis às classes mais baixas) lotes maiores e em locais mais valorizados, visando atrair compradores de classes mais elevadas.

11.5 Início do Projeto

A área onde será implantado o loteamento já possuía um estudo preliminar de implantação de um loteamento no local, contendo a topografia do terreno, as delimitações das APP's e também um esboço das vias principais do loteamento e posicionamento das áreas institucionais.

As áreas delimitadas pelo projetista do estudo preliminar foram checadas (de acordo com o capítulo 6) pelo grupo para garantir que não havia nenhum erro na sua

³⁴ Fonte: MASCARÓ (2005), p. 73

delimitação, devido à grande importância ambiental e legal que esta tem para o loteamento. Esta análise mostrou que as delimitações feitas pelo projetista estavam todas de acordo com a legislação.

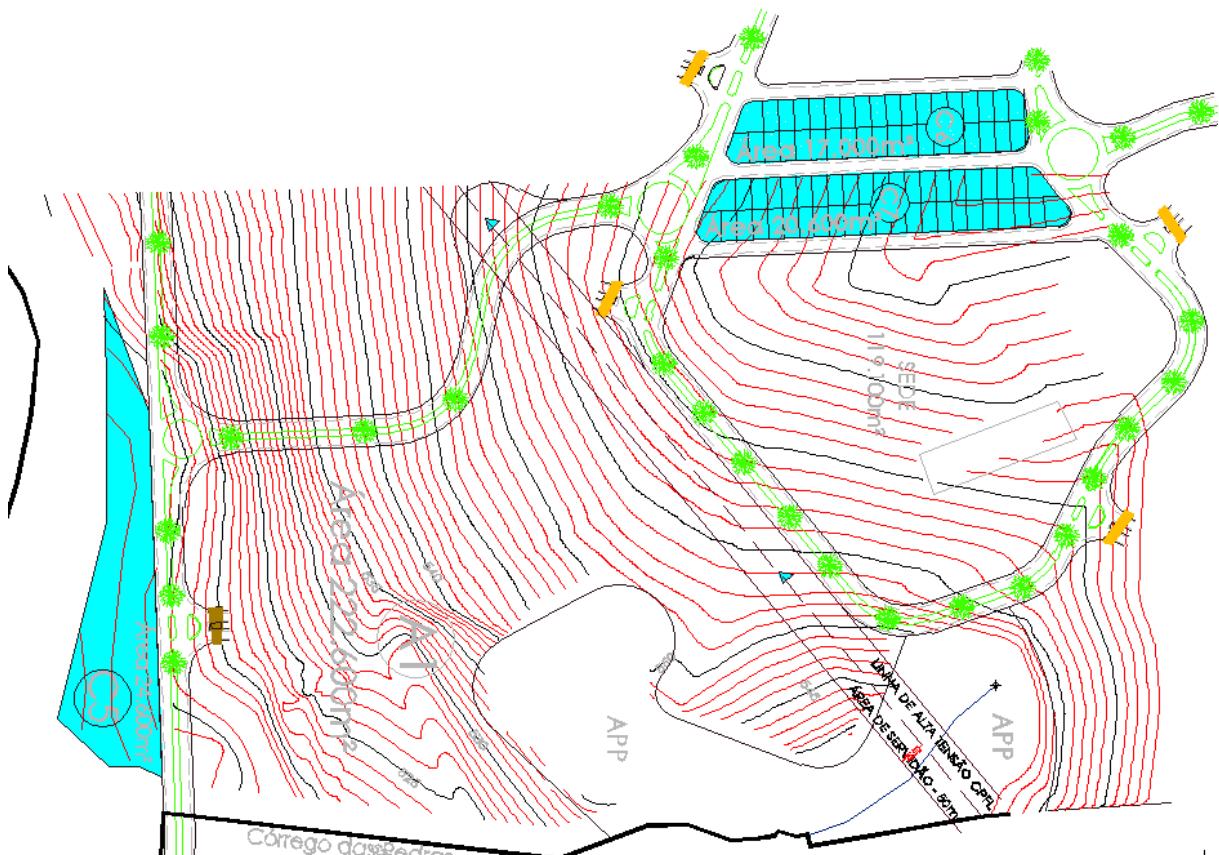


Figura 11.6 - Estudo Preliminar³⁵

O arquivo foi disponibilizado pelo proprietário do terreno no formato dwg, que é uma extensão utilizadas por programas de plataforma CAD. Este arquivo continha apenas poli linhas, que são entidades de programas de desenho simples do tipo AutoCAD. O software escolhido para a elaboração do projeto geométrico foi o AutoCAD Civil3D, da Autodesk.

Cabe neste momento uma breve diferenciação sobre os softwares comuns de desenho (tipo AutoCAD) e os softwares de modelagem do tipo AutoCAD Civil3D que possibilitam a modelagem e alteração entre as diferentes partes do projeto de forma dinâmica.

Os softwares do tipo AutoCAD são apenas ferramentas de desenho, ou seja,

³⁵ Fonte: Fornecido pelo proprietário do terreno.

trabalham com entidades simples do tipo linhas, superfícies, e sólidos; sem que estes tenham relações e dependências entre si.

O software AutoCAD Civil3D, embora parecido em nome, e também na extensão do arquivo que utiliza (dwg), consiste de uma poderosa ferramenta de *design* que trabalha com entidades complexas e dinâmicas como alinhamentos, greides, corredores, superfícies (*TIN surfaces*), o que dentro do programa permite a análise de forma rápida de elevações, declividades, volumes; além da definição, numeração e cálculo de áreas dos lotes.

Antes de se iniciar a elaboração do projeto geométrico foi necessário sintetizar as informações contidas no estudo preliminar, conforme ilustra a Figura 11.7.

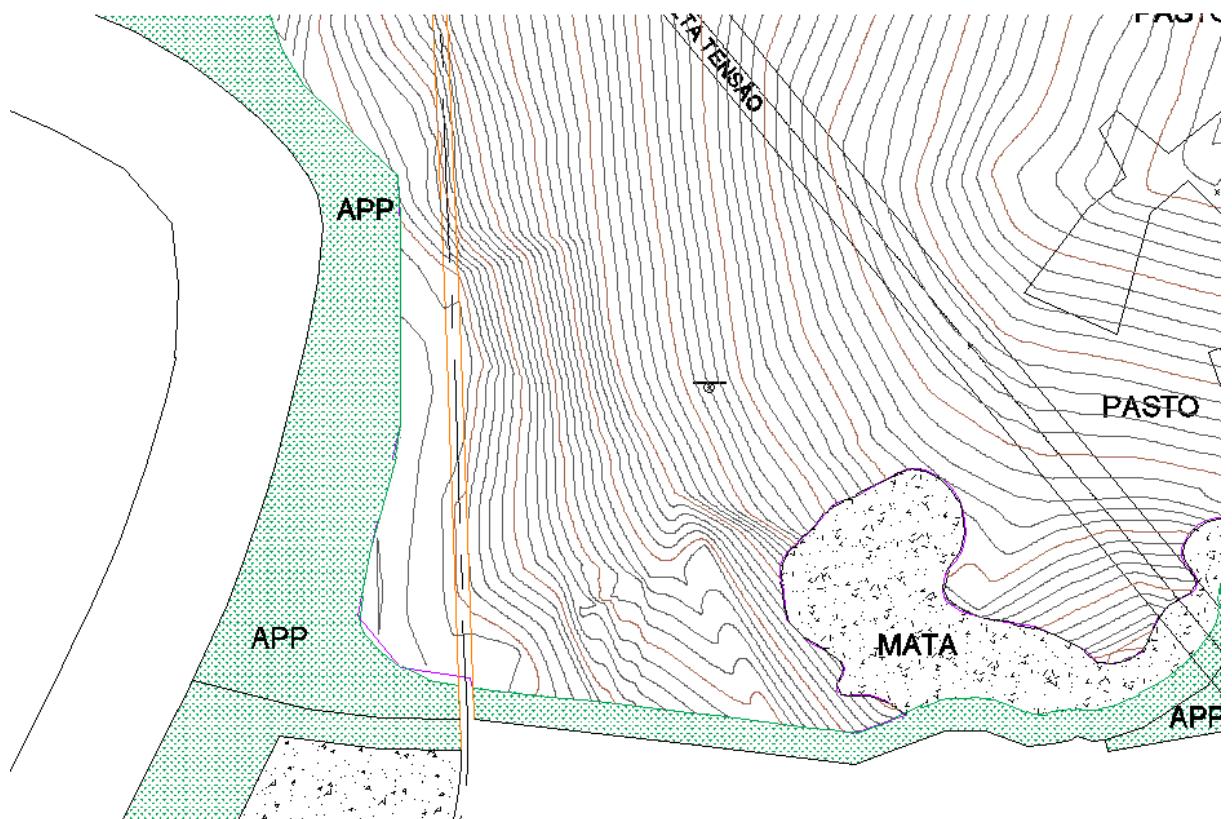


Figura 11.7 - Síntese dos dados de topografia (em planta)

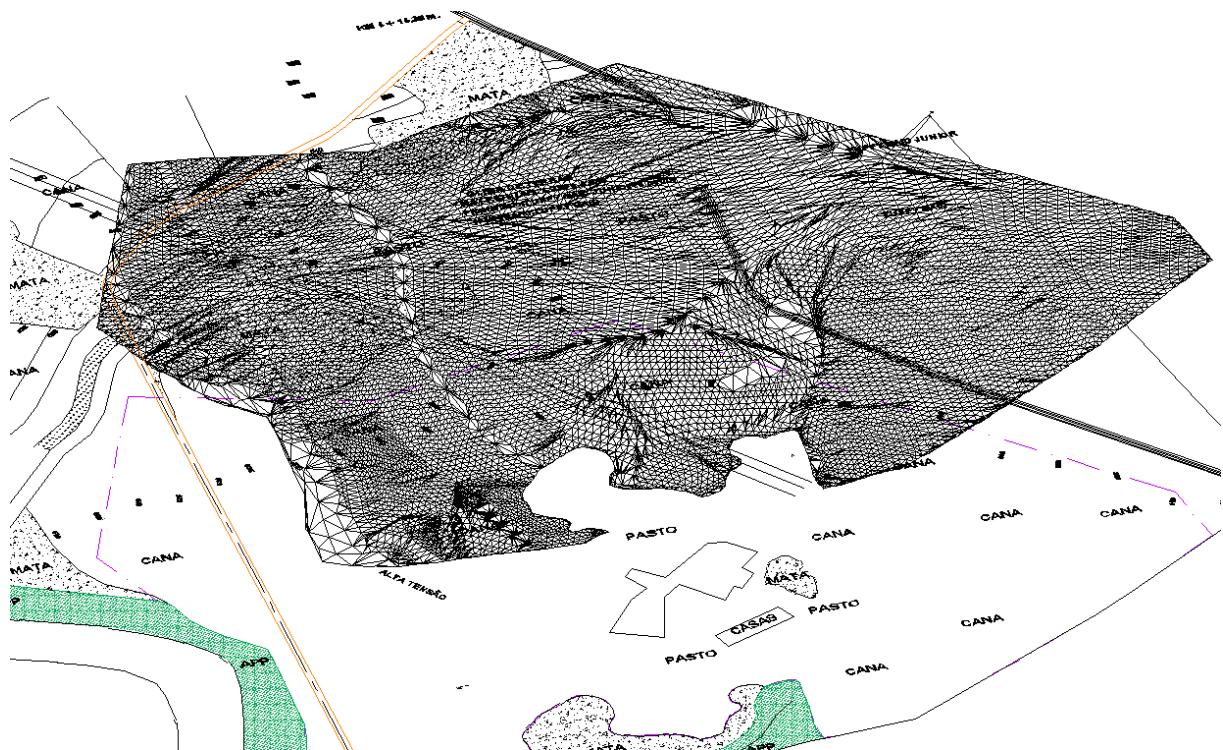


Figura 11.8 - Visualização do Terreno Natural (em 3D)

A partir das informações de topografia fornecidas, foi possível gerar um modelo em três dimensões do terreno, conforme ilustra a Figura 11.8.

Com o modelo 3D do terreno natural foi possível com o auxílio do software a análise das elevações e das declividades do mesmo.

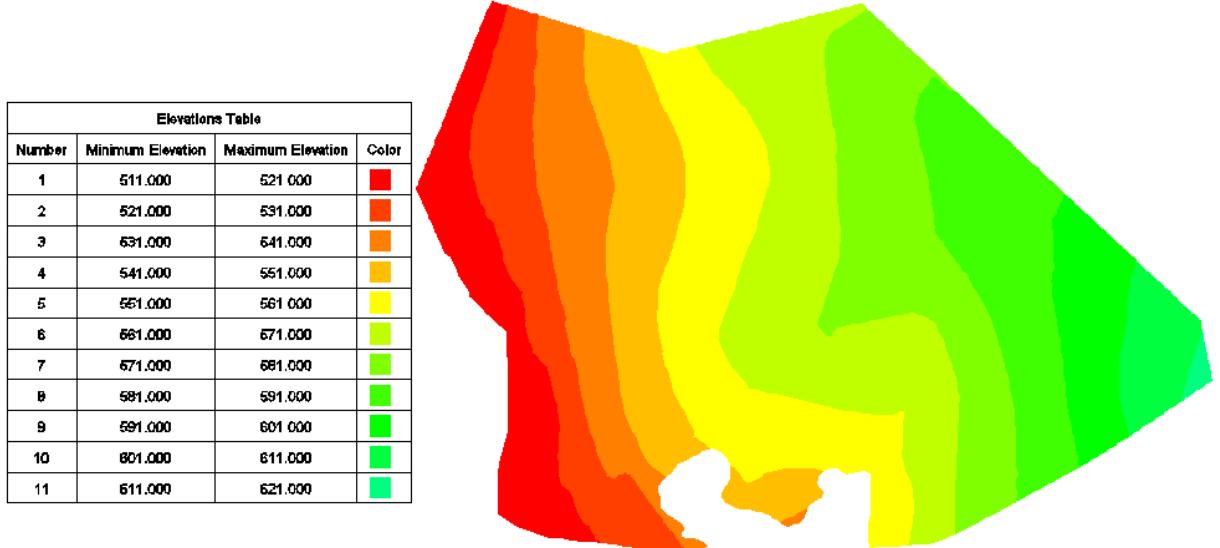


Figura 11.9 - Análise de elevações do terreno natural

Com a análise de elevações do terreno é possível perceber que não existe nenhuma região isolada com elevações muito diferentes do seu entorno, como picos ou valas, no terreno analisado.

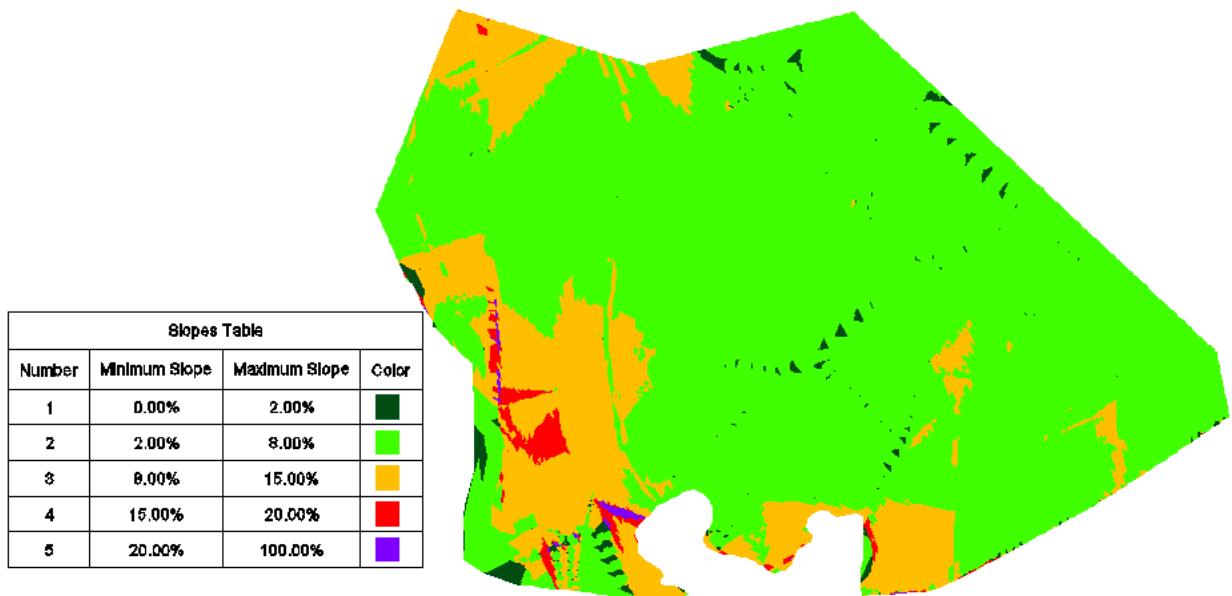


Figura 11.10 - Análise de declividades do terreno natural

Ao se analisar as declividades nota-se, que embora o sítio possua um relevo acidentado, suas declividades não são impeditivas para o aproveitamento do terreno como um empreendimento de loteamento, possuindo áreas muito pequenas com declividade próximas à 20%.

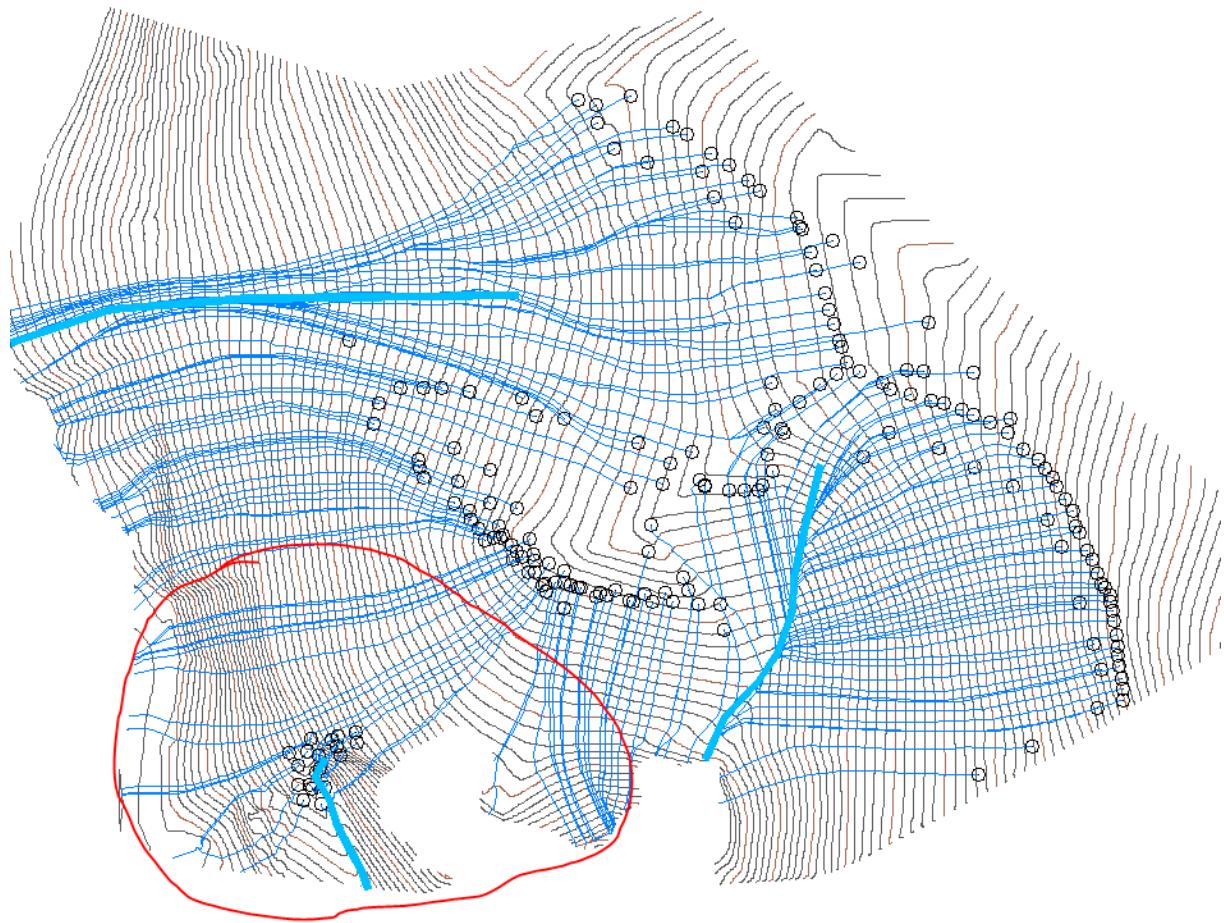


Figura 11.11 - Análise de escoamento de chuva

As linhas azuis foram criadas com a ferramenta *water drop* do Civil 3D, e como o próprio nome sugere, estas linhas são o caminho percorrido pela água, caso esta fosse jogada em um ponto do terreno, no caso os pontos pretos.

Analizando estes caminhos, pode-se notar um caminho (linha azul grossa) preferencial para a chuva (complúvios) dentro da região de interesse. Nestas áreas faz-se necessário a implantação de vias, de forma que a água da chuva tenha por onde escoar (MASCARÓ,2005).

É possível notar ainda que a área de interesse é bem protegida em relação ao escoamento da água da chuva, devido ao fato de haverem poucas linhas convergindo para a região, apesar do número de pontos (*water drop*) criados para a análise, o que indica que a região de interesse é a parte seca da encosta.

11.6 Definição dos arruamentos

Com a análise inicial do sítio feita, chegou-se a uma primeira definição dos arruamentos e a uma primeira disposição de alguns elementos, entre eles uma ciclovia contornando a fronteira do loteamento. O intuito por trás da implantação da ciclovia foi, além de proporcionar uma atividade de lazer para os moradores, também de substituir a função da ciclo faixa em algumas vias por um caminho alternativo segregado (ciclovia) do tráfego de veículos.

Nesta etapa também foram definidas algumas interseções de vias, criando um esboço preliminar, apenas para visualização de sua disposição, conforme Figura 11.12.

Na definição dos arruamentos fez-se a escolha de não projetar o loteamento além da linha de transmissão. Entre os fatores que levaram a esta decisão podem ser destacados:

- A primeira área do loteamento já se encontrava em um tamanho adequado (cerca de 250 mil metros quadrados); assim a ampliação da primeira fase do loteamento para além da linha de transmissão aumentaria bastante a área da primeira fase, aumentando o risco do investimento e o capital necessário para sua realização.
- A expansão do loteamento para além da linha de transmissão geraria também uma segregação geométrica do loteamento uma vez que esta área ficaria no mínimo 100 metros distante do restante do loteamento.
- A opção por não realizar obras na faixa de servidão da linha de transmissão, neste momento, traria o benefício de não ser necessário o pedido de autorização à empresa concessionária da linha para a realização de obras dentro da faixa de servidão.

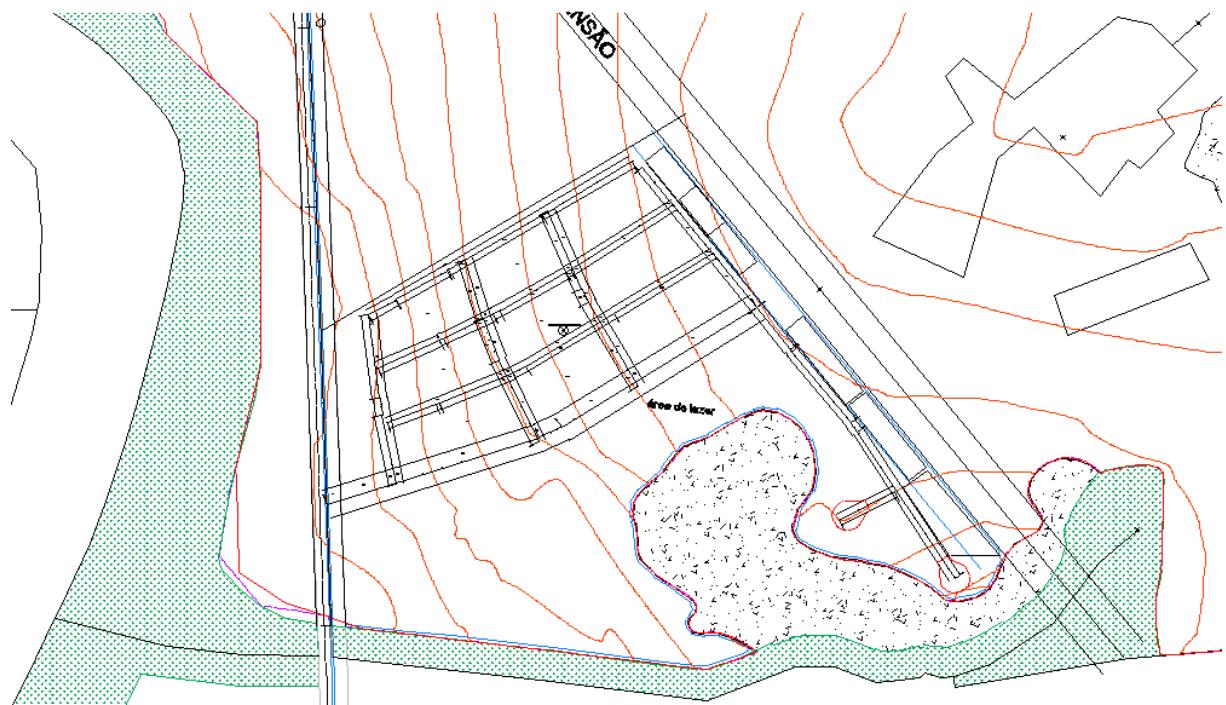


Figura 11.12 – Primeira etapa do traçado das vias

Após a primeira disposição das vias foram trabalhados os detalhes de algumas interseções, introduzindo seus raios de curvatura.

Nesta etapa, é importante ressaltar que foi implantada uma rotatória no final da avenida com áreas verdes próximas a ela, de modo que com a expansão do loteamento não seja necessário a desapropriação de nenhuma casa para a criação de novos arruamentos (ver Figura 11.13).

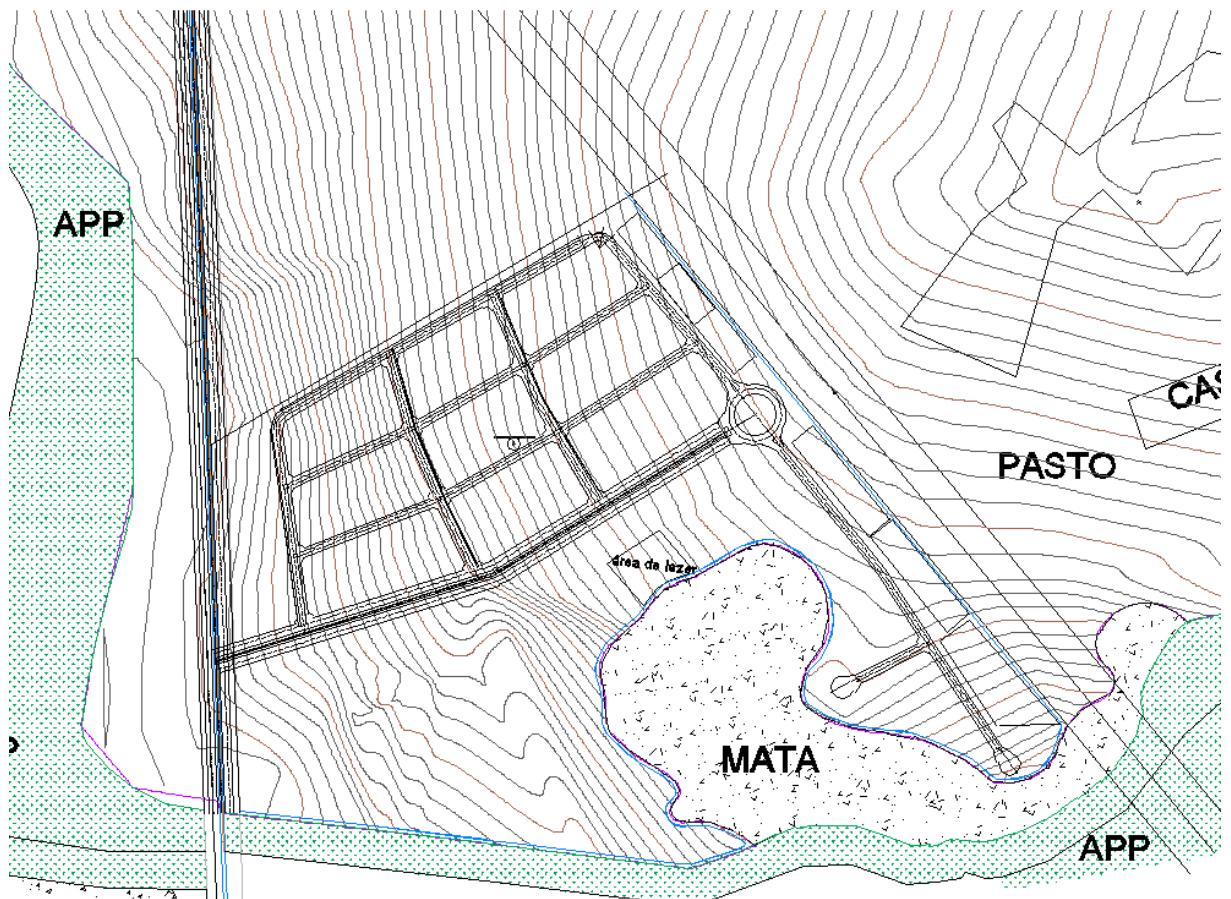


Figura 11.13 - Segunda etapa do traçado das vias

Na terceira etapa do traçado das vias foi inserido em planta as vias na região sul do loteamento e também os passeios.

Nesta etapa foi feita a escolha por introduzir as ciclo faixas preferencialmente nas vias de menor declividade, uma vez que a utilização de ciclo faixas nas vias mais íngremes gera maiores riscos ao ciclista devido à grande velocidade que este pode desenvolver durante as descidas, e maior esforço durante a subida. Como se faz necessário a presença de ciclo faixas e ciclovias também nas vias de maior declividade, estas foram introduzidas nas vias de maior declividade do lado onde não havia entroncamentos com as vias de menor declividade e no canteiro central das avenidas, de modo a oferecer maior segurança ao ciclista.

Foi introduzida uma via no complúvio existente na região sul do sítio, conforme ilustrado na Figura 11.11, e esboçado áreas verdes com a finalidade de integrar a ciclovía circundante ao loteamento com as vias.

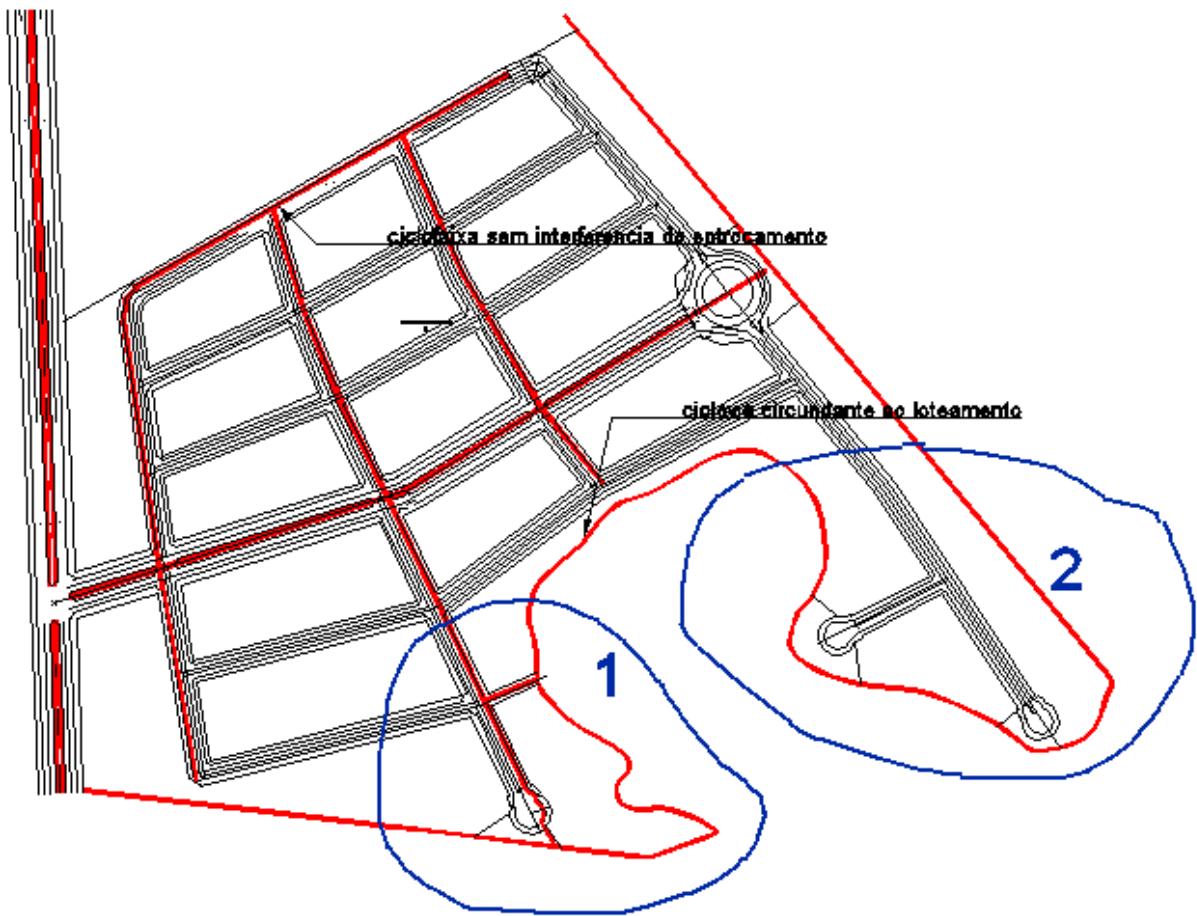


Figura 11.14 – Terceira etapa do traçado das vias

Com esta disposição de vias obteve-se um grande número de quadras retangulares, mais econômicas segundo Mascaró (2005), e em alguns locais, como os marcados como 1 e 2 na Figura 11.14, foram utilizadas *cul-de-sac* e malha aberta, de forma a melhor aproveitar o terreno para a criação de lotes.

Com os traçados em planta definidos, foi necessária nesta etapa a definição dos greides de cada via, de forma a respeitar os limites definidos no item 10.3. Na Figura 11.15 é possível ver um exemplo de greide de uma via do loteamento (Avenida Externa).

Como o projeto não se trata de uma via isolada, em que o greide da via não interfere nas demais, foi necessário um número grande de iterações até se chegar em um resultado que fosse bom para se reduzir a movimentação de terra.

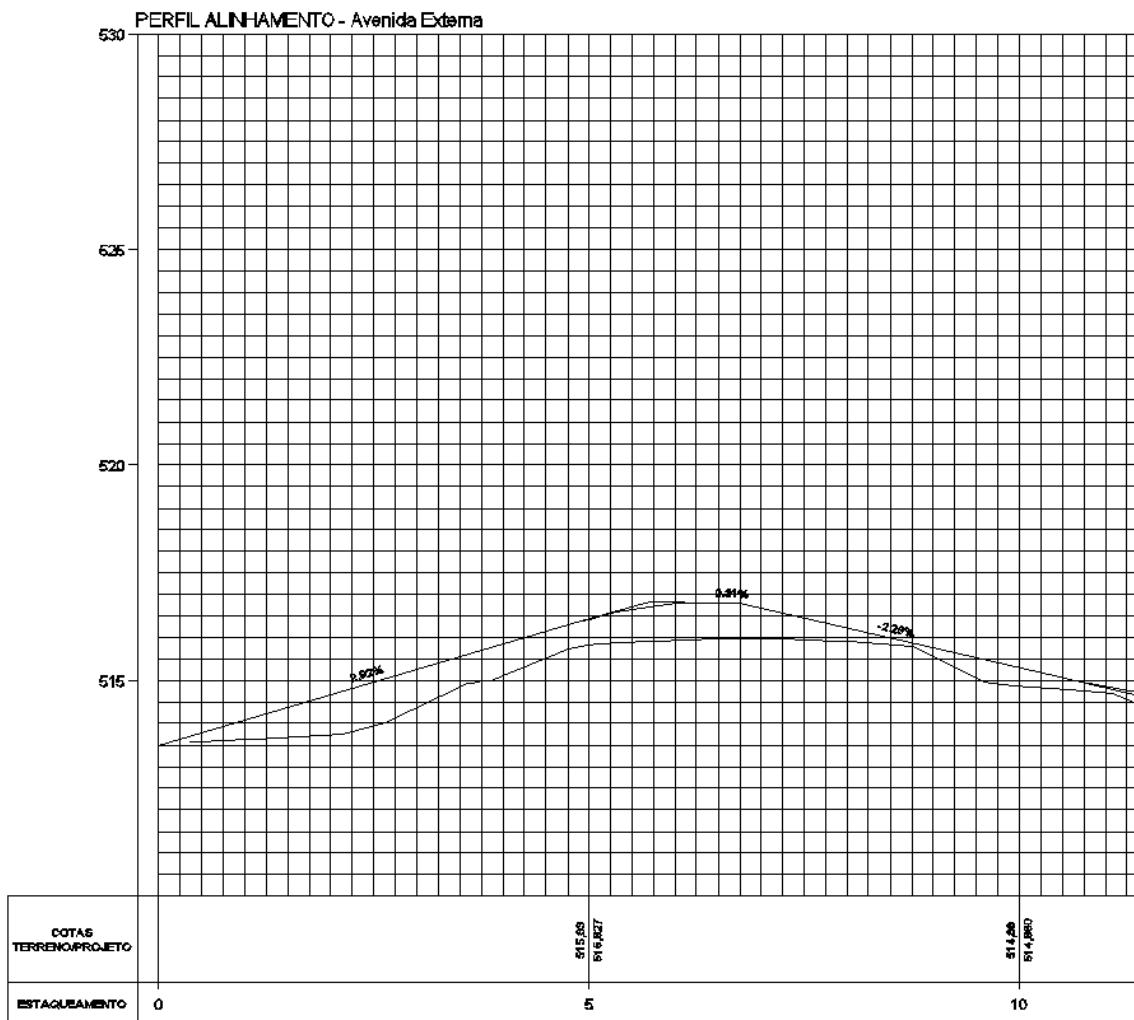


Figura 11.15 - Quarta etapa do projeto geométrico (greides)

Possuindo os alinhamentos da vias, seus greides e suas seções foi possível a modelagem das vias como corredores tridimensionais, que são objetos específicos do Civil 3D capaz de unir estas 3 informações, conforme ilustrado na Figura 11.16.

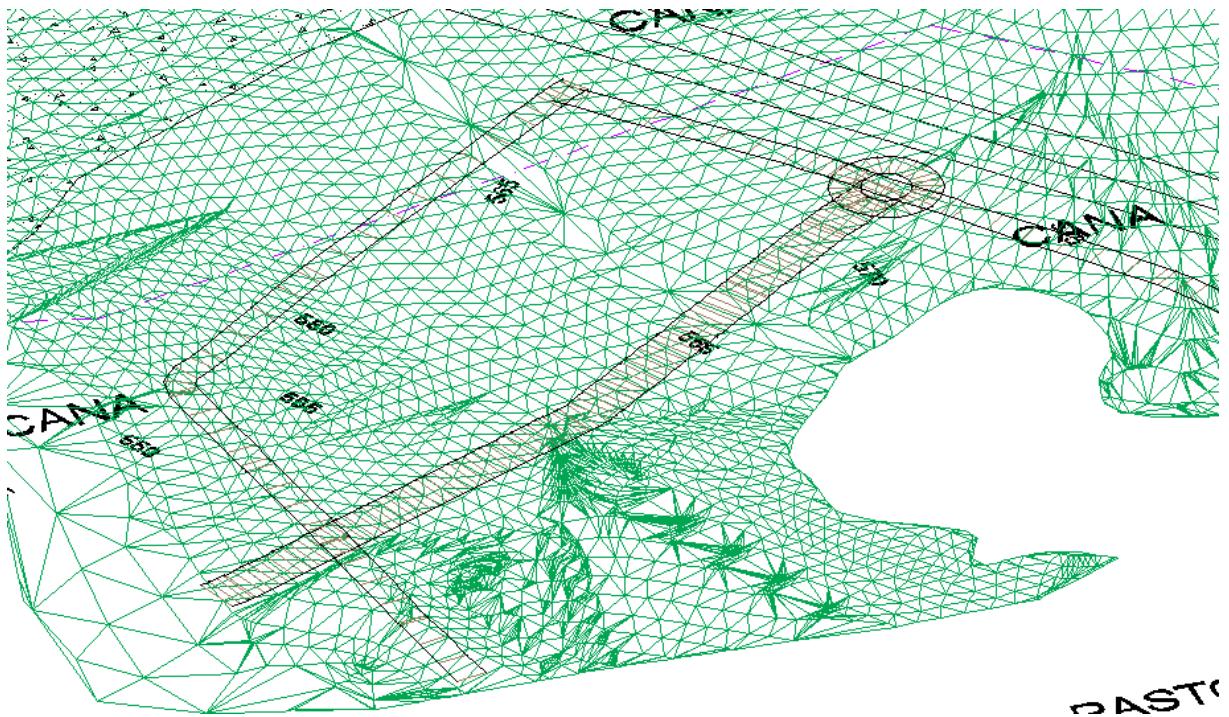


Figura 11.16 - Quinta etapa do projeto geométrico (corredores)

Através dos corredores, foi possível a criação das superfícies dos corredores, com as quais o software é capaz de calcular as movimentações de terra. Visando possibilitar este cálculo foram criadas superfícies para estes corredores (Figura 11.17).

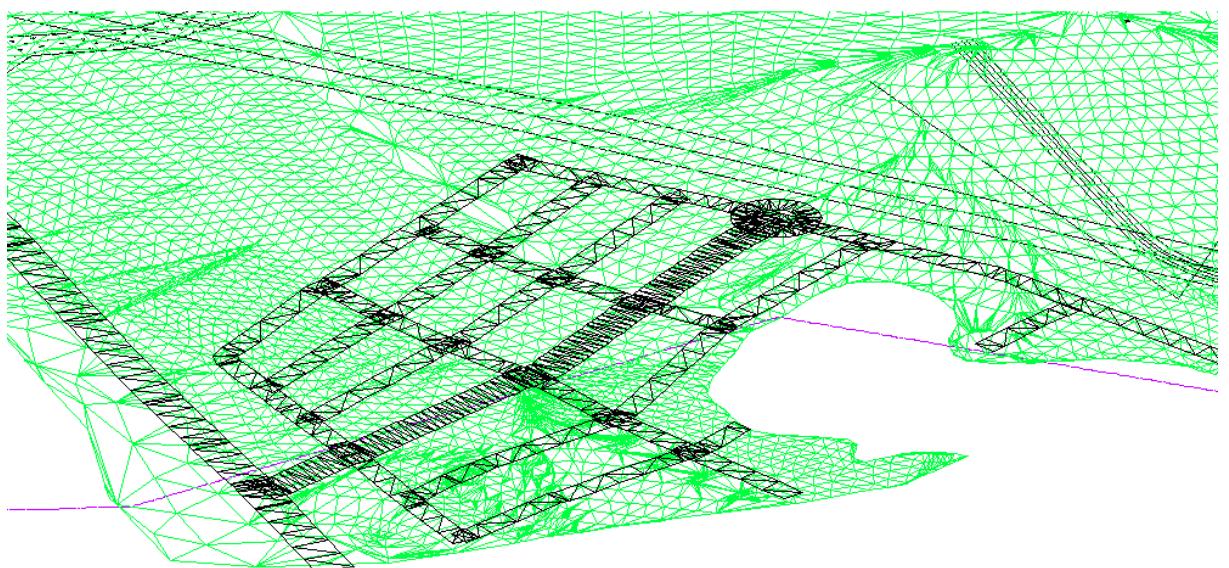


Figura 11.17 - Sexta etapa do projeto geométrico (superfícies)

A sétima etapa do projeto geométrico foi uma etapa de refinamento, onde foram realizadas pequenas alterações no arruamento, no greide, e introduzidos os taludes das vias (Figura 11.18).

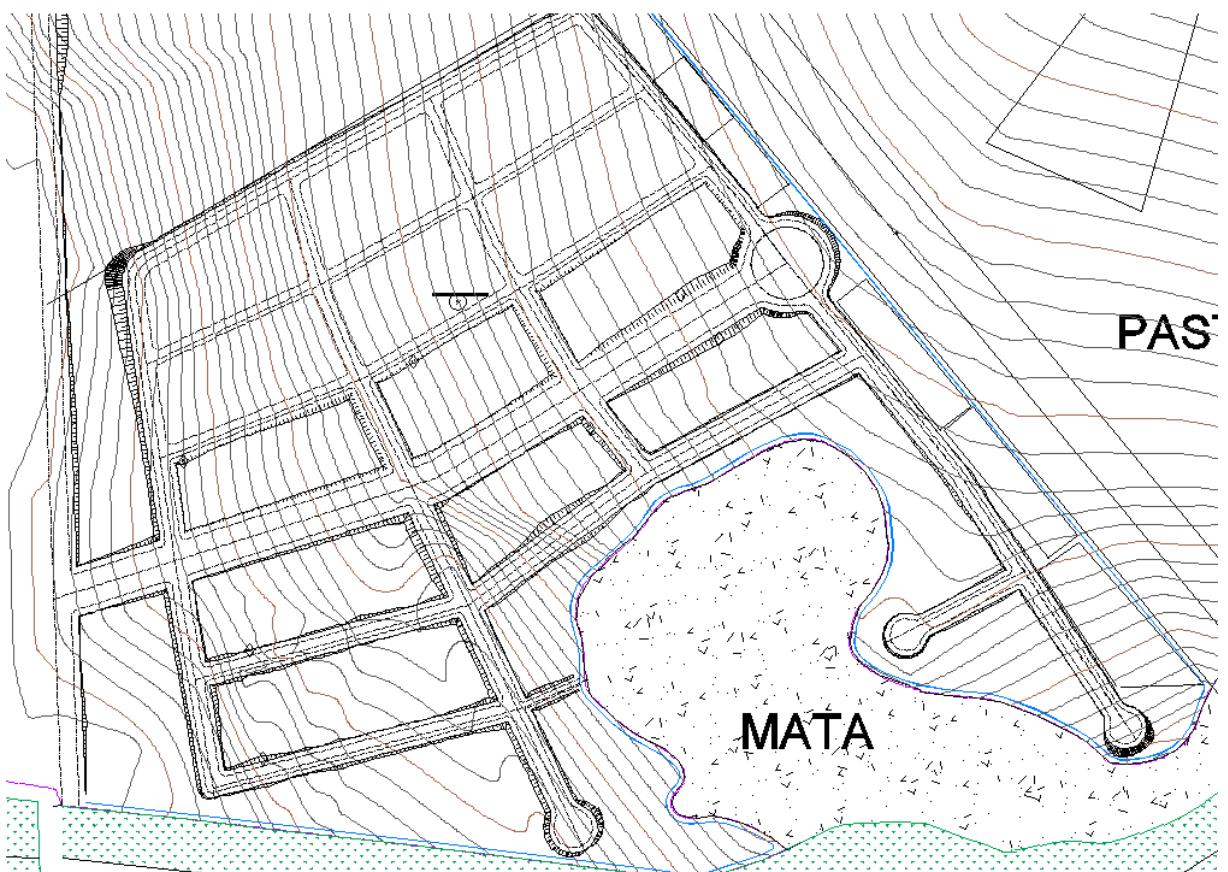


Figura 11.18 - Sétima etapa do projeto geométrico (taludes)

Com estas etapas foram possíveis definir os traçados dos arruamentos, seus greides e suas representações 3D, que possibilitam a definição das quadras e o cálculo de movimentação de terra.

Foi gerada, para uma melhor visualização do modelo do loteamento, uma imagem 3D (ver Figura 11.19) “renderizada” com uma visualização realística, onde foram aplicadas texturas e materiais nas superfícies.

Nesta etapa do projeto pode-se notar a presença de alguns lotes abaixo do nível do passeio, numa etapa posterior de projeto deveria ser planejada uma terraplanagem para adequar a frente destes lotes ao nível do passeio.

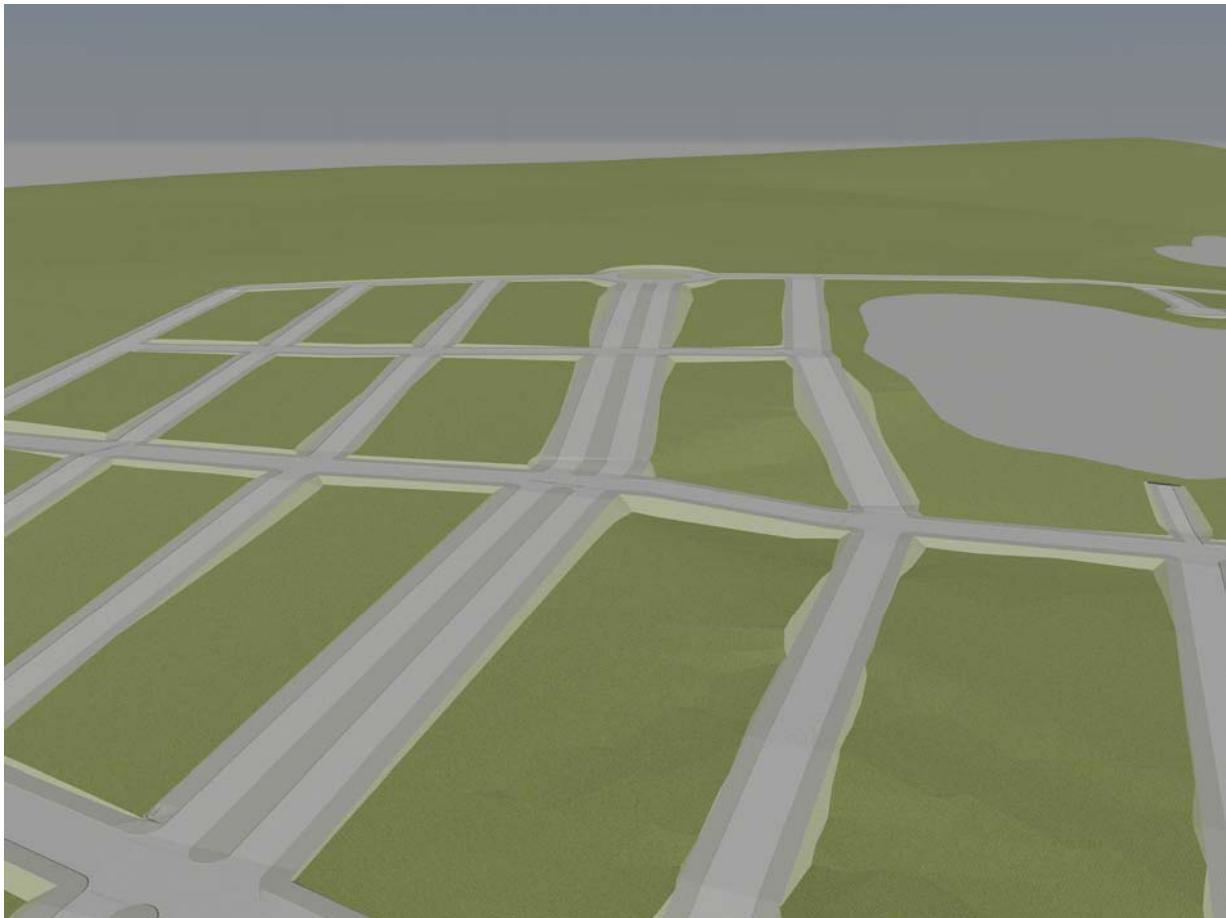


Figura 11.19 - Imagem renderizada do modelo 3D do loteamento

11.7 Movimentação de Terra

Com as superfícies obtidas do item 11.6, foi possível o cálculo da movimentação de terra para a implantação do loteamento.

As superfícies (*TIN surfaces*) podem ser utilizadas pelo programa para fazer uma análise da movimentação de terra necessária para a implantação do loteamento. Estas superfícies são formadas por triângulos, calculando a distância vértice a vértice da superfície de projeto em relação a uma superfície base (terreno natural), permitindo ao programa calcular com precisão os volumes de corte e aterro, e ainda aplicar fatores de empolamento neste cálculo.

Foi adotado o fator de empolamento de 1,2 para o volume de corte, valor este que pode ser obtido mais precisamente por meio de ensaios. Porém, por se tratar de um projeto básico, este valor é satisfatório para os fins deste trabalho.

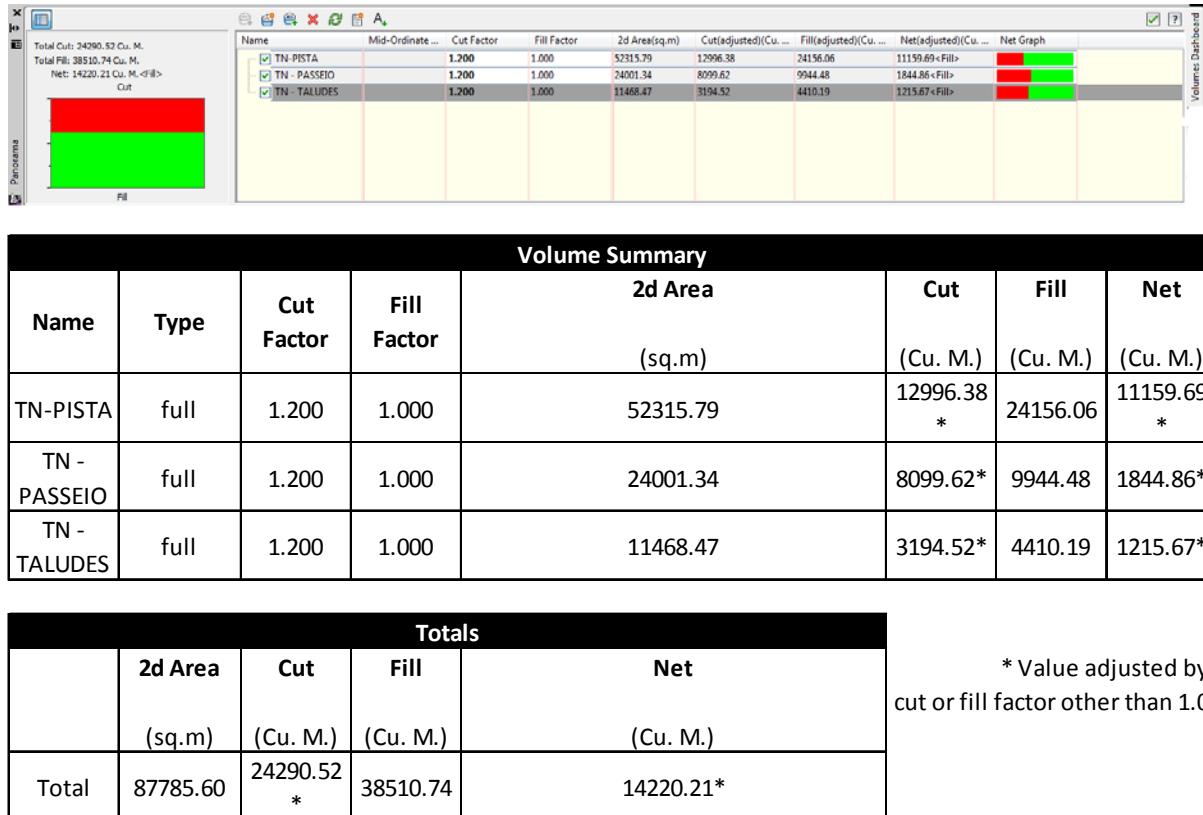


Figura 11.20 - Resultados da movimentação de terra³⁶

Tabela 11.1 – Resumo dos volumes de movimentação de terra

Volumes				
Corte	Aterro	Movimentação de Terra		Empréstimo
24290 m ³	38510 m ³		38510 m ³	14220 m ³ 37%

Tabela 11.2 – Resumo da movimentação de terra

Movimentação de Terra		
Área do loteamento	Movimentação de Terra	Taxa de Movimentação de Terra
286665 m ²	38510 m ³	0,134 m ³ /m ²

De acordo com a Tabela 11.1, que mostra os indicadores de desempenho para a subcategoria 8.2 da certificação Processo AQUA (Movimento de Terra), apenas por ter realizado uma previsão da movimentação de terra já seria possível a obtenção do nível de desempenho Bom nesta subcategoria. Porém, como foram adotadas medidas para minimizar a movimentação de terra, como o acompanhamento dos greides das vias ao nível do terreno, a obtenção do nível de desempenho Superior

³⁶ Relatório gerado pelo software AutoCAD Civil 3D

dependerá da avaliação dos responsáveis pela certificação Processo AQUA. Para atingir o nível de desempenho Excelente desta subcategoria, é necessário uma otimização do greide das vias, de forma a reduzir a diferença entre as cotas das vias e as cotas do terreno, reduzindo assim a quantidade de aterro a ser feito no loteamento. De acordo com a Tabela 11.1, pode-se perceber que existe a necessidade de se efetuar um empréstimo de 14.220 m³ de terra para a construção do loteamento, que corresponde a 37% do volume de terra a ser movimentado durante a etapa de terraplanagem do loteamento, sendo que para se obter o nível Excelente de desempenho este valor deve ser menor do que 10%.

11.8 Distribuição das Áreas e Lotes

11.8.1 Identificação das Áreas de Interesse

Um dos produtos obtidos no item 11.6 foi conjunto de desenhos dos arruamentos, e consequentemente os limites dos passeios, possibilitando assim a delimitação das quadras.

Conforme exposto no capítulo 9, em razão da maior valorização dos lotes próximos às áreas de lazer e áreas verdes, seria possível criar um diferenciação de produto, de forma a atender um público de maior renda, com o intuito de atender o nível de desempenho Excelente na subcategoria 14.2 da certificação Processo AQUA.

Analizando a localização das quadras na Figura 11.21, dentro do loteamento é possível perceber que os lotes da região 2 têm um potencial de valorização grande pelo público de poder aquisitivo elevado, uma vez que se encontra em uma via onde só terá tráfego local, com áreas verdes ao seu redor, e acesso à ciclovia que circunda o loteamento.

Com a implantação de uma área de lazer na região 3 os lotes da região 1, teriam também mais um fator de valorização, junto com os lotes da região 2. Assim, na região 2 foi feito a opção pela implantação de lotes maiores (450 m²), e na região 1 de lotes intermediários (350 m²).

A região 4 já era demarcada no projeto preliminar como área institucional, por se situar em uma área de baixa declividade, conforme análise de declividades do terreno da Figura 11.10. Após análise do grupo, foi mantida a área institucional nesta

região.

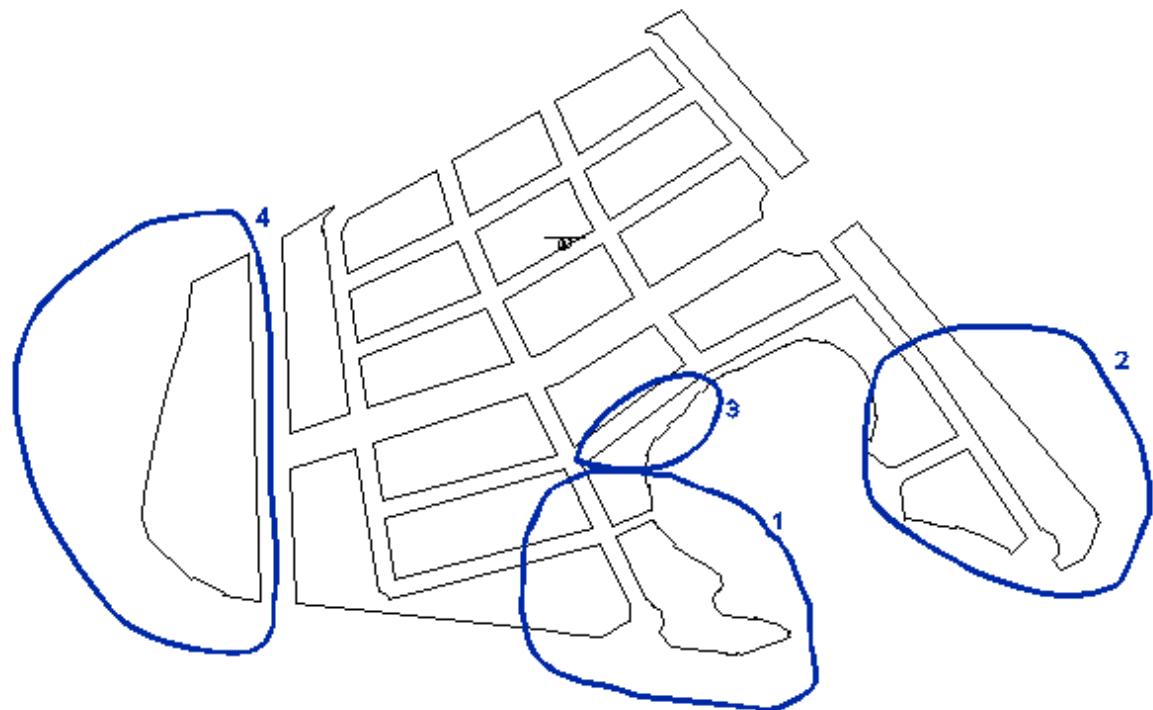


Figura 11.21 – Definição das quadras

11.8.2 Disposição dos Lotes

Com as definições das regiões destinadas às diferentes classes econômicas de público-alvo, às áreas institucionais e à área de lazer, foi iniciada a etapa de definição dos lotes, segundo as características abordadas no capítulo 9.

Esboçou-se uma primeira distribuição dos lotes, das áreas verdes e das áreas de lazer, sempre respeitando os requisitos legais do Plano Diretor (2006), como frentes e áreas mínimas, e visando atender aos critérios geométricos dos lotes expostos no capítulo 10.



Figura 11.22 – Distribuição inicial dos lotes e áreas verdes

Após a distribuição inicial dos lotes foi definida e delimitada a área institucional necessária para atender os requisitos legais (10% da área total do loteamento) na região reservada para esta finalidade.

Para que o loteamento possa atingir o nível de desempenho Excelente na subcategoria 4.2 da certificação AQUA é necessário que 30% de sua área seja área verde.

No terreno existe uma abundância de áreas vegetalizadas que não podem ser desmatadas, e que podem ter sua área contabilizada como área verde do loteamento. Estas áreas, se incorporadas na sua totalidade à área do loteamento, ultrapassariam os 30% necessários para atender ao requisito da certificação AQUA. Porém, como a área do terreno é fixa, se estas áreas vegetalizadas (acima dos 30% necessários) viessem a ser computadas como área verde da primeira fase do loteamento proposto neste trabalho, haveria um prejuízo para as demais fases, uma vez que haveria uma diminuição da área disponível para a implantação de lotes para se obter o mesmo nível de desempenho. Com isto foi utilizado da APP existente no

terreno apenas o necessário para atingir a certificação AQUA.

O resultado final da disposição final dos lotes pode ser visto no projeto específico DE-TF-LS-LOTES, anexado no final deste trabalho.



Figura 11.23 - Disposição final dos lotes e áreas do loteamento

A Tabela 11.3 traz um resumo contendo as áreas destinadas a cada uso desta configuração do loteamento.

Tabela 11.3 - Resumo das áreas de uso finais do loteamento

ÁREAS TOTAIS			
Tipo	ÁREA (m²)	(%)	REQ. (%)
LOTEAMENTO	286665	100,0	-
LOTES	96190	33,6	-
VERDE	87440	30,5	30
LAZER	3841	1,3	-
INSTITUCIONAL	28861	10,1	10
VIAS	70333	24,5	20

Pode-se observar pela Tabela 11.3 que a distribuição projetada para os lotes e as

áreas respeitam os requisitos de área do Plano Diretor e da subcategoria 4.2 da certificação Processo AQUA.

No fim deste trabalho existe um anexo com as características individuais de cada lote e de cada área do loteamento. A Tabela 11.4 é um exemplo de uma das tabelas anexadas, que contém, para cada lote (chamada de parcela pelo AutoCAD Civil 3D), as informações individuais de área, perímetro, comprimentos de cada segmento e a direção de cada fronteira.

Tabela 11.4 – Informações dos lotes (exemplo)

TABELA DE PARCELAS (LOTES)				
PARCELA #	ÁREA	PERÍMETRO	SEGMENTOS	FRONTEIRAS
1	379.42	80.770	15.531 25.238 15.696 24.306	S08° 11' 35.35"E S72° 27' 01.59"W N04° 49' 42.90"W N72° 25' 06.35"E
2	299.66	71.308	21.321 14.780 21.653 13.554	N68° 58' 28.16"E S10° 25' 50.09"E S72° 27' 01.59"W N08° 11' 35.35"W
3	250.00	66.368	20.838 5.946 6.120 21.321 12.164	N68° 58' 28.16"E S10° 25' 50.09"E S10° 25' 50.09"E S68° 58' 28.16"W N08° 11' 35.35"W
4	300.00	70.958	20.282 14.954 20.838 14.884	N68° 26' 51.67"E S10° 25' 50.09"E S68° 58' 28.16"W N08° 11' 35.35"W

ilidade destes materiais reciclados na região antes da definição dos projetos.

Não obstante, o pavimento com blocos intertravados de concreto (paver) também se mostra como alternativa para o projeto de pavimentação devido principalmente à simplicidade de seu método construtivo, a sua característica permeável (atendendo aos critérios da certificação do Processo AQUA) e à menor geração de resíduos sólidos durante sua vida útil decorrente de sua manutenção não destrutiva.

Com base no exposto acima, foi escolhida pelo grupo a aplicação do sistema de pavimento com blocos intertravados de concreto.

No capítulo 13 a seguir, é apresentado o desenvolvimento do projeto de pavimentação, contemplando os dimensionamentos mecânico e hidráulico e ilustrações esquemáticas de sua estrutura, os materiais a serem utilizados, o método construtivo a ser empregado e uma estimativa de custo para sua execução.

12 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Uma vez definido o tipo de pavimento que será utilizado no projeto de pavimentação deste trabalho, parte-se agora para o dimensionamento de sua estrutura, seguindo as instruções do DNER (2006).

Para os pavimentos de peças pré-moldadas de concreto é solicitado a adoção do método mais conservador entre três disponíveis: os dois métodos mecânicos, o da PCA versão 1984 constante na Instrução de Projeto da Prefeitura Municipal de São Paulo (SIURB, 2004b), e o do Manual de Pavimentos Rígidos da DNIT (2005); e o método de dimensionamento hidráulico, adotado pela ABCP (2011) para pavimentos intertravados permeáveis.

Uma vez que os dois métodos de dimensionamento mecânico avaliam o comportamento do pavimento sobre a mesma ótica, foi empregado neste trabalho apenas o método da PCA da Prefeitura Municipal de São Paulo. Neste método, a estrutura do pavimento depende da determinação do número “N” (número de operações de eixo simples padrão de 80kN), cujo estudo de tráfego necessário para sua determinação precisa ainda não foi realizado e nem é escopo deste trabalho.

SIURB (2004c), contudo, define que para vias de tráfego leve, caracterizada por sua essência residencial, com ocasionais passagens de ônibus e caminhões (em número não superior a 20 por dia), pode ser adotada um número “N” característico de 10^5 solicitações, conforme a Tabela 13.1.

Tabela 12.1 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego³⁷

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto (anos)	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente Por veículo	N	N característico
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO / ÔNIBUS			
Via local Residencial	LEVE	10	100 A 400	4 A 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ A $1,40 \times 10^5$	10^5
Via coletora Secundária	MÉDIO	10	401 A 1500	21 A 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ A $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Via coletora principal	MEIO PESADO	10	1501 A 5000	101 A 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
Via arterial	PESADO	12	5001 A 10000	301 A 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
Via arterial Principal/ expressa	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 A 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Além do número N, fica também definida a vida de projeto de 10 anos para o sistema de pavimentação.

12.1 Ensaio CBR

Dado que para um dimensionamento preciso e confiável do pavimento a ser projetado necessita-se dos ensaios de CBR do subleito, foi incorporado ao escopo deste trabalho a realização de tal experimento no terreno do loteamento, de forma não só a agregar informações importantes para o desenvolvimento do projeto, mas também de capacitar os membros do grupo com este exercício prático.

Conforme definido pela ABNT na NBR 9895/87, o ensaio de determinação do Índice de Suporte Califórnia (ou CBR, em inglês) mede a resistência à penetração de uma amostra do solo estudado compactado comparada com um valor padrão, referente à resistência à penetração em uma amostra padrão de materiais granulares. Os resultados são medidos em porcentagens, e simbolizam quão melhor ou pior é esta amostra de solo em comparação com esta amostra padrão, no que tange a resistência à penetração.

Pelo método definido pela ABNT, sugere-se o uso do método de Proctor, onde o material extraído é classificado de acordo com sua granulometria (através da passagem por diversas peneiras), moldado com a umidade de projeto, imerso sob

³⁷ Fonte: SIURB, 2004b

água durante quatro dias (durante o qual é medida sua expansibilidade), e finalmente ensaiado à penetração, cujo gráfico de pressão x deformação permite a determinação do CBR.

No entanto, Bernulli et al. (2007) comenta que este método se mostra excessivamente conservador e pouco representativo em certa condições, não refletindo as condições reais as quais o pavimento será solicitado durante sua vida útil. A condição de saturação simulada após quatro dias de imersão é um exemplo das exigências que, dependendo da região climática onde se encontre, pouco reflete a realidade local. A perda de umidade dos materiais é outro fator apontado pelo autor.

Bernulli, assim, defende o uso de ensaios penetrométricos *in situ* mais simplificados, como por exemplo o DCP (Dynamic Cone Penetrometer), mais conhecido no Brasil como ensaio com cone sul-africano. Este ensaio mede o DPI (ou índice de penetração, em português), que representa quantos milímetros foram penetrados para cada golpe do peso padrão, e o correlaciona com o CBR.

Para o ensaio do CBR a ser realizado neste trabalho, foi utilizado o método do DCP, ou ensaio com cone sul-africano. O equipamento necessário para a realização deste ensaio é ilustrado na Figura 13.1:



Figura 12.1 – Foto do equipamento pronto para ser ensaiado

A fotografia da Figura 13.1 foi tirada durante o ensaio DCP no local onde será

implantado as vias do loteamento em estudo, e consiste de hastes de 25mm de diâmetro, ponteiras com inclinação de 60º, e um martelo padrão com 8,0 kg (duplo). Uma vez montado o equipamento, deixa-se o martelo cair em queda livre de uma altura de 575 mm, quando então faz-se a leitura da distância penetrada pela ponteira. Pelo índice de penetração, medido em mm/golpe, encontra-se o CBR das camadas penetradas em até 700 mm pela fórmula encontrada por Smith e Pratt em 1983:

Equação 1

$$\log(CBR) = 2,56 - 1,15 * \log(IP)$$

Onde:

CBR = índice CBR do solo ensaiado, em porcentagem;

IP = índice de penetração das camadas identificadas, medido em mm/golpe.

Com base nos resultados do ensaio realizado (vide ANEXO II), adotou-se, por medidas conservadoras, o menor valor de CBR encontrado como o parâmetro para o subleito do pavimento a ser projetado de 7,2%. Este valor, apesar de poder ser menor em situações de saturação em épocas de chuva, ainda assim é conservador devido ao fato de, antes da execução das camadas do pavimento, será realizado uma compactação do subleito com rolo compressor. Esta compactação, como pode ser observado na análise dos pontos P4 e P5 do ensaio DCP (vide ANEXO II), elevam muito o valor do CBR das camadas de solo.

O resultado deste conservadorismo, no entanto, em nada afeta a espessura da sub-base necessária, uma vez que para subleitos com CBR maiores que 7% exige-se apenas a espessura mínima de 10 cm.

12.2 Dimensionamento da estrutura do pavimento

12.2.1 Dimensionamento mecânico segundo método da PCA versão 1984

SIURB (2004c) define que o dimensionamento de pavimentos de blocos pré-moldadas de concreto pode ser feito através do número N de projeto e da capacidade de suporte do subleito, sendo as espessuras de cada camada da

estrutura lidas diretamente de dois gráficos.

Primeiramente, a SIURB define que, para o número N menor que $1,5 \times 10^5$ (como é o caso do projeto em questão), não é mais necessária a utilização de uma camada de base, o que gera estruturas mais esbeltas e economicamente viáveis. Além disso, o dimensionamento se torna mais simples, utilizando-se apenas de um só gráfico. Além disso, define que o CBR da camada de subleito deve ser no mínimo de 20%, a não ser que o subleito apresente um CBR de 20% ou maior, caso no qual fica dispensada também o uso de sub-base.

Considerando o ensaio DCP realizado pelo grupo no local do loteamento, adotou-se um índice CBR de 7,2% para o subleito. Dessa maneira, pelo Gráfico 13.1, é possível determinar a espessura do sub-base pela leitura direta entre o número N de solicitações, e o CBR do subleito.

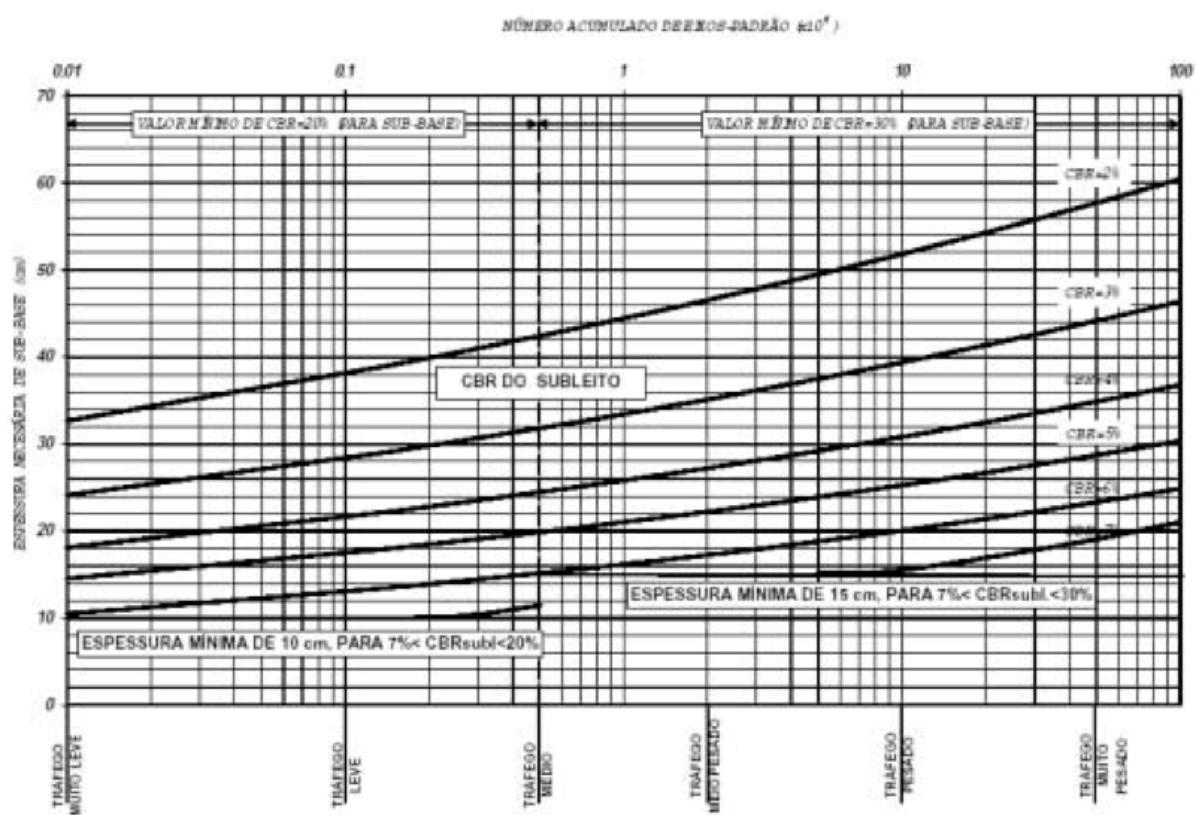


Gráfico 12.1 – Espessura necessária de sub-base³⁸

Pelo Gráfico 13.1, fica definida que a camada de sub-base deverá possuir uma espessura mínima de 10 centímetros e CBR de no mínimo 20%.

³⁸ Fonte: SIURB, 2004b

Para a camada de revestimento, os blocos de concreto pré-moldados devem atender às especificações da NBR 9780 e 9781, e suas espessuras e resistências ficam definidas segundo a Tabela 13.2.

Tabela 12.2 – Espessura e resistência dos blocos de revestimento³⁹

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N \geq 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Sobre a camada da sub-base e sob a camada de revestimento de blocos de concreto, deverá existir uma camada de assentamento de espessura definida pela SIURB de 4,0 cm, e composta ou por areia ou por pó de pedra.

Finalizando, a estrutura do pavimento deverá ser a seguinte:

- Revestimento: blocos de concreto pré-moldados, espessura de 6,0 cm e resistência a 35 MPa
- Camada de assentamento: areia, 4,0 cm
- Sub-base: brita graduada simples, espessura de 10 cm, CBR de 20% ou maior

Abaixo segue uma ilustração esquemática (Figura 13.2) da seção tipo definida pelo método do PCA.

Vale ressaltar que, apesar da SIURB indicar o número N de 10^5 solicitações para vias de tráfego leve, como adotado neste trabalho, deve-se realizar um estudo mais detalhado do fluxo de tráfego que se espera dentro do loteamento durante sua vida de projeto. Como o empreendimento está projetado para receber diversas edificações (nos lotes, áreas institucionais e de lazer), além de possíveis expansões do loteamento, têm-se de prever o fluxo de caminhões, tratores, carretas e demais tipos de veículos comerciais que trafegarão pelas vias do loteamento para dar suporte a todas essas construções. Tráfego este que solicitará mais do pavimento, exigindo uma estrutura mais robusta para resistir aos esforços, como por exemplo blocos de maior espessura e/ou camadas de sub-base mais espessas.

³⁹ Fonte: SIURB, 2004b

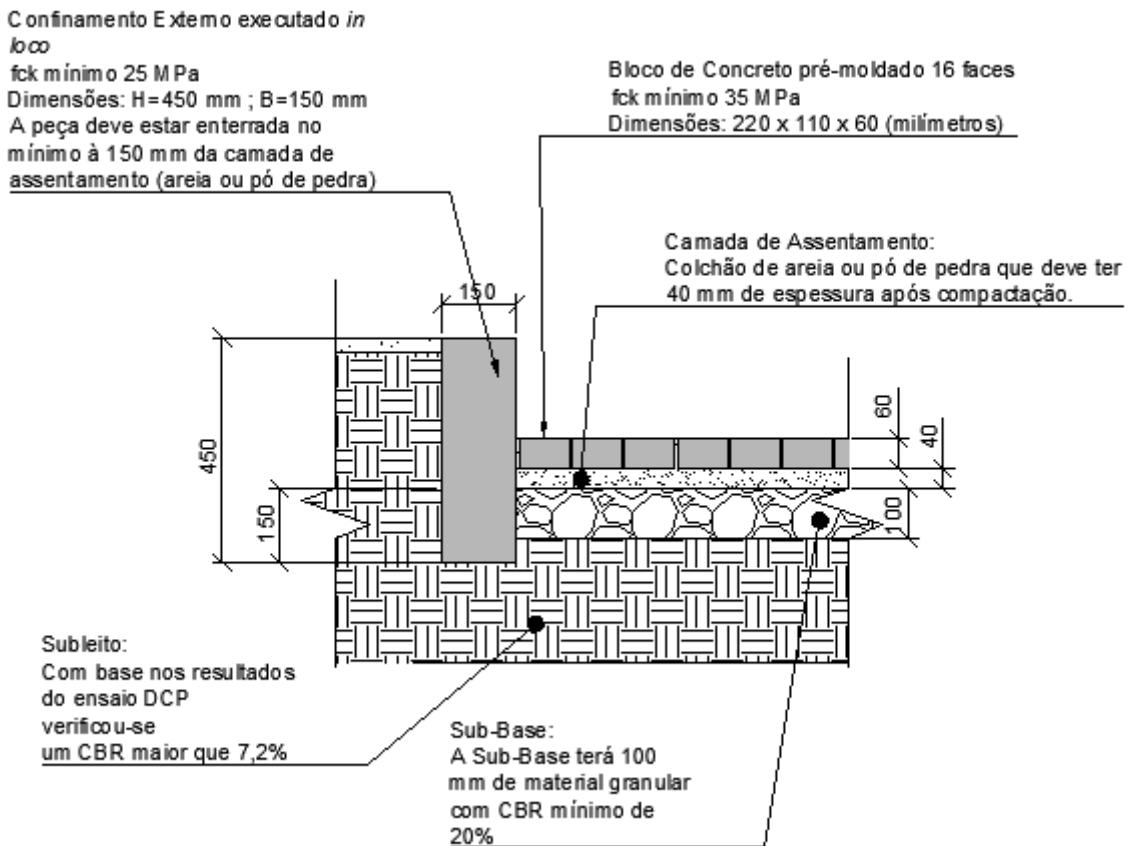


Figura 12.2 – Estrutura esquemática pelo dimensionamento mecânico

12.2.2 Dimensionamento Hidráulico

Além do dimensionamento mecânico, os pavimentos intertravados, por seu caráter permeável, também devem ser dimensionados pela sua capacidade de armazenamento das águas pluviais. Considera-se, neste entendimento, que as camadas de base e sub-base atuam também como reservatório para acomodar o volume de água infiltrado no pavimento.

Para este dimensionamento hidráulico, são necessários dados de precipitação da região, a porosidade do material a ser utilizado como sub-base e coeficiente de permeabilidade do solo (ABCP, 2011). A fórmula para se encontrar a altura do reservatório é a seguinte:

Equação 2

$$H = \frac{P - f * T_e}{n}$$

onde:

H = altura do reservatório de material granular (camada de sub-base), em cm;

P = altura total precipitada, correspondente à duração t e período de retorno T , em mm;

f = permeabilidade do solo, em mm/h;

T_e = tempo de enchimento do reservatório, em horas;

n = porosidade do material granular.

Esta fórmula pode ser compreendida como sendo a diferença entre os volumes de água precipitado e o infiltrado para o solo, volume este que ocupará os vazios da camada de material granular do pavimento.

Devido à falta de registros pluviométricos nas cidades de Ribeirão Preto e Jardinópolis, foi utilizada para a área em estudo a equação do posto pluviométrico de Serrana – C4-083R, publicada pelo DAEE (1999), mais próxima ao local de implantação deste projeto, distante aproximadamente 20 km. A Equação 3 representa a relação intensidade – duração – período de retorno para a região de Serrana, com bases nos dados registrado em 1975-85, 1988-94 e 1996 (22 anos).

$$\text{Equação 3} \quad i_{t,T} = 39,8213 * (t+25)^{-0,8987} + 9,1245 * (t+15)^{-0,8658} * \left[-0,4786 - 0,9085 * \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

onde:

$i_{t,T}$ = intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T , em mm/min;

t = duração da chuva, em minutos;

T = período de retorno, em anos.

Conforme adotado por Virgiliis (2009) em sua dissertação sobre pavimentos permeáveis, calculou-se para este trabalho a intensidade da chuva para um período de retorno de 2 anos e duração de 1 hora, onde tem-se:

Equação 4

$$i = 2,01 \text{ mm/min ou } i = 120,6 \text{ mm/h}$$

O que resultaria, para uma chuva de duração de 1 hora, em uma altura de chuva P

de 120,6 mm. Além deste dado, foi utilizado os valores encontrados por Virgiliis (2009) para a porosidade do macadame hidráulico pedra III, material que poderá ser utilizado como sub-base do pavimento aqui dimensionado. Segundo o autor, uma camada compactada deste material apresenta uma porosidade de 0,45.

Durante as visitas ao terreno objeto deste trabalho, foram feitas inspeções *in loco* onde verificou-se a semelhança do solo do terreno (Figura 13.4) com o latossolo roxo (Figura 13.3), tipo de solo característico na região (também chamado de terra roxa, pela sua forte coloração vermelha).



Figura 12.3 – Imagem de um latossolo roxo⁴⁰



Figura 12.4 – Foto do solo da Fazenda Córrego das Pedras⁴¹

⁴⁰ Fonte: <<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/turismo/park/i71hnatural.php>>

Baseando-se nessa hipótese, adotamos como coeficiente de permeabilidade um valor de 20 mm/h, valor este próximo da ordem de grandeza aos encontrados no estudo de Beutler et al. (2000) para latossolos.

Com estes parâmetros, tem-se:

Equação 5

$$H = \frac{120,6 \text{ mm} - 20 \text{ mm/h} * 1\text{h}}{0,45} = 223 \text{ mm}$$

Por este dimensionamento hidráulico encontrou-se uma sub-base, equivalente a altura de reservatório, de 22,3 cm de espessura, cujo material, segundo a ABCP (2011), deverá possuir um CBR superior a 80%.

Verifica-se que esta estrutura é maior do que as espessuras encontradas no dimensionamentos mecânico pelo método da PCA, fato que, segundo Virgiliis (2009), é determinante para a escolha da estrutura do pavimento: deve-se sempre adotar a maior estrutura, a mais crítica.

Ainda em sua dissertação, Virgiliis (2009) recomenda a aplicação de manta geotêxtil de polipropileno não tecido entre as camadas de areia de assentamento e a sub-base de macadame hidráulico, afim de evitar a passagem de grãos de areia para a camada inferior, sem perder sua função de permitir o escoamento da água.

Dessa forma, a estrutura final do projeto de pavimentação fica definida como a ilustrada esquematicamente pela Figura 13.5.

⁴¹ Fonte própria

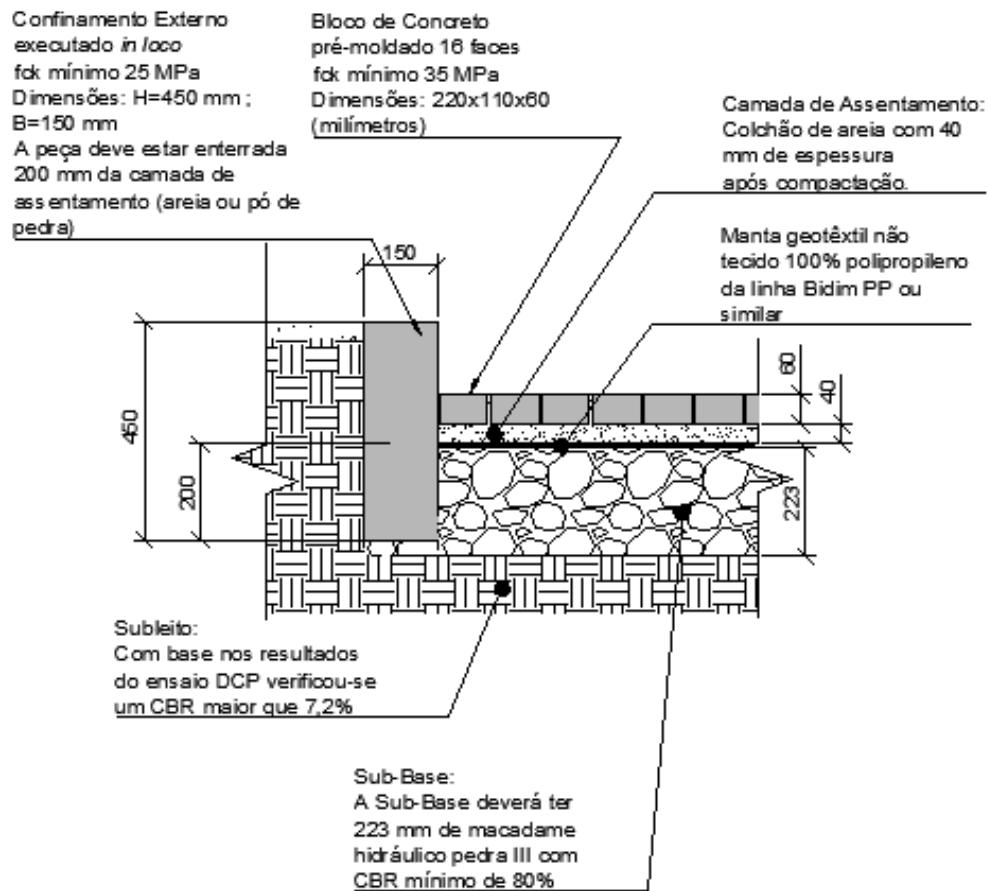


Figura 12.5 - Estrutura esquemática pelo dimensionamento hidráulico

Esta estrutura, pelo seu caráter permeável e sua capacidade de armazenamento das águas pluviais, contribui para o atendimento dos requisitos da subcategoria 6.2 do Processo AQUA. Ao permitir a infiltração da água que escoa pelo pavimento, reduz-se o coeficiente de impermeabilização e a vazão de escoamento do projeto de drenagem. No entanto, devido ao problema de colmatação das juntas citado anteriormente, que compromete sua permeabilidade, não foi possível a determinação exata da porcentagem desta redução, impossibilitando a previsão do indicador atendido.

Uma possível solução para esta colmatação é o uso de blocos de concreto permeável, como apontado anteriormente. No entanto, seu uso ainda não é contemplado pelos órgãos regulamentadores responsáveis por projetos de pavimentação, como DNER e DNIT, o que pode dificultar o processo de aprovação dos projetos.

12.3 Materiais a serem utilizados

12.3.1 Revestimento de blocos de concreto pré-moldado

A camada de revestimento do pavimento será de blocos de concreto pré-moldados de 16 faces, com as seguintes características:

- Dimensões: 220 x 110 x 60 mm
- 16 faces
- Resistência 35 Mpa
- 39 peças por m²



Figura 12.6 – Bloco de concreto pré-moldado de 16 faces⁴²

⁴² Fonte: <<http://www.rhinopisos.com.br>>



Figura 12.7 – Bloco de concreto pré-moldado de 16 faces com coloração vermelha⁴³



Figura 12.8 – Bloco de concreto pré-moldado de 16 faces com coloração amarela⁴⁴

Para as faixas de rolamento do tráfego, serão empregados os blocos de concreto de coloração natural, conforme ilustrado na Figura 13.6; enquanto que para as ciclo faixas serão utilizados os blocos de concreto de coloração vermelha (ver Figura 13.7) e para as áreas reservadas para estacionamento de veículos os blocos de coloração amarela (ver Figura 13.8), destacando assim o diferente uso dessas faixas do pavimento, contribuindo para a melhoria na sinalização de tráfego e no paisagismo do empreendimento.

⁴³ Fonte: <<http://www.preciolandia.com.br>>

⁴⁴ Fonte: <<http://www.guis.com.br>>

12.3.2 Camada de assentamento de areia

A areia a ser utilizada como camada de assentamento deverá ser fornecida por algum fornecedor local o mais próximo possível do terreno do loteamento, uma vez que o custo de transporte do material poderá impactar bastante na escolha do fornecedor. Para esta camada, a SIURB (2004b) recomenda que a areia poderá conter no máximo 5% de silte e argila (em massa) e, no máximo, 10% de material retido na peneira 4,8 mm. Cruz (2003) apresenta a granulometria recomendada para esta areia de assentamento, indicada na Tabela 13.3.

Tabela 12.3 - Granulometria recomendada para a areia de assentamento⁴⁵

Abertura peneira (mm)	% que passa em massa
9,5	100
4,8	95 – 100
1,2	50 – 85
0,6	25 – 60
0,3	10 – 30
0,15	0,5 – 15
0,0075	0 - 10

12.3.3 Manta geotêxtil de polipropileno não tecido

A manta geotêxtil a ser utilizada entre as camadas de assentamento de areia e sub-base de macadame hidráulico deverá possibilitar o escoamento da água infiltrada pelas camadas superiores ao mesmo tempo que impede a passagem de grão de areia para as camadas inferiores. Assim, conforme indicado por Virgiliis (2009), pode-se utilizar manta geotêxtil não tecido 100% polipropileno como da Linha Bidim PP ou similar.

**Figura 12.9 - Manta geotêxtil não tecido 100% polipropileno⁴⁶**

⁴⁵ Fonte: Cruz, 2003.

⁴⁶ Fonte: <<http://www.bidim.com.br>>

12.3.4 Macadame hidráulico pedra III

O macadame hidráulico a ser utilizada como sub-base do pavimento deverá atender ao requisito exigido pela ABCP (2011) de possuir CBR superior ou igual a 80%, e será fornecido por algum fornecedor local o mais próximo possível do site do loteamento, uma vez que o custo de transporte do material poderá impactar bastante na escolha do fornecedor. Além disso, a granulometria do macadame hidráulico deverá atender às especificações da SIURB (2004d) para o tipo de pedra III conforme as Tabelas 13.4 e 13.5.

Tabela 12.4 - Especificações granulométricas do agregado graúdo do macadame hidráulico⁴⁷

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS PMSP/SP EM-04/92	PORCENTAGEM, EM PESO, QUE PASSA.		
	I	II	III
100mm (4")	100	-	-
90mm (3 1/2")	90-100	-	-
76mm (3")	-	100	-
64mm (2 1/2")	25-60	90-100	100
50mm (2")	-	35-70	90-100
38mm (1 1/2")	0-15	0-15	35-70
25mm (1")	-	-	0-15
19mm (3/4")	0-5	0-5	-
12,5mm (1/2")	-	-	0-5

Tabela 12.5 - Especificações granulométricas do agregado para material de enchimento do macadame hidráulico⁴⁸

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS PMSP/SP EM-04/92	PORCENTAGEM, EM PESO, QUE PASSA.	
	I	II
19mm (3/4")	100	-
12,5mm (1/2")	85-100	-
9,5mm (3/8")	-	100
4,8mm nº 4	-	85-100
0,150mm nº 100	10-30	10-30

⁴⁷Fonte: SIURB, 2004d.

⁴⁸ Fonte: SIURB, 2004d.

No caso do agregado para material de enchimento, deverá ser usada como referência a faixa II da Tabela 13.5, uma vez que este material serve de enchimento para os agregados graúdos das faixas II e III.

12.3.5 Confinamento externo

O confinamento externo deverá ser composto por guias de concreto moldadas *in loco*, com as seguintes especificações conforme prática recomendada pela ABCP (2010b):

- Largura da base: 150 mm
- Altura: 450 mm
- Resistência a 28 dias: 25 MPa

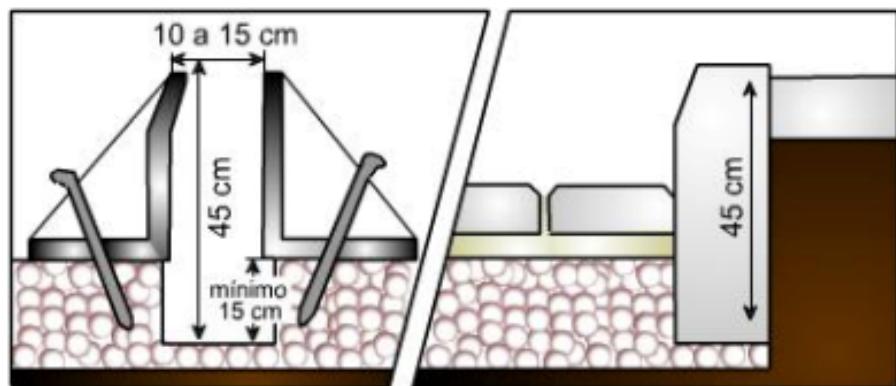


Figura 12.10 - Guia de concreto moldada in loco para confinamento do pavimento⁴⁹

As guias deverão ser concretadas com molde rígido e adensamento vibratório, e terá altura de 45,0 cm, dos quais 20,0 cm estarão enterrados abaixo da camada de assentamento de areia, e 15,0 cm estarão acima do nível do revestimento, respeitando assim as exigências de altura de meio-fio lateral do Plano Diretor de Jardinópolis.

12.4 Método construtivo

Para o detalhamento do método construtivo, foi usado como referência o estudo de

⁴⁹ Fonte: <<http://www.bricka.com.br>>

caso da dissertação de Virgiliis (2009). O autor acompanhou e registrou o método construtivo empregado durante a execução de um paver permeável experimental no Centro Tecnológico de Hidráulica – CTH da Universidade de São Paulo, cuja estrutura se assemelha com a estrutura projetada neste trabalho. São definidas a seguir as etapas do método construtivo do paver aqui projetado.

12.4.1 Limpeza do terreno e serviços topográficos

Para a limpeza e remoção do material vegetal do terreno pode ser executada com uso de escavadeiras hidráulicas, retro escavadeiras e caminhões basculantes.

O material removido e entulho devem ser transportados para um aprovado e licenciado aterro.

O serviço de topografia deve iniciar juntamente com a limpeza do terreno, fazendo a locação da obra e posicionando as estacas de 10 em 10 metros no sentido longitudinal dos eixos das vias do projeto, bem com a marcação da altura de corte para terraplenagem.

12.4.2 Abertura da caixa de pavimentação e compactação

Após a limpeza do terreno e marcação do eixo das vias, deverá ser iniciada a abertura da caixa de pavimentação, com uso de escavadeiras e retro escavadeiras.

Após realizada esta etapa, compacta-se o solo com o uso de compactadores tipo pé-de-carneiro até atingir um grau de compactação mínimo de 100% (ABCP, 2010a).

Uma vez terminada a compactação, amostras deverão ser extraídas para se ensaiar o CBR atingido pela compactação.

12.4.3 Nivelamento e acabamento da superfície

O levantamento topográfico, nesta etapa, representa uma atividade de extrema importância, pois irá fixar a cota a ser nivelado o subleito conforme definido em projeto, bem como as inclinações necessárias e marcações de corte e aterro. Para tal nivelamento, a superfície deverá ser conformada com motoniveladora, sempre em corte. Adições de material após a compactação para correção do greide não é

permitido para evitar a formação de lamelas no pavimento.

O acabamento da superfície deverá se apresentar liso, sem sulcos, e isento de partes soltas, obtido através do uso de rolos pneumáticos de pressão variável ou rolo liso.

12.4.4 Lançamento da sub-base

Na sequência, procede-se o espalhamento do macadame hidráulico pedra III, sendo aplicado em camadas de 10 cm roladas, e compactadas com rolo compactador liso com vibração intermediária. Deve-se repetir esse espalhamento em camadas e seguinte compactação até atingir-se a espessura de projeto, definida anteriormente em 22,3 cm.

12.4.5 Execução das guias de confinamento

Definido como sendo executada *in loco*, as fôrmas das guias de confinamento do pavimento deverão, nesta etapa, serem montadas e concretadas, antes do lançamento da camada de assentamento de areia e dos blocos. Dessa forma, delimita-se uma “caixa” que impede a movimentação dos blocos.

Deve-se deixar uma altura de 20,0 cm de guia enterrada abaixo da camada de assentamento de areia.

12.4.6 Aplicação da manta geotêxtil

A manta geotêxtil é aplicada sobre a camada de macadame hidráulico, para evitar que partículas de areia da camada de assentamento passe para a sub-base, colmatando a camada e diminuindo a capacidade de infiltração do mesmo.

12.4.7 Lançamento da camada de assentamento de areia e posicionamento dos blocos de concreto pré-moldados

Sobre a manta geotêxtil, espalha-se a camada de areia com 4,0 cm de espessura após compactada, que servirá de suporte e regularização para o posicionamento

dos blocos de concreto pré-moldados. Estes, por sua vez, serão posicionados na diagramação de espinha de peixe, conforme ilustrado na Figura 13.11.

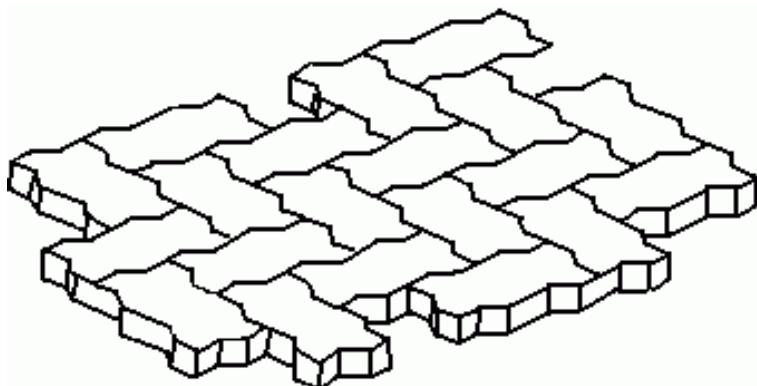


Figura 12.11 - Diagramação espinha de peixe⁵⁰

Segundo Cruz, a diagramação em espinha de peixe apresenta “maiores níveis de intertravamento e consequente melhor desempenho estrutural” (2003, p.18).

12.4.8 Lançamento de areia de rejunte

Uma vez posicionados os blocos de concreto pré-moldados, aplica-se areia sobre o pavimento para que esta se assente entre as juntas dos blocos, aumentando o intertravamento entre eles. Pode ser utilizado o mesmo material da camada de assentamento, utilizando-se de uma vassoura para seu espalhamento, assim certificando-se que todos as juntas foram preenchidas.

12.4.9 Compactação e limpeza do pavimento

Uma vez terminados o assentamento dos blocos e o preenchimento das juntas com areia, deve-se compactar o pavimento com uso de placa vibratória ou rolo compactador para garantir o assentamento dos blocos.

Por fim, faz-se a limpeza do pavimento pela varrição do excesso de areia, etapa final do método construtivo após a qual já fica liberado o tráfego de veículos.

⁵⁰ Fonte: Google.

12.5 Estimativas de custos

Com base nos projetos desenvolvidos neste trabalho, realizou-se uma análise quantitativa estimada dos serviços necessários para execução do pavimento proposto, e seus custos foram baseados nos valores (incluem custos com materiais e mão-de-obra) cotados pelo Guia da Construção (2013) da Pini⁵¹ em Junho de 2013.

Tabela 12.6 – Estimativa de custos para execução do paver

Atividades	Un.	Serviço Qntd.	Custo Un.	Custo Total (R\$)
1. Serviços Iniciais				404.691,62
1.1 Limpeza do terreno	m ²	87.785,60	0,29	25.457,82
1.2 Locação de obra e demais serviços topográficos	m ²	87.785,60	4,32	379.233,79
2. Terraplenagem				1.125.090,48
2.1 Escavação e remoção de terra	m ³	24.490,00	14,26	349.227,40
2.2 Abertura e preparo de caixa até 40 cm	m ²	52.598,00	9,25	486.531,50
2.3 Regularização de subleito	m ²	52.598,00	0,61	32.084,78
2.4 Aterro mecanizado com reaproveitamento do solo escavado	m ³	38.510,00	6,68	257.246,80
3. Pavimento				5.942.103,05
3.1 Lançamento de macadame hidráulico pedra III	m ³	11.729,35	181,67	2.130.871,74
3.2 Execução das guia de confinamento	m	7.536,00	68,64	517.271,04
3.3 Aplicação da manta geotêxtil não tecido	m ²	52.598,00	4,62	243.002,76
3.4 Lançamento de areia de assentamento	m ³	2.103,92	101,13	212.769,43
3.5 Posicionamento dos blocos de concreto pré-moldado	m ²	52.598,00	53,96	2.838.188,08
TOTAL				7.471.885,15

Observa-se que os maiores custos levantados são correspondentes ao posicionamento dos blocos de concreto pré-moldado, devido à grande utilização de mão de obra para este serviço, como apontado no capítulo 12; e ao lançamento de macadame hidráulico como sub-base, cujo material e espessuras exigidas para atendimento dos critérios da certificação Processo AQUA encarecem a estrutura final.

⁵¹ Fonte: Guia da Construção <<http://www.guiadaconstrucao.pini.com.br>>

13 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O loteamento desenvolvido neste trabalho teve como principal proposição incorporar critérios de sustentabilidade. Visando atender esse objetivo, foi adotado o Processo AQUA como referência para as diretrizes de projeto aqui propostos, certificação esta julgada pelo membros do grupo como a mais adequada à situação política, econômica e cultural do Brasil.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, os membros do grupo vivenciaram enriquecedoras experiências que agregaram aos conhecimentos profissionais e técnicos. Estas experiências incluem visitas a empreendimentos tido como referências de mercado, encontros com profissionais renomados e participações em congressos e palestras.

Pelo fato de um projeto de loteamento ser complexo e envolver uma extensa lista de projetos necessários para sua construção, a elaboração de todos os projetos pelo grupo seria inviável, por este motivo optou-se por dar um desenvolvimento mais detalhado ao projeto geométrico e ao projeto de pavimentação, ambos de grande impacto econômico, técnico e social no empreendimento.

Visto que um dos projetos escolhidos foi o geométrico, uma grande dificuldade encontrada foi o uso de software específico (AutoCad Civil 3D). Foi preciso um longo período de capacitação e familiarização com o software antes de dar início efetivamente à atividade de projetar o empreendimento. Nesta etapa, foi exigido um grande número de iterações e modificações no Projeto Geométrico de modo a adequá-lo às diretrizes adotadas.

Outra dificuldade enfrentada durante a elaboração dos projetos estava intimamente ligada com o fato de a certificação Processo AQUA possuir diversas subcategorias nas quais os indicadores eram muito subjetivos, não oferecendo uma orientação adequada de como atendê-lo, como taxas ou valores a serem obtidos. A avaliação das subcategorias que poderiam ser atendidas pelo projeto também se mostrou imprecisa em ocasiões, uma vez que para a obtenção de alguns indicadores necessita-se de um detalhamento mais profundo dos projetos, fora do escopo deste trabalho, que se propôs a realizar um estudo mais básico.

Ainda, uma possível crítica abrangida pelo grupo durante as pesquisas bibliográficas é que a grande parte dos documentos legais pesquisados, como o Plano Diretor

(2006), as instruções de projeto da SIURB, DER e DNIT, dentre outros, não abordam aspectos e soluções mais enviesadas à sustentabilidade. Essa falta de orientação, por parte dos órgãos competentes, para a prática de soluções mais sustentáveis deixa de incentivar e esclarecer aos possíveis empreendedores alternativas viáveis e voltadas para a sustentabilidade.

Como forma de avaliação dos resultados obtidos, foi elaborada a Tabela 14.1, apresentada a seguir, que compara o projeto desenvolvido neste trabalho com outros empreendimentos consolidados.

Tabela 13.1 – Comparativo entre o loteamento proposto e empreendimentos similares

Projeto desenvolvido	Área Verde + Lazer / Área Total	Áreas de Lotes / Área Total	Área Verde + Lazer / Lote (m ²)	Observações
	35%	37%	281	
Damha Golf - São Carlos	23%	52%	609	Certificação AQUA
Genesis 1	73%	15%	2.405	Certificação ISO14001
Genesis 2	73%	17%	2.405	Certificação ISO14001
Damha Village - 1 São Carlos	32%	42%	237	Referência
Damha Village - 2 São Carlos	52%	29%	536	Referência
Damha 1 - São Carlos	23%	50%	234	Referência
Damha 3 - Presidente Prudente	28%	-	294	Referência

Pode-se perceber que o projeto desenvolvido tem percentuais de área similar aos outros produtos de sucesso já consolidados em suas regiões, sugerindo assim um potencial de aceitação do empreendimento pelo mercado.

Por último, fica o entusiasmo de se ter concluído o curso de Engenharia com o desenvolvimento de um projeto real sobre um tema cada vez mais frequente que possui um grande poder de transformação no meio ambiente.

14 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADEI, V. C.; AMADEI, V. de A. **Como lotear uma gleba:** o parcelamento do solo urbano em todos os seus aspectos (loteamento e desmembramento). 3. ed. rev. e ampl. Campinas, SP: Millenium Editora, 2012. 533 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9781: Peças de concreto para pavimentação – Especificação e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 9895 Solo - Índice de suporte califórnia - Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Melhores Práticas: Pavimento Intertravado Permeável.** 2011. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br>>. Acessado em: 15. mar. 2013

_____. **Prática Recomendada PR-1 – Preparo da Fundação.** 2010a. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br>>. Acessado em: 15. mar. 2013

_____. **Prática Recomendada PR-2 – Confinamentos.** 2010b. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br>>. Acessado em: 15. mar. 2013

BARREIROS, Mário Antônio Ferreira; ABIKO, Alex Kenya. **Reflexões sobre o parcelamento do solo urbano.** São Paulo, 1998.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica:** Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: Gráfica Minister, 2007.

BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Resistência à penetração e permeabilidade de latossolo vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo.** Universidade Federal de Lavras – UFLA. 2000.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, 28 de maio de 2012. Seção 1, p. 1-11

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Demanda habitacional no Brasil.** Brasília, 2011.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Brasil tem déficit de 7,9 milhões de moradias.** Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/brasil-tem-deficit-de-79-milhoes-de-moradias>>. Acesso em: 05. jun. 2013.

CPFL ENERGIA. **Ocupação de faixa de linha de transmissão:** orientação técnica. Versão 1.16. [S.I.]: 2011. 41 p. Disponível em: <<http://www.cpfl.com.br>>. Acesso em: 03. dez. 2012.

CRUZ, L. O. M. **Pavimento Intertravado de Concreto: Estudo dos elementos e métodos de dimensionamento.** 2003, 281 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo.** 1999. Disponível em: <http://www.daeebauu.org/EquaChuvasIntensas.doc>. Acesso em 20. jun. 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Pavimentação:** Reciclagem de Pavimento à Frio “in situ” com Espuma de Asfalto – Publicação ES 405/00. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **Projeto de pavimentação** – Publicação IP-DE-P00/001. Rio de Janeiro, 2006. 53 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Pavimentos Rígidos:** Publicação IP-714. 2a edição, Rio de Janeiro, 2005, 234 p.

_____. **Manual de Pavimentação:** Publicação IP-719. 3a edição, Rio de Janeiro, 2006, 274 p.

FCAV – FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI. Referencial técnico de certificação “Bairros e Loteamentos – Processo AQUA”. Versão 0. São Paulo, Setembro de 2011.

GRAPOHAB. **Manual de orientação para aprovação de projetos habitacionais.** São Paulo: 2011. 128 p. Disponível em: <<http://www.secovi.com.br>>. Acesso em: 03. dez. 2012.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Brasil é o 4º lugar no ranking da Certificação LEED.** Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/?p=imprensa-detalhes&l=361>. Acesso em 18/05/2013.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Prédios comerciais são a maioria das obras sustentáveis no país.** Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/?p=imprensa-detalhes&l=286>. Acesso em 18/05/2013.

HONDA, Wilson Sabura; MONETTI, Eliane I. **Atributos que condicionam o desenvolvimento de loteamentos residenciais fechados.** São Paulo: EPUSP, 2008. 24 p. - (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/517).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por análise de domicílios – Síntese de indicadores 2011.** Rio de Janeiro, 2012.

INTERPAVE. **Concrete Block Paving:** guide to the properties design, construction, reinstalment, and maintenance of concrete block pavements. United Kingdom, 2005. 68 p.

_____. **Permeable pavements:** guide to the design, construction and maintenance of concrete block permeable pavements. United Kingdom, 2008. 80 p.

JARDINÓPOLIS. **Lei Complementar nº 01/2006, de 05 de outubro de 2006.** Dispõe sobre o plano diretor participativo, sistema e processo de planejamento e gestão democrática do desenvolvimento urbano do município de Jardinópolis. Jardinópolis, SP: 2006. 64 p. Disponível em: <<http://www.jardinopolis.sp.gov.br>>. Acesso em: 03. dez. 2012.

JÚNIOR, F. A. **Manual de Pavimentação Urbana.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1992.

MARCHIONI, M. & SILVA, C. O. **Pavimento Intertravado Permeável:** Melhores Práticas. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2011

MASCARÓ, J. L. **Loteamentos urbanos.** 2. ed. Porto Alegre, RS : Mais Quatro Editora, 2005. 210 p.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Inventário Brasileiro de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo protocolo de Montreal.** Brasília, 2011.

MOTA, Francisco S. B. **Disciplinamento do uso e ocupação do solo urbano visando a preservação do meio ambiente.** São Paulo, 1980. 254p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

NEGREIROS, I. **Diretrizes para projetos de loteamentos urbanos considerando os métodos de avaliação ambiental.** 2009. 161 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

NEGREIROS, Iara; ABIKO, Alex Kenya. **Diretrizes para Projetos de Loteamentos Urbanos considerando os Métodos de Avaliação Ambiental.** São Paulo: EPUSP, 2009. 27 p. - (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/526).

RIBEIRÃO PRETO TRANSMISSORA DE ENERGIA LTDA. **EIA – RIMA: Linhas de transmissão 500kV São Simão Marimbondo Ribeirão Preto.** [S.I.]: 2007. Disponível em: <http://www.miga.org/documents/EIA_RPTE_RIMA.pdf>. Acesso em: 03. dez. 2012.

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA URBANA E OBRAS. **Dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto – IP-06.** São Paulo, 2004a.

_____. **Dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto – IP-06.** São Paulo, 2004b.

_____. **Classificação das vias – IP-02.** São Paulo, 2004c.

_____. **Especificação de Serviços – ESP-05** Sub-bases e bases de macadame hidráulico. São Paulo, 2004d.

SILVA FILHO, A. L. **Estudo comparativo de viabilidade técnica e econômica entre pavimentos rígido e flexível aplicados a rodovia BR-408 PE.** Caruaru : FAVIP, 2011. 25 p.

SINDICATO DA CONSTRUÇÃO DE SÃO PAULO – SINDUSCON SP. **Relatório Técnico Déficit habitacional.** São Paulo, 2007.

SINDICATO DA HABITAÇÃO – SECOVI. **Etapas para aprovação de loteamentos.** Disponível em: <<http://www.secovi.com.br/files/Downloads/marcoantonio-bengalmestrepdf.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2013.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses.** 3. ed. São Paulo: 2006. 103 p.

VIRGILIIS, Afonso Luís Corrêa de. **Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias.** São Paulo, 2009.

ANEXO I

Projeto Geométrico do Loteamento

ANEXO II

ENSAIO DCP (Dynamic Cone Penetrometer) ou CONE SUL-AFRICANO

No dia 08 de junho de 2013, integrantes do grupo foram até o local objeto de estudo deste trabalho para realizar ensaios *in situ* para coletar parâmetros do solo. Dentre os objetivos, buscou-se obter um índice CBR para o subleito do que será o projeto de pavimentação, informação importante para o correto e preciso dimensionamento da estrutura do pavimento.

O ensaio escolhido foi o DCP (Dynamic Cone Penetrometer) ou Cone Sul-Africano, como é conhecido aqui no Brasil, pela simplicidade e celeridade para a sua execução, e pela relevante correlação com o índice CBR. O equipamento para a realização de tal ensaio foi emprestado pelo Laboratório de Tecnologia de Pavimentação - LTP da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e sua utilização nos foi ensinada na prática pelo especialista de laboratório Edson de Moura, a quem agradecemos pela paciência e pela sua colaboração para este trabalho.

Na data referida, dois integrantes do grupo realizaram o ensaio com êxito, coletando dados de penetração de 7 pontos distintos, cujos resultados e análises são apresentados a seguir.

II.1 Registro fotográfico (feito pelos próprios integrantes do grupo)**Figura Anexo II. 1 – Foto do material desmontado antes do ensaio****Figura Anexo II. 2 – Foto do material montado**



Figura Anexo II. 3 – Foto do ensaio sendo realizado



Figura Anexo II. 4 – Foto do ensaio sendo realizado



Figura Anexo II. 5 – Foto do ensaio sendo realizado

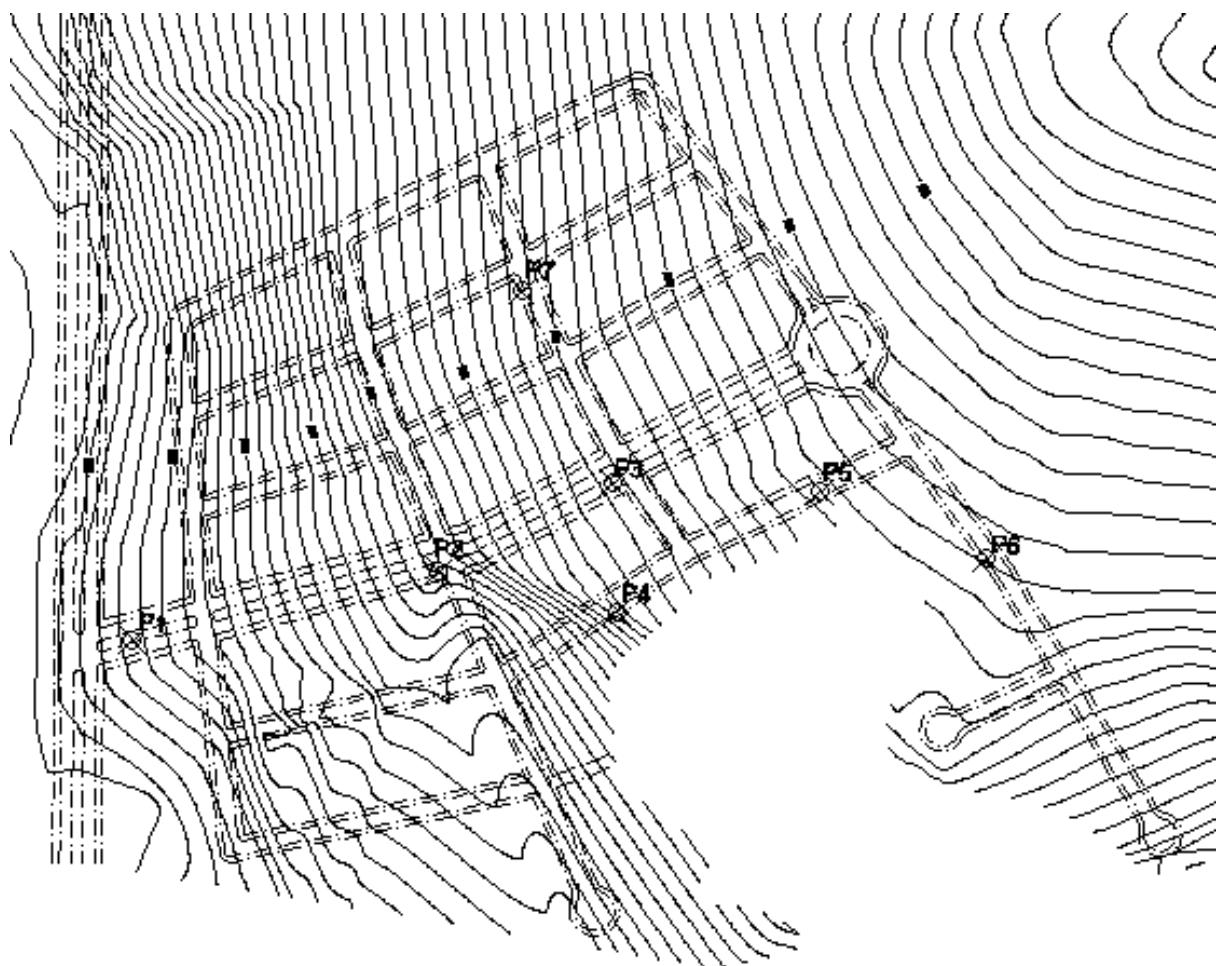


Figura Anexo II. 6 – Posição aproximada dos pontos P1 a P7 ensaiados

Pela Figura Anexo II.6 consegue-se visualizar a localização aproximada dos pontos ensaiados P1 a P7. Buscou-se pontos que estivessem próximos do traçado viário proposto neste trabalho, porém a dificuldade de se localizar durante o ensaio, e a presença de plantações de cana impediram um posicionamento preciso.

II. 2 Resultados

A seguir, as tabelas com os resultados dos 7 pontos ensaiados.

Tabela Anexo II. 1 – Resultados do ponto P1

P1			
Número de Golpes	Σ Golpes	Penetração (mm)	Índice de penetração (mm/golpe)
0	0	55,5	
1	1	89	33,50
1	2	108	19,00
1	3	131	23,00
1	4	158	27,00
3	7	233	25,00
3	10	300	22,33
3	13	353	17,67
3	16	406	17,67
3	19	461	18,33
3	22	521	20,00
3	25	588	22,33
3	28	659	23,67
3	31	726	22,33
3	34	792	22,00
3	37	855	21,00

Tabela Anexo II. 2 – Resultados do ponto P2

P2			
Número de Golpes	Σ Golpes	Penetração (mm)	Índice de penetração (mm/golpe)
0	0	35	
1	1	57	22,00
1	2	65	8,00
1	3	74	9,00
1	4	87	13,00
1	5	98	11,00
1	6	112	14,00
1	7	125	13,00
1	8	138	13,00
1	9	150	12,00
1	10	162	12,00
1	11	175	13,00
1	12	187	12,00
1	13	198	11,00
1	14	218	20,00
1	15	222	4,00
1	16	236	14,00
1	17	252	16,00
1	18	261	9,00
1	19	277	16,00
1	20	293	16,00
1	21	312	19,00
1	22	334	22,00
1	23	349	15,00
1	24	367	18,00
1	25	383	16,00
1	26	402	19,00
1	27	412	10,00
1	28	427	15,00
1	29	437	10,00
1	30	448	11,00
1	31	459	11,00
1	32	471	12,00
1	33	489	18,00
1	34	494	5,00
1	35	507	13,00
1	36	522	15,00
1	37	537	15,00
1	38	551	14,00
1	39	571	20,00
1	40	579	8,00
1	41	594	15,00

Tabela Anexo II. 3 – Resultados do ponto P3

P3			
Número de Golpes	Σ Golpes	Penetração (mm)	Índice de penetração (mm/golpe)
0	0	58	
1	1	81	23,00
1	2	109	28,00
1	3	123	14,00
1	4	140	17,00
1	5	146	6,00
1	6	163	17,00
1	7	180	17,00
1	8	195	15,00
1	9	208	13,00
1	10	222	14,00
1	11	240	18,00
1	12	256	16,00
1	13	270	14,00
1	14	284	14,00
1	15	300	16,00
1	16	314	14,00
1	17	330	16,00
1	18	348	18,00
1	19	363	15,00
1	20	378	15,00
1	21	398	20,00
1	22	414	16,00
1	23	429	15,00
1	24	448	19,00
1	25	470	22,00
1	26	492	22,00

Tabela Anexo II. 4 – Resultados do ponto P4

P4			
Número de Golpes	Σ Golpes	Penetração (mm)	Índice de penetração (mm/golpe)
0	0	32	
1	1	51	19,00
1	2	53	2,00
1	3	61	8,00
1	4	68	7,00
1	5	71	3,00
1	6	76	5,00
1	7	81	5,00
1	8	86	5,00
1	9	89	3,00
1	10	93	4,00
1	11	101	8,00
1	12	103	2,00
1	13	106	3,00
1	14	112	6,00
1	15	118	6,00
1	16	123	5,00
1	17	131	8,00
1	18	136	5,00
1	19	143	7,00
1	20	147	4,00
1	21	152	5,00
1	22	158	6,00
1	23	167	9,00
1	24	172	5,00
1	25	178	6,00
1	26	182	4,00
1	27	187	5,00
1	28	194	7,00
1	29	198	4,00
1	30	206	8,00
1	31	211	5,00
1	32	217	6,00
1	33	223	6,00
1	34	232	9,00
1	35	240	8,00
1	36	248	8,00
2	38	254	3,00
1	39	258	4,00
1	40	268	10,00

Nota: Neste ponto P4 foram penetrados apenas 268 mm pois o solo apresentava uma alta resistência aos golpes, fato que preocupou os integrantes pela possível deterioração da ponteira do equipamento e então decidiram interromper o ensaio neste ponto.

Tabela Anexo II. 5 – Resultados do ponto P5

P5			
Número de Golpes	Σ Golpes	Penetração (mm)	Índice de penetração (mm/golpe)
0	0	35	
1	1	50	15,00
1	2	55	5,00
1	3	65	10,00
1	4	70	5,00
1	5	72	2,00
1	6	85	13,00
1	7	90	5,00
1	8	98	8,00
1	9	100	2,00
1	10	107	7,00
1	11	115	8,00
1	12	123	8,00
1	13	127	4,00
1	14	134	7,00
1	15	143	9,00
1	16	150	7,00
1	17	157	7,00
1	18	165	8,00
1	19	173	8,00
1	20	180	7,00
1	21	186	6,00
1	22	195	9,00
1	23	203	8,00
1	24	208	5,00
1	25	214	6,00
1	26	225	11,00
1	27	232	7,00
1	28	238	6,00
1	29	246	8,00
1	30	253	7,00
1	31	255	2,00

Nota: Neste ponto P5 foram penetrados apenas 255 mm pois o solo apresentava uma alta resistência aos golpes, fato que preocupou os integrantes pela possível deterioração da ponteira do equipamento e então decidiram interromper o ensaio neste ponto.

Tabela Anexo II. 6 – Resultados do ponto P6

P6			
Número de Golpes	Σ Golpes	Penetração (mm)	Índice de penetração (mm/golpe)
0	0	30	
1	1	52	22,00
1	2	60	8,00
1	3	68	8,00
1	4	82	14,00
1	5	89	7,00
1	6	105	16,00
1	7	122	17,00
1	8	138	16,00
1	9	155	17,00
1	10	170	15,00
1	11	188	18,00
1	12	210	22,00
1	13	250	40,00
1	14	285	35,00
1	15	320	35,00
1	16	351	31,00
1	17	373	22,00
1	18	400	27,00
1	19	415	15,00
1	20	423	8,00
1	21	442	19,00
1	22	445	3,00
1	23	450	5,00
1	24	475	25,00
1	25	482	7,00
1	26	498	16,00
1	27	515	17,00
1	28	535	20,00

Tabela Anexo II. 7 – Resultados do ponto P7

P7			
Número de Golpes	Σ Golpes	Penetração (mm)	Índice de penetração (mm/golpe)
0	0	42	
1	1	64	22,00
1	2	86	22,00
1	3	101	15,00
1	4	118	17,00
1	5	134	16,00
1	6	153	19,00
1	7	168	15,00
1	8	190	22,00
1	9	204	14,00
1	10	227	23,00
1	11	246	19,00
1	12	267	21,00
1	13	295	28,00
1	14	324	29,00
1	15	345	21,00
1	16	360	15,00
1	17	373	13,00
1	18	387	14,00
1	19	400	13,00
1	20	410	10,00
1	21	424	14,00

II.3 Análise dos resultados

Após a obtenção dos índices de penetração (IP) dos pontos P1 a P7, foram desenhados gráficos que permitem verificar a distinção de diferentes camadas de solos pelas tangentes que conectavam os pontos. Nos gráficos dos pontos P6 e P7, pode-se observar a clara diferença de inclinação das tangentes, o que representam resistência diferentes e, por consequência, camadas diferentes.

Nos gráficos dos pontos P1 a P5, observa-se uma maior linearidade entre os pontos, o que pode-se interpretar como sendo pontos de uma camada única, ou múltiplas camadas com mesma resistência. Em ambos os casos, buscou-se apenas determinar a resistência do solo, e não a caracterização das camadas deste.

Ao traçar uma linha média entre os pontos pertencentes a mesma camada, obteve-se o IP médio desta, que através da seguinte fórmula desenvolvida em 1983 por Smith e Pratt permite a correlação com o CBR de cada uma delas.

Equação 6

$$\log(CBR) = 2,56 - 1,15 * \log(IP)$$

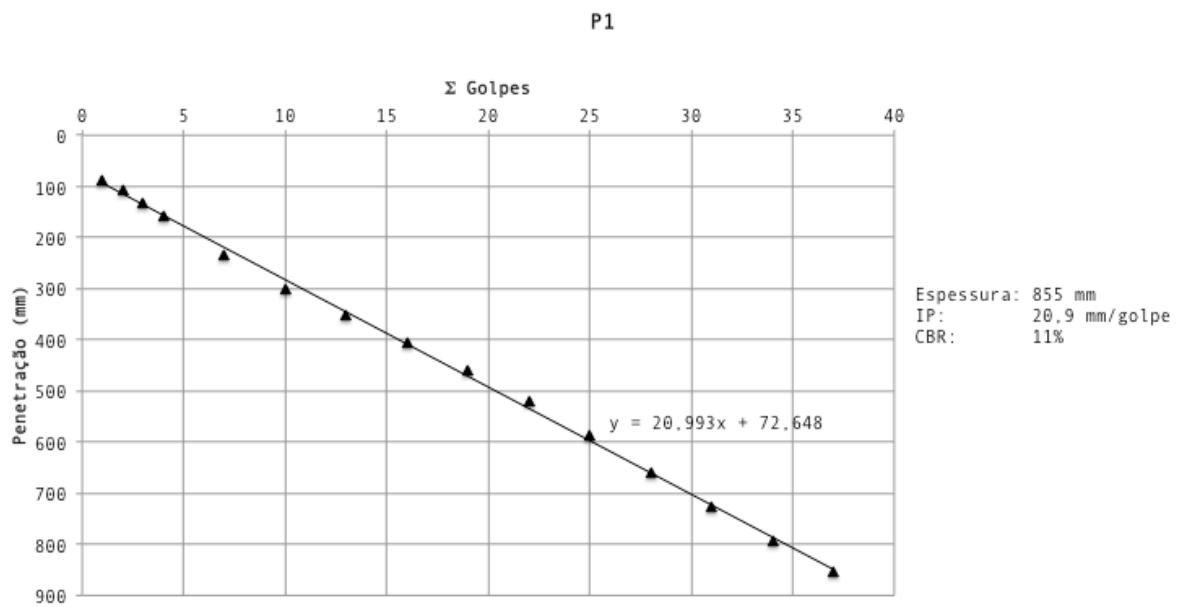


Gráfico Anexo II. 1 – CBR da solo em P1

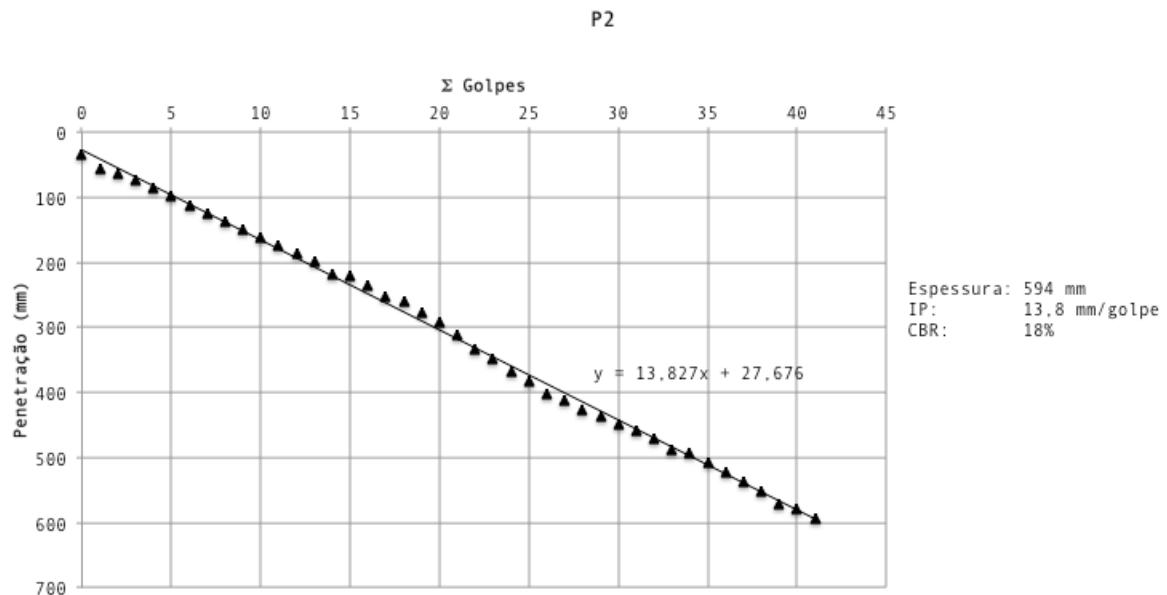


Gráfico Anexo II. 2 – CBR do solo em P2

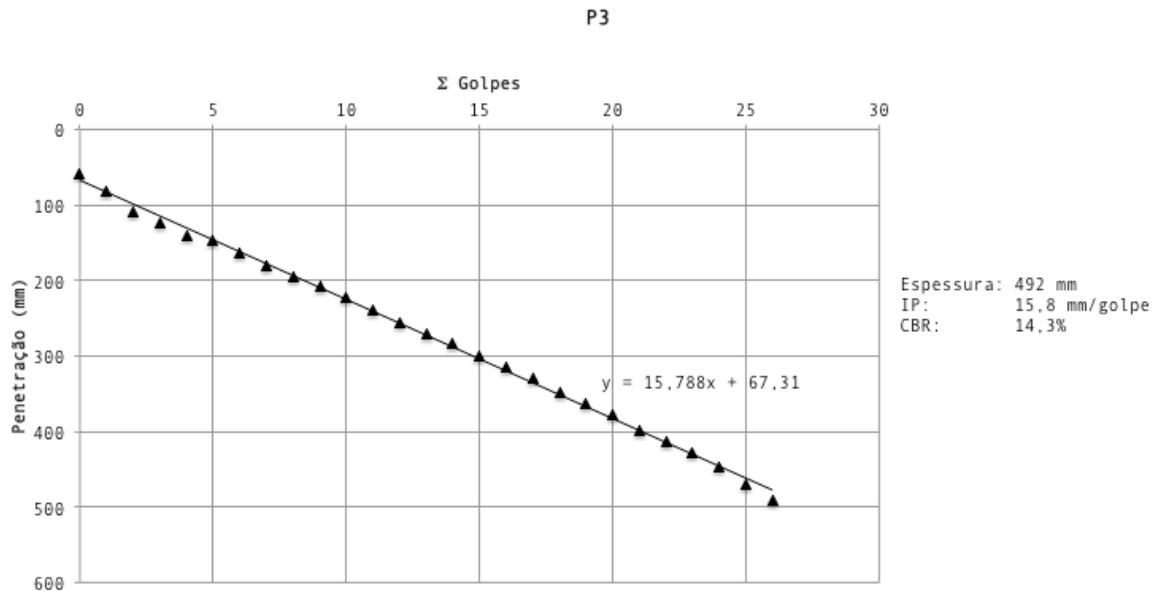


Gráfico Anexo II. 3 – CBR do solo em P3

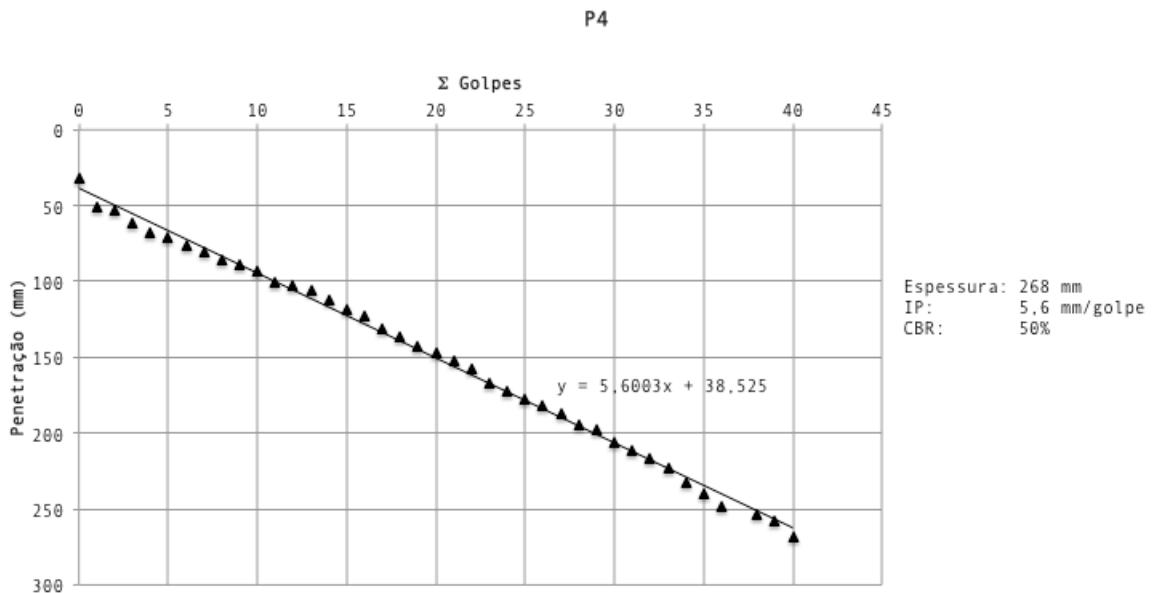


Gráfico Anexo II. 4 – CBR do solo em P4

Nota: O alto CBR indicado pelo Gráfico Anexo II.4 acima se deve ao fato do ponto P4 ter sido ensaiado em uma das estradas de terra da Fazenda Córrego da Pedras, cujo solo já se encontrava compactado devido ao tráfego de veículos.

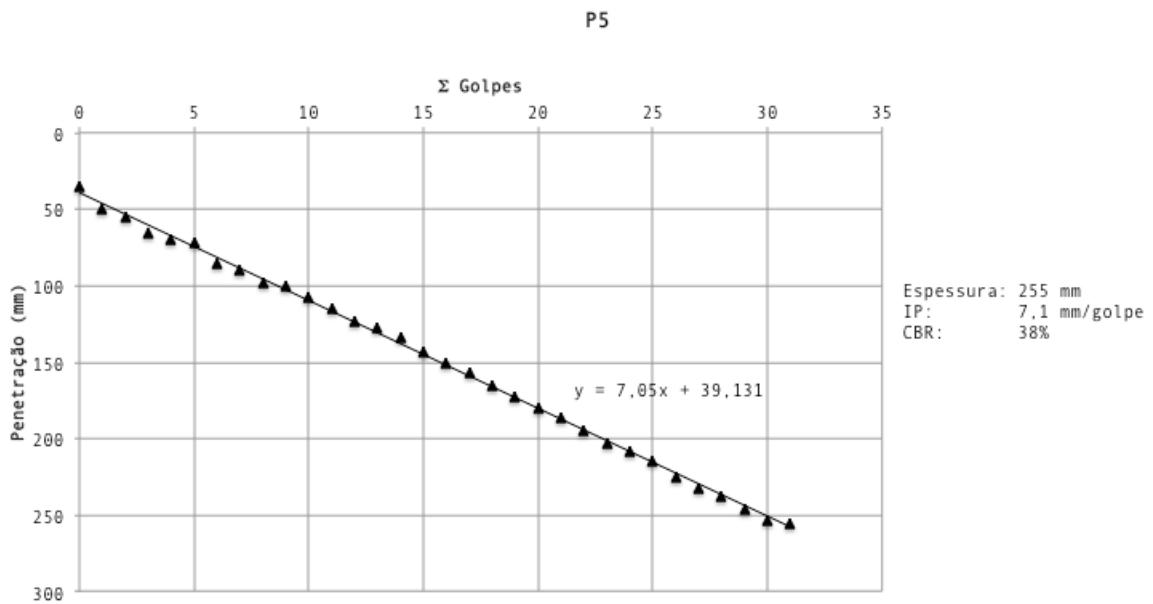


Gráfico Anexo II. 5 – CBR do solo em P5

Nota: O alto CBR indicado pelo Gráfico Anexo II.5 acima se deve ao fato do ponto P5 ter sido ensaiado perto de uma das estradas de terra da Fazenda Córrego da Pedras, cujo solo já se encontrava compactado devido ao tráfego de veículos.

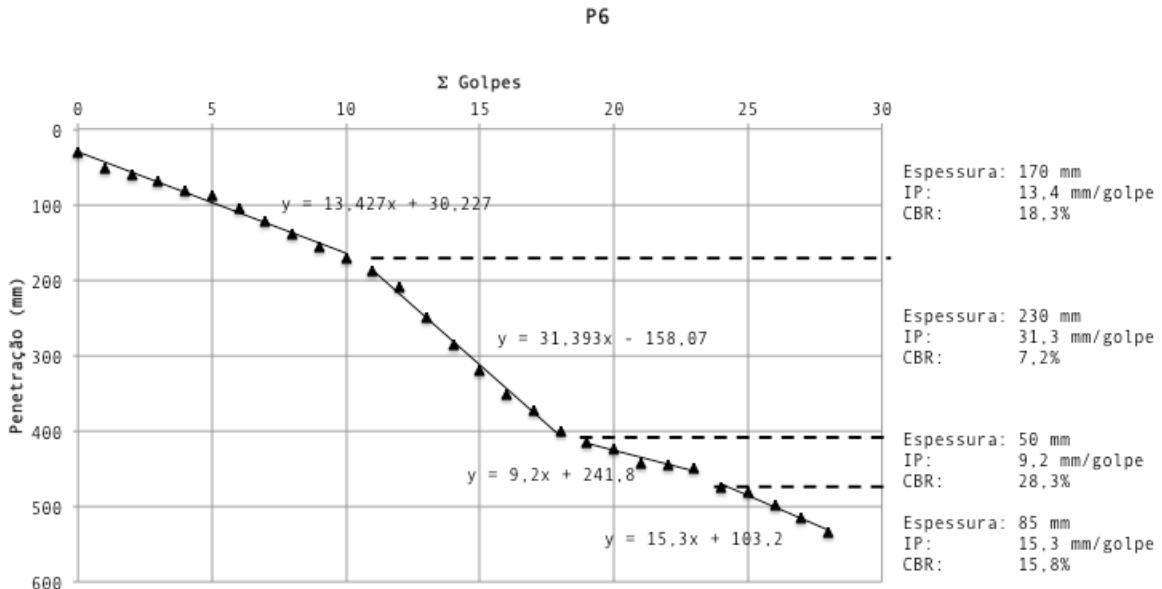
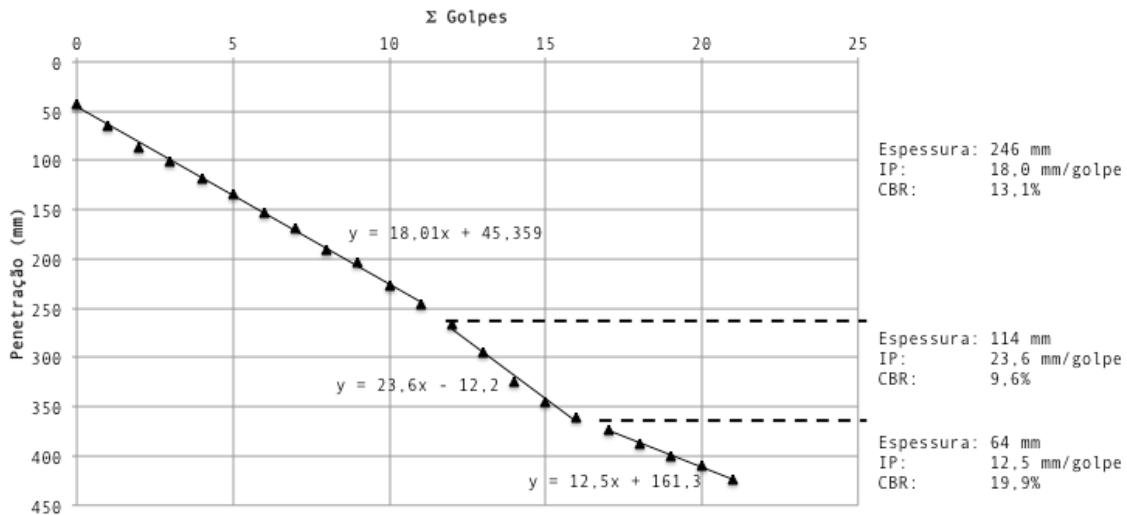


Gráfico Anexo II. 6 – CBRs do solo em P6

P7

**Gráfico Anexo II. 7 – CBRs do solo em P7**

II. 4 Conclusão

Verificou-se que, dentre os pontos ensaiados, o menor valor de CBR foi de 7,2%, valor este que será utilizado como referência para o dimensionamento mecânico da estrutura do pavimento.

Este valor, apesar de poder ser menor em situações de saturação em épocas de chuva, ainda assim é conservador devido ao fato de, antes da execução das camadas do pavimento, será realizado uma compactação do subleito com rolo compressor. Esta compactação, como pode ser observado na análise dos pontos P4 e P5, elevam muito o valor do CBR das camadas de solo.