

ESCOLA POLITÉCNICA
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

ANA CAROLINA RAGAZZONI RODRIGUES

JOÃO ALDO NASSIF NETO

MICHELLE PIRES DE ALBUQUERQUE

NICOLE JANAÍNA DA SILVA

**PROPOSTAS DE ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA UM
LOTEAMENTO COM ÊNFASE EM DRENAGEM E REDES
SUBTERRÂNEAS - APLICAÇÃO EM UM ESTUDO DE CASO:
LOTEAMENTO EM COSMÓPOLIS/SP**

São Paulo

2014

ANA CAROLINA RAGAZZONI RODRIGUES

JOÃO ALDO NASSIF NETO

MICHELLE PIRES DE ALBUQUERQUE

NICOLE JANAÍNA DA SILVA

**PROPOSTAS DE ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA UM
LOTEAMENTO COM ÊNFASE EM DRENAGEM E REDES
SUBTERRÂNEAS - APLICAÇÃO EM UM ESTUDO DE CASO:
LOTEAMENTO EM COSMÓPOLIS/SP.**

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

Orientador: Professor Doutor Alex
Kenya Abiko

São Paulo

2014

Catálogo-na-publicação

Rodrigues, Ana Carolina Ragazzoni

Propostas de alternativas sustentáveis para um loteamento com ênfase em drenagem e redes subterrâneas - Aplicação em um estudo de caso: Loteamento em Cosmópolis/SP / A.C.R. Rodrigues; J.A. Nassif Neto; M.P. de Albuquerque; N.J. da Silva. – São Paulo, 2014.
197 p.

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

1.Loteamento 2.Sustentabilidade 3.Desenvolvimento sustentável I.Nassif Neto, João Aldo II.Albuquerque, Michelle Pires de III.Silva, Nicole Janaina da IV.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil V.t.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos ao nosso orientador Prof. Dr. Alex Kenya Abiko pela orientação, dedicação e disponibilidade durante esse ano de trabalho de conclusão de curso. Suas diretrizes ao guiar nosso estudo foram extremamente produtivas.

Agradecemos ao Engenheiro Ciro Cozzolino, à arquiteta Máira Machado Reis e aos Engenheiros Marcelo Fresca e Fernando Utcsh, colaboradores da empresa Lote5, por terem firmado essa parceria conosco sempre com disponibilidade e interesse. Também agradecemos à empresa pela oportunidade de visita ao loteamento em estudo, item essencial para o desenvolvimento desse trabalho.

Agradecemos também à Profa. Dra. Karin Regina de Casas Castro Marins pelas orientações durante a primeira etapa desse estudo e pela participação na nossa defesa final.

Ao Engenheiro Eletricista Gustavo Caravaggi Tenaglia pelas orientações e bibliografias sugeridas no estudo de redes elétricas subterrâneas.

Por fim, agradecemos ao Prof. Dr. Kamel Zahed Filho pela ajuda no estudo prático de drenagem sustentável.

Dedicamos este trabalho à todos os alunos, professores e pesquisadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

RESUMO

A sustentabilidade global é um grande desafio enfrentado no século XXI, no qual as cidades tornam-se o palco onde as questões sociais, econômicas e ambientais se convergem com mais intensidade. Frente a esses desafios, novas concepções de cidades são cada vez mais estudadas, destacando-se as cidades sustentáveis. O quadro habitacional brasileiro é caracterizado por uma expressiva demanda por novas moradias. O processo de urbanização 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 melhoria da qualidade de vida das pessoas, além de gerar empregos diretos e indiretos.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar alternativas sustentáveis aplicáveis e/ou adaptáveis a loteamentos urbanos e analisar a implementação destas por meio do estudo de caso em um loteamento na cidade de Cosmópolis. Foram analisadas características históricas e socioeconômicas da região, além de certificações sustentáveis que servem como guia para o trabalho.

Feita a caracterização do loteamento em estudo, são levantadas as alternativas viáveis para implantação no loteamento. Essa consideração questiona fatores como facilidade de implementação, recursos financeiros necessários, características de manutenção e compatibilidade com regulamentações e normas. O uso de pavimentos permeáveis mostrou-se de alta aplicabilidade, já as redes subterrâneas de energia são possivelmente barradas pelo alto investimento inicial. Além das conclusões, espera-se contribuir gerando reflexões que possam contribuir com estudos futuros.

Palavras-Chave: loteamento, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade social, sustentabilidade ambiental.

ABSTRACT

The global sustainability is a major challenge facing the twenty-first century in which cities become the stage where social, economic and environmental issues converge with more intensity. Facing these challenges, new conceptions of cities are increasingly studied especially sustainable cities. The Brazilian housing framework is characterized by a strong demand for new housing. The urbanization process together with the increase in family income for national economic expansion has led to increased demand for housing and the development of cities. An alternative to supply this market are the residential urban lots that offer security and improved quality of life, and generate direct and indirect jobs.

In this context, this paper aims to study applicable sustainable alternatives and / or adaptable to urban settlements and analyze the implementation of these through the case study on a lot in the city of Cosmopolis. Historical and socio-economic characteristics of the region were analyzed and sustainable certifications that serve as a guide for the job.

The characterization of the allotment under study, are raised viable alternatives for deployment in the allotment. This consideration questions factors such as ease of implementation, necessary financial resources, maintenance features and compatibility with regulations and standards. The use of permeable pavements has proven to be highly applicable, unlike the underground energy networks that demand a very high initial investment. In the conclusions, we hope to contribute generating reflections that may contribute to studies.

Key-words: housing development, sustainable development, social, environmental sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Disco Egan para comunidades sustentáveis.....	21
Figura 2: Rua sem coleta de esgoto em Brasília.....	27
Figura 3: Ciclo PDCA	43
Figura 4: Cronograma de atividades do trabalho de formatura	46
Figura 5: Reunião na LOTE5.....	47
Figura 6: Região Metropolitana de Campinas – sem escala	49
Figura 7: Vista aérea de Cosmópolis	50
Figura 8: Mapa de Uso da Terra Urbana no município de Paulínia.....	53
Figura 9: Hospitais com internação da região.	56
Figura 10: Escolas públicas de Cosmópolis mais próximas ao loteamento.	57
Figura 11: Farmácia e Padaria próximas ao loteamento.....	58
Figura 12: Agência dos Correios e bancária de Cosmópolis mais próximas do loteamento.....	59
Figura 13: Localização dos shoppings da região.	60
Figura 14: Vista de duas linhas do cultivo de Citrus spp existente na área. A paisagem se repete e predomina sobre a área em estudo.	61
Figura 15: Disposição geográfica do loteamento – sem escala.	63
Figura 16: Distribuição geográfica das fases de lançamento – sem escala.....	65
Figura 17: Unidades de Conservação	68
Figura 18: Áreas verdes e Reserva Legal – sem escala	69
Figura 19: Alternativas analisadas e sustentabilidade.....	72
Figura 20: Cenários de modificação do uso do solo.....	80
Figura 21: Ocorrência de inundações e/ ou alagamento na área urbana do município por área em que ocorre inundações e/ou alagamento nas regiões do país.	81
Figura 22: Esquema de um rio com seu leito maior e menor representado.	82
Figura 23: Áreas urbanas ocupadas inundáveis naturalmente pelos cursos d’água.	83
Figura 24: Áreas de baixios naturalmente inundáveis, ocupada irregularmente ou inadequadamente.....	84

Figura 25: percentual de municípios que sofreram inundações segundo os fatores agravantes – Brasil – 2008.....	85
Figura 26: Visão geral dos Sistemas de Drenagem.	86
Figura 27: Galeria de drenagem de águas pluvias;.....	87
Figura 28: Poço de visita convencional.	88
Figura 29: Bocas-de-lobo com e sem grelha.....	89
Figura 30: Elementos da rede de drenagem: meio-fio e sarjeta.....	90
Figura 31: Seções tipo de pavimento permeável	92
Figura 32: Perfil do pavimento permeável.....	92
Figura 33: Piso Permeável Drenante – Concregrama.....	93
Figura 34: Piso Permeável Drenante – Tipo Intertravado Permeável com juntas alargadas.....	93
Figura 35: Tipos de Infiltração	95
Figura 36: Esquema de uma trincheira	97
Figura 37: Coleta por Escoamento Direto	97
Figura 38: Coleta por rede	97
Figura 39: Poço de Infiltração.....	100
Figura 40: Poço de Infiltração.....	101
Figura 41: Poço de Infiltração.....	101
Figura 42: Aproveitamento de água de chuva.....	103
Figura 43: Bacia de Detenção	105
Figura 44: Bacia em série	107
Figura 45: Bacia em Paralelo	108
Figura 46: Jardins de chuva.	110
Figura 47: Estrutura de um jardim de chuva.....	111
Figura 48: Esquema de um canteiro pluvial.	112
Figura 49: Canteiro pluvial ao lado de uma garagem.....	113
Figura 50: Calçadas pluvias.	113

Figura 51: Perfil básico de um telhado verde.	115
Figura 52: Balanço hídrico entre um telhado verde e um telhado convencional	115
Figura 53: Pavimentos permeáveis – localização adotada.	120
Figura 54: Calçada pluvial – localização adotada.	122
Figura 55: Calçada pluvial – configuração adotada.....	123
Figura 56: Área de estudo – sem escala.....	124
Figura 57: Disposição do pavimento permeável e do canteiro pluvial na área de estudo.	125
Figura 58: Rede Subterrânea.....	135
Figura 59: Rua Oscar Freire antes e após transformação de rede aérea para subterrânea.....	136
Figura 60: Rede radial simples.....	138
Figura 61: Rede reticulada simples.....	139
Figura 62: Desvantagens das redes aéreas.....	140
Figura 63: Banco de dutos típico.....	147
Figura 64: Transformador do tipo pedestal em rede semienterrada.....	149
Figura 65: Iniciativas do empreendimento.....	154
Figura 66: Resumo dos pontos levantados.	158
Figura 67: Área de estudo – sem escala;.....	170
Figura 68: Área de estudo e disposição dos elementos – sem escala.....	171
Figura 69: Áreas de contribuição – sem escala.....	172
Figura 70: Características geométricas do conduto livre de seção circular.....	177
Figura 71: Disposição do pavimento permeável e do canteiro pluvial na área de estudo.	181
Figura 72: Escritório da DAE no Centro de Cosmópolis.....	187
Figura 73: Prefeitura de Cosmópolis (1).....	188
Figura 74: Prefeitura de Cosmópolis (2).....	189
Figura 75: Uma das principais ruas de acesso da cidade.	189

Figura 76: Fórum.....	190
Figura 77: Praça principal.....	190
Figura 78: Igreja Matriz	191
Figura 79: Escola Municipal (1).	191
Figura 80: Escola Municipal (2).	192
Figura 81: Centro Médico de Cosmópolis.	192
Figura 82: Hospital Beneficente de Cosmópolis.....	193
Figura 83: Transporte	194
Figura 84: Escola	194
Figura 85: Loteamento.	195
Figura 86: Laranjeiras (1).	196
Figura 87: Laranjeiras (2).	196
Figura 88: Laranjeiras (3).	197
Figura 89: Pesqueiro próximo	198
Figura 90: Limite Paulínia/Cosmópolis próximo ao loteamento.....	198

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados populacionais	54
Tabela 2: Aspectos de Desenvolvimento Econômico e Humano.	55
Tabela 3: Estabelecimentos de Saúde.....	55
Tabela 4: Escolas existentes na região.....	56
Tabela 5: Renda familiar segundo a classe social - Salário Mínimo Nacional de R\$ 725,00 em 2014.	61
Tabela 6: Características das fases de lançamento.....	64
Tabela 7: Granulometria Indicada para Camada de Base e Sub-Base.....	94
Tabela 8: Camada de Assentamento e material de rejunte	94
Tabela 9: Coeficiente de Runoff.	102
Tabela 10: Custos de Implementação Bacia de Detenção.....	109
Tabela 11 – Período de Retorno das obras de drenagem.	119
Tabela 12: Diâmetro adotado na Rede convencional e no Cenário A.....	126
Tabela 13: Custo Unitário tubulação das galerias.....	126
Tabela 14: Custo rede drenagem convencional.....	127
Tabela 15: Custo rede drenagem Cenário A.....	127
Tabela 16: Resumo dos custos Cenário A.	128
Tabela 17: Resumo dos custos Cenário B.	129
Tabela 18: Utilização das Redes de Distribuição	131
Tabela 19: Vantagens e desvantagens das redes subterrâneas.....	141
Tabela 20: Vantagens apresentadas para cada setor.....	142
Tabela 21: Compensação de continuidade da CPFL Paulista no ano de 2013	144
Tabela 22: Consumo mensal estimado para loteamento não edificadas	152
Tabela 23: Características das redes enterradas.....	155
Tabela 24: Características das redes parcialmente enterradas.	156

Tabela 25: Áreas de contribuição, cotas e comprimentos avaliados.....	173
Tabela 26: Valores de C por tipo de ocupação.	174
Tabela 27: Períodos de Retorno para diferentes ocupações	175
Tabela 28: Diâmetros para galerias.	177
Tabela 29: Valores do coeficiente de forma K1 para seções circulares;	178
Tabela 30: Planilha de cálculo da rede de drenagem.	180
Tabela 31: Planilha de cálculo da rede de drenagem – Cenário A.....	183
Tabela 32: Planilha de cálculo da rede de drenagem – Cenário B.....	185

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	15
1.1 CONTEXTO	15
1.2 OBJETIVO	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 SUSTENTABILIDADE.....	18
2.2 COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS	20
2.3 LOTEAMENTOS	23
2.4 RESTRIÇÕES URBANÍSTICAS, AMBIENTAIS E REQUISITOS TÉCNICOS ..	25
2.5 ESTUDOS PRELIMINARES	31
2.6 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	33
2.7 PROCESSO DE LOTEAMENTO URBANO E REFERÊNCIAS DE CERTIFICAÇÕES PARA LOTEAMENTOS E BAIRROS SUSTENTÁVEIS.....	36
CAPÍTULO 3: MÉTODO E ESTUDO DE CASO	45
3.1 METODOLOGIA	45
3.2 LOTE5.....	47
3.3 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO	49
3.4 CARACTERIZAÇÃO DO LOTEAMENTO	60
CAPÍTULO 4: PROPOSIÇÃO DAS ALTERNATIVAS	71
4.1 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	72
CAPÍTULO 5: DRENAGEM SUSTENTÁVEL	79
5.1 USO E OCUPAÇÃO CONVENCIONAL EM LOTES URBANOS	79
5.2 O PROBLEMA DAS INUNDAÇÕES URBANAS	80
5.3 DRENAGEM URBANA CONVENCIONAL	85
5.4 DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL.....	90
5.5 ESTUDO DE SISTEMAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS NO LOTEAMENTO DE COSMÓPOLIS	116

CAPÍTULO 6: REDES SUBTERRÂNEAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	130
6.1 PROPOSTA	130
6.2 CONTEXTO	130
6.3 BREVE HISTÓRICO	131
6.4 SISTEMAS DE ENERGIA	133
6.5 CONFIGURAÇÃO PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO.....	136
6.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DE REDE ENTERRADA	140
6.7 O VALOR DA CONFIABILIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	143
6.8 ESTUDO DE REDES ELÉTRICAS SUBTERRÂNEAS NO LOTEAMENTO DE COSMÓPOLIS	145
CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES	159
7.1 CONCLUSÃO	159
7.2 RECOMENDAÇÕES FUTURAS.....	161
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	163
ANEXO I – MEMÓRIA DE CÁLCULO – REDE DE DRENAGEM	169
ANEXO II – RELATÓRIO DE VISITA.....	186

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

As principais definições de “urbanismo” se resumem a “o saber e a técnica da organização e da racionalização das aglomerações humanas, que permitem criar condições adequadas de habitação às populações das cidades” (HOUAISS, 2001), ou ainda “ciência que trata do planejamento de uma cidade, região ou bairro, de suas áreas habitacionais e de circulação, sistema de transporte, saneamento, etc.” (AULETE, 2014). Nesta definição, os loteamentos possuem grande importância por se tratarem de um parcelamento do solo que visa organização sistemática de moradia, porém englobando diversos outros fatores que possibilitem a vida em sociedade, como saneamento básico e transporte.

A necessidade do planejamento de loteamentos não se resume mais à infraestrutura somente. A sociedade busca novos jeitos de incorporar o conforto habitual à preservação do meio ambiente. Por isso, surge também a necessidade da sustentabilidade aliada aos projetos. Neste cenário, um estudo de caso de um loteamento específico será realizado no presente trabalho, contando com o apoio da empresa LOTE5, que presta auxílio em relação aos estudos de viabilidade, questões legais e demais características do projeto.

Uma vez levantados os itens necessários à aprovação do projeto, a busca de soluções será realizada no sentido da otimização ambiental, social e econômica, com objetivo de viabilizar a sustentabilidade do loteamento. Dessa forma, o Capítulo 1 introduz e contextualiza o assunto, o Capítulo 2 trata da revisão da literatura em relação à sustentabilidade e loteamentos. O Capítulo 3 mostra o estudo de caso, com a caracterização do loteamento, já o Capítulo 4 propõe e analisa as alternativas cabíveis ao estudo de caso. O Capítulo 5 esmiuça em detalhes o projeto de drenagem sustentável e o Capítulo 6 o de redes elétricas subterrâneas. Por fim, busca concluir de forma coesa as análises abordadas no Capítulo 7.

1.2 OBJETIVO

Objetiva-se no presente trabalho estudar alternativas sustentáveis com ênfase em infraestrutura aplicáveis e/ou adaptáveis aos loteamentos urbanos. Para isso, serão detalhadas as propostas de redes subterrâneas e de drenagem sustentável e analisadas as implementações das diversas alternativas disponíveis por meio de um estudo de caso. O estudo de uma área pré-determinada permitirá a consideração de aspectos importantes como a sintonia entre as alternativas escolhidas e as características da região do loteamento. Faz-se necessário uma descrição o mais completa possível da área de estudo, em função das informações disponibilizadas e também de pesquisas, contendo informações sobre as características geográficas, sociais e econômicas da região. Também será de grande valia um detalhamento das redes de serviços públicos já existentes.

Além do estudo das alternativas disponíveis, também objetiva-se indicar quais são as opções selecionadas para a implementação no loteamento em estudo e, possivelmente, em loteamentos com características semelhantes.

Por fim, tem-se como objetivo também discutir sobre a implicação, as dificuldades, vantagens e desvantagens de determinada alternativa, gerando reflexões que possam contribuir em estudos futuros que versam sobre o tema.

1.3 JUSTIFICATIVA

Atualmente e especialmente no ano de 2014 muito se ouviu em relação ao tema de sustentabilidade no Brasil, principalmente devido à falta d'água em algumas regiões do país, ao problema de lixões e ao tema de mobilidade urbana, fortemente discutido pela mídia.

É preocupante para toda a sociedade a situação em que se encontra a conservação dos recursos essenciais e básicos à sobrevivência terrestre, pois sabe-se que tais recursos são limitados e vem sendo explorados de forma errada. Muitos profissionais ligados à questão chamam atenção quanto ao desgaste de tais recursos, ao passo que a sustentabilidade em si pode ser interpretada de forma

equivocada e corrompida por interesses paralelos, possivelmente com enfoque ao proveito político e de mercado, ao invés de preocupação genuína com soluções para os problemas ambientais e sociais.

“Em vista do crescimento exponencial da população do mundo e do ritmo crescente da urbanização fica claro que nossas cidades devem, onde foi apropriado, ser convenientemente planejadas, de forma a otimizar o ambiente das áreas urbanas e evitar uma série de falhas de traçado estruturais e funcionais” (CHANDLER, 1970 apud GREGORY, 1992, p. 209).

As cidades contemporâneas são resultado de um modelo de desenvolvimento econômico fatigado, pautado num individualismo consumista e que visa o lucro fácil. Os interesses coletivos são por vezes esquecidos, enquanto a contaminação dos mananciais escassos e os alagamentos das cidades aumentam. Estes são reflexos da falta de planejamento urbano.

Diante disso, o presente trabalho levanta o tema de loteamento sustentável, pois acredita-se que o planejamento e incentivo sustentável desde o início de uma nova cidade trazem benefícios ambientais, econômicos e principalmente sociais.

O loteamento em estudo enfrenta alguns desafios, como o fato de ser em área rural e de difícil acesso e também de ser direcionado para a classe média-baixa, o que inviabiliza economicamente a aplicação de tecnologias sustentáveis mais caras. Portanto, o foco será propor alternativas com ênfase em infraestrutura que podem tornar, de alguma forma, este loteamento mais sustentável.

CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SUSTENTABILIDADE

O crescimento da população humana e o aumento da atividade industrial causaram danos à natureza. Evidências da degradação ambiental e de ameaças para a saúde humana levaram à uma crescente consciência ambiental nas últimas décadas. Durante a década de 1980, alguns setores da sociedade se conscientizaram de que, para haver um futuro para a vida humana e bem estar do planeta, as agressões ao meio ambiente não poderiam continuar e várias práticas da era industrial deveriam ser alteradas. Este imperativo passou a ser expresso como “desenvolvimento sustentável” e como uma “sociedade sustentável” (MARIEN, 1992).

O Relatório Brundtland Report – Our Common Future, de 1987 da WCED – World Commission on Environment and Development define desenvolvimento sustentável com “desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas necessidades” (WCED, 1987). A definição de sustentabilidade pelo Relatório de Brundtland é a mais adotada e citada com maior frequência.

Contudo, segundo Starik e Rands (1995), citados por Shiavon (2014), a definição de sustentabilidade proposta pelo relatório é problemática por várias razões: pode ser interpretada como antropocêntrica, não define quais necessidades são prioritárias, não aborda mudanças em tecnologia, distribuição de recursos e não é clara sobre benefícios, custos, estratégias de transferências e sacrifícios entre gerações. Assim, Starik e Rands (1995) sugerem a seguinte definição para sustentabilidade:

“[...] sustentabilidade é a capacidade de uma ou mais entidades, individualmente ou coletivamente, existirem e prosperarem (sem mudanças ou em evolução) no longo prazo, de tal modo que a existência e a prosperidade de outras entidades são permitidas, em níveis e em sistemas semelhantes.”

Mihelcic et al (2003) citado por Shiavon (2014) propuseram outra definição de sustentabilidade, que torna a definição do Relatório de Brundtland mais operacional:

“[...] sustentabilidade é definida como a concepção de sistemas humanos e industriais para garantir que o uso dos recursos naturais não leve a diminuição da qualidade de vida, seja devida a perdas em futuras oportunidades econômicas ou por impactos negativos sobre as condições sociais, a saúde humana e o meio-ambiente.”

Diversas outras definições para sustentabilidade foram propostas a partir da definição do Relatório de Brundtland, tendo em comum o rompimento com a ideia da preservação ambiental como sinônimo de intocabilidade dos recursos naturais e abordando diversas dimensões para o conceito de desenvolvimento sustentável.

Sachs (2000) propôs cinco dimensões para o conceito de sustentabilidade: social, espacial, cultural, econômica e ecológica. A social preconiza a melhoria da qualidade de vida da população, equidade na distribuição de renda e diminuição das diferenças sociais, com participação e organização popular. A dimensão espacial expressa o desafio da reelaboração de uma configuração rural-urbana mais equilibrada, uma melhor distribuição territorial capaz de respeitar as identidades a elas subjacentes. A dimensão cultural ilustra o desafio de buscar o equilíbrio entre o respeito às tradições e as inovações tecnológicas, promover o respeito aos diferentes valores entre os povos e incentivos a processos de mudança que adotem as especificidades de cada região.

A sustentabilidade econômica preconiza a realização do potencial econômico que contemple prioritariamente a distribuição de riqueza e renda associada a uma redução de externalidades socioambientais. Há a necessidade de equilíbrio no desenvolvimento intersetorial e capacidade de modernização dos meios de produção.

Por fim, a sustentabilidade ecológica seria alcançada pela limitação do uso dos recursos não renováveis, pela mudança nos padrões de consumo da sociedade e valorização dos produtos gerados em processos que contribuem para o equilíbrio ambiental. (SACHS, 2010).

2.2 COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Uma das maneiras mais usadas para descrever comunidades sustentáveis é o chamado Disco Egan, nomeado a partir do autor principal da The Egan Review (EGAN, 2004), revisão encomendada em 2003 pelo então vice-primeiro ministro inglês com o propósito de examinar as habilidades necessárias para implementar as visões e os objetivos do Plano de Comunidades Sustentáveis da Inglaterra.

O disco apresenta os fatores que caracterizam comunidades mais sustentáveis e os apresenta segundo oito componentes vitais (Figura 1): governança, conectividade, disponibilidade de serviços, responsabilidade ambiental, justiça/igualdade, prosperidade, projeto e construção; vivacidade, inclusão e segurança. Quatro destes componentes (governança; justiça/igualdade; prosperidade; vivacidade, inclusão e segurança) relacionam-se à sustentabilidade social da comunidade. As interações sociais em uma comunidade afetam as esferas econômicas e ambientais, particularmente no que se refere à qualidade de vida.

Os quatro componentes restantes (conectividade; disponibilidade de serviços; responsabilidade ambiental; e projeto e construção), estão diretamente relacionados ao planejamento e à produção de novos empreendimentos habitacionais.

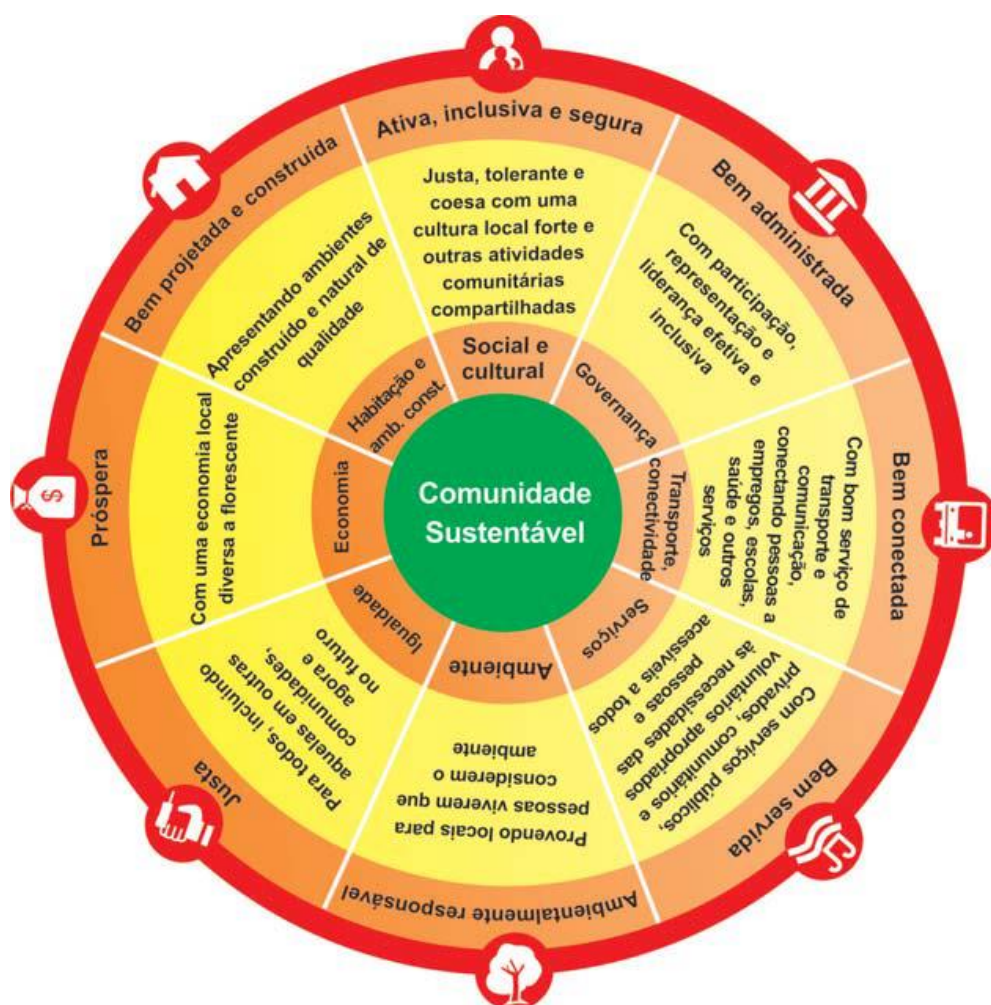


Figura 1: Disco Egan para comunidades sustentáveis

Fonte: Selo Casa Azul - modificado de EGAN (2004).

Comunidades mais sustentáveis requerem um local seguro e saudável, com espaços públicos e áreas verdes bem projetadas, uso eficiente de recursos no ambiente construído, provisão de serviços, eficiência energética, uso do solo planejado, preservação dos recursos hídricos, dentre outros.

A forma como se dá o planejamento de empreendimentos habitacionais define as alterações ambientais que ocorrerão durante a construção e a ocupação do empreendimento. O resultado da seleção de área pode estimular ou atrapalhar o fenômeno de espalhamento urbano, que gera impactos para a extensão das redes de transporte e infraestrutura urbana. O uso e a ocupação do solo de forma indevida, descontrolada e inconsequente impermeabilizam e alteram o ciclo hidrológico local, aumentam a susceptibilidade aos mecanismos de erosão e,

consequentemente, a sedimentação que, além de causarem perda de solo, degradam a qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos.

Ainda, é importante ressaltar que, para se construir uma cidade sustentável, todos devem fazer sua parte e não apenas o poder público. A idéia de que a formulação de políticas públicas para a preservação das áreas verdes e para reduzir os impactos ambientais é suficiente para promover a sustentabilidade urbana é falha. Tal feito só pode ser alcançado quando há a conscientização da população em geral, como o próprio disco de Egan sugere.

Apesar dos diversos esforços recentes, ainda prepondera no Brasil a adaptação do terreno escolhido a um projeto preconcebido, em vez de se elaborarem projetos segundo orientações urbanísticas definidas pelas características particulares da área selecionada. Isto é particularmente notável nos empreendimentos de interesse social, em que soluções superficiais tendem a envolver um volume grande de cortes e aterros, ou em áreas situadas nos limites urbanos, desprovidas da infraestrutura necessária. Ambas as situações resultam em impactos ambientais mais expressivos e em condições de apropriação dos espaços exteriores diferentes das instituídas pela legislação e por normas urbanísticas e ambientais ou recomendadas para o local (FREITAS, 2002).

Um bom planejamento desses espaços pode levar a empreendimentos econômicos bem sucedidos para uma comunidade e um bom desenho urbano permite mudanças graduais e flexibilidade de uso nas estruturas de um bairro, tornando-o saudável e permitindo mudanças.

Um loteamento é um exemplo de um “bairro”, que, se bem desenhado, pode trazer benefícios sociais e ambientais significativos. Um loteamento sustentável dispõe de infraestrutura capaz de suportar as crescentes necessidades de sua população, sejam elas econômicas, sociais, culturais ou políticas. Soma-se a esses fatores, atualmente, a preocupação com o meio ambiente, que também determina a saúde e a sustentabilidade de um bairro.

Um loteamento por si já não é sustentável ambientalmente pelo simples fato de mudarmos a ocupação e uso no solo natural. Porém a interação com o meio-

ambiente é inevitável visto o crescimento populacional e econômico. Desta maneira, busca-se uma maneira de minimizar esse impacto ambiental e criar um desenvolvimento mais planejado e que supra todas as necessidades da população.

As normas, leis e certificações que estudadas a seguir ajudam a entender como tornar um loteamento mais sustentável e menos agressivo ao meio -ambiente.

2.3 LOTEAMENTOS

2.3.1 Definição e Benefícios

Primeiramente, define-se Gleba como a área de terreno que não foi objeto de Loteamento ou Desmembramento. No Brasil, os loteamentos estão regulamentados pela Lei Lehmann – Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 e suas alterações (Lei Federal 9.785/99). Essa lei dispõe que loteamento é a subdivisão de gleba em lotes menores destinados à edificação, com aberturas de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias já existentes e também define algumas restrições a locais onde não são permitidos loteamentos, tais como: terrenos alagadiços e sujeitos às inundações, sem antes serem tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas; em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados; em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendidas as exigências específicas das autoridades competentes; em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação e em áreas de preservação ecológica ou onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

As áreas urbanas são porções do território de especial interesse público para o desenvolvimento urbano, objeto de projetos urbanísticos específicos, nas quais poderão ser aplicados instrumentos de intervenção, previstos na Lei Federal do Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que auxilia na definição das diretrizes de organização do espaço urbano no Brasil.

A urbanização de áreas em forma de loteamentos regulares gera inúmeros benefícios a toda a sociedade, tais como: empregos diretos e indiretos com as construções que se sucedem após a implantação dos loteamentos, melhoria da

qualidade de vida das pessoas com água potável, energia elétrica, redes de esgoto, asfalto, praças públicas, etc. Outro setor beneficiado é o comércio local, com aumento significativo no volume de vendas em virtude do aumento populacional.

O responsável do loteamento é o loteador, que pode ser tanto uma pessoa física, como uma empresa privada, um órgão público ou uma cooperativa. Qualquer que seja o loteador, as vendas dos terrenos só poderão ocorrer após a aprovação de um projeto na prefeitura da respectiva cidade.

A seguir, descreve-se as limitações legais e ambientais de um loteamento.

2.3.2 Limitações para Parcelamento do Solo Urbano

Antes da compra da gleba, ou antes da sua destinação para empreendimentos imobiliários, é preciso verificar suas limitações, restrições e possíveis impedimentos. Deve ser dada especial atenção às determinações dos órgãos públicos competentes do Município, Estado e União, pois estes podem impor ou proibir intervenções na gleba.

Antigamente haviam apenas restrições civis de direito de vizinhança, que estavam expressas no Código Civil, e algumas normas de ordem pública referentes a arruamento, saneamento básico e edificações. Com o início da urbanização, surgiram as primeiras restrições civis convencionais destinadas a tutela de interesses coletivos, tanto no âmbito de loteamentos como no âmbito condominial.

Atualmente existem diversas limitações administrativas visando à ordem e o bem comum da cidade. Entre elas podemos citar três principais categorias:

- Os índices e parâmetros urbanísticos;
- Os espaços zoneados e os critérios de zoneamento;
- Mapas, cadastros e delimitações de áreas destinadas à intervenção ou à preservação.

Dessa forma, durante o período de aquisição e definição de uma gleba, é preciso investigar: os projetos de melhoria pública, leis e decretos de expropriação,

além de uma vasta quantidade de possíveis limitações, que poderão impactar no empreendimento de parcelamento do solo.

2.3.3 Desapropriação

A desapropriação acontece através de lei ou decreto de declaração expropriatória. A declaração expropriatória torna o imóvel indisponível por cinco ou dois anos, conforme utilidade, necessidade pública ou interesse social. Dessa forma, é importante verificar diretamente nos órgãos públicos responsáveis se existe lei ou decreto de desapropriação pois sua existência pode trazer grandes prejuízos.

2.3.4 Áreas de Risco

O artigo 3º da Lei n.º 9.785/99 indica diversas situações de risco que impedem o parcelamento do solo, como os já mencionados no item 2.3.1.

A avaliação de risco é enormemente importante, pois, mesmo com o loteamento aprovado e registrado, no caso da não observância das normas citadas acima, sua aprovação pode ser declarada nula e seu registro cancelado.

De maneira geral o processo de ocupação urbana feito de forma acelerada e desordenada, juntamente com as mudanças climáticas no planeta, têm aumentado as preocupações com as áreas de riscos.

2.4 RESTRIÇÕES URBANÍSTICAS, AMBIENTAIS E REQUISITOS TÉCNICOS

2.4.1 Zoneamento de uso do solo

O zoneamento de uso do solo, também conhecido por zoneamento urbano ou zoneamento funcional, tem a intenção de fixar os usos adequados para cada área do solo municipal. Originalmente tinha como objetivo identificar e separar o espaço urbano para funções distintas, como habitação, trabalho, lazer e transporte. A cidade de São Paulo, por exemplo, possui a Lei de Zoneamento nº 13.885, de 25 de agosto de 2004, que “Estabelece normas complementares ao Plano Diretor Estratégico, institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras, dispõe sobre o parcelamento, disciplina e ordena o Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo.” (Prefeitura de São Paulo)

Porém, atualmente o zoneamento busca mais que divisão, busca também espaços plurifuncionais e multiculturais. Podemos observar essa tendência no plano diretor da cidade de São Paulo onde procura-se integrar a proteção ambiental à estruturação e qualificação urbana através de suas duas macrozonas, que são subdivididas em zonas de uso e ainda possuem zonas especiais.

2.4.2 Percentual de Áreas Públicas

A partir de 1º de fevereiro de 1999, graças a alteração introduzida pela Lei nº 9.785/99, temos que “as áreas destinadas aos sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem”. (Lei n.º 9.785/99)

Dessa forma, os municípios passaram a poder exigir o percentual para áreas públicas de acordo com a densidade ocupacional da zona onde a gleba se situa. Assim, o percentual de destinação de áreas públicas não é único para todo o município. São consideradas áreas livres de uso público aquelas destinadas a sistema de circulação, implantação de equipamento urbano (abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, entre outros) e de equipamento comunitário (educação, saúde, lazer, entre outros).

2.4.3 Faixa *Non Aedificandi*

A lei do parcelamento do solo urbano nº 10932/2004, altera o artigo 4º, parágrafo 3, da lei nº 6.766/79 e impõe que: “ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa de 15 m de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica.”

A faixa de domínio público é um bem público incorporado ao domínio público, consistente em área legalmente determinada para uso rodoviário ou ferroviário. Já Faixa *Non Aedificandi* é a área de domínio privado sob restrição administrativa de não edificar, contígua a rodovia ou ferrovia, com largura de 15 metros, contados da linha que define a faixa de domínio público.

Além da faixa reservada não edificável ao longo das rodovias, ferrovias e dutovias, ainda é possível se exigir, conforme previsão do artigo 5º da Lei nº 9.785/99: “em cada loteamento, a reserva de faixa *non aedificandi* destinada a equipamentos urbanos”, ou seja, para “os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado.”

É possível antecipar a localização dessas faixas, e assim planejar uma melhor distribuição das áreas no desenho urbanístico do empreendimento.

2.4.4 Saneamento Básico

O saneamento básico é indispensável à saúde pública e, ao mesmo tempo, é seu reflexo. Além disso, está intimamente ligado ao desenvolvimento sustentável, daí sua importância nesse projeto.

Apesar do princípio fundamental de universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico previsto em lei, o cenário real ainda apresenta deficiência, como pode ser visto na figura 2. Diante disso, são aceitas alternativas desde que consideradas as normas e políticas ambientais.



Figura 2: Rua sem coleta de esgoto em Brasília.

Fonte: Google Imagens.

Em relação às normas estaduais, existe uma diversidade que leva à diferentes soluções de abastecimento de água e esgoto sanitário conforme a

localização da gleba. Portanto, as considerações a seguir serão feitas considerando apenas o estado de São Paulo.

O licenciamento ambiental para parcelamentos do solo urbano prevê a adoção de sistemas de abastecimento de água potável, coleta, tratamento e disposição de esgotos e destinação adequada dos resíduos sólidos domiciliares.

Em áreas com redes públicas, é preciso verificar se as redes de água e esgoto suportariam a capacidade do empreendimento. Se não existirem redes públicas, há normas a serem seguidas.

Se o poço de abastecimento e sistema que compreende infiltração no solo em cada lote forem escolhidos, segundo a NBR 7229/93 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos - deve-se seguir as principais condições:

- Distância entre qualquer posto de captação de água e qualquer sumidouro não poderá ser inferior a trinta metros;
- Testes de infiltração deverão ser efetuados mediante perfurações para verificação do nível do lençol freático;
- O empreendedor será responsável pela instalação, operação e manutenção do sistema de coleta, tratamento e disposição dos esgotos.

Além disso, deve-se considerar também as resoluções cabíveis ao DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) e ao CONAMA.

2.4.5 Meio Ambiente e Parcelamento do Solo Urbano

Os impactos no meio ambiente natural por ações humanas (impactos antrópicos) provenientes de parcelamento do solo urbano, por decorrência de intervenção na gleba, de sua mudança estrutural e funcional, e, ainda, de geração de adensamento construtivo e populacional, desdobram-se em inúmeras situações para cada gleba e empreendimento relacionados, sobretudo, ao solo, às águas, à flora e à fauna que demandam avaliação específica em cada caso.

Dessa forma, dentre as várias situações suscetíveis de limitações, restrições e exigências técnicas, selecionam-se algumas descritas a seguir:

- Supressão da vegetação;
- Área preservação permanente (APP);
- Reserva florestal;
- Área de proteção aos mananciais;
- Área contaminada;
- Unidade de conservação e zona de amortecimento;
- Zona costeira;
- Zona industrial, anel verde e faixa de isolamento.

2.4.5.1 Supressão da Vegetação

Segundo a CETESB: “qualquer atividade que envolva a supressão da vegetação nativa depende de autorização, seja qual for o tipo da vegetação e o estágio de desenvolvimento. Mesmo um simples bosqueamento ou a exploração florestal sob regime de manejo sustentável, para retirada seletiva de exemplares comerciais não podem ser realizados sem o amparo da autorização para supressão ou intervenção em área de preservação permanente.” (AMADEI, 2012)

Em relação ao parcelamento do solo urbano, existem leis do Código Florestal que devem ser seguidas, como, por exemplo, o art. 7º do novo Código Florestal que diz que “a vegetação situada em área de preservação permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.” (AMADEI, 2012)

Existem ainda inúmeras resoluções do CONAMA restringindo a supressão de vegetação especialmente em relação ao bioma da Mata Atlântica. Sua supressão, inclusive nas zonas urbanas, quando não é proibida, depende da autorização

condicionada do órgão estadual ou federal competente e também se faz necessário atentar ao plano diretor e nas leis de uso e ocupação do solo do município.

2.4.5.2 Área de Preservação Permanente

A área de preservação permanente pode ser definida como um espaço territorial protegido pelo Código Florestal e por diversos atos normativos configurando uma limitação administrativa à propriedade a fim de inibir a modificação de seu perfil ambiental, exceto mediante autorização específica.

Segundo o art. 4º do novo Código Florestal, lei n.º 12651/12, são classificadas como APPs as seguintes áreas em zonas rurais ou urbanas:

- Faixas marginais de qualquer curso d'água natural;
- Áreas no entorno de lagos ou lagoas naturais;
- Áreas no entorno dos reservatórios de água artificiais;
- Áreas no entorno das nascentes ou olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica;
- Encostas ou parte destas com declividade superior a 45° em sua linha de maior declive;
- Restingas como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- Manguezais em toda sua extensão;
- Bordas de tabuleiros ou chapadas até a linha de ruptura do relevo;
- Topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100m e inclinação média maior que 25°;
- Áreas em altitude superior a 1800m, qualquer que seja a vegetação;
- Faixa marginal das veredas.

2.5 ESTUDOS PRELIMINARES

Os estudos preliminares definem a ocupação da gleba em relação aos usos a serem adotados, às respectivas dimensões, ao relevo, aos aspectos da vizinhança, aos relatórios ambientais específicos, entre outros, aliados às exigências constantes nas legislações pertinentes e nas restrições urbanísticas previamente fornecidas pelos poderes públicos competentes.

Tais estudos são complementados pela composição digital, que permite a visualização da área através de um levantamento planialtimétrico previamente executado, sobreposto a uma imagem aerofotogramétrica.

Os estudos preliminares consistem em:

- Viabilidade legal;
- Títulos e registro imobiliário da gleba;
- Vocação da gleba;
- Aptidão física;
- Condições de mercado.

O principal estudo preliminar para o dono do loteamento é a viabilidade, que inclui a viabilidade legal, ambiental, urbanística, econômico-financeira e comercial. A seguir, estes passos serão explicados sucintamente.

2.5.1 Viabilidade Legal

A primeira e principal diretriz do estudo de viabilidade legal é a propriedade imobiliária e a idoneidade do loteador. Primeiro é necessária a verificação da situação do domínio da gleba; o exame do título aquisitivo da gleba e seu registro imobiliário, bem como a análise jurídica da idoneidade do proprietário loteador.

2.5.2 Viabilidade Ambiental

O diagnóstico ambiental da área onde se pretende implantar a divisão em lotes é a primeira ação após a análise jurídica. Este diagnóstico deve conter itens físicos como vegetação, rios, lagos, áreas de preservação, energia elétrica, meio

biológico e pesquisa sobre legislação e licenças ambientais relativas ao local escolhido. Para isso, faz-se análise documental, vistoria na área a fim de descobrir seu histórico, como relacionado a danos ambientais, bem como acessos e acidentes físicos.

Deve-se atentar aos riscos e cuidados caso o loteamento se encontre em áreas de maior complexidade, como por exemplo áreas de preservação, coberturas florestais, áreas instáveis geologicamente ou poluídas.

Para o cumprimento total da legislação, alguns documentos devem ser verificados. São eles: Código Florestal; Leis Federais nº 6.766/79 e nº 9.785/99; Resolução SMA nº 31/2009; Lei Federal 11.428; Resoluções CONAMA; Lei de Crimes Ambientais; Lei Federal 898; Decreto Estadual 43.284.

2.5.3 Viabilidade Urbanística e de Saneamento

Antes da aquisição da gleba, faz-se necessário um estudo técnico acerca de viabilidade urbanística e saneamento. Para isso, deve-se confirmar os seguintes passos com os órgãos locais competentes: projetos de melhorias públicas que possam interferir, lei ou decreto de declaração expropriatória e limitações e requisitos técnicos para aprovação do loteamento pelo poder público.

Consultas complementares devem ser realizadas na prefeitura para verificação de aspectos urbanísticos como por exemplo se a gleba está localizada na área urbana, se foi utilizada como depósito de lixo, se há coleta de lixo regular, área mínima permitida para lotes, se o município possui lei de zoneamento e sua utilização, percentual de área exigida para áreas públicas.

As consultas que devem ser feitas a órgãos estaduais como Cetesb, concessionárias de serviços públicos e CONDEPHAAT (Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo) envolvem informações a respeito de áreas contaminadas, disponibilidade de serviços como redes elétricas ou ainda lista de tombamentos.

Além disso, existe a consulta a órgãos federais como DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), IPHAN (Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) e IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais).

2.5.4 Viabilidade Econômico-Financeira

Este estudo atualmente demanda uma análise bastante técnica, baseada no estudo dos diversos elementos que compõem custos e despesas além de pesquisas de valores de venda do produto. Permite prever variáveis como:

- Recursos financeiros para custear as despesas;
- Distribuição dos gastos com o tempo;
- Quando acontecerá o retorno do capital;
- Resultado final do empreendimento.

Quanto mais cuidadoso for esse estudo, maior será a segurança do empreendedor no retorno de seu investimento.

2.6 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A fixação de diretrizes determina a escolha das áreas verdes, institucionais, o sistema viário principal e outras interferências relativas à área objeto do empreendimento proposto, propiciando o melhor aproveitamento do potencial urbanístico/ambiental existente, mediante consulta a outros órgãos e atendimento da legislação pertinente. Após a conclusão dos estudos preliminares, deve-se elaborar uma diretriz técnica oficial para cada órgão responsável (saneamento, elétrico, ambiental). A partir destas diretrizes é possível elaborar os projetos técnicos do empreendimento.

2.6.1 Diretrizes

As propostas de implantação devem considerar o zoneamento, a malha urbana existente no entorno, as vias de acesso, as áreas verdes existentes, os equipamentos urbanos e as características físicas da área objeto de intervenção, corpos d'água, tipos de solo, relevo, vegetação, passivo ambiental, faixas não edificáveis e outras restrições urbanístico-legais.

Portanto, os elementos básicos para desenvolvimento do projeto, segundo Amadei (AMADEI, 2012) são:

- Atendimento à legislação Federal, Estadual e Municipal;
- Levantamento planialtimétrico e cadastral da gleba;
- Diretrizes municipais e das concessionárias de serviços públicos;
- Diretrizes ambientais (faixas e áreas de preservação permanente);
- Perfis transversais e longitudinais das vias de circulação;
- Drenagem;
- Sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário;
- Cadastro ambiental, com indicação de todos os acidentes geográficos – cursos d'água, nascentes, reservatórios, áreas degradadas, topos de morros, áreas de preservação permanente, fauna e flora existente, etc.;
- Localização das áreas públicas (institucional, verdes, destinadas a equipamentos urbanos, áreas de preservação permanente, etc.);
- Localização de outras áreas (clubes, equipamentos de lazer e esporte, lagos ornamentais, etc.);
- Localização de reservatórios de água;
- Localização de estações elevatórias e de estações de tratamento de esgoto;
- Considerações sobre a declividade e terraplenagem;
- Definição dos sistemas viários, principal e secundário, das quadras e dos lotes, bem como do paisagismo exigido por órgãos públicos.

2.6.2 Licença Prévia e Licença de Instalação Ambiental

O governo do Estado de São Paulo possui um roteiro dos passos a serem seguidos para se licenciar um loteamento. Desde sua criação, em 1991, o GRAPROHAB - 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 parcelamentos do solo para fins residenciais. (Governo do Estado de São Paulo)

Segundo o Grupo de Análise explicitado acima, o Licenciamento Ambiental é feito pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e verifica-se a liberação do loteamento segundo impactos ambientais, observando alguns documentos exigidos tais como: análise geológica em sondagem e percolação, publicações em jornais, fotos do terreno, projeto preliminar do loteamento, projeto planialtimétrico, anuência do Município.

2.6.3 Projeto Definitivo

Após o recebimento da licença prévia do órgão ambiental com a aprovação da consulta prévia da Prefeitura Municipal, seguindo suas orientações e restrições, o próximo passo será a confecção do projeto definitivo do loteamento (AMADEI, 2012).

Esse projeto definitivo do loteamento será composto do mapa dos lotes, ruas, área institucionais, memoriais descritivos, ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), projeto planialtimétrico, projeto do sistema de abastecimento de água potável, projeto de sistema de esgoto ou das fossas e sumidouros, projeto da rede de energia elétrica com iluminação pública, projeto das galerias de águas pluviais e projeto da pavimentação contendo passeio público, pista de rolamento, árvores. Os projetos de infraestruturas deverão ser acompanhados de orçamento e cronograma da sua execução, sendo a prefeitura responsável pela fiscalização da obra.

2.6.4 Aprovação Final

Após o loteador ter cumprido as exigências ambientais e o loteamento estar de acordo com a Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, bem como em conformidade com Plano Diretor do Município, a Prefeitura Municipal através de uma análise, verificando o atendimento a todas as diretrizes necessárias, e com base na visita técnica ao empreendimento para a verificação e liberação das obras de infraestrutura básica do loteamento, poderá aprovar o loteamento definitivamente ou no caso do proprietário não ter concluído as obras de infraestrutura, caucionar alguns terrenos de valor equivalente ao valor da infraestrutura não executada, em

nome da prefeitura, aprovando um cronograma de no máximo dois anos de prazo para a execução das obras.

2.7 PROCESSO DE LOTEAMENTO URBANO E REFERÊNCIAS DE CERTIFICAÇÕES PARA LOTEAMENTOS E BAIRROS SUSTENTÁVEIS

No Brasil e no exterior existem processos de certificação que conferem aos empreendimentos que são desenvolvidos sobre suas diretrizes o enquadramento em determinada classificação e o atestamento da condição de sustentável. Estes processos trazem diretrizes em relação ao desenvolvimento de empreendimentos e contribuem para a tomada de decisões no processo de desenvolvimento dos projetos.

O objetivo da pesquisa bibliográfica deste tema é levantar informações e reflexões que poderão contribuir durante a fase de investigação de soluções viáveis de serem aplicadas ao estudo de caso.

Abaixo segue uma descrição das certificações que serão utilizadas durante o processo de pesquisa bibliográfica. Serão abordadas em maior profundidade somente as certificações e/ou diretrizes relevantes e viáveis de serem aplicadas e/ou adaptáveis a loteamentos urbanos.

2.7.1 Processo AQUA – Bairros e Loteamento

As informações abaixo foram retiradas do Referencial Técnico de Certificação específico para bairros e loteamentos elaborado pelos profissionais da Fundação Vanzolini.

O processo Aqua para bairros e loteamentos foi elaborado com base nas normas de qualidade ISO 14001 e ISO 9001.

Segundo o guia o processo *“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.”*

A certificação exige, em linhas gerais, a implementação de dois elementos: um Sistema de Gestão de Bairro ou Loteamento (SGB) e uma abordagem temática.

Segundo o guia, a grade de temas é uma ferramenta de reflexão. Para cada um dos 17 temas é levado em conta a relação entre a área do empreendimento e o resto do território.

Os temas são organizados em três grandes objetivos e as 17 fichas temáticas são organizadas de acordo com esses três objetivos. Abaixo segue a descrição destes três grupos de objetivos e as suas respectivas fichas temáticas:

a) Assegurar a integração e a coerência do bairro com o tecido urbano e as outras escalas do território.

1. Território e Contexto local
2. Densidade
3. Mobilidade e Acessibilidade
4. Patrimônio, paisagem e identidade
5. Adaptabilidade e potencial evolutivo

b) Preservar os recursos naturais e promover a qualidade ambiental e sanitária do bairro.

6. Água
7. Energia e Clima
8. Materiais e Equipamentos Urbanos
9. Resíduos
10. Ecossistemas e Biodiversidade
11. Riscos Naturais e Tecnológicos
12. Saúde

c) Estimular a integração da vida social e fortalecer as dinâmicas econômicas.

13. Economia do projeto

14. Funções e pluridade

15. Ambientes e Espaços Públicos

16. Inserção e Formação

17. Atratividade, dinâmicas econômicas e estruturas de formação locais.

O guia informa que o processo é voltado para qualquer tipo de empreendimento de assentamento urbano, sem distinção de tamanho, método, contexto territorial ou destinação.

Os temas não constituem um quadro rígido, o guia destaca que eles podem ser modificados para se adaptar ao vocabulário específico do empreendedor e da coletividade do empreendimento em questão.

As fichas temáticas são uma *ferramenta não-exaustiva de questionamento*, delimitando objetivos que serão abordados na carta de objetivos do bairro sustentável.

Acreditamos que algumas das Fichas Temáticas como a Ficha de *Número 3 – Mobilidade e Acessibilidade* e a ficha de *Número 9 – Resíduos*, por exemplo, apresentam pontos importantes de reflexão.

Para o tema *Mobilidade e Acessibilidade* são delimitados indicadores como, por exemplo, *Vias para pedestres* e *Disponibilidade de transporte coletivo sem uso de combustível fóssil*.

São determinados níveis de desempenho: Bom, Superior e Excelente.

Para o indicador *Disponibilidade de transporte coletivo sem uso de combustível fóssil*, por exemplo, a disponibilização de sistema de transporte tipo circular sem uso de combustível fóssil é considerado de nível de desempenho excelente. Já a disponibilização de transporte público sem uso de combustível fóssil é considerada de desempenho superior.

Na Ficha Temática de *Número 9 – Resíduos* existem indicadores que versam sobre a classificação dos resíduos gerados. Para resíduos não perigosos e inertes,

por exemplo, caso seja feita a classificação dos resíduos gerados e identificação do potencial de valorização de pelo menos 45% o nível de desempenho atingido neste indicador é considerado excelente.

Outras fichas que acreditamos que possuem informações importantes são as fichas de número 6 e 8. A ficha de número 6 é referente a Água. A avaliação de desempenho é realizada conforme a redução do consumo de água, controle de perdas e adesão dos moradores por parte dos sistemas de coleta de água de chuva. Outros pontos abordados para desempenho são os sistemas de drenagem e tratamento de efluentes. A Ficha Temática de número 8 versa sobre Materiais e Equipamentos Urbanos. Na avaliação deste tema o desempenho é mensurado conforme as medidas adotadas para minimizar e/ou otimizar os processos de movimentação de terra.

Acreditamos que estes parâmetros podem ser de grande valia como fonte de reflexão durante o processo de seleção e avaliação das alternativas mais cabíveis ao estudo de caso.

2.7.2 Selo Casa Azul

O Selo Casa Azul segundo o Guia CAIXA de sustentabilidade ambiental é um selo concedido pela Caixa Econômica Federal que atesta que uma construção foi desenvolvida buscando soluções mais eficientes no seu uso, ocupação e manutenção.

Os empreendimentos de caráter habitacional devem ter seus projetos levados à Caixa para financiamento. O empreendimento é analisado quanto a adoção de alternativas sustentáveis durante a fase de avaliação de viabilidade técnica e classificado por níveis de graduação, podendo ser atingido um dos três níveis: bronze, prata ou ouro. Os níveis são estabelecidos através de 53 critérios divididos em 6 categorias:

1. Qualidade Urbana
2. Projeto e Conforto
3. Eficiência Energética

4. Conservação de Recursos Materiais

5. Gestão da Água

6. Práticas Sociais

A graduação bronze abrange ações que são consideradas fundamentais. A graduação prata considera que o empreendimento atingiu as ações fundamentais mais 6 itens de livre escolha. A graduação ouro considera além das ações obrigatórias a execução de mais 12 itens também de livre escolha.

Faz-se necessário desenvolver a “Agenda do Empreendimento”, um documento que mostra os aspectos socioambientais de relevância para o empreendimento. Ele serve de guia para a seleção das alternativas mais adequadas trazendo informações como as características da vizinhança do empreendimento, as características dos usuários, dentre outras informações que são selecionadas conforme o projeto em questão.

Sendo a Metodologia do Selo Caixa Azul voltado para edificações serão considerados para reflexão apenas as diretrizes que possam ser incorporadas no âmbito dos loteamentos.

Na Categoria 1 – Qualidade Urbana são apresentados 5 critérios que versam sobre a infraestrutura que o projeto deve alcançar a fim de garantir aos moradores serviços adequados e de qualidade. A Categoria destaca a inserção coerente do empreendimento na malha urbana, garantindo acesso adequado a unidades escolares, postos de saúde, unidades comerciais, dentre outros.

A Categoria 2 – Projeto e Conforto apresenta considerações importantes relacionadas ao planejamento e a elaboração do empreendimento. Aborda a sintonia dos edifícios com as condições climáticas, características físicas do local e aos aspectos geográficos do ambiente em que o empreendimento será inserido. Dentre os critérios abordados os que mais poderiam ser discutidos no âmbito da fase de implantação do loteamento seriam soluções alternativas de transporte, disponibilização de local para coleta seletiva, relação com a vizinhança, dentre outros. No critério solução alternativa de transporte são mencionadas medidas que

ofereçam opções de transporte que visam reduzir o impacto produzido pelo uso de veículos automotores, são recomendadas medidas como: presença de bicicletários, ciclovias, dentre outras soluções.

A Categoria 3 – Eficiência Energética aborda em seus critérios medidas para economia de energia elétrica como utilização de sistemas de aquecimento solar, elevadores eficientes, lâmpadas de baixo consumo, dentre outras medidas.

Dentre as categorias listadas a Categoria 4– Conservação de Recursos naturais apresentam critérios obrigatórios como a Gestão de Resíduos de construção e Demolição RCD que prevê a existência de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com uma descrição detalhada de dados como: local de triagem, destino dos resíduos, etc.

A Categoria 5 – Gestão das Águas também traz informações importantes que podem vir a ser discutidas na fase de investigação de soluções. Esta categoria ressalta a importância do uso consciente das águas bem como destaca melhorias de projetos que podem contribuir para amenizar a poluição de águas superficiais e profundas e reduzir os riscos de inundações em centros urbanos. Existem iniciativas voltadas para o edifício, mas também foram observadas alternativas que podem ser implantadas já na fase de construção do loteamento. Dentre os critérios disponíveis os que mais poderiam ser aproveitados durante a fase de levantamento de alternativas seriam aproveitamento, retenção e infiltração de águas pluviais e áreas permeáveis.

Outra Categoria que traz informações que podem ser utilizadas durante a fase de investigação de nosso trabalho é a Categoria 6 – Práticas Sociais. Esta categoria discute as ações que consideram o fato de a sustentabilidade do empreendimento depender também, além de todas as alternativas apresentadas, de uma consciência que parte de todos os envolvidos do processo de execução do empreendimento, em todas as fases do seu ciclo de vida. Estão envolvidos todos os profissionais como projetistas, engenheiros, técnicos e também os moradores. Segundo o guia o candidato ao selo torna-se um agente de transformação social uma vez que passa a abordar na execução do projeto outras questões além das discussões de caráter técnico.

2.7.3 ISO 14001

Em reunião com os responsáveis pelo empreendimento, foi relatado um futuro interesse em adequar o projeto à norma ISO 14001. Por isso, esta será explicitada a seguir.

A ISO 14001 é uma norma internacional que determina os requisitos necessários para a implementação de um sistema de gestão ambiental.

Segundo o documento da norma NBR ISO 14001 as diretrizes da norma se adequam a qualquer organização que queira:

- a) estabelecer, implementar, manter e aprimorar um sistema da gestão ambiental,*
- b) assegurar-se da conformidade com sua política ambiental definida,*
- c) demonstrar conformidade com esta Norma ao fazer uma auto-avaliação ou autodeclaração, ou*
- e) buscar confirmação de sua conformidade por partes que tenham interesse na organização, tais como clientes, ou*
- f) buscar confirmação de sua autodeclaração por meio de uma organização externa, ou*
- g) buscar certificação/registro de seu sistema da gestão ambiental por uma organização externa.*

A Norma é elaborada com base na metodologia PDCA, Plan-Do-Check-Act, segundo o documento da norma, atualizado em 2004, segue uma breve descrição do sistema PDCA:

Planejar: Estabelecer os objetivos e processos necessários para atingir os resultados em concordância com a política ambiental da organização.

Executar: Implementar os processos.

Verificar: Monitorar e medir os processos em conformidade com a política ambiental, objetivos, metas, requisitos legais e outros, e relatar os resultados.

Agir: Agir para continuamente melhorar o desempenho do sistema da gestão ambiental.

A figura 3 mostra uma ilustração do Ciclo:

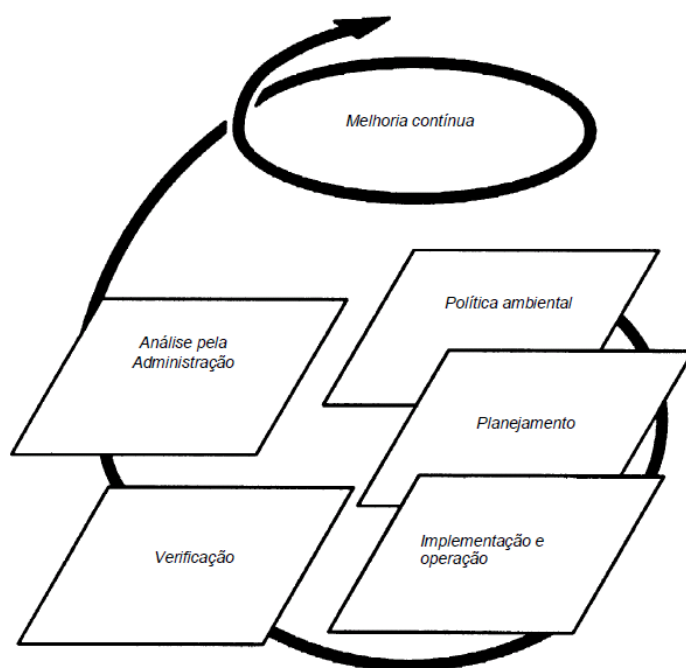


Figura 3: Ciclo PDCA

Fonte: NBR ISO 14001

2.7.4 LEED – ND

A certificação LEED - ND, Leadership in Energy & Environmental Design for Neighborhood Developments Rating System, faz parte de um programa de certificação internacional desenvolvido nos Estados Unidos que segundo Negreiros (2009) “integra os princípios de expansão urbana e “edifícios verdes” em padrões para projetos urbanos, provendo certificação por uma terceira parte independente, por meio de verificação e aceitação da locação e do projeto do empreendimento mediante índices relacionado a responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável”.

Existem diferentes categorias de créditos que variam de acordo com o sistema de classificação escolhido. Cada sistema de classificação aborda um tipo de projeto. O que mais se encaixa em empreendimentos do tipo loteamento seria a classificação ND - Neighborhood Developments.

No site do programa de certificação é possível ver em detalhes as categorias de créditos.

A versão de 2009 do LEED – ND estabelece 5 Categorias de Créditos:

- Smart Location and Linkage (SLL)
- Neighborhood Pattern and Design (NPD)
- Green Infrastructure and Buildings (GIB)
- Innovation and Design Process (IDP)
- Regional Priority Credit (RPC)

Dentro das categorias é possível encontrar orientações relevantes em relação a implementação de alternativas sustentáveis.

A Categoria Green Infrastructure and Buildings (GIB), por exemplo, possui um dos créditos, o Crédito de Número 16 explorando a questão da Gestão dos Resíduos. A obtenção de pontuação neste crédito tem por intenção diminuir o volume de resíduos que são descartados em aterros sanitários bem como promover o descarte adequado de resíduos perigosos. Para a obtenção da pontuação são descritos requisitos como disponibilização de pelo menos uma estação de reciclagem que efetue a separação, coleta e armazenamento dos materiais ou a locação do projeto em área em que possa ser possível acessar um serviço semelhante. O site descreve que a central de reciclagem deve ser capaz de receber no mínimo os seguintes materiais: papel, papelão ondulado, vidro, plástico e metais.

Outro requisito desta categoria versa sobre os resíduos domésticos. Deve ser incluído uma estação de compostagem com finalidade de coletar e compostar resíduos advindos de alimentos ou do quintal. Ao invés de ter o centro de compostagem, a área do loteamento também pode ser locada próxima a um local que ofereça serviço equivalente. Se não existir um plano para o uso do centro de coleta, deve ser estabelecido um.

CAPÍTULO 3: MÉTODO E ESTUDO DE CASO

3.1 METODOLOGIA

A metodologia desse trabalho se inicia com a definição do estudo de caso, passa ao estudo teórico de suas características, proposição de alternativas para este e posterior análise dessas alternativas possíveis. A seguir, é feito um breve detalhamento dessas etapas.

1) Definição de parceria e do loteamento:

No primeiro momento criamos uma parceria com a LOTE5, empresa do setor imobiliário que nos disponibilizou documentos, desenhos, planilhas e estudos sobre o loteamento de Cosmópolis, localizada no interior do Estado de São Paulo.

2) Base Teórica e Estudo do Loteamento:

Para a realização desse trabalho, inicialmente com o objetivo de fundamentá-lo, foi feita uma revisão bibliográfica baseada em análise documental de leis, normas, certificações, artigos, revistas, consultas à internet, assim como o acesso aos anúncios de projetos autodenominados verdes ou sustentáveis.

Nessas fontes buscou-se embasamento teórico para que fosse feito um breve mapeamento das iniciativas que ostentam um viés ambiental ou sustentável.

Em conjunto com o estudo bibliográfico, analisou-se as características do loteamento e foram estudadas as estimativas e dados socioeconômicos da região pelo site do IBGE.

Para o enriquecimento da análise foi realizada uma visita ao loteamento e à cidade de Cosmópolis, cujo relatório de visita pode ser encontrado no Anexo II.

3) Proposição das alternativas:

Após todo este conhecimento, foram discutidas alternativas significativas que poderiam ser implantadas. Foram consideradas alternativas com ênfase em infraestrutura e também foram vistas alternativas sustentáveis de mobilidade, sociais

e ambientais. Realizou-se uma análise dos impactos socioambientais e uma viabilidade prévia dessas propostas. Isso buscando constantemente um *feedback* da LOTE5 e uma guia do orientador e outros professores com conhecimento na área.

4) Análises e estudos de viabilidades das alternativas escolhidas:

Finalmente, considerando como critério a importância da alternativa e viabilidade de estudo foram escolhidas duas alternativas sustentáveis: redes subterrâneas e drenagem sustentável. As quais detalham-se nos próximos capítulos as características, vantagens e desvantagens, impactos socioambientais, viabilidade técnica, ambiental e econômica.

Através do levantamento das alternativas viáveis indicamos quais são as opções selecionadas para a implementação no loteamento em estudo. Esta seleção foi realizada considerando critérios além das características do loteamento e da região do entorno como, por exemplo, facilidade de implementação, recursos financeiros necessários, características de manutenção, compatibilidade com regulamentações e normas, dentre outros fatores.

O cronograma das atividades realizadas é mostrado na Figura 4 abaixo.

	2014									
	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Pesquisa Bibliográfica										
Parceria Lote 5										
Escolha do lote										
Análise/Coleta de informações do lote										
Relatório 1										
Visita do lote										
Análise das Certificações										
Definição de áreas a serem aprofundadas										
Levantamento de alternativas										
Feedback da Empresa										
Detalhamento de alternativas escolhidas										
Conclusão e Considerações finais										
Defesa Final										

Figura 4: Cronograma de atividades do trabalho de formatura

3.2 LOTE5

A fim de viabilizar um estudo prático de caso, o grupo se reuniu com o orientador do trabalho, o professor Alex Abiko para discutir a respeito de alternativas que possibilitassem o estudo da aplicabilidade do trabalho a ser desenvolvido. No passado, ele havia sido convidado pela empresa loteadora LOTE5 para participar de uma edição do TALK 5. O TALK 5 é um modelo incomum de reunião praticado pela empresa que reúne o time da LOTE5 e convidados com um formador de opinião ou personalidade de destaque em seu campo de atuação. Após a reunião, a empresa mostrou interesse em desenvolver algum trabalho em conjunto com alunos da Escola Politécnica.

Por intermédio dele, foi possível entrar em contato com a empresa loteadora e agendar uma reunião, na qual desenvolvemos uma parceria. A LOTE5 é uma empresa nova no mercado, porém cada um de seus altos executivos já ocupou posições importantes em grandes empresas do setor imobiliário, tais como a AGRA, FAL2, PDG, AGRE e EXTREMA, possuindo vasta experiência na área, que somada, totaliza 24 milhões de metros quadrados de área urbanizada. A parceria possibilitou ao grupo obter dados e documentos reais para trabalhar, feedback sobre o trabalho sob um ponto de vista prático e aplicado, além da possibilidade de ver implementadas algumas das propostas de sustentabilidade propostas no projeto.



Figura 5: Reunião na LOTE5

Em conjunto principalmente com o engenheiro Ciro Cozzolino, mas contando também com o apoio de outros membros da empresa, realizamos uma reunião onde analisamos o portfólio de projetos da LOTE5. Levando em consideração as diretrizes sustentáveis ambientais e sociais do trabalho desenvolvido pelo grupo, aliada com a afastada data de previsão de finalização do projeto, característica esta que viabiliza implementar as idéias desenvolvidas neste trabalho, foi escolhido o projeto que a empresa desenvolve atualmente em Cosmópolis, que é destinado à classe econômica C. Posteriormente, numa segunda reunião, discutimos as características específicas do loteamento, tais como: tamanho do lote, renda familiar média, caracterização da vizinhança, disponibilidade de serviços públicos, entre outros.

As reuniões seguintes foram de grande valia para o levantamento de idéias de possíveis alternativas que tornassem o loteamento em questão sustentável e inovador. Idéias como a cooperativa de reciclagem e estudo de demanda por transporte público surgiram de discussões nessas reuniões, por exemplo. Além da discussão de novas idéias, as reuniões foram importantes como feedback vindo de pessoas que já possuem experiência no mercado, uma vez que a LOTE5 prestou acompanhamento contínuo ao desenvolvimento do trabalho.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

O loteamento será implantado na cidade de Cosmópolis, estado de São Paulo, que pertence a região metropolitana de Campinas, cujo mapa pode ser visto na Figura 6 abaixo.

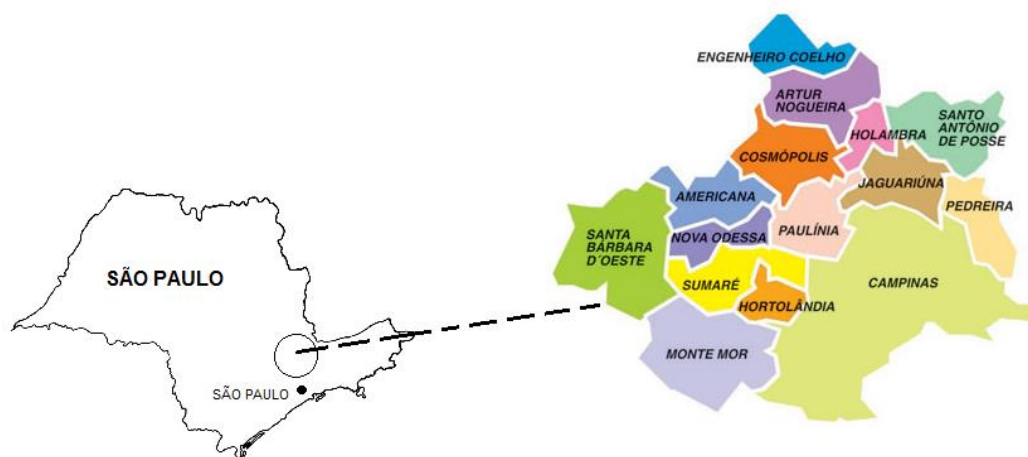


Figura 6: Região Metropolitana de Campinas – sem escala

A localização do loteamento, conforme a Figura , mostra que o empreendimento, embora localizado em Cosmópolis, está igualmente próximo a cidade de Paulínia. Conforme explicitado nos itens 3.3.3 e 3.4, o público-alvo do empreendimento são pessoas interessadas em trabalhar na região de Paulínia. Assim, serão apresentadas as características físicas, sociais e econômicas de ambas as cidades.

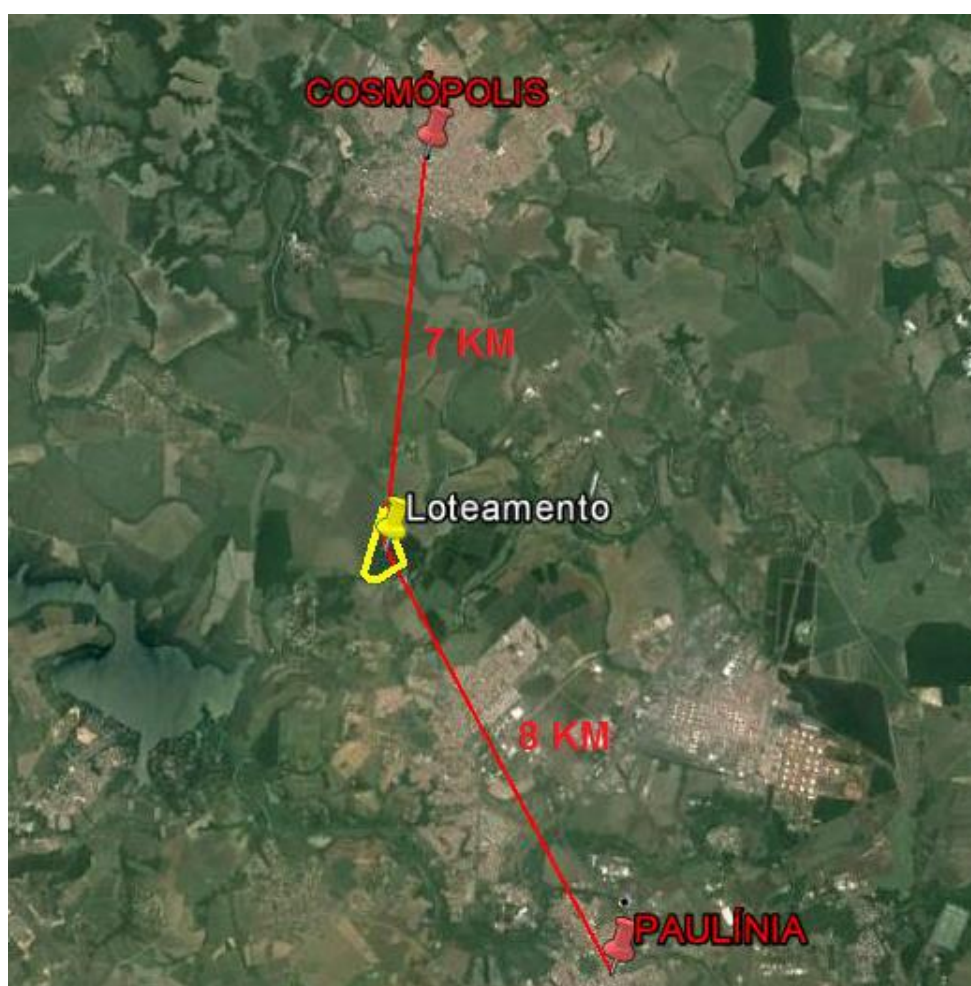


Figura 7: Localização do loteamento

Fonte: Google Earth.

3.3.1 Histórico das cidades

Cosmópolis



Figura 7: Vista aérea de Cosmópolis

Fonte: Diretoria de Ensino da região de Limeira.

O nome Cosmópolis (do grego cosmos=universo e polis=cidade) é homenagem à diversidade cultural encontrada na cidade que congregou grande número de imigrantes de várias procedências. Daí a denominação promocional de “cidade universo”, dada por seus cidadãos.

A área do atual município foi povoada a partir de um programa da Câmara Municipal de Campinas que estabeleceu ali uma colônia (Núcleo Campos Sales) criada para receber imigrantes suíços. Alguns anos mais tarde, novos imigrantes chegaram ao povoado, principalmente italianos, alemães e austríacos.

Em 1905 chega à vila a Usina Ester, trazendo a força do trabalho industrial para o povo, que já produzia o alimento para o próprio sustento. Logo, passaram a exportar açúcar e álcool para maiores centros e para o exterior.

Em 1906, criou-se o distrito de Cosmópolis e em 30 de novembro de 1944, quando haviam, aproximadamente, sete mil habitantes, 73% vivendo na zona rural, a Lei Estadual nº14334 – Divisão Administrativa e Judiciária do Estado, registrou o Município de Cosmópolis.

Já na década de 50, através dos trilhos da estrada de ferro da Funilense, que passou a ser a Sorocabana, Cosmópolis via o desenvolvimento chegar. A cidade servia de oficina à Sorocabana, e lá se consertavam e revisavam as locomotivas e até fabricavam vagões de madeira. Nesta época, a consolidada cidade oferecia emprego, terra e muitas oportunidades de uma vida melhor. (Câmara Municipal de Cosmópolis, 2014).

Paulínia

O atual município de Paulínia tem sua história relatada em documentos que remanescem nos arquivos de Campinas e na tradição das famílias que ali se radicaram, por volta do fim do século XIX. A primeira referência histórica que se tem do local remonta da época colonial, quando o governo português doava sesmarias a pessoas que estavam envolvidas com o poder político do período para o desenvolvimento de práticas agrícolas, principalmente cana-de-açúcar e café. Como embrião desse município, destaca-se a Fazenda São Bento, que apresentava uma dinâmica econômica bem próxima ao restante do Brasil imperial, valendo-se de

mão-de-obra escrava e técnicas de cultivo rudimentares em um primeiro momento e, posteriormente, técnicas mais avançadas de cultivo e beneficiamento do café (BRITO, 1972; SOARES, 2004).

No início dos anos 1900, um acontecimento importante para Paulínia foi a inauguração da estrada de ferro Funilense que proporcionava uma ligação de transporte ferroviário com o núcleo urbano de Campinas. A maior mobilidade que foi garantida pela instalação da linha de ferro contribuiu para que ocorresse o aumento do número de moradores, já que muitos imigrantes passaram a residir no local. Posteriormente, a estação recebeu o nome de José Paulino, influenciando o futuro nome do município (BRITO, 1972; MATIAS, 2009).

Em 1942, Paulínia foi escolhida para a instalação da filial da empresa de origem francesa, Rhodia Indústrias Químicas e Têxteis S.A. Essa foi a primeira indústria do município que tinha como finalidade o cultivo de cana de açúcar em grandes extensões de terra para produzir álcool etílico.

A implantação da Rhodia contribuiu em grande parte para que o Bairro São Bento fosse elevado à categoria de Distrito do município de Campinas pelo Decreto-Lei 14.334, recebendo o nome de José Paulino em 30 de novembro de 1944. Nessa época, diversos moradores e autoridades buscavam a emancipação do distrito, uma vez que este possuía uma excelente arrecadação de impostos que estava sendo direcionada a sede Campinas. Em 1963, devido a determinação do Tribunal Regional Eleitoral se realizou um plebiscito para decidir se a maioria preferia se emancipar de Campinas ou continuar agregado ao município. No ano seguinte, o resultado ficou conhecido, tornando Paulínia um município autônomo pela Lei 8.902 de 28 de fevereiro. (BRITO, 1972).

A partir da segunda metade da década de 1960, Paulínia passou por um período de intenso processo de industrialização e consequente urbanização que modificaram completamente o cenário inicial de características predominantemente rurais (BRITO, 1972). No ano de 1969 teve início a construção de uma refinaria de petróleo da Petrobrás Replan – Refinaria de Paulínia, em terras doadas pela Prefeitura. A partir da década de 1970, empresas de alta tecnologia vieram para o município de Paulínia atraídas pela instalação da Replan.

A Figura 8 mostra como é atualmente a ocupação do solo no município de Paulínia.

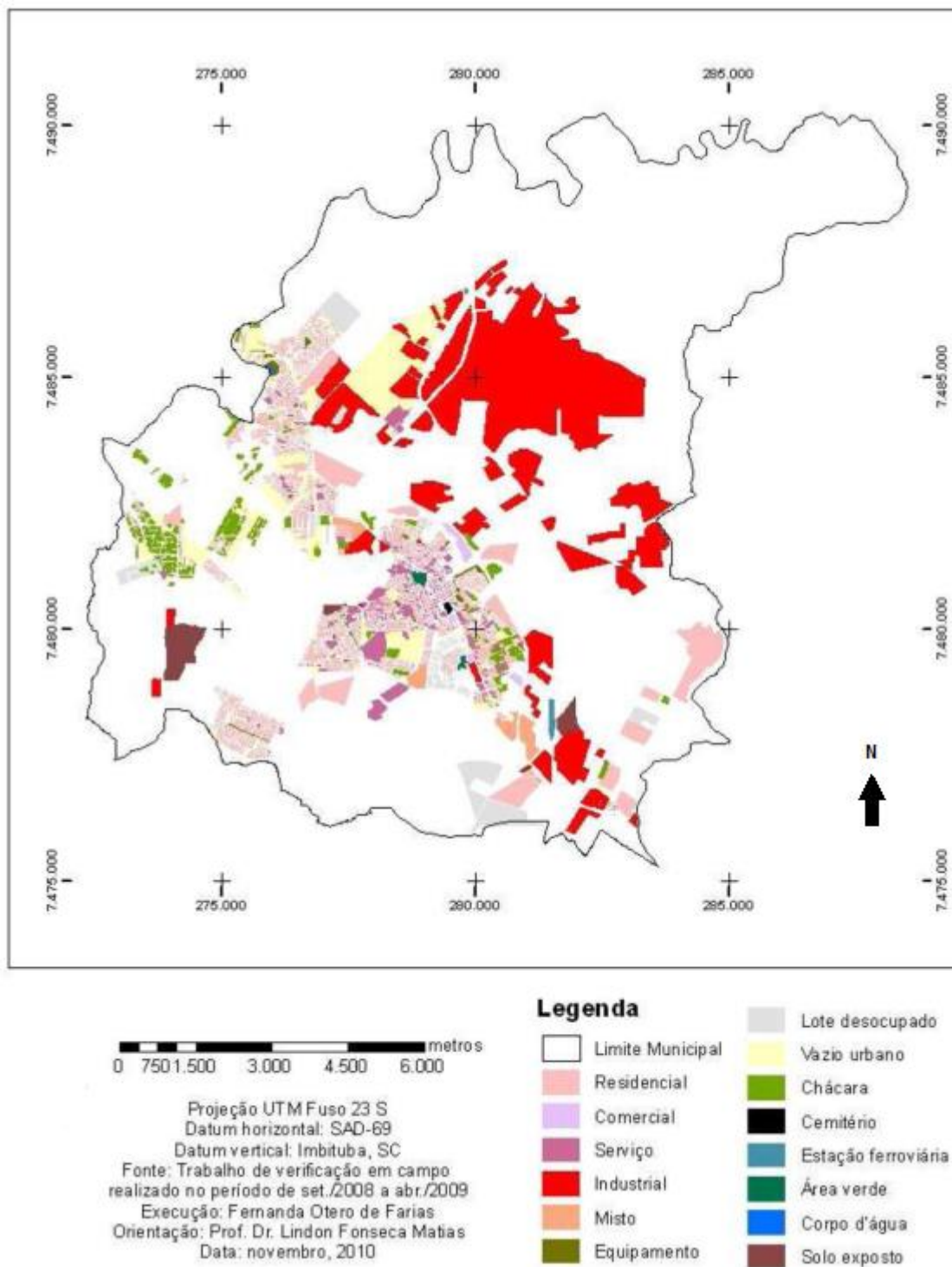


Figura 8: Mapa de Uso da Terra Urbana no município de Paulínia

Fonte: FARIAS, 2010

3.3.2 População

Segundo o Censo 2010, as cidades de Cosmópolis e Paulínia apresentavam, respectivamente, cerca de 60 mil e 80 mil habitantes no ano de 2010. A tabela abaixo apresenta as características relevantes da população.

Tabela 1: Dados populacionais

Cidade	Pop. Total (hab)	Pop. Urbana (hab)	Pop. Rural (hab)	Homens (hab)	Mulheres (hab)	Estimativa Pop. Total 2013 (hab)
Cosmópolis	58.827	54.634	4193	29.409	29.417	64.415
Paulínia	82.146	82.070	76	40.667	41.479	92.668

Fonte: IBGE-CENSO 2010

Através da Tabela 1, observa-se que a quantidade de pessoas vivendo na zona rural nas duas cidades é extremamente baixa: cerca de 7% em Cosmópolis e menor que 1% em Paulínia. Nota-se uma igualdade entre a proporção de homens e mulheres em ambas as cidades e um crescimento populacional estimado em 9% em Cosmópolis e 12 % em Paulínia, entre os anos de 2010 e 2013.

3.3.3 Renda e Desenvolvimento Humano

O IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal é uma medida comparativa do desenvolvimento dos municípios considerando fatores de grau de escolaridade, renda e nível de saúde.

O Produto Interno Bruto (PIB) representa a soma de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante um certo período. É um dos indicadores mais utilizados com o objetivo de mensurar a atividade econômica de uma região.

Tabela 2: Aspectos de Desenvolvimento Econômico e Humano.

Cidade	IDHM (2010)	Posição Nacional (2010)	PIB per capita (2011) R\$	Renda per capita (domicílios urbanos) R\$/mês
Cosmópolis	0,769	238°	16.044,57	666,67
Paulínia	0,795	56°	96.896,90	835,00

Fonte: IBGE.

Analisando-se a Tabela 2, nota-se que o PIB da cidade de Paulínia é alto, se comparado ao de Cosmópolis. Isso ocorre principalmente devido à existência da Replan na cidade e ao grande número de indústrias atraídas para a região devido à refinaria.

3.3.4 Saúde

O sistema de saúde público das cidades está baseado na existência de UBS – Unidade Básica de Saúde, Centros de Especialização, Pronto Socorro e Hospitais.

Considerando que o loteamento está localizado em Cosmópolis, os moradores dependerão do sistema de saúde do município.

Tabela 3: Estabelecimentos de Saúde.

Cidade	Estabelecimentos de Saúde			
	Público	Privado	Total	Internação total
Cosmópolis	14	4	18	1
Paulínia	20	5	25	1

Fonte: IBGE – Censo 2010.

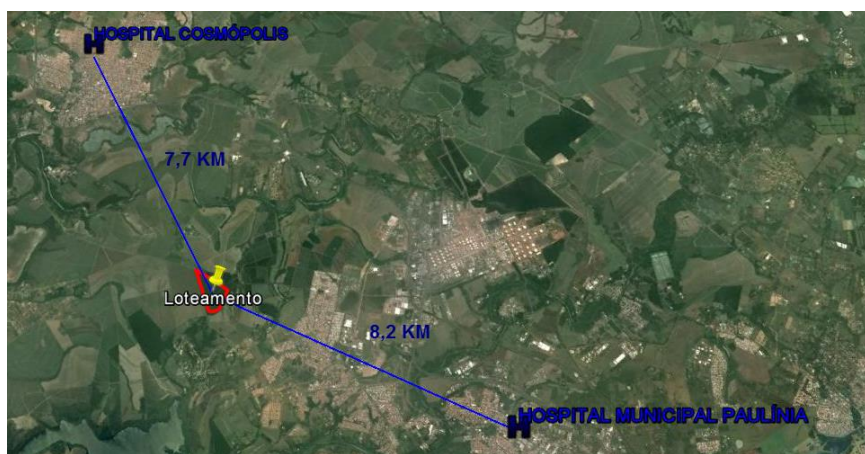


Figura 9: Hospitais com internação da região.

Fonte: Google Earth.

3.3.5 Educação

O sistema educacional de Cosmópolis e Paulínia é formado por centros infantis (creches), escolas de ensino fundamental e escolas de ensino médio. A Tabela 4 mostra o número de escolas existentes na região segundo o Censo 2010.

Tabela 4: Escolas existentes na região.

Cidade	Escolas públicas			Escolas privadas		
	Ensino pré-escolar	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Ensino pré-escolar	Ensino Fundamental	Ensino Médio
Cosmópolis	11	11	4	3	3	2
Paulínia	16	14	7	4	8	5

Fonte: IBGE – Censo 2010.

Como os futuros moradores do loteamento terão renda média familiar de aproximadamente três mil reais por mês, espera-se que as crianças estudem em escolas públicas. Como o loteamento está localizado em Cosmópolis, tais escolas serão as do município. A Figura 10 mostra o centro infantil, as escolas de ensino fundamental e médio mais próximas ao loteamento.

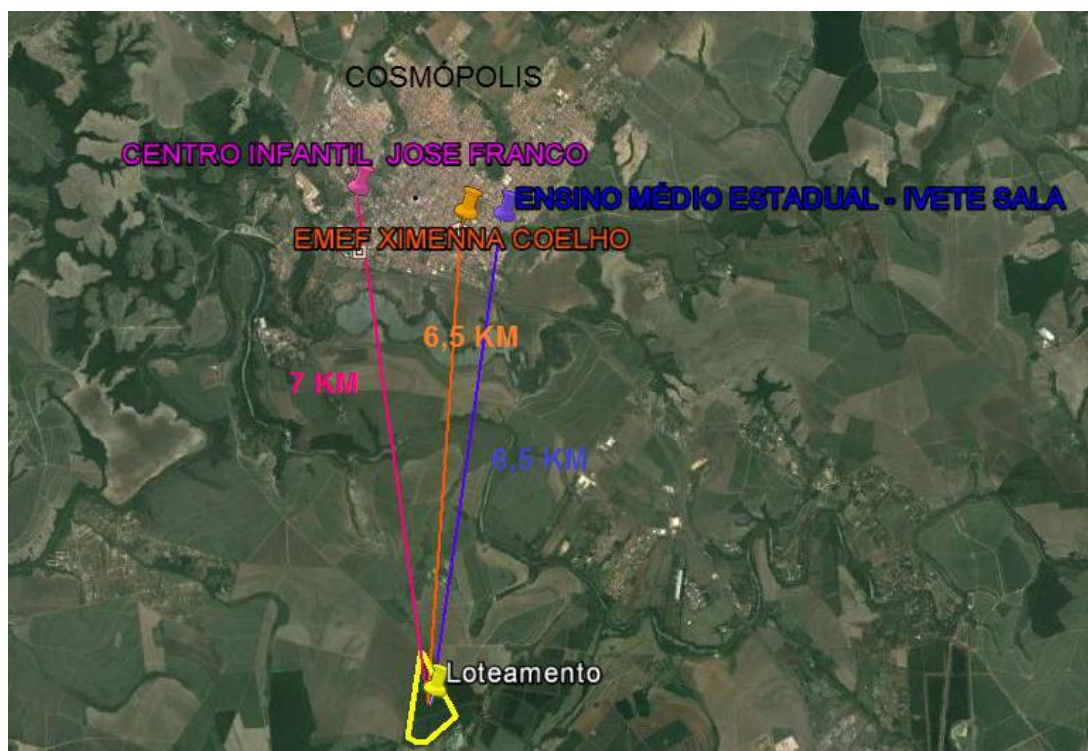


Figura 10: Escolas públicas de Cosmópolis mais próximas ao loteamento.

Fonte: Google Earth.

3.3.6 Serviços

O loteamento está situado numa área afastada dos centros urbanos, assim, não existem ao seu redor comércios e redes de serviços cotidianamente usados pela população.

A Figura 11 mostra a distância do loteamento à farmácia e padaria mais próximas, localizados em Paulínia.

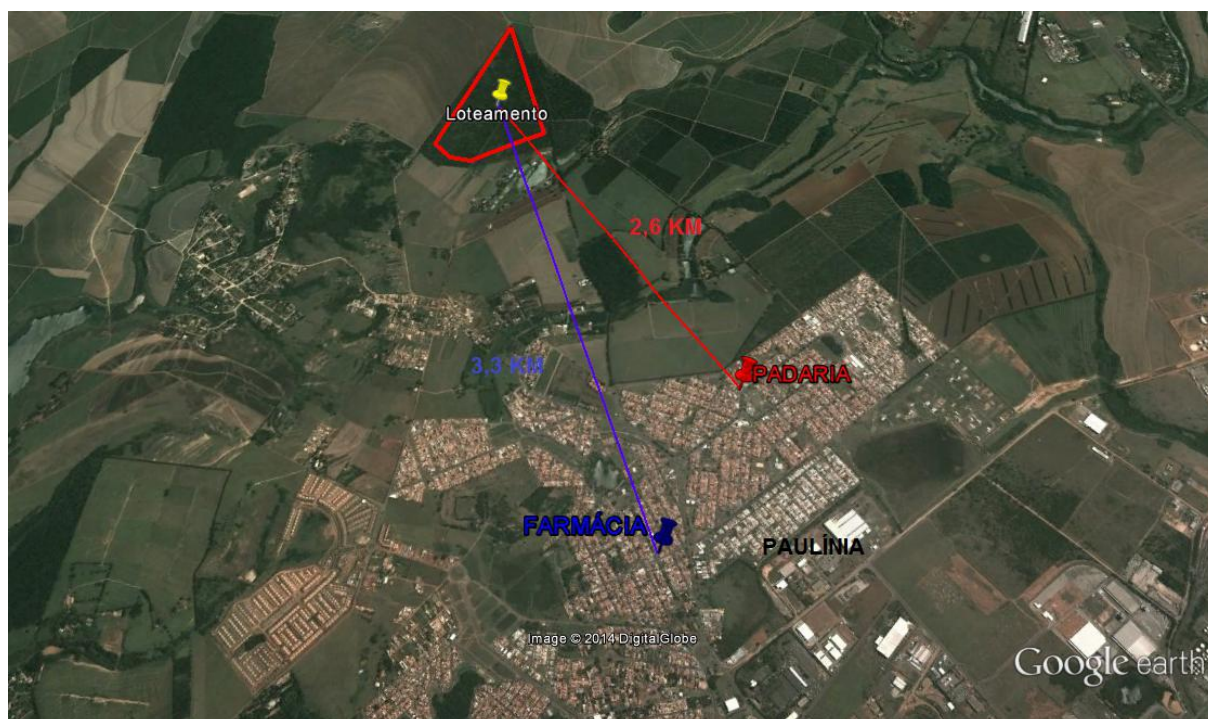


Figura 11: Farmácia e Padaria próximas ao loteamento.

Fonte: Google Earth.

Como o loteamento pertence a Cosmópolis, a futura população do empreendimento deve buscar serviços como correios e agências bancárias no município.



Figura 12: Agência dos Correios e bancária de Cosmópolis mais próximas do loteamento

Fonte: Google Earth.

Quanto ao centro de compras mais próximo, a Figura 13 mostra a distância aproximada do loteamento aos shoppings de Cosmópolis e Paulínia.

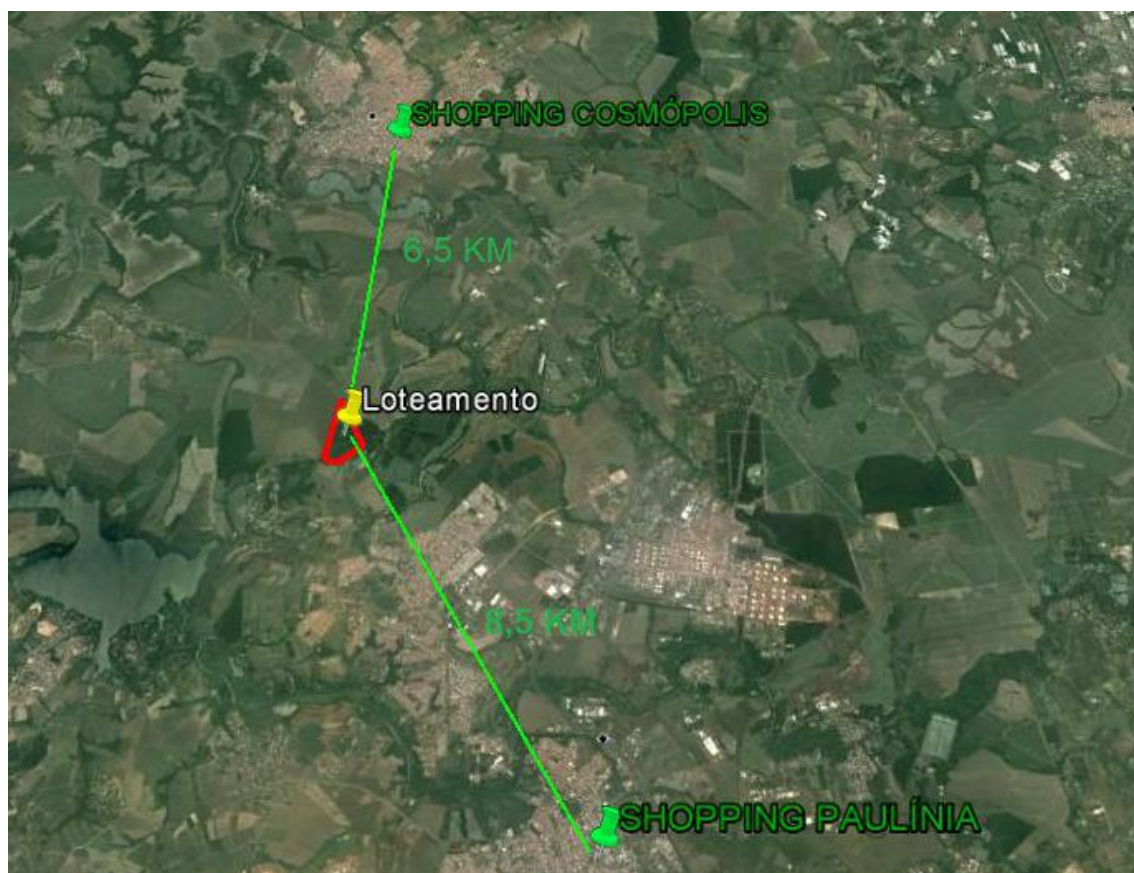


Figura 13: Localização dos shoppings da região.

Fonte: Google Earth.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DO LOTEAMENTO

O empreendimento em estudo será um loteamento residencial aberto na cidade de Cosmópolis, estado de São Paulo, com aproximadamente 614 mil m².

Atualmente, a terra do loteamento faz parte da Fazenda São José, cujo proprietário firmou parceria com a LOTE5 para a realização do empreendimento. O terreno apresenta basicamente uma vasta plantação de pés de laranja (*Citrus spp*).



Figura 14: Vista de duas linhas do cultivo de Citrus spp existente na área. A paisagem se repete e predomina sobre a área em estudo.

Fonte: LOTE5

O público-alvo são pessoas interessadas em trabalhar na região de Paulínia, cuja renda familiar mensal bruta é de cerca de R\$ 3.000,00, enquadrando-se na classe social C, conforme a Tabela 5.

Tabela 5: Renda familiar segundo a classe social - Salário Mínimo Nacional de R\$ 725,00 em 2014.

Classe	Salários mínimos	Renda familiar (R\$/mês)
A	Acima de 20 SM	acima de R\$14.500,00
B	10 a 20 SM	R\$ 7.250,00 a R\$ 14.499,99
C	4 a 10 SM	R\$ 2.900,00 a R\$ 7.249,99
D	2 a 4 SM	R\$ 1.450,00 a R\$ 2.899,99
E	Até 2 SM	até R\$ 1.449,99

Fonte: IBGE.

O loteamento implantado será aberto, dividindo-se em:

- Lotes residenciais fechados: lotes com área média de 160 m².
- Lotes de uso misto – poderão ser implantados tanto residências quanto comércio. Não será feita nenhuma exigência sobre o tipo comercial a ser implantado.
- Área institucional e Equipamentos de Lazer – doação da área para a Prefeitura Municipal de Cosmópolis, para a instalação de alguma benfeitoria para a comunidade.
- Áreas verdes e Reserva Legal.

A Figura 15 mostra a disposição geográfica das áreas citadas.

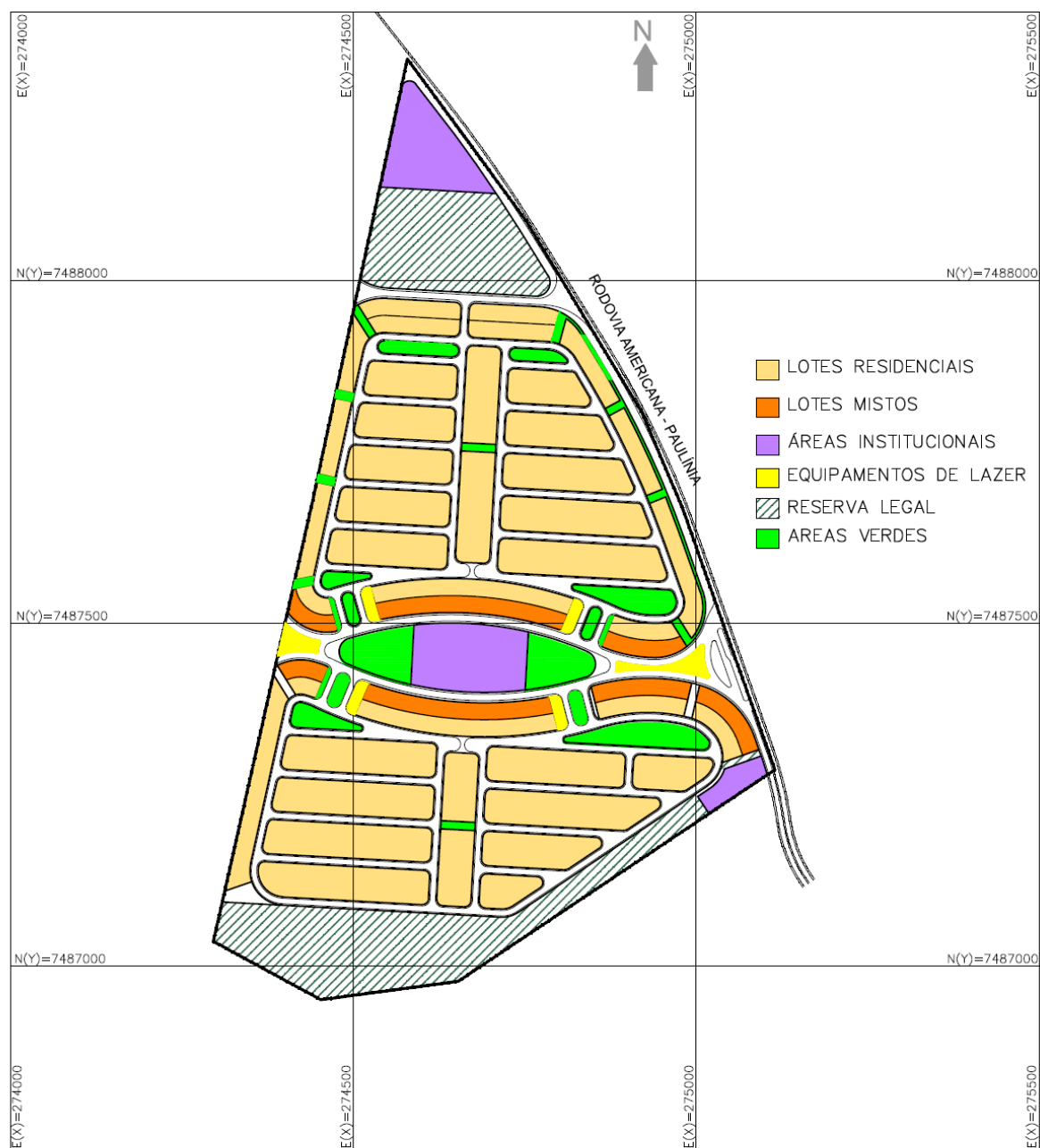


Figura 15: Disposição geográfica do loteamento – sem escala.

Fonte: LOTE5.

O lançamento do loteamento será dividido em quatro fases, sendo a primeira prevista para maio de 2016. A Tabela 6 descreve as características de cada fase.

Tabela 6: Características das fases de lançamento.

Projeto	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Total
Lançamento	mai/16	mai/19	mai/18	mai/17	
Área da gleba (mil m²)	156	167	140	152	615
Área líquida de venda (mil m²)	66,5	79,0	71,3	76,0	292,8
Área do lote padrão (m²)	160	160	160	160	-
Número de lotes (un)	410	490	445	475	1820

Fonte LOTE5.

Conforme pode-se observar pela Tabela 6, o empreendimento de Cosmópolis terá 1820 lotes no total. Estima-se que cada lote suporte uma família com 4 pessoas. Assim, espera-se que ao término do seu lançamento, cerca de 7280 vivam no loteamento.

A figura abaixo mostra a distribuição geográfica de cada fase do empreendimento.

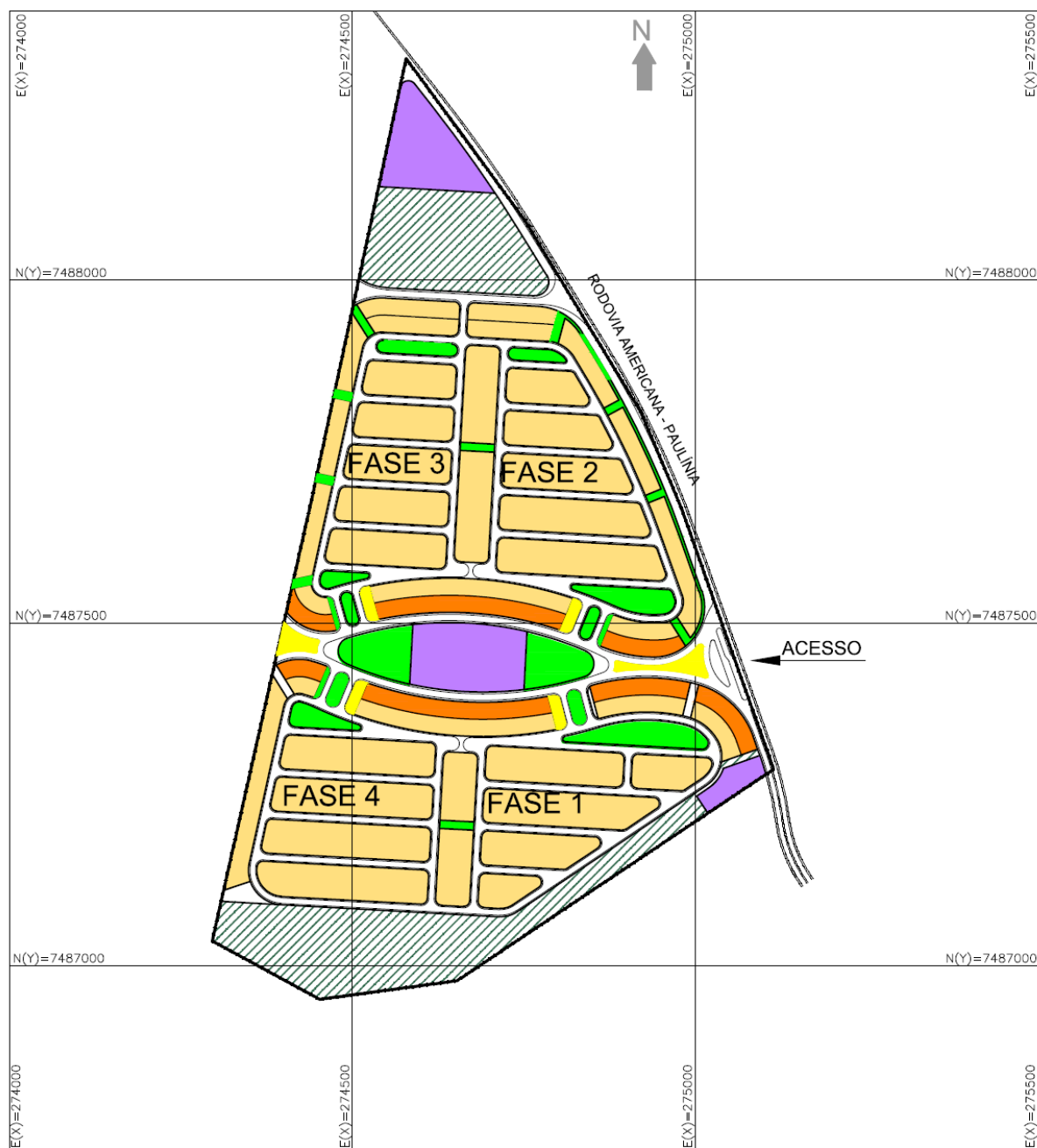


Figura 16: Distribuição geográfica das fases de lançamento – sem escala

Fonte: LOTE5

3.4.1 Viabilidade do Loteamento

O local de implantação do loteamento trata-se de uma área rural e parte constituinte da Fazenda São José, objeto da matrícula nº 4737, Livro nº 2, do 4º Oficial de Registro de Imóveis de Campinas, cuja gleba totaliza 708,47 ha. Para viabilizar o desenvolvimento do projeto urbanístico será necessária a alteração do zoneamento de rural para ZEIS – Zona Especial de Interesse Social.

Conforme o Plano Diretor de Cosmópolis, Lei Complementar nº 2.949 de 03 de janeiro de 2007, Capítulo II – Zoneamento Municipal, artigos 79 e 80:

“As Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS são porções do território destinadas, prioritariamente, à recuperação urbanística, à regularização fundiária e à produção de Habitações de Interesse Social – HIS ou do Mercado Popular – HMP, incluindo a recuperação de imóveis degradados, a provisão de equipamentos sociais e culturais, espaços públicos, serviço e comércio de caráter local.

Nas ZEIS, o parcelamento, uso e ocupação do solo, deverão observar as legislações estadual e federal, bem como as leis municipais que disciplinam o parcelamento e o uso e ocupação do solo, que deverão considerar:

- Para parcelamento do solo uma área mínima de lote igual a 150 m² e área máxima de 250 m².*
- Inclusão de espaços públicos (vias públicas, área verde e área institucional), serviço e comércio de caráter local.*
- Vias públicas com largura mínima de 12 metros sendo 4 metros destinados ao passeio público e 8 metros ao leito carroçável.”*

Assim, segundo o Plano Diretor, para a alteração do zoneamento rural para urbano, será necessária a aprovação de uma lei específica. A LOTE5, através de reuniões com membros do Poder Executivo e Legislativo de Cosmópolis, acredita que a criação de tal lei não será uma dificuldade para o projeto.

Conforme o Relatório de Diretrizes Ambientais da Gleba Cosmópolis, a área do loteamento não apresenta APPs – Áreas de Preservação Permanente, Unidades de Conservação ou Bem Tombado.

Em relação às áreas permeáveis, conforme o Artigo 6º da Resolução SMA nº31/09, é obrigatório a manutenção de 20% da área a ser empreendida com características naturais de permeabilidade.

A fazenda São José apresenta 20 % da sua área destinada a Reserva Legal, sendo que 14% desta área está situada nos limites do loteamento. Esta área poderá compor o percentual de áreas verdes permeáveis no caso do parcelamento urbano.

A área de estudo é desprovida de fragmentos de vegetação nativa, sendo que a cobertura vegetal caracteriza-se predominantemente pelo cultivo agrícola de citros (*Citrus spp*) e por gramíneas.

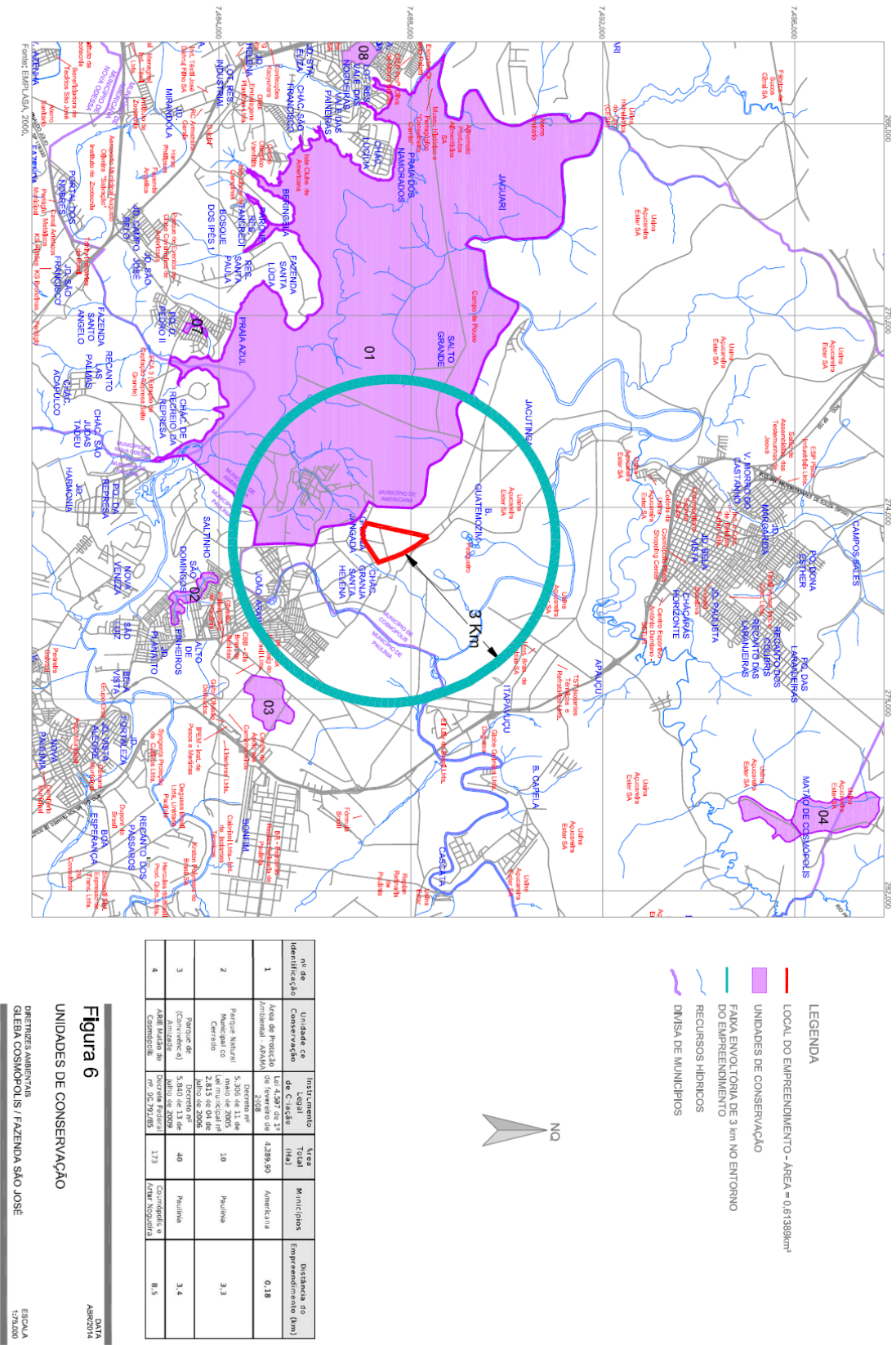


Figura 17: Unidades de Conservação
Fonte: LOTE5.

Assim, após a alteração de zoneamento rural para urbano, é possível o parcelamento do solo, respeitando os percentuais de 80% (491.112,46 m²) da área sem quaisquer restrições ambientais para a implantação do projeto urbanístico e 20% (122.778,11 m²) com restrições ambientais para uso e ocupação do solo, considerando que a área em sua totalidade possui aproximadamente 613.890,57 m². As restrições ambientais em 20% da área serão cumpridas com 14% destinados ao reflorestamento e 6 % ao ajardinamento dessas áreas, conforme Figura 18.

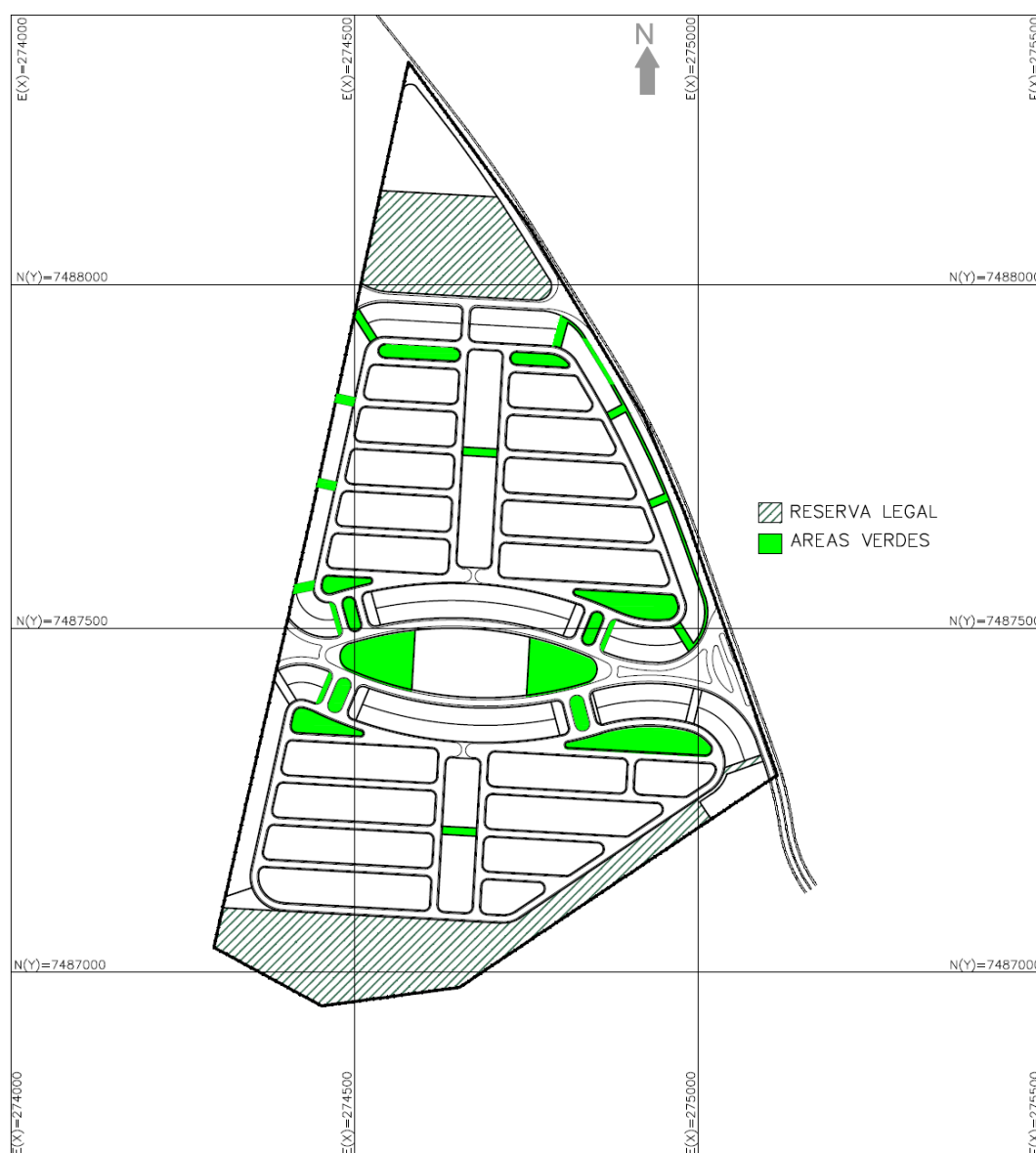


Figura 18: Áreas verdes e Reserva Legal – sem escala

Fonte: LOTE5

Após as análises da região de implantação e das características do loteamento de Cosmópolis, percebe-se que o empreendimento enfrentará alguns desafios. O primeiro refere-se à viabilidade legal e ambiental, visto que o mesmo está localizado na Zona Rural do município, tornando-se necessária a alteração de seu zoneamento rural para ZEIS. Tal alteração exigirá esforços da empresa loteadora perante o Poder Executivo e Legislativo de Cosmópolis.

Outro grande desafio que o empreendimento enfrentará será seu distanciamento dos centros urbanos, seja de Cosmópolis ou de Paulínia, como foi descrito neste capítulo. Caso não existam medidas relacionados ao transporte, os primeiros moradores do loteamento enfrentarão dificuldades diárias para se locomoverem de suas casas aos seus trabalhos, escolas ou comércios, visto que atualmente não existem meios de transportes que liguem o loteamento às cidades.

Por fim, cabe ressaltar o desafio de executar medidas sustentáveis ao loteamento, principalmente devido ao público-alvo do empreendimento ser uma classe menos favorecida economicamente e ser um loteamento aberto. Isso faz com que muitas alternativas sustentáveis tornem-se inviáveis, visto que seu custo de implantação é alto, e assim, torna-se impossível a empresa loteadora repassar esse custo no preço de venda dos lotes.

O fato de ser um loteamento aberto é um empecilho para alternativas que demandam muita manutenção, visto que, diferentemente de loteamentos fechados e condomínios, em que os moradores pagam uma taxa e existe uma empresa responsável pela manutenção da infraestrutura, nesse tipo de loteamento há a necessidade de existir uma organização dos moradores, através de Associações, por exemplo, para garantir a manutenção do local, através da contratação de empresas ou prestação de serviço dos próprios moradores.

CAPÍTULO 4: PROPOSIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Durante o processo de embasamento bibliográfico foram observadas alternativas que podem ser boas soluções aplicadas no loteamento em estudo e escolhidas propostas que podem contribuir de maneira positiva em alguns dos problemas observados durante a fase de caracterização do loteamento.

Vale destacar que o loteamento estudado apresenta várias problemáticas já mencionadas, como o fato de estar em área rural e distante dos centros urbanos, além do fato do loteamento ser aberto e para classe C. Evidencia-se também que esse trabalho não tem como objetivo resolver todos os desafios enfrentados, mas sim, propor alternativas que tornem o local mais sustentável.

Com base na revisão bibliográfica, consideramos principalmente 4 eixos de estudo: infraestrutura, acessibilidade urbana, social e ambiente. Na Figura 19 mostra-se a maioria das ideias consideradas para estudo, a interação entre elas e a sustentabilidade.

No entanto, dada a importância das alternativas e a viabilidade de estudo escolhemos seguir este trabalho dando ênfase em infraestrutura sustentável. Estudaremos duas propostas: redes subterrâneas e drenagem sustentável, as quais serão detalhadas nos próximos capítulos segundo suas características, vantagens e desvantagens, impactos socioambientais, viabilidade técnica, ambiental e econômica.

Ainda, no item 4.1 a seguir, descrevemos algumas alternativas discutidas e justificativas referentes a sua consideração ou não para estudo detalhado.



Figura 19: Alternativas analisadas e sustentabilidade

4.1 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

1) Gestão de resíduos

A Gestão de Resíduos de Construção e demolição é uma das alternativas sustentáveis discutida nos processos de certificação ambiental que foram apresentados no Capítulo 2. O guia Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal, por exemplo, traz na Categoria 4 – Conservação de Recursos materiais um critério especificamente sobre isso: Gestão de Resíduos de Construção e Demolição. No mesmo guia o critério Educação para a Gestão de Resíduos de Construção e Demolição, da categoria 6 – Práticas Sociais versa sobre o mesmo tema.

O Guia propõe soluções interessantes como a existência de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para a obra. O referencial técnico de certificação para o processo AQUA da fundação Vanzolini também aborda o tema em uma das suas fichas temáticas, a ficha de número 8 referente a materiais e equipamentos urbanos. A ficha avalia o consumo de materiais e também a movimentação de terra.

Em um primeiro momento as alternativas sustentáveis referentes a esse tema mostraram-se interessante devido principalmente às movimentações de terra que acontecem durante a fase de desenvolvimento do loteamento.

No entanto, essa solução foi uma das primeiras a ser descartada mediante ao fato de a empresa relatar que não serão gerados resíduos em quantidade significativa que motivasse a elaboração de um plano de gestão. Como o empreendimento não aborda a fase de construção das edificações, outros tipos de resíduos de construção não serão gerados. Por este motivo, esta alternativa não foi considerada para ser abordada em maior profundidade.

2) Ciclovia

No selo Casa Azul da Caixa na Categoria 2 – Projeto e Conforto - existe o critério Solução Alternativa de Transporte. Neste critério é abordada a necessidade de incentivar o uso de transportes menos poluentes, visando diminuir o impacto ambiental causado pelo uso de veículos automotores.

Além disso, no processo de certificação AQUA, a ficha temática de Número 3 referente a Mobilidade e Acessibilidade versa sobre a necessidade do desenvolvimento de meios de transporte com impacto ambiental reduzido. Um dos itens avaliados é a valorização de meios de transporte com baixo impacto ambiental, incluindo itens como comprimento das ciclovias, disponibilidade de bicicletário, etc.

Assim, uma proposta na área de mobilidade sustentável seria a implantação de uma ciclovia interna no loteamento de Cosmópolis e possivelmente uma ciclofaixa na estrada de acesso à Paulínia, no Bairro João Aranha.

As ciclovias têm se apresentado como uma importante ferramenta para melhorar o trânsito das grandes metrópoles, além de propiciar espaço àqueles que querem praticar exercícios físicos como caminhadas e corridas. Alguns municípios do interior do Estado já vêem o ciclismo como alternativa de transporte, inclusive entre cidades, como os municípios de Canas e Cachoeira Paulista, que pleiteiam a construção de uma ciclovia até o município de Lorena, às margens da Rodovia Deputado Oswaldo Ortiz Monteiro.

Uma das vantagens da ciclovia é que ela pode atender a demanda de trabalhadores e estudantes da região, que trocam o carro e o ônibus pela bicicleta, diariamente. Tal atitude, além de saudável, contribui sobremaneira para diminuir a poluição.

Dadas as inúmeras vantagens da instalação de uma ciclovia interna, esta possui grande probabilidade de aceitação, tanto da parte da prefeitura como dos futuros moradores. Já em relação à ciclofaixa na estrada de acesso Loteamento-Paulínia são necessários os estudos tanto de viabilidade legal quanto econômica. O bairro mais próximo seria o João Aranha, de Paulínia, cerca de 3km do loteamento, um comprimento razoável para se ter uma ciclofaixa, porém seria essencial um alargamento de pista, dada a pequena largura da pista única da rodovia de acesso.

Apesar de diversos benefícios e de parecer promissora, esta alternativa não resolveria o problema de acessibilidade urbana do loteamento. A ciclovia ligaria um extremo ao outro do lote, porém para chegar às cidades, seja Paulínia ou Cosmópolis, seria necessário outro meio de transporte. Visto isso e ao fato da implantação de uma ciclovia ser uma alternativa “secundária”, dado os diversos desafios de infraestrutura do local, optamos por não nos aprofundarmos neste estudo.

3) Estudo de demanda

O estudo de demanda teria por objetivo fazer um levantamento da demanda de transporte público do loteamento para o seu entorno com a finalidade de se estudar a criação de possíveis linhas de ônibus municipais (no caso de Cosmópolis) e intermunicipais (no caso de Paulínia).

Devido à indisponibilidade de dados da demanda de tráfego nas Prefeituras de Cosmópolis ou Paulínia e diante da impossibilidade em se fazer uma pesquisa de campo, julga-se inviável se tirar conclusões em relação a esse aspecto.

4) Cooperativa de resíduos domésticos

Após a caracterização do empreendimento e região e de diversas reuniões com a LOTE5, decidiu-se que uma alternativa no âmbito de Sustentabilidade Social seria de boa aplicabilidade ao loteamento.

Analisando-se as Certificações do Capítulo 2, encontram-se várias referências à gestão de resíduos e à coleta seletiva. No processo AQUA, a ficha temática de número 9 versa sobre a gestão de resíduos, avaliando sua gestão e o desempenho é mensurado conforme o grau de separação dos resíduos. No selo Casa Azul da Caixa na Categoria 2 – Projeto e Conforto - existe o critério local para coleta seletiva que tem por objetivo possibilitar a separação dos resíduos nos empreendimentos.

A categoria Green Infrastructure and Buildings (GIB) do LEED possui o Crédito 16 que explora a questão da Gestão de Resíduos, propondo a diminuição do volume de resíduos que são descartados em aterros sanitários e a existência de uma estação de reciclagem. Assim, devido à importância do tema, decidiu-se analisar a viabilidade de implantação de uma cooperativa de reciclagem no loteamento.

A coleta seletiva tem como objetivo reduzir o volume de lixo, sendo um investimento ao meio ambiente e na qualidade de vida, gerando ganhos ambientais, sociais e econômicos.

Segundo o Guia da Coleta Seletiva do Cempre (2014), a coleta seletiva promove:

- A redução dos custos com a disposição final do lixo (aterros sanitários e incineradores);
- Aumento da vida útil dos aterros sanitários;
- Diminuição de gastos com remediação de áreas degradadas pelo mau acondicionamento do lixo, como lixões clandestinos;
- Educação e conscientização ambiental da população;
- Diminuição de gastos gerais com limpeza pública;
- Melhoria das condições ambientais e de saúde pública dos municípios;

Quando uma cidade instala a coleta seletiva, alguns dos benefícios sociais são:

- Geração de empregos diretos e indiretos com a instalação ou ampliação de indústrias recicladoras na região;
- Resgate social de indivíduos através da associação e cooperativas de catadores;

Apesar de trazer esses benefícios sociais e ambientais, a alternativa não foi adotada para o loteamento de Cosmópolis, pois existem diversas variáveis difíceis de serem levantadas durante a realização do trabalho, como:

- Existência de catadores de reciclagem na região em número suficiente para formar uma cooperativa e dispostos a participar de uma;
- Existência e abrangência da coleta seletiva nas cidades de Cosmópolis e Paulínia;
- Destino do material beneficiado na cooperativa;

5) Drenagem

As alternativas sustentáveis referentes ao processo de desenvolvimento das redes de drenagem também estiveram muito presentes nos materiais estudados. Como foi citado anteriormente, no Capítulo 2 na Categoria 5 – Gestão da Água - presente no guia Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal, são abordadas várias medidas sobre o tema. No critério aproveitamento de águas pluviais, por exemplo, são discutidas medidas que possam reduzir o consumo de água potável para determinados usos, utilizando águas pluviais em funções como descarga de bacias sanitárias, irrigação de jardins, dentre outros. Dentre as principais medidas discutidas nos outros critérios destacam-se reservatórios de retenção, pavimentos permeáveis, captação de água de chuva, etc.

No referencial de certificação do processo AQUA também foram encontradas algumas orientações sobre o tema, na ficha temática de número 6 referente a Água. O guia ressalta a importância de se conceber um ambiente construído que permita uma gestão adequada e responsável dos recursos hídricos. São citados exemplos de objetivos a serem atingidos como a limitação da impermeabilização dos solos e mananciais, valorização das águas de superfície como um elemento da paisagem, dentre outros. Uma forma de avaliação de desempenho do guia em relação ao processo de drenagem é o nível de impermeabilização do solo mensurado numericamente através do Coeficiente de Impermeabilização. Um desempenho excelente nesse requisito é atingido quando se consegue reduzir o valor do coeficiente de impermeabilização para 10% abaixo do valor de referência do Código de Obras Local. Outras formas de avaliação da drenagem incluem análise da vazão de desempenho e do nível de coleta de águas pluviais.

Devido à relevância do tema, a questão do gerenciamento responsável da água dentro do loteamento foi uma das alternativas escolhidas para discussão. O estudo de medidas alternativas para sistemas de drenagem não apresentou nenhum impedimento em função das características do empreendimento e, portanto, foi uma das alternativas escolhidas para ser discutida em maiores detalhes nas seções seguintes.

6) Redes Subterrâneas

A proposta de implantação de uma rede de distribuição subterrânea surgiu principalmente com o objetivo de propor uma alternativa urbanística que agregasse valor ao loteamento.

Esta alternativa é justificada na Categoria I - Qualidade Urbana do selo Casa Azul – CAIXA. Nesta categoria, temos o critério 1.1 Qualidade do entorno – infraestrutura, que tem como objetivo “proporcionar aos moradores qualidade de vida, considerando a existência de infraestrutura, serviços, equipamentos comunitários e comércio disponíveis no entorno do empreendimento”.

A implantação de redes enterradas traz inúmeros benefícios sociais, ambientais e urbanísticos, como: o fato de não ter postes e elementos da rede visíveis dá uma maior flexibilidade de construção para as futuras pessoas/comércios residentes no loteamento, além da valorização estética e imobiliária. Ainda, as redes subterrâneas proporcionam maior confiabilidade de serviço, o que traz mais qualidade de vida às pessoas.

Na certificação LEED-ND, o crédito 13 analisa a Infrastructure Energy Efficiency, que promove a concepção de infraestruturas que reduzem a energia e uso da água, bem como promovem uma utilização mais sustentável dos materiais. A implantação de redes enterradas, dada sua confiabilidade, precisa de pouca manutenção e ocorre redução de acidentes devido a catástrofes naturais, como por exemplo as tempestades que derrubam postes e fios.

Em consequência, esta alternativa mostrou-se de grande importância, dado os inúmeros impactos benéficos em todos os eixos analisados (infraestrutura, ambiente, acessibilidade e social). Esses benefícios não são apenas ocasionais, mas estarão presentes durante toda a vida do loteamento. Com base nisso, este tópico foi considerado para ser estudado com mais detalhes no capítulo 6, onde discutiremos as vantagens e desvantagens do produto e realizaremos estudos de viabilidade ambiental, técnica e econômica.

CAPÍTULO 5: DRENAGEM SUSTENTÁVEL

5.1 USO E OCUPAÇÃO CONVENCIONAL EM LOTES URBANOS

No final do século XIX iniciou-se no Brasil o Movimento Higienista ou Sanitarista a partir da preocupação com a saúde pública. Defensores desse movimento afirmavam que as edificações deveriam ser dispostas em locais que provessem maiores condições de higiene à população. Não havia preocupações na época quanto às questões ambientais.

Os lotes urbanos passaram a adotar soluções para a drenagem das águas pluviais baseadas nos conceitos desse Movimento. As construções foram projetadas para facilitar o rápido escoamento das águas precipitadas para longe da sua área de captação, concentrando esforços na impermeabilização do solo e na capacidade de dar soluções eficientes para o caminho das águas. (Ohnuma Jr., 2008)

A impermeabilização do solo está intimamente relacionada com o processo de urbanização da região. As condições de um terreno ou lote natural, formado por árvores, vegetações rasteiras e plantações garantem a interceptação e a infiltração das águas da chuva. A partir do instante em que se realiza o desmatamento e a retirada da camada original do solo, procedendo a sua planificação e compactação, o balanço hídrico do local sofre a perda da capacidade de retenção da precipitação e da infiltração no solo.

Quando realizada a impermeabilização do solo devido à construção, esse processo tende a favorecer um aumento da parcela de volume de chuva que é convertida em escoamento superficial. A figura 21 ilustra a caracterização de uso e ocupação do solo ao longo do tempo e suas respectivas vazões.

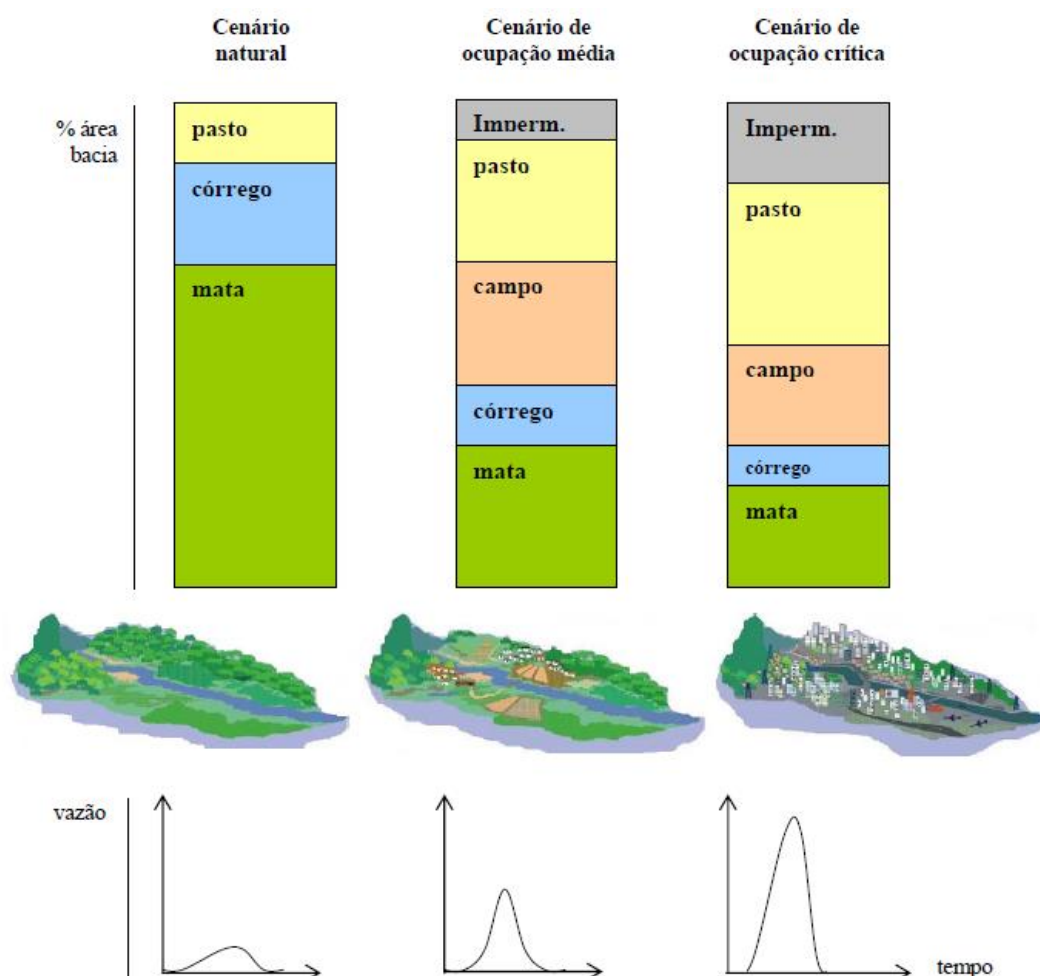


Figura 20: Cenários de modificação do uso do solo.

Fonte: Ohnuma Jr (2008).

5.2 O PROBLEMA DAS INUNDAÇÕES URBANAS

A inundação de áreas urbanas é um problema que afeta muitas cidades brasileiras, gerando graves problemas ambientais e à população. A figura 22 mostra a ocorrência de alagamentos ou inundações nas regiões do Brasil.

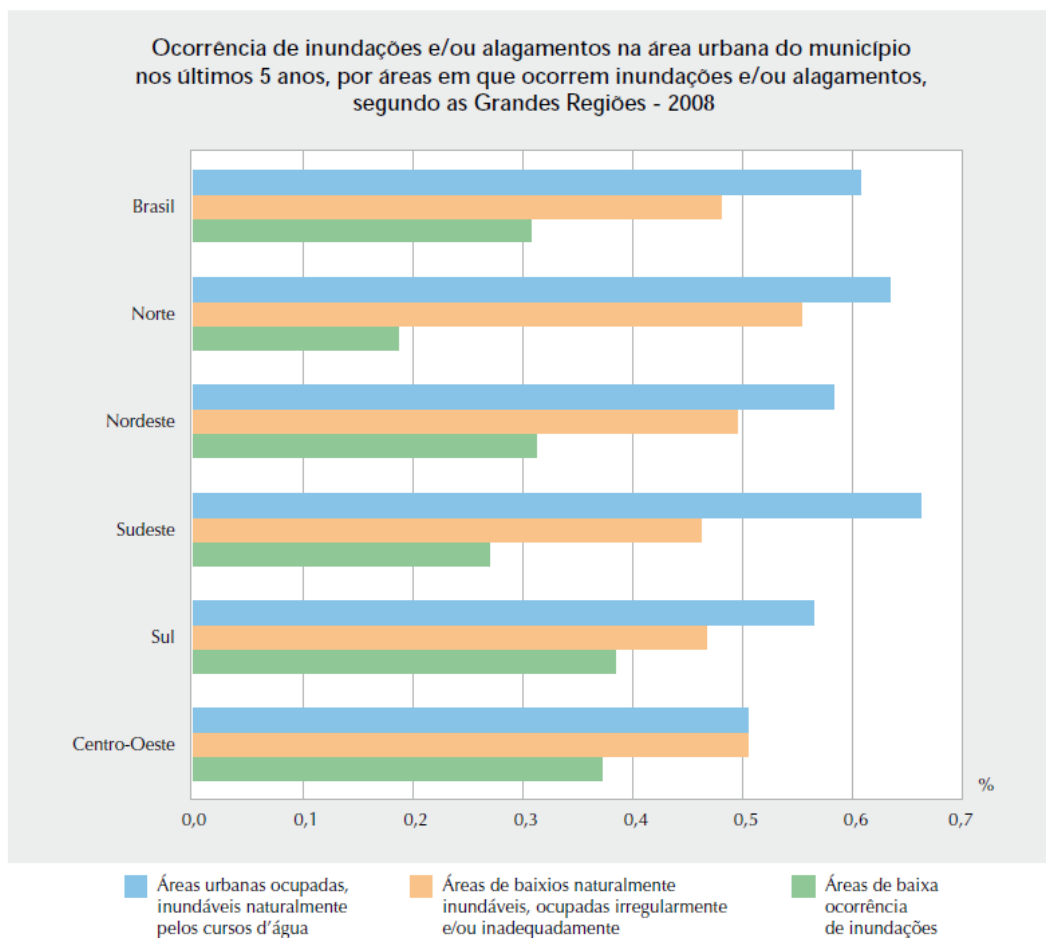


Figura 21: Ocorrência de inundações e/ ou alagamento na área urbana do município por área em que ocorre inundações e/ou alagamento nas regiões do país.

Fonte: ATLAS DO SANEAMENTO IBGE (2011).

As enchentes de um rio são fenômenos que podem ter causa natural ou causa antrópica. A causa natural das enchentes está relacionada com as cheias de um rio. Os rios intermitentes possuem dois tipos de leito: um menor e principal, por onde a água corre na maior parte do tempo e um maior e complementar que é inundado apenas em períodos de cheias e depende do curso d'água e das condições meteorológicas existentes. Essas manifestações são mais comuns em áreas planas, chamadas de planícies de inundação.

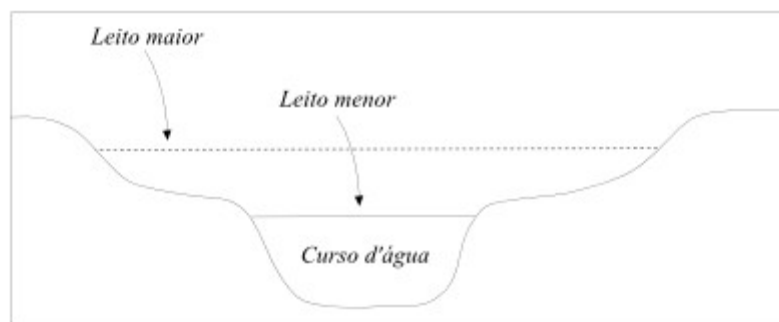


Figura 22: Esquema de um rio com seu leito maior e menor representado.

Fonte: site www.brasilecola.com, acesso em 05/10/2014.

A interferência humana sobre os cursos d'água provocando inundações ocorrem das mais variadas formas, quase sempre relacionada ao mau uso do espaço urbano.

Uma situação muito comum é a ocupação irregular ou desordenada do espaço urbano. A ocupação do leito maior de um rio gera problemas de inundações para as pessoas que ali habitam. As figuras abaixo mostram as áreas urbanas ocupadas no Brasil que são naturalmente inundáveis.



Figura 23: Áreas urbanas ocupadas inundáveis naturalmente pelos cursos d'água.

Fonte: ATLAS DO SANEAMENTO IBGE (2011).



Figura 24: Áreas de baixios naturalmente inundáveis, ocupada irregularmente ou inadequadamente.

Fonte: ATLAS DO SANEAMENTO IBGE (2011).

O elevado índice de poluição, causado tanto pela ausência de consciência por parte da população quanto por sistemas ineficientes de coleta de lixo e distribuição de lixeiras pelas cidades, faz com que ocorra o entupimento dos bueiros, responsáveis por conter parte da água que eleva o nível do rio.

A ocorrência de enchente nas cidades também está relacionada com os problemas nos sistemas de drenagem. O sistema adotado em determinada região pode estar sobrecarregado, não ter sido dimensionado corretamente ou ainda não ser a melhor opção de drenagem para o local.

Como mencionado anteriormente, o processo de impermeabilização do solo, gerado pela ocupação urbana intensa é uma das principais causas de inundações nas cidades, visto que impede a água de infiltrar no solo e faz com que a água

escoe mais rapidamente pela cidade. A Figura 25 mostra os fatores agravantes das inundações no Brasil.

Percentual de municípios que sofreram inundações, segundo os fatores agravantes - Brasil - 2008	
Fatores agravantes	Percentual de municípios que sofreram inundações (%)
Dimensionamento inadequado de projeto	30,7
Obstrução de bueiros, bocas de lobo, etc.	45,1
Obras inadequadas	31,7
Ocupação intensa e desordenada do solo	43,1
Lençol freático alto	15,8
Interferência física no sistema de drenagem	18,6
Desmatamento	21,3
Lançamento inadequado de resíduos sólidos	30,7

Figura 25: percentual de municípios que sofreram inundações segundo os fatores agravantes – Brasil – 2008.

Fonte: ATLAS DO SANEAMENTO IBGE (2011).

5.3 DRENAGEM URBANA CONVENCIONAL

Drenagem é o termo empregado na designação das instalações destinadas a escoar o excesso da água, seja em rodovia, na zona rural ou na malha urbana. A drenagem urbana compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundação aos quais a sociedade está sujeita. (CARDOSO NETO)

O sistema urbano de drenagem convencional, ainda muito adotado na maioria das cidades brasileiras, segue o princípio de escoar a água precipitada da maneira mais rápida possível (TUCCI et al, 1995). Alguns inconvenientes de tal princípio são:

- Aumento de inundações a jusante;

- Necessidade de ampliação da capacidade dos condutos;
- Custos altos;

Os sistemas de drenagem são definidos como na fonte, microdrenagem e macrodrenagem. A drenagem na fonte é definida pelo escoamento que ocorre no lote, condomínio, estacionamentos, parques e passeios.

A microdrenagem é definida pelo sistema de condutos pluviais ou canais em nível de loteamento ou de rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender à drenagem de precipitações com risco moderado e será o sistema avaliado nesse trabalho.

A macrodrenagem envolve sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. Deve ser projetado para acomodar precipitações superiores às da microdrenagem com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais. (TUCCI et al,1995)

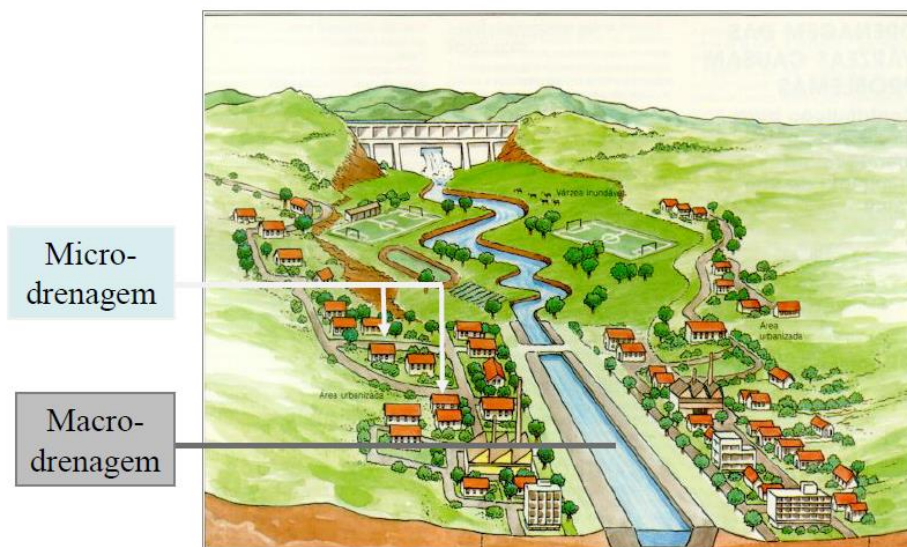


Figura 26: Visão geral dos Sistemas de Drenagem.

Fonte: Zahed Filho (2014).

5.3.1 Elementos físicos do projeto de sistemas de drenagem

Os principais elementos de uma rede de drenagem convencional são:

- Galeria;
- Poço de visita;
- Bocas-de-lobo;
- Tubos de ligação;
- Meios-fios;
- Sarjetas;
- Sarjetões;

A seguir definem-se tais elementos, bem como seus critérios de posicionamento na rede de drenagem (TUCCI et al, 1995).

Galeria

As galerias são canalizações públicas usadas para conduzir as águas pluviais provenientes das bocas-de-lobo e das ligações privadas.



Figura 27: Galeria de drenagem de águas pluvias;

Fonte: site www.mcengenhariabrasil.com.br, acesso em 11/11/2014.

Há duas possibilidades para a locação da rede coletora de águas pluvias: sob a guia ou sobre o eixo da via pública, sendo esta a mais utilizada.

Poço de Visita

Os poços de visita são dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações.

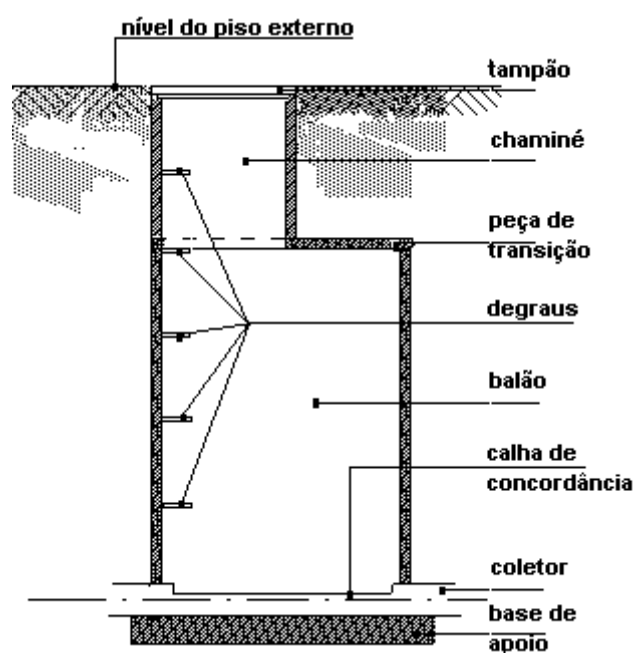


Figura 28: Poço de visita convencional.

Fonte: site www.dec.ufcg.edu.br, acesso em 10/11/2014.

A locação dos poços de visita é sugerida nos pontos de mudança de direção, cruzamento de ruas, mudanças de declividade e mudança de diâmetro.

Bocas-de-lobo

Bocas de lobo são dispositivos localizados em pontos convenientes, nas sarjetas, para captação de águas pluviais. Também devem garantir a eficiência do sistema de galerias e a não ocorrência de inundações nas vias públicas.

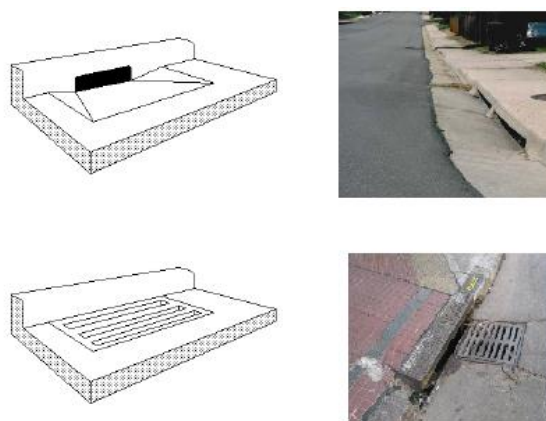


Figura 29: Bocas-de-lobo com e sem grelha.

Fonte: Zahed Filho (2014).

A locação das bocas-de-lobo devem considerar as seguintes recomendações:

- Locar em ambos os lados da rua quando a saturação da sarjeta assim o exigir ou quando forem ultrapassadas as suas capacidades de engolimento;
- Locar em pontos baixos da quadra;
- Recomenda-se adotar um espaçamento máximo de 60 m entre as bocas-de-lobo, caso não seja analisada a capacidade de escoamento da sarjeta;
- Uma boa solução para a instalação de bocas-de-lobo é que esta seja feita em pontos pouco a montante de cada faixa de cruzamento usada pelos pedestres, junto as esquinas;

Não é conveniente a sua localização junto ao vértice de ângulo de intersecção das sarjetas de duas ruas convergentes, pois os pedestres, para cruzarem as ruas, teriam que saltar a torrente num trecho de máxima vazão superficial, além disso, as torrentes convergentes pelas diferentes sarjetas teriam, como resultante, um escoamento de velocidade em sentido contrário ao da afluência para o interior da boca-de-lobo.

Tubos de ligação:

Os tubos de ligação são canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais, captadas nas bocas-de-lobo, para as galerias ou para os poços de visita.

Meios-fios

Os meios-fios são elementos de pedra ou concreto, colocados entre o passeio e a via pública, paralelamente ao eixo da rua e com sua face superior no mesmo nível do passeio.

Sarjetas

As sarjetas são faixas de via pública, paralelas e vizinhas ao meio-fio. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para elas escoam.

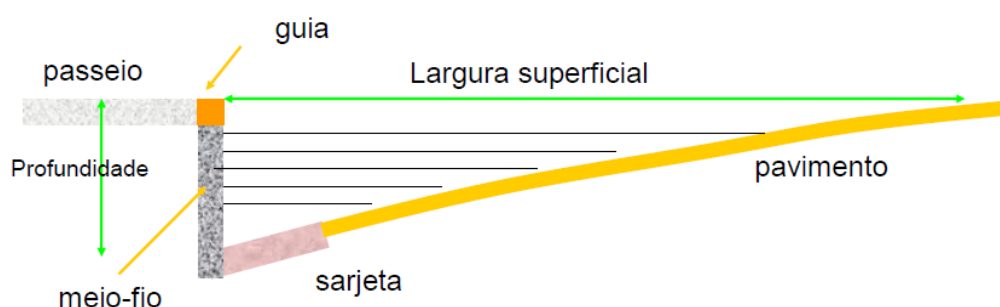


Figura 30: Elementos da rede de drenagem: meio-fio e sarjeta.

Fonte: Zahed Filho (2014).

Sarjetões

Sarjetões são calhas localizadas nos cruzamentos de vias públicas, formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas.

5.4 DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) os sistemas clássicos são constituídos basicamente de dispositivos de microdrenagem que realizam o transporte das águas superficiais pelas ruas através de dispositivos do tipo sarjeta, sendo que, quando a sua capacidade de vazão é superada, parte da água é captada por meio das bocas-de-lobo. Através de condutos essas águas são encaminhadas aos locais de deságue ou até a rede de macrodrenagem.

Ao longo dos anos comprovou-se que este sistema apesar de eficiente possui limites em relação aos problemas decorrentes do processo de urbanização intensa. Este processo de urbanização modifica os cenários naturais causando problemas como a impermeabilização do solo, a mudança de regimes de escoamentos, dentre diversos outros.

Nesse contexto, surgem alternativas viáveis visando compensar os efeitos da urbanização, apresentando vantagens em relação às alternativas tradicionais. Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) as técnicas que envolvem a infiltração de águas pluviais, por exemplo, além de contribuir para a diminuição dos volumes de água em escoamento superficial, são importantes também para efetuar recarga das reservas de águas subterrâneas.

A utilização de tecnologias compensatórias permite o desenvolvimento dos sistemas de drenagem em conformidade com o crescimento urbano, permitindo tratar o problema de forma combinada, integrando questões de drenagem pluvial com questões urbanísticas, muitas vezes sem gastos excessivos. Quando bem desenvolvidas e aplicadas as técnicas ganham caráter sustentável uma vez que contribuem não só para o controle de inundações, mas também para recuperação e preservação do meio ambiente, diminuição de cargas de poluição de origem pluvial, diminuição de custos, melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, etc. (Baptista; Nascimento; Barraud, 2005).

5.4.1 Pavimento Permeável

O pavimento permeável é um tipo de pavimento que permite a infiltração de parte da água escoada superficialmente, ocorrendo significativa melhora da qualidade da água que passa pelas suas camadas. Os primeiros estudos em relação a este tipo de pavimento iniciaram-se na França nos anos de 1945 a 1950.

Os pavimentos drenantes podem ser utilizados em estacionamentos e ruas de tráfego leve, dentre outras aplicações, mas devido aos resultados satisfatórios obtidos na França é possível empregá-los também em vias que apresentam tráfego mais intenso. (Pinto, 2011).

Segundo Schueler (1987) citado por Pinto (2011, p.27) na engenharia de transportes os pavimentos permeáveis apresentam bom desempenho em relação aos problemas de derrapagem, aquaplanagem e spray uma vez que a infiltração direta de parte da água que escoar elimina a lâmina d'água sobre a superfície.

Os pavimentos permeáveis são compostos por uma camada de revestimento de concreto ou cimento poroso ou ainda blocos de concreto seguido por uma camada de assentamento. Em sequência existem duas camadas de material granular, a base e a sub-base, compostas uma por agregado fino ou médio e outra por agregado graúdo. Se necessário nesta camada pode haver tubulações de drenagem. A última camada constituinte é o subleito. Abaixo segue uma ilustração das camadas:

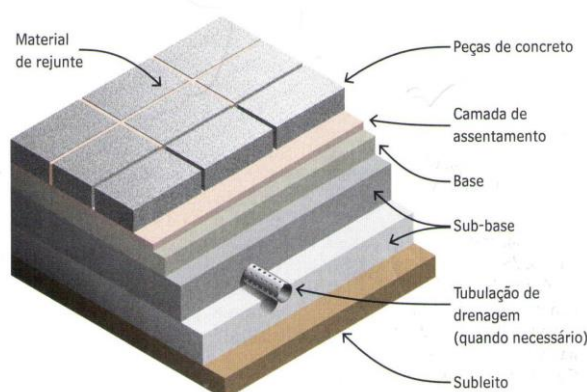


Figura 31: Seções tipo de pavimento permeável

Fonte: Silva (2013)

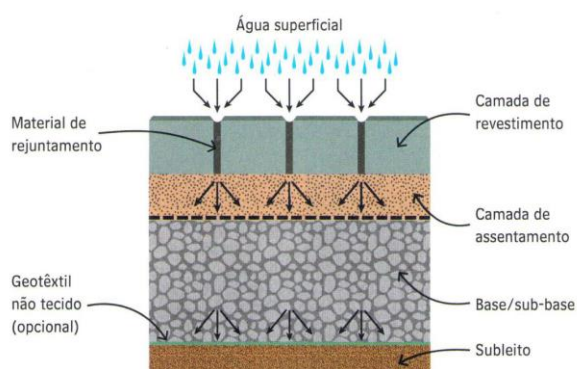


Figura 32: Perfil do pavimento permeável

Fonte: Silva (2013)

Segundo Urbonas e Stahre (1993) citados por Pinto (2011, p.28) os pavimentos permeáveis podem representar três tipos de superfície: o concreto poroso, o asfalto poroso e os blocos de concreto. Os blocos de concreto não são porosos, mas a água consegue passar pelas suas juntas ou pelos seus grandes vazios. Existem diversos tipos disponíveis no mercado. As figuras abaixo foram retiradas do site do fabricante Oterprem:



Figura 33: Piso Permeável Drenante – Concregrama

Fonte: site www.oterprem.com.br acesso em 02/11/2014



Figura 34: Piso Permeável Drenante – Tipo Intertravado Permeável com juntas alargadas

Fonte: site www.oterprem.com.br acesso em 02/11/2014

Segundo Silva (2013), as camadas seguintes do pavimento permeável, a base e a sub-base, podem ser elaboradas com brita lavada com Abrasão Los Angeles menor que 40, sendo necessário um índice de Suporte Califórnia (CBR) de pelo menos 80%. Os pavimentos permeáveis podem trabalhar como infiltrantes ou armazenadores. Quando os pavimentos permeáveis trabalham como armazenadores a água da chuva permanece retida nas camadas de base e sub-base, neste caso o conjunto destas camadas é chamado de reservatório. A capacidade de atuar como reservatório está diretamente relacionada ao índice de vazios dos agregados utilizados nestas camadas. A tabela abaixo indica a granulometria recomendada pra que as camadas possam atuar como reservatório:

Tabela 7: Granulometria Indicada para Camada de Base e Sub-Base

Peneira com abertura de malha	Sub-base (% retida)	Base (% retida)
75	0	-
63	0 a 10	-
50	30 a 65	-
37	85 a 100	0
25	-	0 a 5
19	95 a 100	-
12,5	-	40 a 75
4,75	-	90 a 100
2,36	-	95 a 100

Fonte: Adaptada de Silva (2011)

Quando os pavimentos atuam como infiltrantes a água que penetra o pavimento atravessa as camadas e é percolada pelo subleito.

Ainda segundo Silva (2011), para a camada de assentamento e para o rejunte do pavimento permeável, no caso da utilização de blocos, deve-se evitar o uso de areia ou pó de pedra, devido ao baixo coeficiente de permeabilidade. Indica-se o uso de agregado graúdo com dimensão máxima de 9,5mm, para o rejunte pode-se utilizar material mais fino, deste que seja adequado conforme granulometria indicada abaixo:

Tabela 8: Camada de Assentamento e material de rejunte

Peneira com abertura de malha	Camada de assentamento e material de rejunte (% retida)	Material de rejunte (% retida)	
12,5 mm	0	0	-
9,5 mm	0 a 15	0 a 10	0
4,75 mm	70 a 90	45 a 80	0 a 15
2,36 mm	90 a 100	70 a 95	60 a 90
1,16 mm	95 a 100	90 a 100	90 a 100
0,300mm	-	95 a 100	95 a 100

Fonte: Adaptada de Silva (2011)

Quando o revestimento é feito por concreto este deve possuir um traço com teor de finos limitado e a pasta de cimento é responsável por garantir a interconectividade dos vazios. (Marchione, 2011).

No dimensionamento de pavimentos permeáveis deve-se escolher um dos três mecanismos principais de infiltração: total, parcial ou sem infiltração. Faz-se necessário também conhecer os dados de precipitação da região em estudo, o coeficiente de permeabilidade do solo, o nível do lençol freático, dentre outras informações.

No sistema de infiltração total a água da chuva passa totalmente para o subleito. O dimensionamento do reservatório de pedras deve ser realizado de modo a suportar o volume de chuva que adentra a camada.

O sistema de infiltração parcial apresenta um sistema de drenagem auxiliar. O volume de água que não consegue ser drenado pela camada do subleito é recolhido pelo sistema de drenagem.

No sistema sem infiltração toda a água é recolhida por um sistema auxiliar de drenagem.

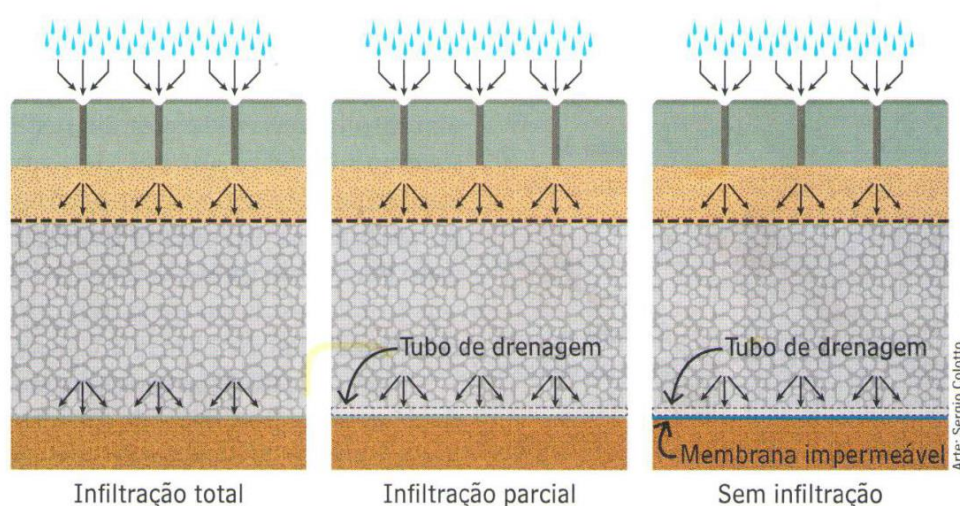


Figura 35: Tipos de Infiltração

Fonte: Silva (2011)

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) além do ganho hidrológico pode-se destacar outras vantagens em relação ao emprego dos pavimentos permeáveis:

- No caso do uso de revestimentos permeáveis, é possível destacar ganhos em relação a circulação viária, devido a melhoria da aderência e diminuição de formação de poças de águas o que leva a redução do fenômeno de aquaplanagem bem como contribui para a redução dos ruídos;
- No uso dos pavimentos porosos ocorre recarga do lençol freático e melhoria de qualidade das águas por ação de filtração devido as camadas granulares do pavimento;
- A infiltração parcial e/ou total das águas pluviais realiza a recarga de reservas subterrâneas de água e a redução dos volumes de escoamentos superficiais;

Dentre as desvantagens destaca-se a possibilidade de colmatção e relativa fragilidade em áreas de intenso esforço de cisalhamento como curvas e zonas de manobras.

5.4.2 Trincheira de Infiltração

As trincheiras de infiltração são uma opção de sistema de drenagem chamadas de lineares, por possuírem a dimensão longitudinal mais significativa que as demais. Elas possuem a largura e a profundidade com no máximo um metro de comprimento que captam as águas pluviais que incidem perpendicularmente ou as águas que são canalizadas por meio de um sistema de drenagem adequado. (Baptista; Nascimento; Barraud, 2005)

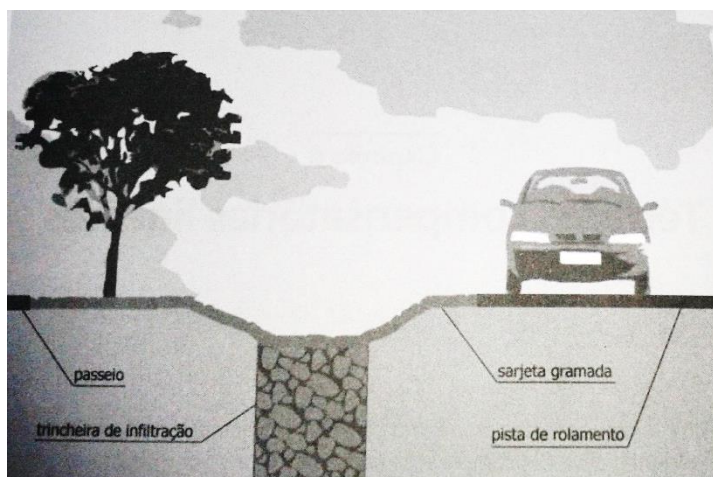


Figura 36: Esquema de uma trincheira

Fonte: Baptista, Nascimento e Barraud (2005)

Este sistema pode ser implementado em locais como canteiros centrais e passeios, em estacionamentos, áreas verdes como jardins, dentre outras aplicações.

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) o acesso das águas superficiais à estrutura pode ser realizado diretamente pela abertura superior ou pela utilização da rede convencional de drenagem, conforme exemplificam os esquemas abaixo:

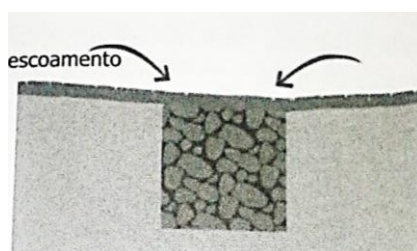


Figura 37: Coleta por Escoamento Direto

Fonte: Baptista, Nascimento e Barraud (2005)

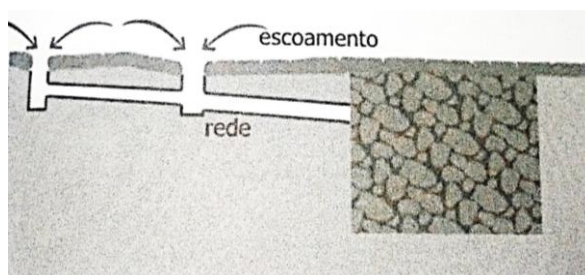


Figura 38: Coleta por rede

Fonte: Baptista, Nascimento e Barraud (2005)

A água fica temporariamente armazenada até que seja infiltrada no solo. Ela fica confinada em estruturas do tipo valeta preenchida com material granular, geralmente pedra de mão, seixos ou brita, que deve ser revestido por um filtro de geo-têxtil, que, além da função estrutural impede a entrada de finos pelo dispositivo. (Souza e Goldenfum, 1999)

Para que se possa acompanhar o funcionamento das trincheiras é necessário construir poços de observação que são tubos de PVC perfurados apoiados em uma placa no fundo da trincheira. O sistema deve possuir uma tampa para monitoramento. (Pinto, 2011)

Um bom desempenho das trincheiras de infiltração está intimamente relacionado a uma boa execução. Os agregados devem ser colocados limpos dentro do reservatório escavado em camadas, caso o material não esteja suficientemente limpo pode ocorrer colmatção precoce da estrutura. Outro cuidado necessário é em relação a escolha dos filtros de geotêxtil, deve-se ser escolhido um material adequado em termos de permeabilidade, resistência e durabilidade. Os filtros devem ser colocados dos lados e no fundo das trincheiras. A escavação da trincheira deve ser realizada com retroescavadeira equipada com esteira ou pneus do tipo “fora de estrada”. Deve-se evitar o uso de máquinas de grande porte e pneus normais para que o solo não sofra compactação comprometendo sua capacidade de infiltração. (Souza, 2002)

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) os benefícios das trincheiras de infiltração incluem:

- Redução do escoamento superficial através da infiltração das águas pluviais;
- Ganho financeiro com a diminuição e/ou eliminação dos sistemas de drenagem à jusante;
- Devido a pequena demanda de espaço desse tipo de estrutura há um ganho paisagístico com valorização do espaço urbano;
- Recarga do lençol freático;

- Facilidade de construção devido à similaridade de procedimentos com a execução de drenos convencionais;

Dentre as desvantagens citadas pelo autor destaca-se a necessidade de manutenção periódica, devido ao problema da colmatção, risco de poluição do lençol freático e restrições de eficiências em locais de forte declividade.

5.4.3 Poços de Infiltração

Os poços de infiltração são poços abertos no solo em locais com boa permeabilidade. No caso das camadas superficiais não apresentarem boa permeabilidade as camadas mais profundas devem compensar as da superfície, apresentando uma permeabilidade significativa. Tem por finalidade a diminuição dos picos de cheia, devido ao aumento do tempo de concentração. Os poços podem ser revestidos de concreto perfurado ou tijolos assentados em crivo. Assim como as trincheiras de infiltração também devem ser revestidos por filtro geotêxtil na interface solo/tubo. O revestimento pode ser feito também por uma camada de brita. O fundo deve ser revestido por uma camada de agregado.

Os poços também podem ser preenchidos com material granular, neste caso não necessitando o revestimento de concreto uma vez que o material granular disposto em camadas já desempenha função estrutural.

As águas pluviais são direcionadas para os poços de infiltração diretamente pela superfície ou por meio de rede de drenagem adequada.

Abaixo segue a ilustração de um poço de infiltração destinado a captar a água da chuva proveniente de edificações. Neste caso o poço é revestido por concreto:

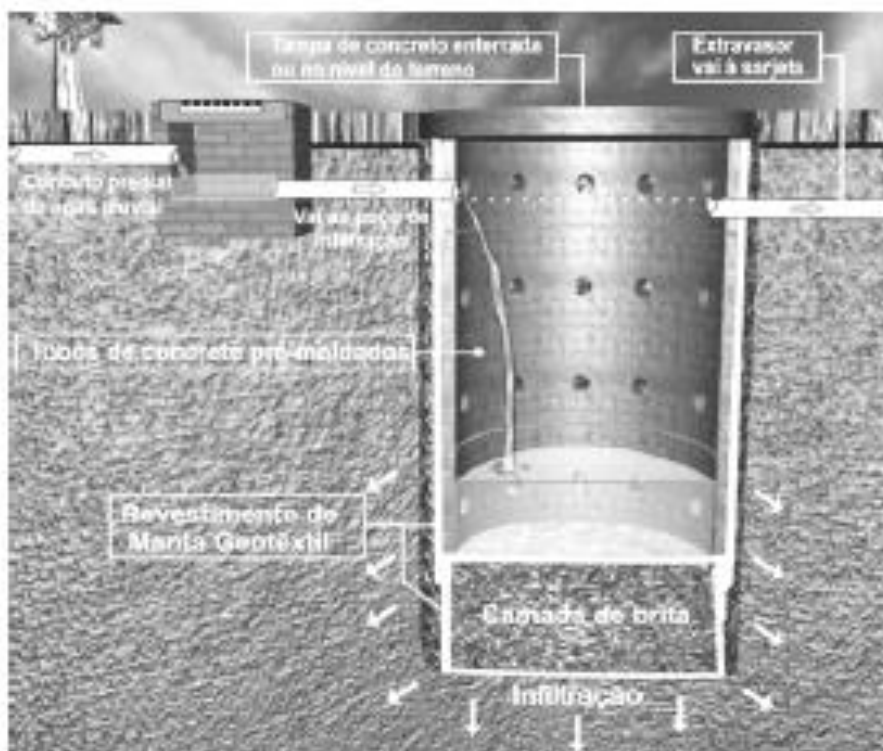


Figura 39: Poço de Infiltração

Fonte: Oliveira, Reis e Sales (2008)

Para a execução de poços de infiltração recomenda-se o levantamento de alguns parâmetros locais como nível do lençol freático correspondente ao nível mais elevado no período sazonal, coeficiente de permeabilidade do solo, tempo de retorno e tempo de concentração, índices pluviométricos da área, vazão de projeto, dentre outros. (Oliveira, Reis e Sales, 2008)

Abaixo seguem duas fotos que ilustram as camadas de revestimento do poço, o tubo de concreto e a fibra geotêxtil:



Figura 40: Poço de Infiltração

Fonte: Oliveira, Reis e Sales (2008)

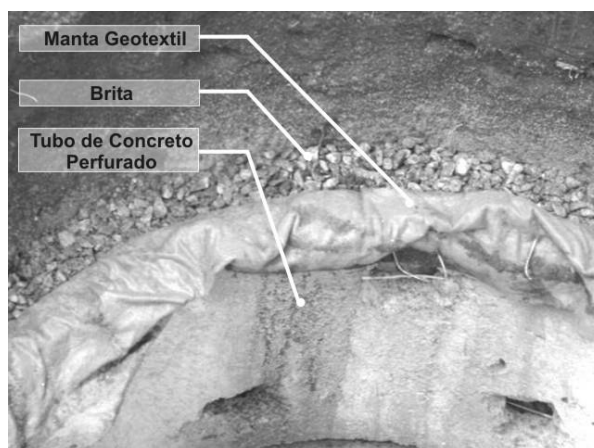


Figura 41: Poço de Infiltração

Fonte: Oliveira, Reis e Sales (2008)

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) as principais vantagens relacionadas a esta medida compensatória de drenagem são:

- Diminuição das vazões de pico e dos volumes de água que vão para a rede clássica de drenagem;
- Alimentação da vegetação circundante e recarga do lençol freático;
- Capacidade de implantação em locais onde as camadas superficiais não possuem boa permeabilidade, desde que as camadas mais profundas compensem, como já foi dito anteriormente.

Dentre as desvantagens citadas está a necessidade de manutenção periódica visando conter o fenômeno da colmatção e risco de contaminação do lençol freático.

5.4.4 Coletor de Água de Chuva

Nos sistemas de coleta de água de chuva a água é coletada das superfícies impermeáveis como os telhados das edificações, lajes, estacionamentos, pátios, dentre outros, filtrada e armazenada em reservatórios de acumulação. Estes reservatórios podem ser elevados ou enterrados disponíveis em diversos materiais diferentes.

A quantidade de água que pode ser armazenada depende da área de coleta. Outros parâmetros importantes é o nível de precipitação atmosférica e o coeficiente de runoff.

O coeficiente de runoff é um coeficiente que expressa o valor da razão entre o volume de água que escoar superficialmente pela área considerada e o total da água precipitada na mesma área. Ele é representado pela letra C. Segundo Tomaz (2011) o melhor valor de coeficiente a ser adotado é o valor de 0,95, o maior entre os valores apresentados na tabela abaixo:

Tabela 9: Coeficiente de Runoff.

Material	Coeficiente de Runoff
Telhas Cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Adaptada de Baptista, Nascimento e Barraud (2005)

Segundo Tomaz 2011 de maneira geral a qualidade da água de chuva pode ser dividida em quatro etapas:

- Antes de atingir o solo;
- Após escorrer pelo telhado;
- Dentro do reservatório;
- No ponto de uso.

A qualidade das águas coletadas através de coberturas mostra-se superior em relação a qualidade das águas coletadas em pátios, estacionamentos, devido a uma menor contaminação com resíduos de espécies diferentes.

Devido a essa diferença de qualidade existem recomendações quanto ao uso das águas provenientes do sistema de coleta, não sendo indicadas, por exemplo, para a lavagem de roupas.

A maior indicação das águas de chuva em coleta domiciliar é principalmente o uso em descargas de bacias sanitárias.

O esquema abaixo mostra um arranjo simples de um sistema de distribuição de coleta de água de chuva:

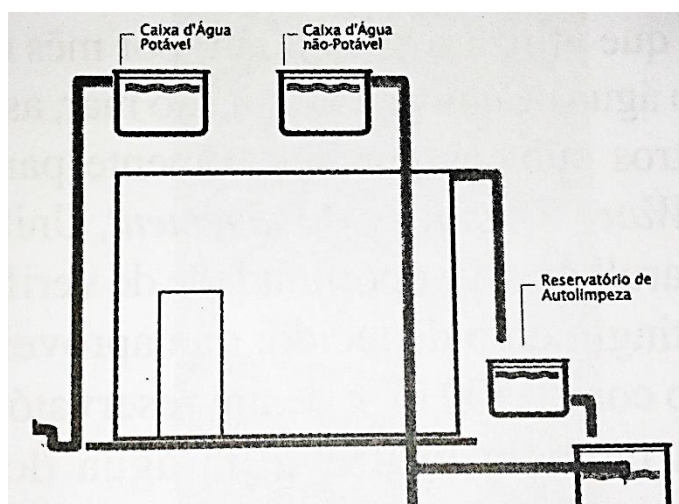


Figura 42: Aproveitamento de água de chuva

Fonte: Tomaz (2011)

Segundo Tomaz (2011) os componentes principais para captação de água de chuva são:

Área de Captação: É a área em que a precipitação incide, geralmente os telhados. Eles podem ser inclinados, pouco inclinados ou ainda plano. O material das telhas pode ser fibrocimento, zinco, ferro galvanizado, dentre outros.

Calhas, condutores: São os dispositivos que captam as águas que caem sobre os telhados. Podem ser de PVC ou metálicos.

By Pass: A primeira chuva contém muito da sujeira dos telhados. Ela pode ser desviada do reservatório por meio de tubulações ou através de dispositivos de auto-limpeza.

Peneira: Para se remover materiais em suspensão deve-se utilizar peneiras com tela de 6mm a 13mm.

Reservatório: O reservatório pode estar, enterrado, apoiado ou elevado. Podem ser de plástico, concreto armado, alvenaria de tijolos comuns, dentre outros.

Extravasor: Os reservatórios devem possuir um extravasor dotado de um dispositivo que evite a entrada de pequenos animais.

Dentre os benefícios da captação de água de chuva pode-se destacar:

- Redução do consumo de água das vias pública e consequentemente redução de custos de consumo;
- Ajuda a conter enchentes uma vez que parte das águas que deveria ser drenada permanece confinada por determinado período;
- Possui qualidade adequada à determinados objetivos como descargas em bacias sanitárias, irrigação de jardins, dentre outros;
- Diminuição da demanda de água a ser tratada;

Dentre as desvantagens pode-se citar a variação da intensidade pluviométrica em cada localidade que pode inviabilizar a adoção do sistema, bem como dificuldades de manutenção do sistema por parte do usuário.

5.4.5 Bacia de Detenção

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) as bacias de retenção são estruturas de acumulação temporária e/ ou de infiltração de águas de chuva dimensionadas com o intuito de atender três objetivos principais:

- O amortecimento dos picos de cheia;
- No caso das bacias de infiltração, redução do volume de escoamento superficial;
- Diminuição da poluição difusa.

Ainda segundo o mesmo autor as bacias de retenção são formadas por: volume livre deixado para armazenamento de água e/ou eventual infiltração, estrutura hidráulica de controle de saída, estrutura de descarga de fundo e um vertedor de emergência.

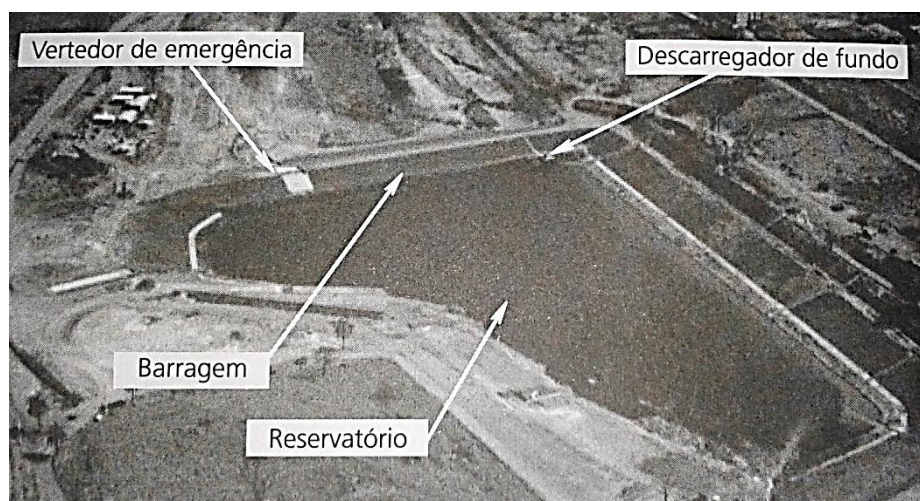


Figura 43: Bacia de Detenção

Fonte: Baptista, Nascimento e Barraud (2005)

As bacias de retenção podem ser de vários tipos:

- Bacias a céu aberto;

- Bacias Subterrâneas;
- Bacias Secas;
- Bacias de Infiltração;
- Bacias de Tempestades;
- Bacias de Decantação;
- Bacias de Detenção, propriamente ditas;

Abaixo segue uma breve descrição de cada uma delas:

As Bacias a céu aberto podem ser:

- Bacias a céu aberto: quando o espelho de água é permanente;
- Bacias secas: quando a água é armazenada apenas nos períodos de precipitação;
- Bacias de Zonas Úmidas: são áreas úmidas construídas artificialmente, semelhante a várzeas, desenvolve-se vegetação típica das zonas úmidas. A água é armazenada por extensas áreas a pequenas profundidades.

As Bacias subterrâneas são utilizadas em áreas onde não há espaço suficiente para a construção de uma bacia a céu aberto.

As Bacias Secas possuem o fundo impermeabilizado. São utilizados em locais onde há risco de contaminação das águas subterrâneas e a impermeabilização pode ser feita através de concreto, argila, dentre outros materiais.

As Bacias de infiltração armazenam a água por determinado período e permitem a sua infiltração. Elas são desenvolvidas no intuito de captar toda a água e permitir o seu infiltramento no solo, ou seja, elas não possuem dispositivo hidráulico para controle de saída da água, mas pode conter um vertedor de emergência para o caso de vazões que ultrapassem a capacidade da bacia.

As Bacias de Tempestades são desenvolvidas no intuito de armazenar parte ou todo o escoamento de uma rede de esgoto a montante durante um evento de chuva. O volume é restituído após o evento à estação de tratamento.

As Bacias de decantação são especialmente desenvolvidas para a decantação de sedimentos em sistemas separadores de drenagem pluvial.

As Bacias de retenção propriamente ditas são concebidas com o intuito de realizar o amortecimento de cheias e de controle da poluição de origem pluvial em sistemas separadores de drenagem pluvial urbana.

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) quanto a localização as bacias podem ser posicionadas em série ou em paralelo ao sistema de drenagem. As bacias em paralelo são escavadas lateralmente aos sistemas de drenagem e são feitas ligações apropriadas para permitir o armazenamento. No caso das bacias em série são construídos barramentos no talvegue do sistema de drenagem.

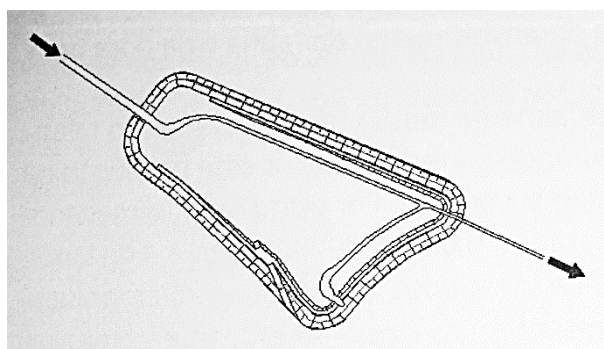


Figura 44: Bacia em série

Fonte: Baptista, Nascimento e Barraud (2005)

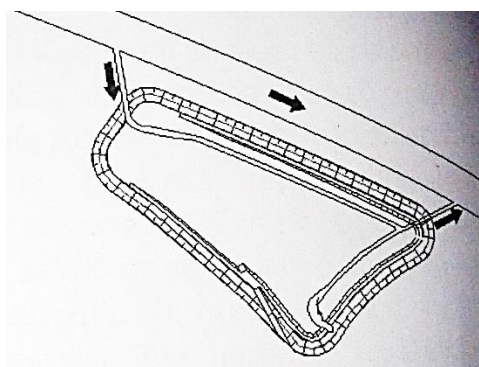


Figura 45: Bacia em Paralelo

Fonte: Baptista, Nascimento e Barraud (2005)

Dentre os benefícios da utilização das bacias de retenção podemos citar:

- Diminuição do escoamento superficial direto;
- O projeto urbanístico adequado pode tornar a área uma localidade de lazer e recreação unindo benefícios ambientais e sociais, gerando qualidade de vida;
- Pode controlar extensas áreas de drenagem liberando descargas relativamente pequenas;

Dentre as desvantagens pode-se citar os custos de implantação e manutenção que, dependendo da dimensão da bacia podem se tornar muito elevados. Pode haver crescimento intenso de algas devido a eutrofização.

Abaixo segue uma tabela com a descrição dos custos de implantação de alguns tipos de bacias de retenção:

Tabela 10: Custos de Implementação Bacia de Detenção

Tipo de Bacia	Vida – Útil (anos)	Custos de Implantação (R\$/m³)	Custos de Reconstituição (R\$/m³.ano)	Custos de Operação (R\$/m³.ano)
Abertas Gramadas	10 a 15	28,21	2,38	--
Abertas em concreto	30	35,69	0,16	--
Enterradas em concreto	30	119,63	1	0,93
Infiltração	5 a 10	23	3,28	--

Adaptada de Baptista, Nascimento e Barraud (2005)

5.4.6 Sistemas de biorretenção – Canteiros pluviais

Sistemas de biorretenção são áreas escavadas e preenchidas com uma mistura de solo de alta permeabilidade e material orgânico. Tendem a propiciar a máxima infiltração das águas escoadas e o crescimento vegetativo, controlando a quantidade e a qualidade das águas advindas do escoamento superficial. (MELO, 2011).

Os jardins de chuva são dispositivos de drenagem do tipo controle na fonte, baseados nos sistemas de biorretenção, montados em depressões rasas na paisagem e com cobertura vegetal, funcionando como uma estrutura de retenção, infiltração e tratamento da água.



Figura 46: Jardins de chuva.

Fonte: Cormier; Pellegrino (2008).

A estrutura de um jardim de chuva geralmente é composta por seis camadas, conforme a figura abaixo:

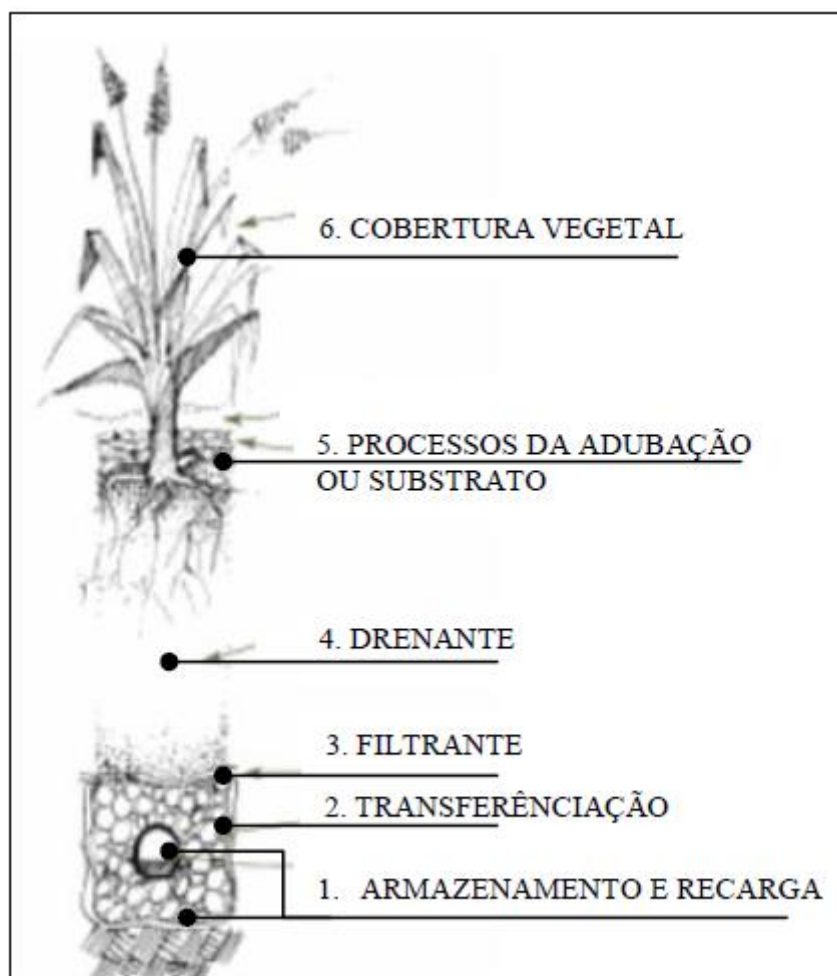


Figura 47: Estrutura de um jardim de chuva

Fonte: Melo (2011);

A primeira camada, armazenamento e recarga, destina a água infiltrada para três fins: armazenamento, recarga subterrânea ou sistema combinado. O armazenamento é realizado através de um dreno, ligada a um reservatório externo ou a rede de drenagem. A recarga subterrânea é feita após o processo de infiltração e redistribuição da água na estrutura interna, com o objetivo de alimentar o aquífero. O sistema combinado possui tanto a capacidade de recarga do aquífero quanto o dreno.

A segunda camada, denominada de transferência, é formada por brita e abriga a água temporariamente, antes de ser destinado ao armazenamento ou a recarga subterrânea. A terceira camada denominada de filtrante é composto por uma geomembrana ou geotêxtil destinado a retenção dos finos.

A quarta camada, denominada drenante, é formada por areia para estimular a infiltração e redistribuição da água no solo. A quinta camada, adubação, é o local onde se concentram todos os nutrientes que darão suporte a cobertura vegetal.

Na sexta camada, cobertura vegetal, deve-se optar por plantas rasteiras, arbustivas e de espécies nativas, por se adaptarem melhor a região onde o jardim de chuva será instalado.

Um canteiro pluvial é um jardim de chuva compactado nos espaços urbanos destinado a receber o escoamento pluvial de telhados e/ou demais áreas impermeabilizadas ao seu redor.

Os canteiros podem ser construídos em qualquer edificação ou área, mesmo em meios urbanos densamente ocupados. Quando construídos junto aos prédios, eles recebem o escoamento do telhado e demais áreas das edificações, conforme mostram as figuras abaixo:

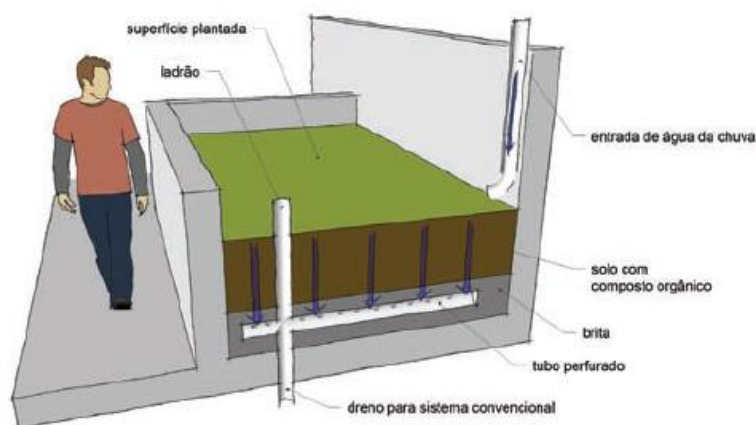


Figura 48: Esquema de um canteiro pluvial.

Fonte: Cormier; Pellegrino (2008).



Figura 49: Canteiro pluvial ao lado de uma garagem.

Fonte: Cormier; Pellegrino (2008).

Os canteiros também podem ser construídos entre a calçada e a rua, recebendo o escoamento das vias através de uma abertura no meio-fio.



Figura 50: Calçadas pluvias.

Fonte: Cormier; Pellegrino (2008).

Algumas das vantagens dos jardins de chuva e canteiros pluviais são:

- Redução do volume de escoamento e das taxas de pico dos hidrogramas de maneira sustentável, devido a retenção e armazenamento do volume escoado na superfície do sistema;
- Recarga das águas subterrâneas devido ao processo de infiltração;
- Amenizar os efeitos erosivos ocasionados pelo escoamento superficial;
- Melhora a qualidade das águas pela retenção e remoção de poluentes;
- Baixo custo de implantação;
- Maior aceitabilidade pela população devido aos benefícios estéticos e paisagísticos;

Como desvantagens dos canteiros pluviais pode-se citar a manutenção periódica para manter sua capacidade de infiltração e a necessidade de largura adequada das calçadas para sua implantação, mantendo-se a área livre destinada para a circulação de pedestres.

5.4.7 Telhados verdes

As estruturas conhecidas como telhados verdes são aquelas capazes de suportar uma determinada vegetação sobre o telhado de uma edificação. As lajes, geralmente de concreto armado, precisam ser capazes de suportar um volume de terra com vegetação e uma parcela da água da chuva e de irrigação que precipita e escoar sobre elas, volumes estes que devem ser considerados no projeto da edificação. (Ohnuma Jr.,2008)

Construtivamente, o perfil de um telhado verde envolve camadas mistas, que variam conforme a tecnologia adotada. A construção básica de um telhado verde deve possuir primariamente os seguintes materiais: estrutura de apoio impermeabilizada, geomanta, substrato de terra e vegetação, conforme mostra a figura abaixo.

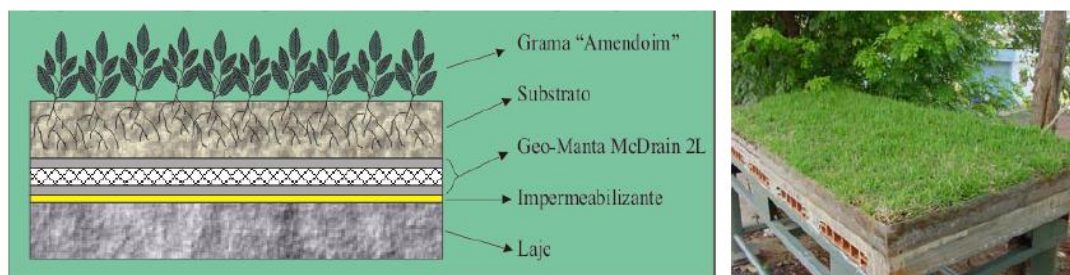


Figura 51: Perfil básico de um telhado verde.

Fonte: Ohnuma Jr (2008).

Recomenda-se o uso de plantas que exijam pouco substrato e menor volume de irrigação, a fim de diminuir os riscos inerentes ao peso da estrutura e a própria constituição vegetal do telhado.

Os telhados verdes podem gerar grandes benefícios, os quais se destacam a diminuição do escoamento superficial e o benefício térmico, com diminuição das ilhas de calor.

A diminuição do escoamento superficial ocorre pelo aumento da capacidade de infiltração e evapotranspiração da água da chuva, comparando-se com um telhado convencional, diminuindo os impactos do despejo das águas nos sistemas de drenagem. A figura abaixo ilustra as diferenças do balanço hídrico entre um telhado verde e um telhado convencional.

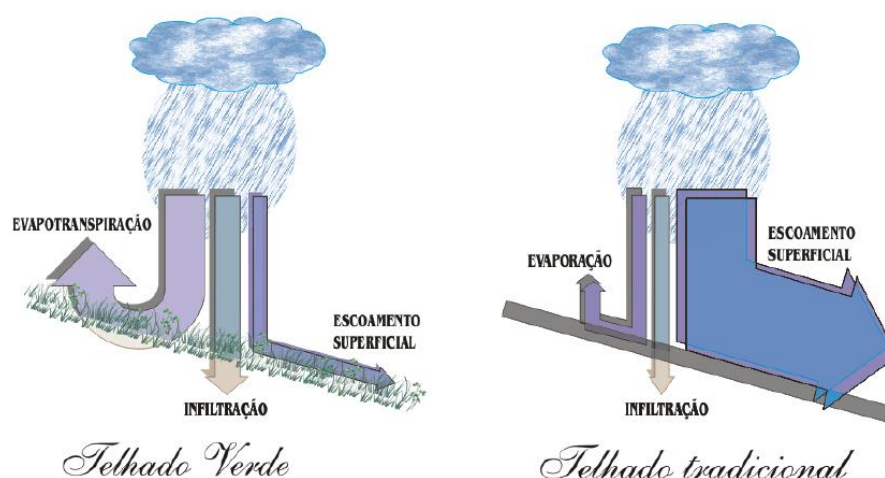


Figura 52: Balanço hídrico entre um telhado verde e um telhado convencional

Fonte: Ohnuma Jr. (2008).

5.5 ESTUDO DE SISTEMAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS NO LOTEAMENTO DE COSMÓPOLIS

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005), técnicas compensatórias em drenagem urbana baseiam-se, essencialmente, na retenção e na infiltração das águas precipitadas conforme pode-se observar nas medidas compensatórias descritas no item 5.4 do presente estudo.

Além das alternativas citadas, ainda seria possível fazer combinações de alternativas, escolhendo junções que melhor se adaptem às características do projeto, gerando soluções dinâmicas que integram um processo de drenagem mais eficiente às áreas de lazer e recreação. Vale ressaltar que foram citadas as alternativas em maior emprego atualmente, existindo diversas outras que não foram discutidas devido ao número extenso de possibilidades.

Dentre as opções citadas foi realizada uma análise comparativa levando em consideração as características do loteamento em estudo bem como a aplicabilidade, vantagens e desvantagens de cada alternativa. Através desta análise foram escolhidas soluções que demonstraram uma boa adaptação às propostas do loteamento.

Abaixo segue uma descrição das considerações que foram realizadas e levaram a opção por estas soluções:

5.5.1 Pavimentos Permeáveis

Uma das soluções selecionadas dentre as opções disponíveis foram os pavimentos permeáveis. Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) os diversos tipos de pavimentos permeáveis apresentam grande versatilidade de emprego, podendo ser utilizados em estacionamentos, praças, ruas, avenidas, vias de pedestre, passeios, terrenos de esporte. Essa grande versatilidade de aplicação mostra-se adequada as características do loteamento. A área em estudo caracteriza-se por apresentar vias de pedestres, vias residenciais e vias centrais comerciais, existindo opções de pavimentos que se adaptam a cada uma delas.

Além dos benefícios já citados no item 5.4.1, serão destacados outros pontos positivos da aplicação dos pavimentos permeáveis que colaboraram para que ele fosse indicado como uma boa alternativa a ser implementada no empreendimento.

Um ponto positivo que pode ser destacado é o custo benefício. A diminuição do diâmetro das conexões da rede devido a redução da vazão escoada permite que parte dos custos adicionais sejam compensados. Além disso, apesar de os custos de implementação dos pavimentos permeáveis serem superiores aos dos convencionais a diferença entre os valores diminuiu a medida que a utilização tornou-se mais frequente, já que ocorreu o desenvolvimento de técnicas mais adequadas de construção para o sistema.

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005) a literatura em relação a dimensionamento hidráulico dos pavimentos permeáveis não leva a superdimensionamentos estruturais, a espessura da base em um pavimento poroso pode ser considerada a mesma de um pavimento clássico. Sendo necessário o cuidado com a seleção dos materiais, como foi destacado no item 5.4.1.

No item 5.5.3 será discutida uma aplicação prática em parte da área do loteamento em que será abordado em maiores detalhes qual seria a diferença de valor entre a aplicação da pavimentação convencional em comparação com a implantação dos pavimentos permeáveis.

Para o estudo prático que será discutido a seguir fez-se necessário conhecer os valores de implantação do pavimento permeável e do pavimento convencional. Segundo Tucci (2006) o custo referente ao pavimento permeável pode ser da ordem de 30% superior ao pavimento comum, devido a base necessária a sua implementação. Um pavimento permeável composto por pedras de graduações variadas tem custo médio de R\$ 155/ m². (Mazzonetto, 2011). Através destes dados pôde-se fazer uma comparação dos custos entre os dois tipos de sistemas.

Segunda Baptista, Nascimento e Barraud (2005) outra vantagem dos pavimentos permeáveis é a não necessidade de locais específicos para a sua implementação. No empreendimento acreditamos que os pavimentos poderiam ter

utilizados em todas as áreas do lote com a aplicação do tipo mais adequado de acordo com as características de cada área.

Dentre as opções de mecanismos de infiltração discutidas na seção de revisão acredita-se que a melhor opção entre os sistemas de infiltração seria o de infiltração parcial. Segundo Schueler (1987) citado por Pinto (2011, p.30), em virtude das características do solo e da capacidade de infiltração a contribuição total de precipitação pode não ser totalmente infiltrada na camada do subleito, o que ocasiona a necessidade de implantação de um sistema de drenagem auxiliar. Este sistema de drenagem deve ser dimensionando para chuvas com período de retorno de dois anos e, conseqüentemente chuvas com período de retorno inferiores a dois anos infiltrarão no solo.

Além dos fatores mencionados acima outros motivos levaram a adoção deste tipo de mecanismo. Um deles é o fato de não serem conhecidos dados em relação ao nível do lençol freático na região do empreendimento. No sistema de infiltração total faz-se necessário que o nível do lençol freático esteja pelo menos 1,20m abaixo da superfície do pavimento. Desta forma, não sabe-se se seria possível sua implementação.

No caso do sistema parcial de infiltração não foram encontradas restrições quanto ao nível do lençol freático na literatura, ponto que favoreceu a sua escolha. Outro fator que determinou sua escolha foi o desconhecimento das características do solo da área, não sendo possível saber a permeabilidade das camadas e, portanto, não sendo viável afirmar que todo o escoamento poderia ser infiltrado.

Dentro os diversos estudos comparativos já realizados entre desempenho dos diferentes tipos de pavimentos permeáveis, Pinto (2011) traz alguns que contribuíram para a escolha do tipo de pavimento permeável mais favorável às características do empreendimento, apresentando um estudo comparativo entre a aplicação de pavimentos permeáveis do tipo bloco permeável (BCP) e concreto poroso (CPA).

No estudo de Pinto (2011) foram selecionadas amostras de BCP e CPA. Os estudos foram realizados considerando mecanismo sem infiltração sendo necessário

a adaptação de sistema de drenagem adequado para captação dos escoamentos. Para os estudos realizados com BCP concluiu-se que a capacidade de amortecimento diminui com o aumento da duração da chuva e do período de retorno. Para o período de retorno de 10 anos, o amortecimento foi da ordem de 40%. Os estudos com CPA mostraram uma capacidade de amortecimento maior. A autora destaca que o fato de o CPA apresentar coeficiente médio de permeabilidade e porcentagens de amortecimento superiores ao BCP ele mostra-se como uma solução interessante para estruturas com infiltração no solo.

Segundo o manual de diretrizes de projeto para estudos hidrológicos disponível no site da prefeitura do estado de São Paulo o período de retorno empregado para áreas com obras do tipo microdrenagem residencial é usualmente de 2 anos. Sendo o período de retorno de 5 a 10 anos indicados para obras de microdrenagem em áreas comerciais e artérias de tráfego, conforme tabela a seguir:

Tabela 11 – Período de Retorno das obras de drenagem.

TIPO DE OBRA	TIPO DE OCUPAÇÃO DA ÁREA	Tr
Microdrenagem	residencial	2
	comercial	5
	áreas com edifícios de serviço público	5
	aeroportos	2 a 5
	áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10
Macro drenagem	áreas comerciais e residenciais	50 a 100
	áreas de importâncias específicas	500

Fonte: (Tucci et al, 1995).

Segundo Pinto (2011), ambos os pavimentos possuem bom desempenho. A escolha de um ou outro tipo de pavimento depende das características da aplicação, do período de retorno que será adotado, dentre outros fatores. Outro fator importante a ser levado em consideração são as características das camadas que irão compor o pavimento. No estudo da autora as camadas empregadas foram diferentes em cada caso visando um melhor desempenho de cada tipo de revestimento.

O coeficiente de escoamentos superficial encontrado adotado para a aplicação prática será de 0,03 (TUCCI, 2005). A disposição do pavimento permeável no loteamento adotada será conforme figura abaixo.

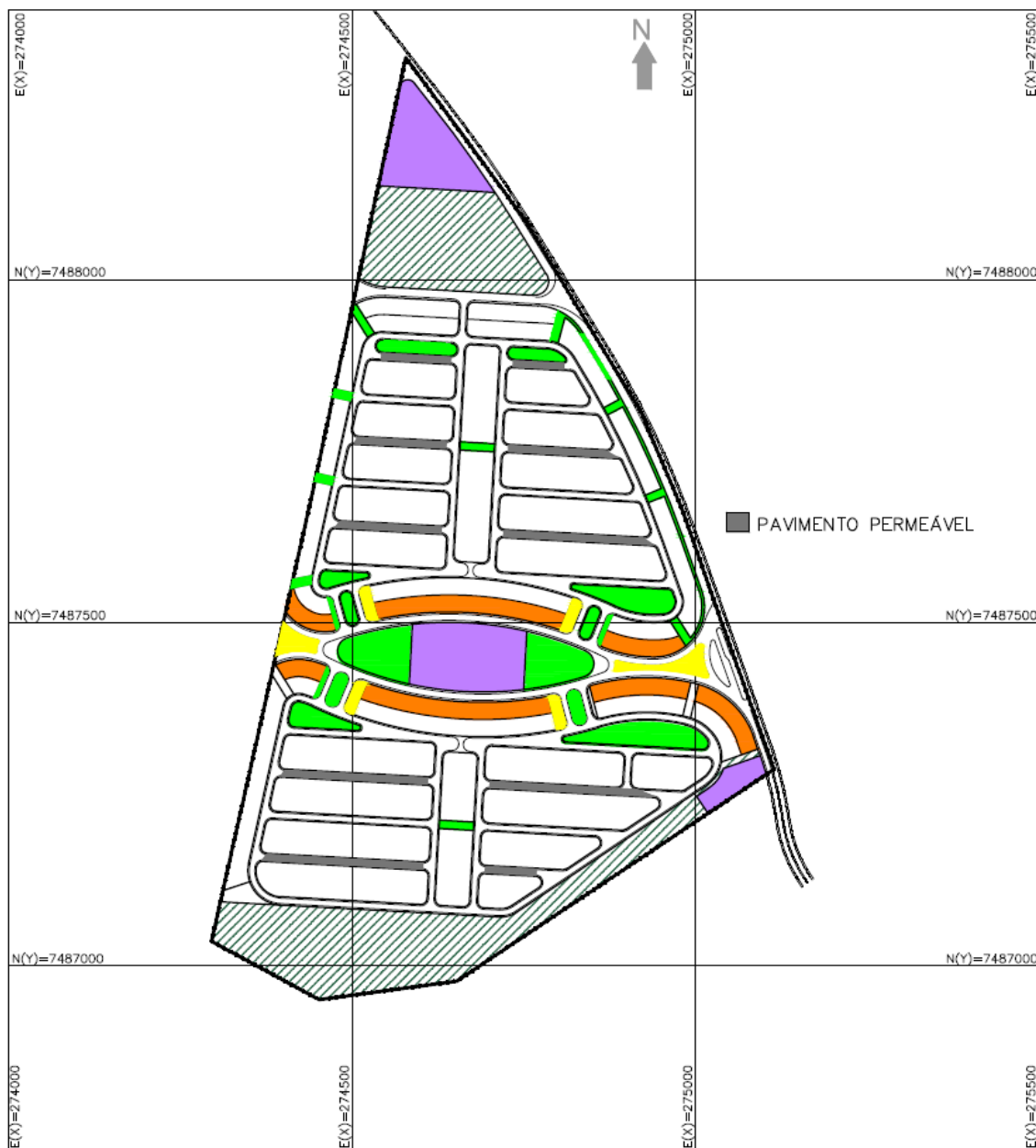


Figura 53: Pavimentos permeáveis – localização adotada.

Levando em consideração estas informações consideramos que a implementação de sistemas de pavimento permeável para o loteamento seria

interessante. Para a análise foi escolhido o pavimento do tipo CPA, aplicado nas regiões residenciais do loteamento.

Em relação as desvantagens relatadas em relação aos pavimentos permeáveis cabe ressaltar o problema da colmatação. Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2005), este é o principal problema funcional relacionado a utilização dos pavimentos permeáveis. Segundo o mesmo autor a colmatação pode ocorrer na superfície do pavimento, causando o entupimento dos poros e fazendo com que o sistema perca suas principais características e propriedades hidráulicas, o que afeta diretamente seu desempenho. Outra forma de ocorrer colmatação é no corpo da estrutura

O fenômeno que é natural ao longo da vida útil do pavimento, mas para controla-lo e evitar que ele aconteça de forma acelerada, faz-se necessário a manutenção adequada e permanente. Além dos procedimentos de limpeza e conservação usuais dos pavimentos convencionais, faz-se necessário operações de limpeza dos poros superficiais, periodicamente, através de jatos d'água de alta pressão. Esta limpeza deve ser realizada a pelo menos a cada 5 anos.

5.5.2 Canteiros pluviais

Os canteiros pluviais serão adotados no loteamento de Cosmópolis principalmente pela sua fácil execução, baixo custo, aspecto visual agradável e eficiência na diminuição do escoamento superficial, conforme descrito no item 5.4.6.

Serão adotados canteiros pluviais dispostos em calçadas, conforme a Figura 50. As calçadas do loteamento que receberão o canteiro estão representadas na figura abaixo.

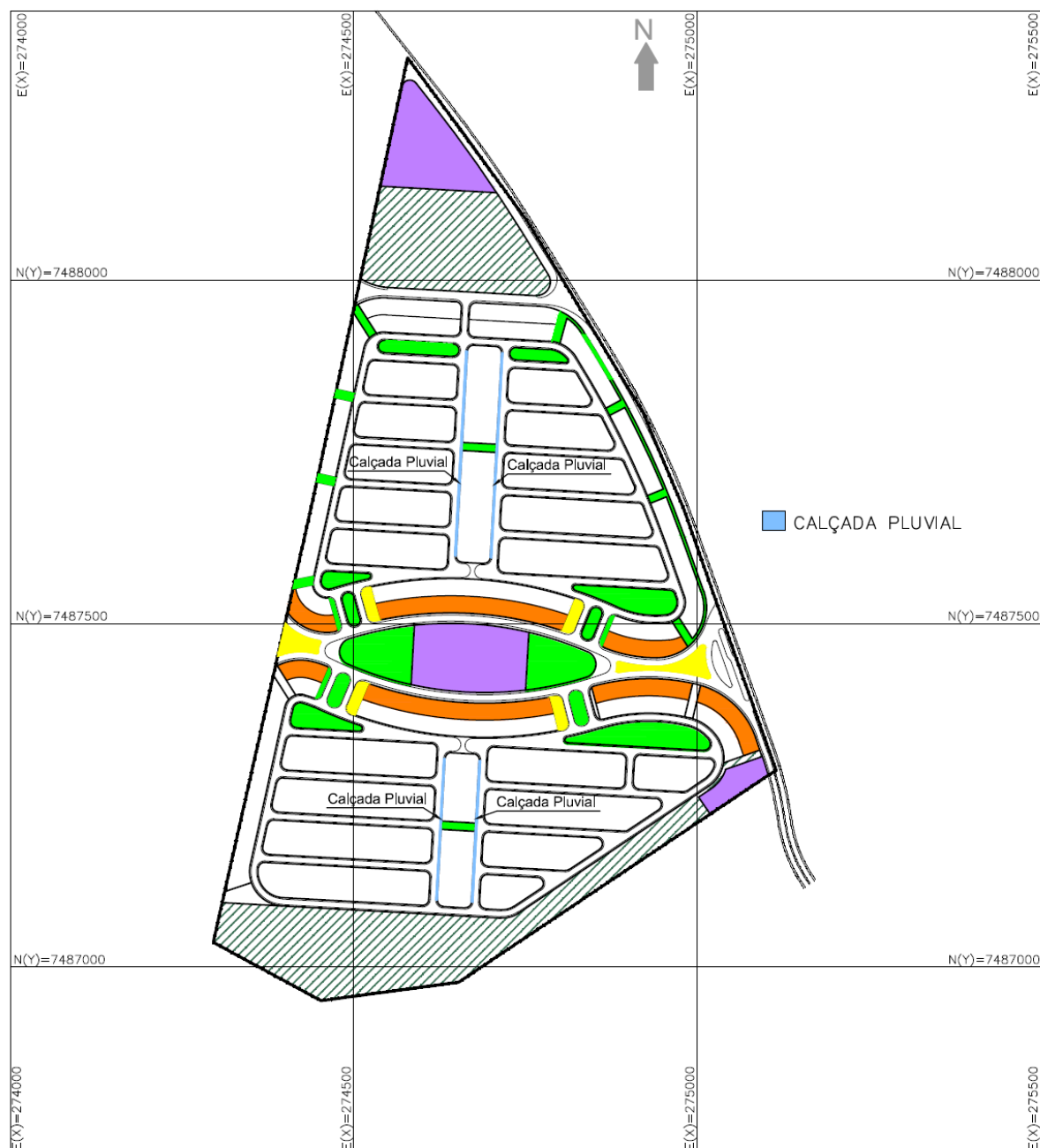


Figura 54: Calçada pluvial – localização adotada.

As calçadas do loteamento foram projetadas com uma largura de 2,0 m. Conforme a Secretária Municipal de Subprefeituras da Cidade de São Paulo, 1,20 m do passeio deve ser deixado livre para a circulação de pessoas. Assim, a largura das calçadas pluviais deverão ter no máximo 0,80 m. A extensão do canteiro, sua profundidade e o espaçamento entre eles podem adquirir diversas configurações.

As camadas dos canteiros pluviais podem adquirir configurações mais complexas, que são mais caras porém mais eficientes, como as descritas no item 5.4.6, ou podem possuir uma configuração mais simples, barata, menos eficiente e com maior facilidade de manutenção. A figura a seguir corresponde a configuração de camadas e dimensões adotadas para a aplicação prática do item seguinte. O espaçamento entre canteiros foi adotado como 5 metros.

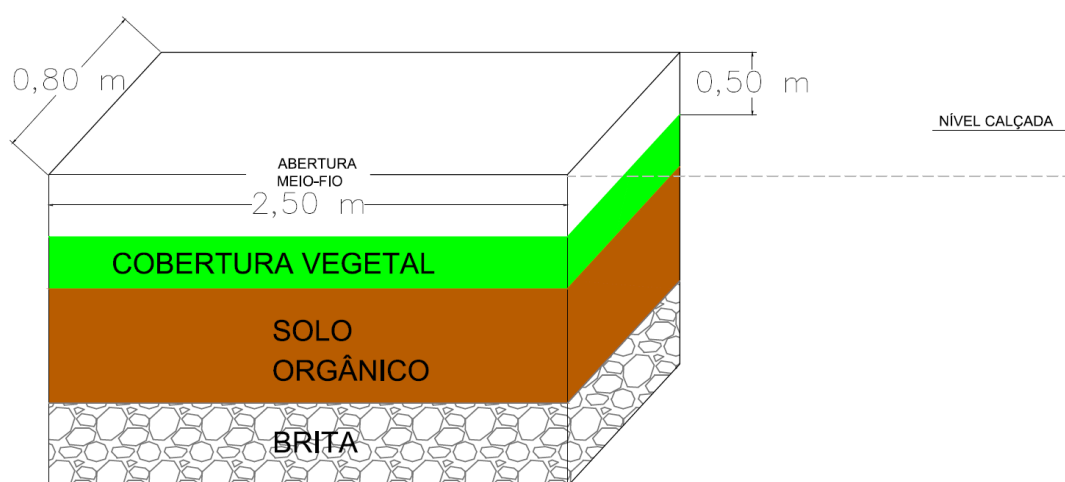


Figura 55: Calçada pluvial – configuração adotada.

Segundo Melo (2011) um jardim de chuva pode atenuar entre 50% a 90% o escoamento das águas pluviais. Além disso, os jardins de chuva com configurações mais complexas podem chegar a custar R\$ 159,00/m² para sua implantação (dados referentes ao ano de 2010).

Contudo, como foi proposto a instalação de canteiros pluviais com configurações mais simples e assim, menos eficientes, adotou-se como 20% a capacidade de retenção do escoamento superficial e, diminuindo-se na mesma proporção, R\$ 35,00/m² seu custo de implantação.

Cabe ressaltar que as calçadas pluvias necessitam de manutenção para manter sua capacidade de retenção e infiltração das águas pluvias, além de ser necessário os cuidados de jardinagem das plantas, como forma de manter as calçadas esteticamente agradáveis.

5.5.3 Aplicação prática

Para a análise de implementação de alternativas sustentáveis de drenagem urbana no loteamento de Cosmópolis, analisou-se uma região do empreendimento, conforme Figura 56, obtendo-se a disposição da rede de drenagem nessa região, bem como as vazões e diâmetros das galerias da rede.

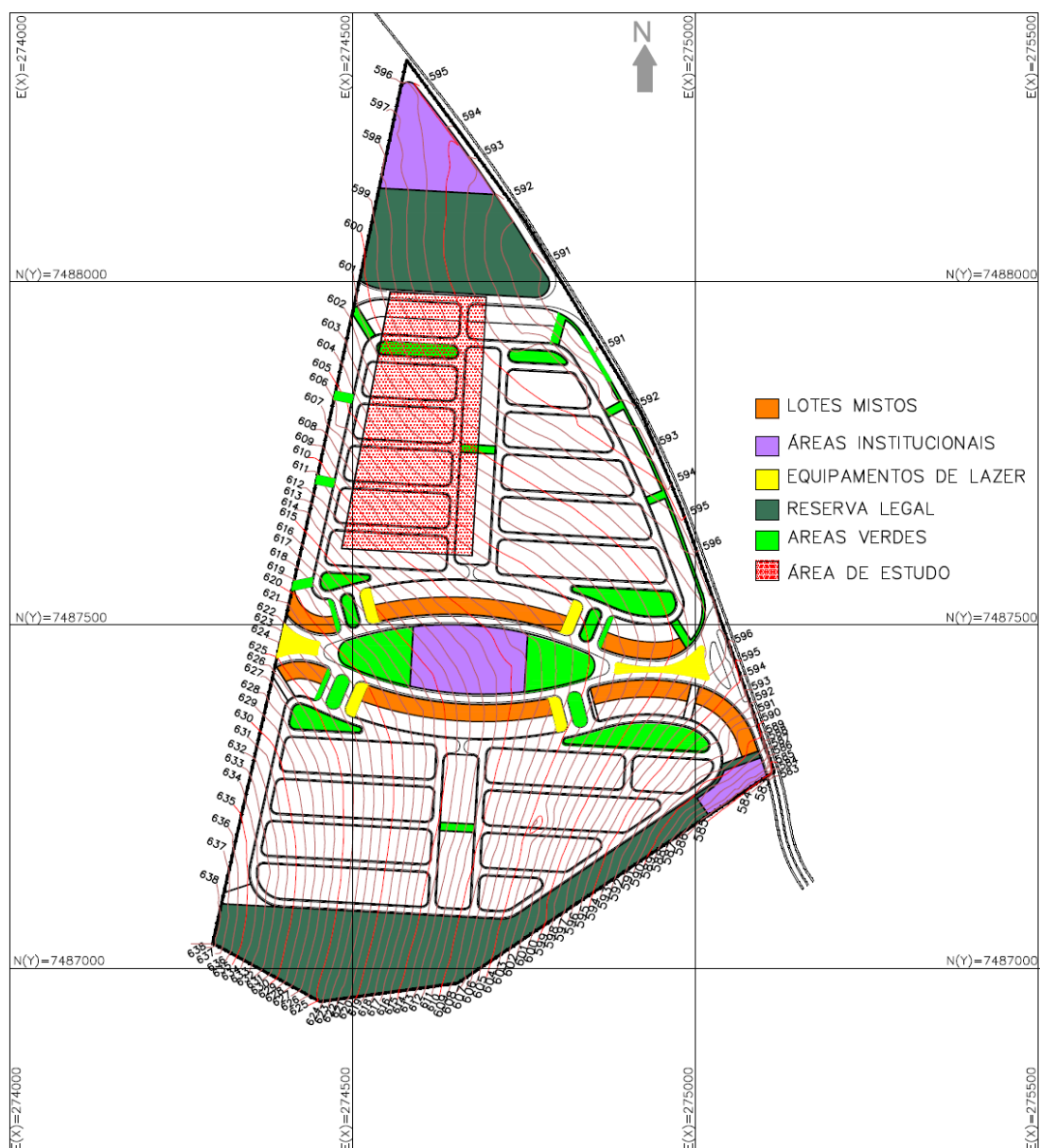


Figura 56: Área de estudo – sem escala

Fonte: LOTE5

Todos os cálculos e a disposição dos sistemas de drenagem encontram-se detalhados no Anexo I.

Após a análise da rede convencional de drenagem, calculou-se novamente a rede, agora combinando a rede convencional com as alternativas adotadas, canteiros pluviais e pavimentos permeáveis.

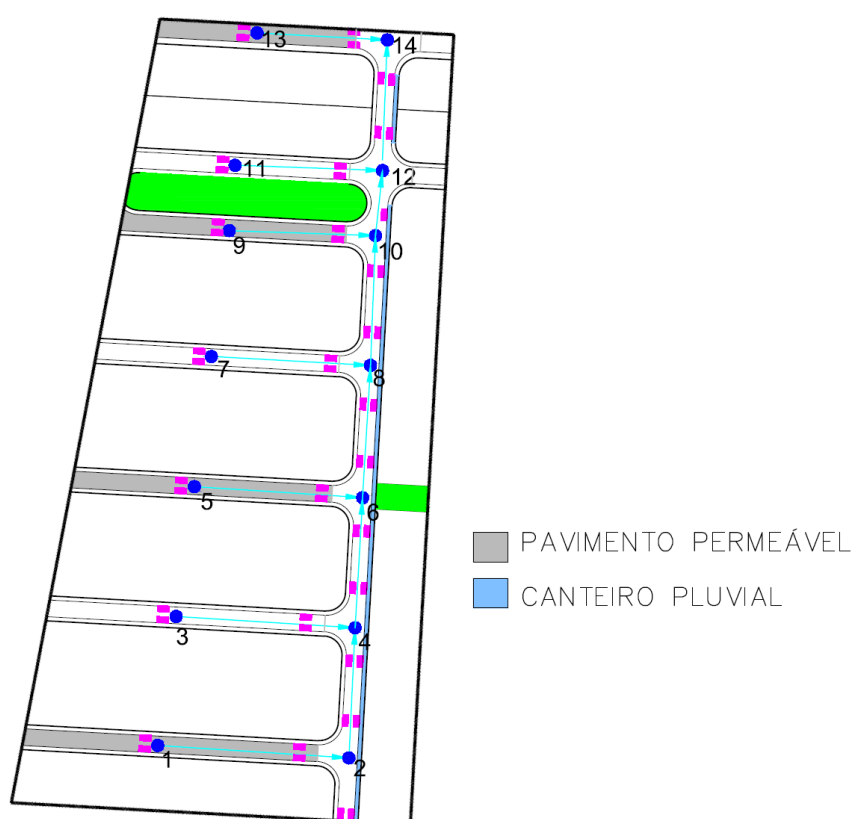


Figura 57: Disposição do pavimento permeável e do canteiro pluvial na área de estudo.

Verificou-se a influência das alternativas implantadas em dois cenários:

Cenário A – Economia

Nesse cenário, analisa-se a redução dos diâmetros das galerias do sistema de drenagem e o custo de implantação do pavimento permeável e dos canteiros pluviais na área em estudo. Os resultados obtidos estão mostrados na tabela abaixo.

Tabela 12: Diâmetro adotado na Rede convencional e no Cenário A.

Trecho	Dadot(m) - Convencional	Dadot(m) - Cenário A
1-2	0,3	0,3
2-4	0,3	0,3
3-4	0,3	0,3
4-6	0,4	0,4
5-6	0,3	0,3
6-8	0,5	0,4
7-8	0,3	0,3
8-10	0,6	0,5
9-10	0,3	0,3
10-12	0,6	0,5
11-12	0,3	0,3
12-14	0,8	0,6
13-14	0,3	0,3

No custo estimado da rede de drenagem considerou-se apenas a tubulação das galerias, visto que demais aspectos, como poços de visita e bocas-de-lobo, mantêm-se inalteradas com a adoção das medidas sustentáveis. O custo das galerias foi calculado baseado na tabela abaixo:

Tabela 13: Custo Unitário tubulação das galerias.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	36,72
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 40CM	m	51,26
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 50CM	m	70,34
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO ARMADO, DIÂMETRO 60CM - TIPO PA-2	m	122,69
FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO ARMADO, DIÂMETRO 80CM - TIPO PA-2	m	205,14

Fonte: Tabela de Custos – Secretária de Infraestrutura de São Paulo. Site: www.prefeitura.sp.gov.br
acesso em 10/11/14

Assim, para a rede de drenagem convencional, o custo das galerias está discriminado na tabela abaixo:

Tabela 14: Custo rede drenagem convencional.

CONVENCIONAL			
D (m)	L total (m)	Custo unitário (R\$/m)	Custo Total (R\$)
0,3	597,5	36,72	21940,20
0,4	62,2	51,26	3188,37
0,5	63,2	70,34	4445,49
0,6	93,2	122,69	11434,71
0,8	62,3	205,14	12780,22
TOTAL (R\$)			53788,99

Para a rede de drenagem sustentável, as galerias apresentaram um custo conforme a tabela abaixo:

Tabela 15: Custo rede drenagem Cenário A.

CENÁRIO A			
D (m)	L total (m)	Custo unitário	Custo Total (R\$)
0,3	597,5	36,72	21940,20
0,4	125,4	51,26	6428,00
0,5	93,2	70,34	6555,69
0,6	62,3	122,69	7643,59
TOTAL (R\$)			42567,48

O custo do pavimento permeável, conforme mencionado no item 5.5.1, é de R\$ 155,00/m², sendo 30% mais caro que o pavimento comum, estimado em R\$ 120,00/m². Na região do estudo, conforme Figura 57, a área de aplicação do CPA totaliza 3800 m². Assim, tem-se para o custo de pavimentação, somente na área de aplicação da medida sustentável:

- Rede convencional: custo de R\$120,00 x 3800 = R\$ 456 000,00;
- Rede cenário A: custo de R\$ 155,00 x 3800 = R\$ 589 000,00;

O custo do canteiro pluvial, conforme mencionado no item 5.5.2, foi estimado em R\$ 35,00/m². Na região do estudo, estimou-se uma área de 130 m² de canteiros. Assim, o custo da medida fica em R\$ 4550,00. Na rede convencional deveria-se

considerar o custo de se fazer uma calçada normal, com a mesma área. Contudo, como esse custo é pequeno e de difícil levantamento, ele será desprezado.

A tabela abaixo resume os resultados obtidos:

Tabela 16: Resumo dos custos Cenário A.

Medida	Custos (R\$)	
	Sistema Convencional	Cenário A
Rede de drenagem	53788,99	42567,48
Pavimentação	456000,00	589000,00
Canteiros pluvias	0,00	4550,00
TOTAL (R\$)	509788,99	636117,48
DIFERENÇA (R\$)	126328,49	

Analisando-se a Tabela 16, conclui-se que a solução de rede de drenagem aliada às alternativas sustentáveis custa aproximadamente 24,8% a mais que a rede convencional. Este percentual é relativamente alto, contudo ao se analisar os benefícios gerados pela adoção das medidas consideradas mais sustentáveis, amplamente discutidos nesse estudo, conclui-se que é válida a aplicação das medidas no loteamento de Cosmópolis.

Cenário B – Segurança

Nesse cenário analisa-se a possibilidade do aumento do Período de Retorno das chuvas no dimensionamento das redes de drenagem. Considerou-se que os diâmetros das galerias calculados para a rede de drenagem convencional seriam mantidos na rede de drenagem aliada ao pavimento permeável e ao canteiro pluvial. Isso possibilitou aumentar o Tr, Período de Retorno, de 2 anos para 10 anos no cenário sustentável. Todos os cálculos encontram-se no Anexo I.

O custo desse Cenário está discriminado na tabela abaixo:

Tabela 17: Resumo dos custos Cenário B.

Medida	Custos (R\$)	
	Sistema Convencional	Cenário B
Rede de drenagem	53788,99	53788,99
Pavimentação	456000,00	589000,00
Canteiros pluvias	0,00	4550,00
TOTAL (R\$)	509788,99	647338,99
DIFERENÇA (R\$)	137550,00	

Assim, a adoção desta medida, gera um custo adicional de aproximadamente 27%. A vantagem do aumento do Tr é trazer maior segurança ao sistema de drenagem do loteamento, visto que tal sistema estaria dimensionado para chuvas de maiores intensidades. Tal aumento de segurança, aliado as outras vantagens das medidas sustentáveis, compensam o aumento do custo.

Analisando-se os Cenários A e B, nota-se que a diferença do custo adicional entre eles é pequena, e o Cenário B possui a vantagem adicional de trazer maior segurança a rede de drenagem. Assim, tal cenário é o mais vantajoso para aplicação no loteamento de Cosmópolis.

CAPÍTULO 6: REDES SUBTERRÂNEAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

6.1 PROPOSTA

As redes elétricas subterrâneas são uma alternativa às comuns redes aéreas. O objetivo deste capítulo é analisá-las segundo aspectos econômicos, práticos e ambientais como proposta de urbanismo. Para isso, serão seguidas as seguintes diretrizes:

- Estudo comparativo entre a rede aérea e a subterrânea;
- Possibilidade de implantação das redes subterrâneas de distribuição de energia elétrica no loteamento;
- Análise da viabilidade econômica e ambiental do projeto;
- Possibilidade de viabilizar economicamente a instalação de uma rede subterrânea de distribuição de energia elétrica no lote de Cosmópolis.

6.2 CONTEXTO

A dependência da sociedade em relação ao uso de energia elétrica é grandiosa e o crescimento econômico só faz por aumentá-la. Desta dependem não só recursos cotidianos como iluminação, temperatura do banho, funcionamento de eletro-eletrônicos, mas também o funcionamento do setor industrial, movimentando a economia. Nesse contexto, existem regiões altamente povoadas, nas quais a utilização de linhas de redes elétricas aéreas podem apresentar desvantagens, como dificuldades em abrir caminhos, poluição visual, concorrência com prédios, árvores, calçadas, além dos acidentes e interrupções possíveis. Diante dessa situação, surgem as redes elétricas subterrâneas como alternativa às aéreas. As redes subterrâneas são vantajosas em relação ao espaço, visão, e mais ainda em relação à sua eficiência contra interrupções na distribuição e na inexistência de alguns tipos de acidentes. Porém, apresentam desvantagens financeiras.

6.3 BREVE HISTÓRICO

No Brasil, no início do século XX, a concessionária LIGHT já transformava parte da sua rede aérea em subterrânea na cidade do Rio de Janeiro. Entretanto, esses sistemas tiveram pouca expansão desde sua implantação devido aos altos custos iniciais quando comparados com as redes aéreas de distribuição (NAKAGUISHI, 2011).

Em 2010, segundo dados dos relatórios de revisão tarifária das concessionárias, fornecidos pela ANEEL e mostrados na Tabela 18, a utilização das redes subterrâneas de distribuição não chegava a 2% do total das redes urbanas de baixa tensão (BT) e média tensão (MT).

Tabela 18: Utilização das Redes de Distribuição

Tipo	MT (km)	%	BT (km)	%	MT+BT (km)	%
Aérea	293.625.860	98,15	488.724.430	98,63	782.350.290	98,45
Subterrânea	5.541.350	1,85	6.806.980	1,38	12.348.330	1,55
Total	299.167.210	100	495.531.410	100	794.698.620	100

Fonte: AZEVEDO, 2010

Apesar da pequena implantação em relação à quantidade relativa, as redes subterrâneas contam com apoio legal, pelo menos na capital de São Paulo. A Lei 14023/05 de 08 de julho de 2005 “dispõe sobre a obrigatoriedade de tornar subterrâneo todo o cabeamento ora instalado no município de São Paulo e dá outras providências” e se trata da mudança de rede aérea para rede enterrada que deve ser aplicada nos próximos anos na capital. A lei estabelece a necessidade de se transferir 250km de cabo dos postes para o subsolo por ano. Hoje em dia, 7% de mais de 30 mil km de fios são enterrados, segundo o site O Estado de São Paulo. Segundo cálculos da Eletropaulo, seriam investidos mais de 100 bilhões nessa obra. O custo é justificado. Além da questão estética, as redes enterradas são de quatro a cinco vezes mais seguras contra apagões em relação às redes aéreas, segundo a Eletropaulo. O desligamento da rede elétrica não é apenas um incômodo, mas um grande prejuízo à economia, principalmente em grandes cidades. Apesar da

importância dessa lei, baseada não só em questões estéticas, mas em segurança e continuidade do sinal, esta teve seus artigos 1º e 2º da Lei nº 14023/05 vetados.

“Art. 1º Ficam as concessionárias, empresas estatais e prestadores de serviço que operam com cabeamento na cidade de São Paulo obrigados a tornar subterrâneo o cabeamento ora existente”

Sendo o Art. 1º o responsável pela obrigação dos cabamentos subterrâneos, por ora as concessionárias não precisam fazer a mudança, fato que justifica a pequena porcentagem de aplicação das redes subterrâneas. Vale ressaltar que o preço de instalação e de mudança é alto, por isso a resistência das concessionárias.

No Brasil, a implantação e expansão das redes subterrâneas, no âmbito das empresas concessionárias dos serviços públicos de distribuição de energia elétrica são definidas por legislação emitida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Desta forma, sua aplicação está condicionada ao cumprimento de requisitos estabelecidos nas normas técnicas, nos procedimentos de distribuição, nas resoluções e pelas leis federais.

A resolução nº 250 (ANEEL, 2007) estabelece que o custo por melhorias estéticas deve-se integralmente ao interessado, já a resolução nº 456 (ANEEL, 2000) estabelece as concessionárias como responsáveis pela prestação de um serviço adequado a todos os consumidores, satisfazendo as condições de regularidade, generalidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, modicidade das tarifas e cortesia no atendimento, assim como prestar-se à defesa de interesses individuais e coletivos.

Diante disso, um sistema subterrâneo de distribuição de energia elétrica somente pode ser implantado se for devidamente justificável técnica e economicamente. Assim sendo, as redes subterrâneas podem ser aplicadas desde que seu custo, considerado pelo investimento inicial de implantação, das despesas de operação e manutenção, a energia não distribuída e outros custos associados sejam comprovadamente menores que os das redes aéreas de distribuição de energia, ou ainda, apresente vantagens que justifiquem o custo mais alto. Ou seja, existem aplicações em que se deseja o menor custo final possível, mas também

existem aplicações que desejam investir em melhoria dos serviços visando conforto, por isso, é preciso se definir previamente o objetivo do trabalho. É por isso que os números sobre esse sistema são modestos, isto é, os custos com redes subterrâneas podem ser tão altos comparativamente aos custos das redes aéreas que não se tornam aplicáveis.

Nesse propósito, a rede de distribuição de energia elétrica aérea e subterrânea serão analisadas, com o objetivo de se determinar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da aplicação de uma rede de distribuição subterrânea no loteamento de Cosmópolis.

6.4 SISTEMAS DE ENERGIA

O setor de energia pode ser dividido em três tipos de atividades: geração, transmissão e distribuição. A geração na matriz energética brasileira tem como principal representante as hidrelétricas, que são condicionadas à localização geográfica, por isso, a distribuição deve se adequar à geração, tornando os custos de distribuição bastante significativos. (ROMANO, 2011).

O transporte da energia tem vários níveis, que podem ser divididas em quatro tipos, como abaixo. A transmissão não é a parte que gera mais custos para o sistema, mas é a que o deixa mais vulnerável, segundo Romano, (2011).

- Linhas de Transmissão: linhas que operam com as tensões mais elevadas e têm como objetivo o transporte de energia entre os centros produtores e consumidores de energia
- Linhas de Subtransmissão: operam com tensões menores às anteriores e sua função é a distribuição, em grande quantidade de energia em regiões consumidoras como pólos industriais e centros urbanos.
- Linhas de Distribuição primária: linhas com tensões suficientemente baixas para operarem em vias públicas e suficientemente elevadas para assegurarem boa regulação do sistema.

- Linhas de Distribuição Secundária: operam com as tensões mais baixas do sistema e apropriadas ao uso de máquinas, aparelhos e lâmpadas permitindo o uso da energia no ambiente doméstico, comercial e industrial.

Já as redes de distribuição de energia elétrica podem ser classificadas de diferentes formas dependendo do critério ou característica considerada. Elas podem ser classificadas em função da tensão de operação, neste caso, temos as redes secundárias até 1.000 V e as redes primárias de distribuição nas tensões maiores que 1 kV até 25 kV.

Também podem ser classificadas em função do tipo de isolamento do condutor. A rede convencional utiliza condutores nus e são muito difundidas no Brasil. Há também as redes com cabos protegidos, conhecidas como as redes compactas.

A rede compacta protegida é um sistema de distribuição de energia elétrica aéreo, composto, basicamente, de condutores cobertos por uma camada de polietileno reticulado - XLPE, sustentados por um cabo mensageiro de aço, através de espaçadores de material isolante plástico (polímero).

A formação da rede compacta e os cabos protegidos reduzem substancialmente a área de poda das árvores. Além dos imensos ganhos ambientais e urbanísticos esse sistema proporciona significativa redução nas oscilações de tensão, proporcionando uma oferta de energia adequada para indústrias que operam equipamentos de alta sensibilidade.

Outra forma muito conhecida de classificar as redes é segundo sua forma de instalação, podendo ser subterrâneas, semi-enterradas ou aéreas.

Nas redes aéreas, os condutores, transformadores, chaves e demais equipamentos são instalados sobre postes e fixados através de ferragens eletrotécnicas, espaçadores e isoladores de vidro e de porcelana.

As redes semi-enterradas são sistemas subterrâneos que possuem os cabos enterrados, mas os equipamentos são instalados sobre o solo. Esta aplicação é possível quando existe área suficiente para instalação de painéis e gabinetes externos.

Por último, os sistemas subterrâneos de distribuição de energia elétrica são caracterizados pelo uso de cabos e equipamentos elétricos totalmente enterrados. São, geralmente, indicados para aplicação em áreas urbanas com média ou alta densidade de carga, onde a utilização da rede aérea é inviável tecnicamente ou quando a instalação de uma rede semi-enterrada não é indicada. Os cabos de redes subterrâneas podem ser instalados diretamente enterrados ou protegidos por uma infraestrutura civil composta de bancos de dutos, caixas de passagem, poços de inspeção e câmaras subterrâneas, como mostra na figura abaixo.

Os equipamentos e materiais usados (CEMIG) neste caso devem ser pautados por normas correspondentes às concessionárias de energia e são eles:

- Transformador tipo pedestal
- Chaves seccionadoras e interruptoras
- Religadores
- Reguladores de tensão
- Indicadores de defeitos
- Acessórios desconectáveis
- Para-raios
- Quadros de distribuição e proteção



Figura 58: Rede Subterrânea

Fonte: AZEVEDO, 2010

Atualmente, a maior demanda de aplicação de redes subterrâneas tem como motivação as exigências estéticas, redução da poluição visual e melhoria de

acessibilidade de calçadas, conforme se pode verificar na diferença entre as fotos abaixo, apresentadas na seqüência. Essas fotos são da Rua Oscar Freire, em São Paulo, antes e após enterramento da rede no local.



Figura 59: Rua Oscar Freire antes e após transformação de rede aérea para subterrânea

Fonte: Google imagens

6.5 CONFIGURAÇÃO PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Os sistemas de distribuição são frequentemente selecionados unicamente com base na perspectiva de um menor investimento inicial. Isso pode ser considerado muitas vezes como uma prática imediatista, resultando na implantação de sistemas que não se caracterizam como os mais tecnicamente adequados e nem como os mais econômicos (Site Engeparc Engenharia Ltda. - Publicação, 2011).

Durante a fase de projeto básico de uma rede de distribuição, é importante selecionar com critério o arranjo mais aplicável, analisando as características com base nos blocos de carga a serem alimentados. Os principais fatores avaliados geralmente são: investimento inicial, flexibilidade, continuidade de serviço, regulação de tensão, custos operacionais e custos com manutenção. O sistema que melhor proporcionar um equilíbrio destes fatores será o mais adequado. Isso pode representar que o melhor sistema para uma determinada aplicação não será sempre o mais barato. Ainda assim, é importante salientar que o público alvo do estudo de caso detalhado nesse trabalho é a Classe C, ou seja, o custo pode vir a ser um fator determinante no caso específico estudado nesse trabalho.

Em um sistema de distribuição, dois fatores são considerados principais para garantir os níveis de qualidade. A tensão de suprimento, que dever ser mantida em limites estreitos em relação a sua tensão nominal e a continuidade de serviço, que reduz ao mínimo o número de desligamentos.

A continuidade de serviço, ou seja, confiabilidade de um sistema, varia de acordo com a complexidade da configuração a ele atribuído. O mais importante trabalho da engenharia é saber “como” e também determinar o menor investimento necessário para as obras em função da importância ou complexidade da carga atendida, adequando os projetos ao volume de recursos determinado.

Um sistema de distribuição em condição de restabelecer o mais rápido possível o atendimento em caso de defeito faz crescer o consumo da área e, como consequência, corresponde a um aumento de receita que pode contrabalancear os investimentos necessários para aumentar a continuidade de serviço.

As linhas de transmissão ou distribuição são um ramo direto entre a fonte e um determinado centro de carga. A simplicidade destas linhas, sem ramificações ou conexões a cargas ao longo da sua extensão, permite a utilização de conhecidas configurações para linhas de transmissão e distribuição apresentadas a seguir.

- a) Sistema Radial Simples: é um sistema de distribuição de energia composto por uma linha principal instalada desde a fonte até as cargas, com ou sem derivações, e que não possui recursos de manobras, chaves ou seccionadores, para interligação com outros circuitos de mesma tensão de operação, conforme pode ser visto na figura a seguir. Esta configuração é mais encontrada nas redes secundárias e alguns casos específicos em rede primária. Este tipo de configuração é mais comumente aplicada nos sistemas aéreos que tem maior facilidade de localização de defeito e recomposição do sistema elétrico quando comparado com as redes subterrâneas. Além disso, este tipo de configuração de rede é indicada para aplicação em sistemas de muito baixa densidade de carga, como por exemplo, áreas rurais e onde não existe possibilidade de interligação com outros circuitos supridos pela mesma ou outra fonte.

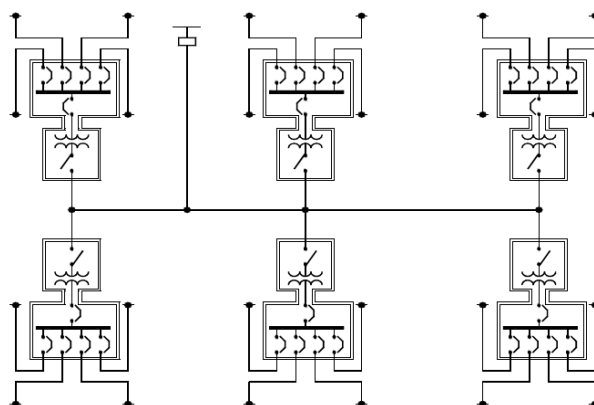


Figura 60: Rede radial simples

Fonte: AZEVEDO, 2010

- b) Sistema Reticulado Simples (*Network*): é um sistema secundário de distribuição de energia para atendimento de cargas predominantemente conectadas em baixa tensão. Composto por duas seções, sendo a média tensão que está conectada desde a subestação através de alimentadores radiais até os transformadores de distribuição e a baixa tensão é um único circuito secundário distribuído pelas ruas e quadras formando uma grande malha secundária.

Esse arranjo tem sido utilizado há algumas décadas para a distribuição de energia em locais de alta densidade e que necessitam elevadíssima confiabilidade.

A mais conhecida vantagem do sistema reticulado é a continuidade de serviço. Nenhuma falta em qualquer ponto do sistema irá interrompê-lo. Outra vantagem é a flexibilidade oferecida com os mínimos custos e com um mínimo de interrupção. O sistema reticulado provê uma boa regulação de tensões, além de uma alta eficiência, o que reduz os custos com energia.

Na figura há um exemplo do sistema de rede reticulada simples.

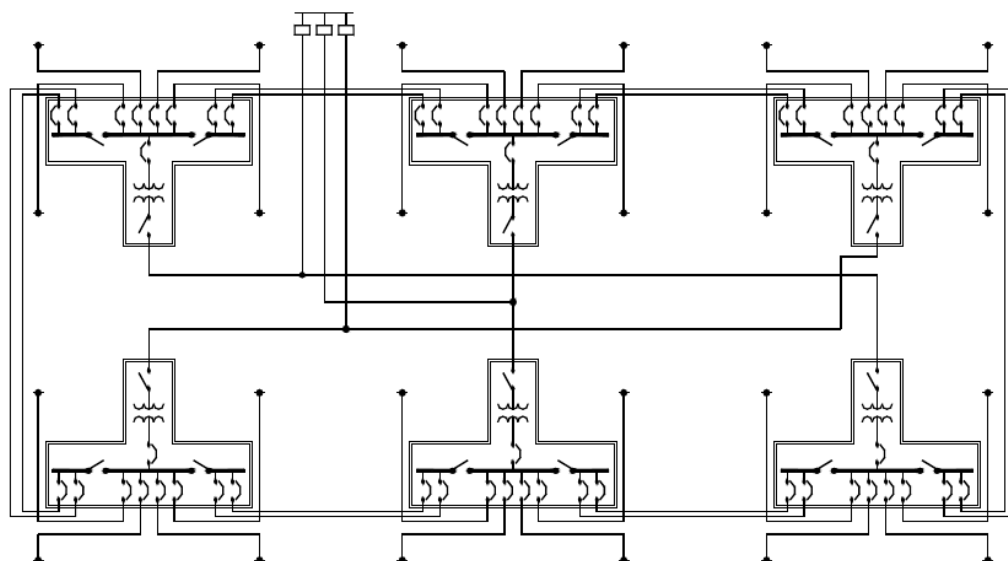


Figura 61: Rede reticulada simples

Fonte: AZEVEDO, 2010

- c) **Sistema Híbrido:** Sistemas híbridos são os que operam simultaneamente com diferentes formas de arranjos de distribuição. Eles surgiram diante da necessidade de melhor atender as necessidades dos clientes e manter constantes e altos os níveis de qualidade.
- d) **Sistema de Distribuição Residencial Subterrânea:** Sistema originário dos Estados Unidos e lá conhecido como URD (*Underground Residential Distribution*) é implantado com redes do tipo semienterradas, onde os transformadores e câmaras de baixa tensão são colocados sobre o solo. Estes sistemas não são dimensionados para atendimento de toda carga por qualquer lado do anel aberto por tempo indeterminado e são, geralmente, conectados a um único alimentador aéreo, o qual não oferece uma grande confiabilidade ao sistema. Trata-se de um sistema que tem finalidade exclusivamente estética. Esta configuração é indicada para aplicação em condomínios e loteamentos residenciais com baixa densidade de carga e onde é requerida a retirada da rede aérea por conveniência estética. Os transformadores que equipam esta estrutura são do tipo pedestal. Eles são projetados para serem montados sobre uma base de concreto e aptos para instalações externas onde estão sujeitos a intempéries. São pintados na cor verde como segurança de acordo com norma.

6.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DE REDE ENTERRADA

As redes subterrâneas de eletricidade são em geral bem mais caras que as suspensas, mas apresentam grandes vantagens como:

- Menores custos de manutenção, pois estão menos sujeitas aos desastres naturais;
- Satisfação em relação à qualidade da transmissão de energia, já que apresenta menos apagões;
- Ambiente mais arborizado, pois a necessidade de podas que existe para as redes aéreas não existe para as subterrâneas;
- Redução da gravidade de acidentes de carros, pela ausência de postes;
- Redução de acidentes devido a catástrofes naturais, como por exemplo uma tempestade que derruba postes e fios.
- Possível melhoria na acessibilidade do conjunto urbano como um todo.

Exemplos de desvantagens da rede aérea, como acidentes de carro, problemas de acessibilidade e implicações de desastres naturais, são mostrados na figura 63 a seguir.



Figura 62: Desvantagens das redes aéreas

Além do alto custo inicial, algumas outras desvantagens das redes subterrâneas podem ser citadas. A vida útil de um cabo subterrâneo é mais longa pelos seus cuidados, mas escavações podem ser prejudiciais pelo contato com o solo, que pode acelerar corrosão, furtos continuam existindo, a localização de defeitos exige aparelhos e técnicas especiais e o tempo de execução de reparo é mais longo.

Segundo a AES Eletropaulo, concessionária que atua em São Paulo, mais da metade das interrupções de energia, no verão, é causada por queda de galhos e árvores na rede aérea. Quando a interrupção ocorre, imediatamente são acionados dispositivos de proteção da rede, provocando o seu desligamento para isolar o problema e evitar riscos. Em seguida, começam a ser realizadas operações de manobra. Mas o problema é ainda maior, a queda de galhos ou árvores tem o potencial de romper condutores elétricos de alta, média e baixa tensão e, com isso, provocar acidentes e incêndios. (Adaptado do site <http://www.osestoreletrico.com.br>, Publicação - Abril 2012).

Esse é o tipo de problema que não atinge a rede subterrânea. Ela é mais segura por estar menos exposta. Outro fator que aumenta a confiabilidade é que os circuitos reticulados são protegidos por fusíveis e cabos com queima livre. Dessa forma, “no caso de defeito nos ramais de baixa tensão, o desligamento fica limitado somente ao respectivo trecho secundário e a corrente elétrica é deslocada automaticamente para outros circuitos da rede”, segundo consta no relatório da Light.

Por fim, a Tabela 19 abaixo apresenta de forma sucinta as vantagens e desvantagens das redes subterrâneas e a Tabela 20 compara os benefícios para diversos agente: distribuidores de energia elétrica, operadores de telecomunicações, municípios e usuários.

Tabela 19: Vantagens e desvantagens das redes subterrâneas.

Vantagens	Desvantagens
Maior confiabilidade	Alto custo de implantação
Menores indicadores de interrupção	Manutenção corretiva demorada pela dificuldade de localização de defeito
Vida útil maior que 30 anos	Interferência de outras empresas (telefônicas, gás, água, prefeitura, etc.)
Baixa necessidade de manutenção	Operação e manutenção especializadas
Estética e acessibilidade	Pode acelerar corrosão e erosão no solo

Fonte: ANEEL

Tabela 20: Vantagens apresentadas para cada setor.

	Distribuidores de energia elétrica	Operadores de telecomunicações	Municipalidades	Sociedade/ usuários
Solução técnica	Para elevadas densidades de carga	Propiciar espaço para todos os operadores	—	—
Melhoria da qualidade	Evita interrupções devido a vento, chuvas, abalroamento de postes	Evita indisponibilidade, substituição de cabos de cobre e aumento da largura de banda	Evita interrupções de serviços de semáforos, iluminação pública	Evita interrupções de atividades econômicas, produtividade, eliminação de geradores, qualidade de vida
Despesas operacionais	Eliminação de podas	Uso dos postes	Podas de arborização urbana	—
Eliminação de postes e estética	Melhoria na reputação	Melhoria da reputação	Circulação de pedestres, paisagem urbana agradável, turismo, valorização imobiliária (IPTU)	Circulação de pedestres, paisagem urbana agradável, valorização imóveis e região
Redução de fraudes e furtos	Dificultar acesso a terceiros e furtos	Dificultar acesso a terceiros e furtos	Dificultar furtos	Redução das tarifas
Redução de acidentes	Queda de condutores, eletrocuições, ruptura de postes	Redução de ruptura de postes	Redução de problemas com tráfego	Redução de acidentes

Fonte: ANEEL

6.7 O VALOR DA CONFIABILIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

Durante muitos anos, o setor elétrico brasileiro teve uma gerência centralizada na geração, com a utilização do sistema de transmissão e distribuição para a entrega ao consumidor final. Com as privatizações vieram as reestruturações e o surgimento de um novo modelo, onde empresas estatais passaram a controlar separadamente as atividades de geração, transmissão e distribuição.

Iniciou-se a competição na geração e comercialização de energia entre as concessionárias e a ANEEL passou a utilizar o termo “confiabilidade” nos contratos de concessão de distribuição para regulamentar a qualidade dos serviços.

Então em 2000 a ANEEL instituiu a compensação financeira em caso de violação dos limites dos indicadores individuais (DIC, FIC e DMIC) e a multa para violação dos limites dos indicadores coletivos (DEC e FEC).

A continuidade do fornecimento é avaliada através de indicadores que mensuram a frequência e a duração das interrupções ocorridas nos consumidores. Os indicadores de continuidade são os seguintes (site ANEEL):

- Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora (DEC): Intervalo de tempo que, em média, no período de apuração, ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.
- Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (FEC): Número de interrupções ocorridas, em média, no período de apuração, em cada unidade consumidora.
- Duração de interrupção individual por unidade consumidora (DIC): Intervalo de tempo que, no período de apuração, em cada unidade consumidora ou ponto de conexão ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica
- Frequência de interrupção individual por unidade consumidora (FIC): Número de interrupções ocorridas, no período de apuração, em cada unidade consumidora ou ponto de conexão.

- Duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora ou ponto de conexão (DMIC): Tempo máximo de interrupção contínua de energia elétrica, em uma unidade consumidora ou ponto de conexão.
- Duração da interrupção individual ocorrida em dia crítico por unidade consumidora ou ponto de conexão (DICRI): Corresponde à duração de cada interrupção ocorrida em dia crítico, para cada unidade consumidora ou ponto de conexão.

Assim, as distribuidoras que não respeitassem os valores definidos teriam a obrigação de efetuar o pagamento de multas e compensações aos seus consumidores na forma de abatimento na fatura de energia.

Em 2009 a Resolução Normativa nº 395 extinguiu essa penalidade por multa da lei brasileira e também alterou os limites dos indicadores individuais com o objetivo de incentivar as distribuidoras a promoverem melhorias no serviço prestado, já que a multa por violação de DEC e FEC deixava de existir.

A tabela 21 mostra o montante pago pela CPFL Paulista (concessionária de energia elétrica responsável pela localidade do loteamento em estudo) em 2013.

Tabela 21: Compensação de continuidade da CPFL Paulista no ano de 2013

Índices de Compensação de Continuidade					
Região SUDESTE - CPFL Paulista - 2013					
Compensações	DIC, FIC e DMIC			DICRI	Total
	Mensais	Trimestrais	Anuais	Mensais	
Quantidade das compensações	1.722.475	295.722	186.870	33.099	2.238.166
Valor das compensações (R\$)	4.272.699,40	476.994,30	739.867,77	281.404,15	5.770.965,62

Fonte: ANEEL

Ainda no portal da ANEEL na internet, temos que o montante pago pelas concessionárias no ano de 2013 para todas as regiões somou R\$ 374.560.303,70. Este expressivo valor justifica a busca das concessionárias por tecnologias que ofereçam maior confiabilidade na distribuição de energia elétrica.

6.8 ESTUDO DE REDES ELÉTRICAS SUBTERRÂNEAS NO LOTEAMENTO DE COSMÓPOLIS

Como mencionado anteriormente, um sistema subterrâneo de distribuição de energia elétrica somente pode ser implantado se for devidamente justificável técnica e economicamente. Assim sendo, nesta parte verificaremos a possibilidade de implantação das redes subterrâneas de acordo com as características do loteamento, do ponto de vista ambiental, técnico e econômico.

Nos subitens abaixo tomamos como base a Norma técnica da CPFL Paulista GED 4101-Rede de Distribuição Subterrânea para Condomínios - Projeto Elétrico e a Norma ND 46 - Critérios para Projetos e Construção de Redes Subterrâneas em Condomínios da ELEKTRO Eletricidade e Serviços S.A., presente em Campinas.

6.8.1 Análise Ambiental

A análise ambiental será feita baseada em normas e leis ambientais. Segundo a norma técnica da CPFL GED 4101 - Rede de Distribuição Subterrânea para Condomínios -Projeto Elétrico, deve-se certificar, primeiramente, se o empreendimento não se localiza em área de preservação ambiental.

Após esse primeiro passo, são exigidos os seguintes documentos: Registro do empreendimento no Cartório de Registro de Imóveis; Projeto Urbanístico aprovado pela Prefeitura Municipal se o empreendimento se localizar na área urbana; Licença ambiental (que pode ser o Certificado de Aprovação ou de Dispensa emitido pelo GRAPROHAB ou pelo órgão licenciador ambiental estadual - CETESB, no caso do Estado de São Paulo - ou ofício de liberação para execução do empreendimento expedido pela Secretaria do Meio-Ambiente); e, se o loteamento for na área rural, é necessário também o Ofício da Prefeitura Municipal declarando que não tem nada a se opor à execução do empreendimento.

Conforme já discutido no item 3.4.1 desse relatório, a área do loteamento não apresenta APPs – Áreas de Preservação Permanente-, unidades de conservação ou Bem Tombado. Além disso, a área de estudo é desprovida de fragmentos de vegetação nativa, sendo que a cobertura vegetal caracteriza-se predominantemente pelo cultivo agrícola de citros e por gramíneas. Porém o empreendimento ainda se

encontra em zona rural e será portanto necessário um acordo com a prefeitura de Cosmópolis para intervir no local.

Com isso, não existe nenhum impedimento ambiental para a implementação das redes subterrâneas.

6.8.2 Análise da infraestrutura civil de redes subterrâneas

Para que o projeto aconteça, são indispensáveis algumas informações que norteiem sua construção. São elas: tipos de consumidor, demanda de energia, tipos de solo, condições climáticas, planejamento da iluminação pública, planejamento das calçadas, características do trânsito. Tais informações possibilitam a decisão pelo projeto de redes aéreas ou subterrâneas.

Em projeto de redes de distribuição subterrânea, deverão ser realizados alguns estudos preliminares com o levantamento de algumas informações e execução do mesmo de forma segura e planejada. É importante para este tipo de projeto observar as etapas que se seguem:

- Estudos preliminares;
- Pesquisas de mercado (tipo de consumidor e taxas de crescimento);
- Estimativa da demanda total e projeto elétrico;
- Características da região (tipo de solo, condições climáticas);
- Planejamento da futura iluminação pública;
- Planejamento das calçadas e estudo da acessibilidade a pessoas portadoras de necessidades especiais;
- Planejamento do trânsito;
- Análise de projetos já existentes;
- Planejamento da infraestrutura urbana;
- Estudo do possível enterramento das redes de energia e demais equipamentos;
- Execução do projeto;
- Fiscalização e gerenciamento das obras.

Diante de tantos critérios a serem analisados, existe uma diversa variedade de padrões construtivos e configurações utilizadas na infraestrutura dessas redes.

Uma das maiores dificuldades no projeto de redes subterrâneas e que também será de grande importância para o projeto é o enterramento dos condutores em um solo recheado de tubulações de serviços essenciais (rede de esgoto, água, galerias pluviais) e de outras concessionárias como de telefonia, TV a cabo e fibra óptica. Dessa forma há um enorme cruzamento de redes.

Em parte este problema é amenizado com a utilização de uma estrutura chamada banco de dutos. Tanto os condutores de energia da rede primária e secundária são instalados nestes bancos que são compostos por dutos de tamanhos variados, como mostra a figura 64 abaixo.

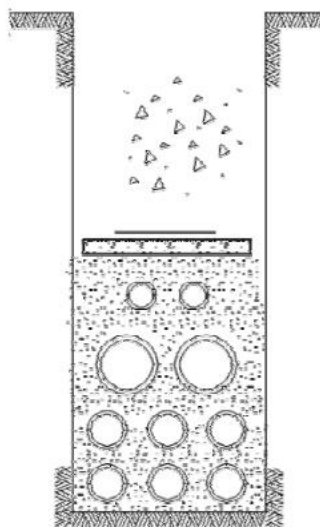


Figura 63: Banco de dutos típico

Fonte: AZEVEDO, 2010

Os dutos localizados na parte inferior são destinados aos cabos de baixa tensão, os intermediários com maior diâmetro podem ser reservados para os de média tensão, e os localizados na parte superior designados à instalação de cabos de comunicação e fibra óptica.

Os bancos de dutos são geralmente dispostos sob o leito da rua, em calçadas ou mesmo em áreas verdes de canteiros, e interligam toda a estrutura da rede subterrânea, as câmaras transformadoras. (COPEL, 2010)

As câmaras transformadoras (CTs) são construídas em concreto armado e são destinados a alojar os equipamentos de transformação (entrada de média tensão, chaves seccionadoras, transformador, network protector, saída de baixa tensão). É de extrema importância uma eficiente ventilação interna da câmara para manter a temperatura do ambiente adequada e assim garantir um bom funcionamento dos equipamentos elétricos. É possível também a instalação de um sistema de drenagem interno a fim de evitar o acúmulo de água de qualquer procedência.

Existe, porém, outra configuração subterrânea sendo altamente utilizada pelas concessionárias brasileiras como a Copel: as redes subterrâneas parcialmente enterradas. Estas possuem índices de qualidade um pouco piores comparadas às totalmente enterradas, porém seus custos de implantação e manutenção as tornam viáveis em determinadas situações. Nestas redes os cabos são enterrados, porém alguns equipamentos de rede são instalados sobre o solo em gabinetes, câmaras ou mesmo postes externos localizados em locais públicos ou privados. Ainda assim, a concessionária deve ter livre acesso a essas áreas para realizar operações e manutenções necessárias. O transformador mais utilizado nas redes parcialmente enterradas é o do tipo pedestal, da Figura 64 abaixo.



Figura 64: Transformador do tipo pedestal em rede semienterrada.

Fonte: Google Imagens

Tecnicamente, para poder realizar toda a execução das redes enterradas e semienterradas é necessário que o solo não seja erosivo, não seja altamente corrosivo e possua alta resistividade. Além disso, para o projeto, é essencial uma boa drenagem para não ocorrer infiltrações e acúmulo de água na rede de distribuição elétrica.

No empreendimento de Cosmópolis temos uma região plana, com solo não erosivo e sem qualquer histórico de abalos sísmicos que possa prejudicar o processo de enterramento de redes elétricas. Ainda assim, o cuidado em relação à drenagem é importante na implantação.

6.8.3 Análise técnica-econômica

Como já dito no estudo, as redes subterrâneas são muito mais caras que as redes aéreas. Segundo a AES Eletropaulo, 70% deste custo deve-se às obras civis. (ELETROPAULO)

No tocante aos investimentos que devem ser direcionados para a construção de sistemas enterrados, a CPFL emitiu um comunicado em que diz que: “Não existe, a rigor, dificuldade técnica ou operacional na implantação de redes elétricas subterrâneas. A grande questão envolvida é o aspecto econômico-financeiro porque os custos são elevados e seriam naturalmente repassados para a tarifa”. Azevedo (Azevedo, 2010) descreve o que pesa no orçamento: “Os maiores custos das redes

subterrâneas são os representados pelos transformadores, cabos isolados, conexões da rede primária e os protetores de rede. Os protetores de rede, por sua vez, devido à falta de fabricantes nacionais e pelos altos custos de importação tornavam proibitiva a sua aplicação”.

Visto o cenário, parcerias com instituições públicas e privadas são fundamentais para o equilíbrio econômico-financeiro de um projeto de rede subterrânea. Diferentes stakeholders podem contribuir com a participação financeira na obra, pois também se beneficiam com o processo, com vantagens apresentadas na tabela 20. São eles:

- Companhia de distribuição de energia: com parcerias para divisão de custos das obras civis com outras utilities;
- Município: com a isenção de ISS sobre serviços relacionados ao enterramento e coparticipação na obra física (pavimentação);
- Estado: isenção do ICMS sobre equipamentos, criação de um fundo de enterramento de redes de forma a compensar o aumento de arrecadação de ICMS que vem do aumento da tarifa;
- Governo Federal: assegurando a incorporação 100% dos investimentos no projeto;
- Telecom: parceria para a divisão dos custos de dutos e pavimentação;
- Fornecedor: alinhamento de custos por ganho em escala.

No que se refere a participação de concessionárias, a COPEL define os critérios técnicos e econômicos:

- Quando a área atingida pelo estudo for maior que 24 MVA/km² ou 1500 kW/km (Densidade de Consumo de Energia Elétrica).
- Redes convencionais não atendem os altos índices de confiabilidade que a região exige.
- Áreas de melhoria de acessibilidade das pessoas (calçadas pequenas, etc).
- Regiões centrais onde a distância entre a rede aérea e as edificações é inferior a 2 metros.

- Casos de existência de marquises em avanço sobre as calçadas (questão de segurança).
- Áreas de grande circulação de pessoas.

Para estudarmos a densidade de consumo de energia elétrica no loteamento, utilizamos o item da norma GED4101 4.4.1- Generalidades que descreve que os dados necessários para a produção de um projeto de elétrico em loteamentos e condomínios fechados:

“4.4.1.2- A configuração do projeto básico (elétrico primário e secundário, civil) deve ser definida considerando: a) cargas previstas para um período de no mínimo 10 anos; b) flexibilidade para atendimento de eventuais cargas superiores as previstas sem necessidade de substituição de materiais ou de execução de escavações em vias de circulação de veículos.”

Para a previsão de cargas, o item 6.1 da mesma norma indica a metodologia para os cálculos de queda de tensões e de dimensionamento da rede subterrânea (definição dos cabos secundários e primários, transformadores, etc), a seguir.

No nosso estudo de caso temos um empreendimento não edificado, ou seja, um loteamento com os serviços de infraestrutura (água, energia elétrica, telefone, pavimentação e outros) construídos, onde serão colocados a venda os lotes, sendo de responsabilidade dos compradores as futuras construções das residências e as ligações dos serviços de infraestrutura. Neste caso o projetista deve inicialmente estimar o consumo mensal por lote em função das características previstas para as residências e de empreendimentos similares implantados anteriormente na região.

Os valores mínimos aceitáveis para utilização no dimensionamento da rede estão indicados na Tabela 22.

Tabela 22: Consumo mensal estimado para loteamento não edificados

Loteamento não edificado	
Área do lote SI (m ²)	Consumo mensal estimado (kWh)
SI < 150	225 kWh
150 < SI < 500	1,2 kWh/m ² + 45 kWh
500 < SI < 1000	0,8 kWh/m ² + 245 kWh
SI > 1000	0,4 kWh/m ² + 645 kWh

Fonte: GED4101 4.4.1

O loteamento de Cosmópolis vai possuir no total 1820 lotes de área média de 160 m² cada. Portanto o consumo mensal estimado é de 237kWh por lote. A partir disso encontramos a demanda kVAS:

$$kVAS = (A) \times kWh^{(B)}, \text{ sendo:}$$

kVAS = Demanda estatística dos consumidores de um circuito, obtida a partir dos consumos.

kWh = Energia consumida pelos consumidores (BT-Baixa tensão) do circuito.

(A) e (B) = Constantes para os municípios na área de concessão da CPFL. Nos municípios da CPFL- Paulista e CPFL-Santa Cruz são utilizadas as constantes: A = 0,037 e B = 0,803.

Portanto, temos $kVAS=2,99kVA/\text{lote}$ ou $18,70 VA/km^2$. Para todo o loteamento temos em média 5,44MVA, sendo então menor que o 24 MVA/km² exigido.

Como pode-se notar o loteamento não possui a densidade de consumo necessária para a ajuda financeira de concessionárias, também não há uma exigência quanto à confiabilidade de distribuição de energia, visto que o empreendimento é de classe média-baixa e não está situado em uma zona com histórico de catástrofes naturais.

No entanto, as justificativas como melhoria de acessibilidade das pessoas, estética e uma futura circulação de um número considerável de habitantes no local seguem como grandes motivadoras para esta alternativa.

Sabemos que as principais cidades do mundo já possuem redes enterradas, como Londres, Amsterdam, Bruxelas, Nova Iorque, Chicago, Tóquio, entre outras. A grande motivação comum desses casos foi a ocorrência de desastres naturais que abalavam a distribuição de energia elétrica nas cidades. Porém, algumas pequenas cidades na Europa também possuem redes subterrâneas, em quase 100% de seu território, sem ter uma razão de “acidentes naturais/ambientais”, como por exemplo Vichy, na França, com o total de 60.000 habitantes e Gémenos, na região da grande Marselha, com 6.000 habitantes. No Brasil, a cidade de São Paulo fez uma tentativa de lei (lei nº14.023/05) que obrigasse as concessionárias a enterrar as redes num prazo de cinco anos, mas esta foi revogada, principalmente por questões financeiras e pelo prazo impraticável que foi considerado.

Em 5 anos, quando o loteamento estiver 100% acabado, com os 1820 lotes, poderá totalizar por volta de 5800 pessoas (considerando 80% dos lotes residenciais e uma média de 4 pessoas/família). Isso é muito próximo da cidade Gémenos, na França.

Ainda para embasar nossa justificativa para a implantar redes subterrâneas, a AES Eletropaulo realizou um estudo que mostra que os fatores estéticos em iniciativas isoladas compõe o histórico dos projetos de conversão de rede realizados pela empresa desde 2003, como mostra a figura 66 abaixo.

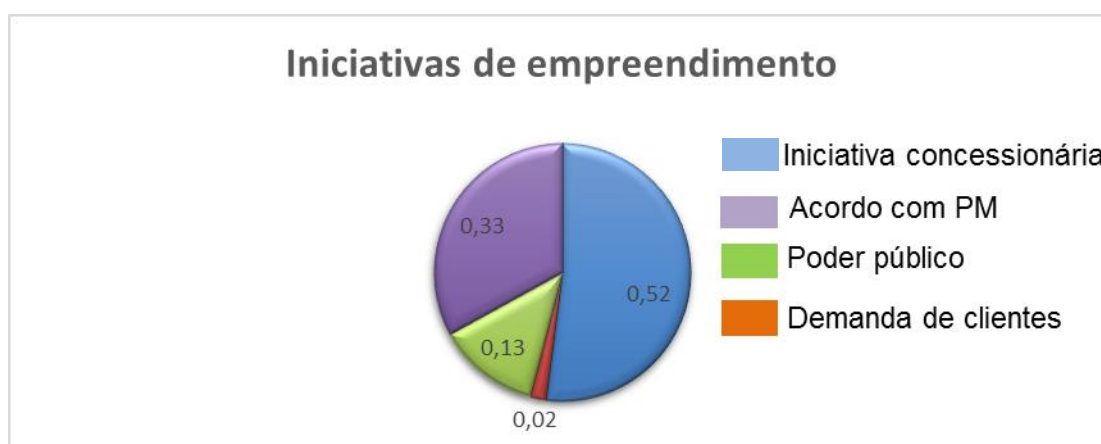


Figura 65: Iniciativas do empreendimento

Fonte: Eletropaulo

Como já mencionamos anteriormente, algumas alternativas para diminuir o custo por km de rede seria realizar parcerias de investimento público e privado e compartilhar a rede com outras infraestruturas, como telecomunicações e saneamento. Outras soluções seriam realizar uma configuração de rede mais barata, identificar novas tecnologias de baixo custo e considerar os custos de manutenção pós implantação.

A seguir é feito um comparativo entre diversos tipos de rede, segundo os índices DEC e FEC – Índices de Confiabilidade utilizados comumente pelas concessionárias. (COPEL)

Redes totalmente enterradas

As redes totalmente enterradas são divididas em rede reticulada e totalmente enterrada e são diferenciadas como a seguir:

- Rede reticulada - Rede com câmaras subterrâneas para abrigo dos transformadores e rede de baixa tensão interligada;
- Rede totalmente enterrada - Tipicamente construída com cabos acomodados em dutos e equipamentos acomodados em câmaras e caixas subterrâneas.

Tabela 23: Características das redes enterradas.

Tipo de rede	Densidade de carga típica	Custo aproximado/km	Custo/kVA	DEC FEC qualitativo
Rede reticulada ou network	Maior que 3000kVA/km ou 48MVA/km ²	R\$12 milhões	R\$ 4.000,00	0 a 0,2
Áreas urbanas totalmente enterrada	Maior que 1500kVA/km ou 24MVA/km ²	R\$5 milhões	R\$ 3.500,00	0,5 a 1,0

Fonte: COPEL

Redes parcialmente enterradas

As redes parcialmente enterradas possuem algumas subdivisões, que podem ser vistas abaixo:

- Áreas urbanas com equipamentos semi-enterrados ou do tipo pedestal - Necessidade de liberação de espaços públicos e/ou privados para a instalação de equipamentos
- Áreas urbanas com equipamentos em poste - Necessidade de liberação de espaços públicos e/ou privados para a instalação de postes com equipamentos
- Rede radial com recursos para condomínios - Necessidade de espaços nos condomínios. Tipicamente com equipamentos semienterrados ou pedestal
- Rede radial com recursos em áreas especiais como parques de preservação ambiental ou ilhas - Necessidade de liberação de espaços públicos e/ou privados para a instalação de postes com equipamentos
- Rede radial sem recursos em áreas especiais como parques de preservação ambiental ou ilhas - Necessidade por questões ambientais. Tipicamente com equipamentos semienterrados e cabos diretamente enterrados.

Tabela 24: Características das redes parcialmente enterradas.

Tipo de rede	Densidade de carga típica	Custo aproximado/km	Custo/kVA	DEC FEC qualitativo
Áreas urbanas com equipamentos semi-enterrados ou do tipo pedestal	Entre 400 e 1500kVA/km	R\$3,2 milhões	R\$ 1.600,00	0,7 a 1,5
Áreas urbanas com equipamentos em poste	Entre 200 e 1500kVA/km	R\$2,5 milhões	R\$ 1.800,00	1,2 a 2,0
Rede radial com recursos para condomínios	Entre 300 e 800kVA/km	R\$1,5 milhões	R\$ 2.000,00	2,0 a 2,5
Rede radial com recursos em áreas especiais como parques de preservação ambiental ou ilhas	Entre 50 e 200kVA/km	R\$600 mil	R\$ 3.000,00	2,2 a 2,7
Rede radial sem recursos em áreas especiais como parques de preservação ambiental ou ilhas	Entre 50 e 200kVA/km	R\$450 mil	R\$ 2.500,00	2,5 a 3,0

Fonte: COPEL

Nota-se na comparação que as redes semienterradas são no mínimo 36% mais baratas em custo/km que as redes totalmente enterradas, se compararmos a densidade de carga de 1500 kVA/km (que será a carga mais próxima do lote de Cosmópolis). Em relação ao custo/kVA a rede semienterrada sai 54% mais barata.

Ainda, se considerarmos a rede semienterrada de configuração radial com recurso, o custo/km cai em 88% e o custo/kVA cai 14,3% em relação às redes totalmente enterradas. Isso deve-se ao fato de que ambas as redes precisam do mesmo investimento em obras civis, porém as redes semienterradas de tipologia radial são para densidade de cargas menores então esse investimento inicial não é tão “distribuído”.

Portanto, sendo o investimento inicial o fator determinante que inviabiliza economicamente esta proposta, uma sugestão seria instalar redes semienterradas radiais sem recurso, cujo preço pode chegar a R\$450.000,00/km.

As manutenções em redes subterrâneas são raríssimas (falha em cabo ou em conexão, desgaste de chaves, entre outros). Por outro lado, os reparos são mais elaborados e especializados e com isso requerem mais tempo de mão-de-obra. Mas este custo é diluído ao longo do tempo, pois os intervalos entre estes reparos são muito longos em função da alta confiabilidade. Assim, pode-se dizer que a redução das manutenções seria superior a 2 vezes ao despendido em um rede aérea.

Segundo a CPFL, o custo médio/km de implantação de rede aérea convencional é de R\$ 68.000,00/km, cerca de sete vezes menor que a rede subterrânea mais simples.

É essencial ressaltar que, do total do custo de implantação de rede subterrânea (R\$ 450.000,00/km), R\$315.000,00 são das obras civis (70%). Se, como exemplo, tirássemos o valor das obras civil, o custo da rede cairia para R\$135.000,00, totalmente acessível quando comparado ao custo de rede convencional mais manutenções, já discutido no item 6.7.

6.9 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As redes enterradas mostraram-se um grande avanço para o loteamento em comparação com as redes aéreas nos quesitos de dar uma maior flexibilidade de construção para as futuras pessoas/comércios residentes, ter uma valorização estética e principalmente a maior confiabilidade de serviço. Isso agrega muito ao produto acabado e gera satisfação aos clientes.

Considerando os dados obtidos nos tópicos anteriores, é possível chegar a diversas considerações sobre a implantação dos diversos tipos de rede.

Os custos das redes subterrâneas tipo reticulado são muito elevados em relação aos outros sistemas, e isso se deve a complexidade de alguns de seus equipamentos e também a ampla infraestrutura civil necessária, não importando a

densidade de carga. Sua utilização só será justificada em casos onde a densidade seja elevada e os requisitos de confiabilidade precisem ser muito próximos a zero.

As redes parcialmente enterradas com configuração radial, com ou sem recurso, aparecem como sendo boas alternativas. São opções para áreas de média densidade de carga, e necessitam de liberação de espaços públicos ou privados para a instalação dos equipamentos no nível do solo. Estes equipamentos são mais simples que os utilizados em sistemas enterrados, o que favorece a diminuição dos custos elétricos e consequente queda nas receitas gastas em infraestrutura civil e manutenção. Os indicadores de confiabilidade apresentados por estas tipologias são aceitáveis, ficando entre os sistemas totalmente enterrados e os sistemas aéreos.

Uso de rede subterrânea já é viável em diversas ocasiões, devendo cada caso ser estudado e ter sua viabilidade analisada, visto que, em muitos deles, torna-se vantajoso fazer um investimento mais alto, para depois contar com uma manutenção mínima, sem riscos para as populações humanas e vegetais da área.

Por isso, de forma a ter um estudo completo, levantamos tópicos ambientais, técnicos e econômicos que se resumem na Figura 66 a seguir.

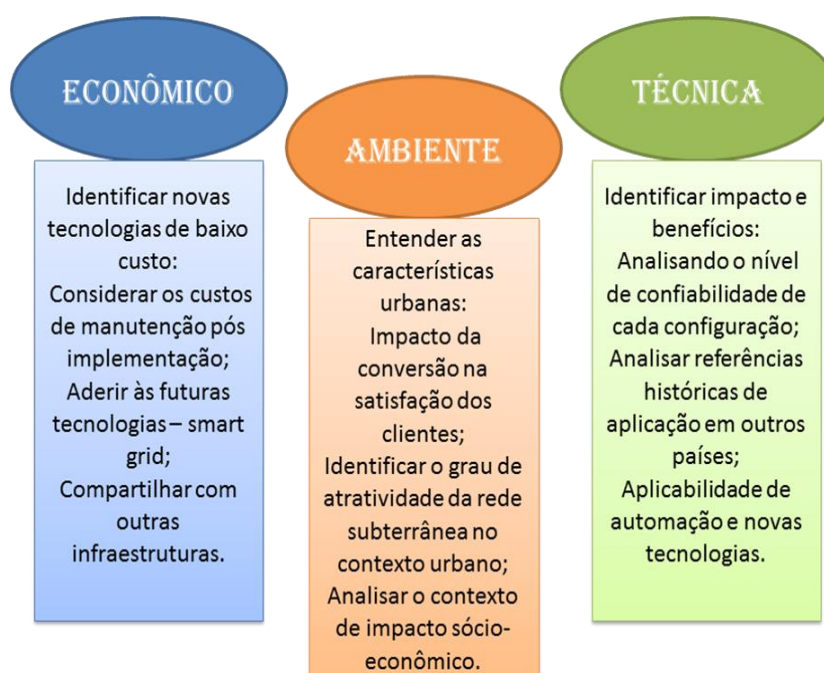


Figura 66: Resumo dos pontos levantados.

CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES

7.1 CONCLUSÃO

As consequências positivas em relação a qualidade de vida e sustentabilidade justificam a análise das alternativas aos loteamentos urbanos realizadas no presente trabalho. Para melhorar o direcionamento das propostas e aprofundá-las, foi feita a revisão bibliográfica, que busca constituir uma análise crítica aplicada aos loteamentos, baseada em leis, normas e certificações. Então, a partir desses estudos, somados à análise das características do loteamento, aprofunda-se em alternativas significativas que atinjam o objetivo de tornar mais sustentável o loteamento em questão.

Com o objetivo de enfatizar infraestrutura sustentável e da posse das informações críticas apresentadas, foram escolhidas duas alternativas: drenagem sustentável e redes de distribuição subterrâneas.

Durante o processo de seleção de alternativas, o estudo de medidas compensatórias em drenagem mostrou-se interessante, uma vez que não existia limitações em relação às características do empreendimento. Dentre as alternativas sustentáveis de drenagem disponíveis algumas foram descartadas devido a custo, dificuldade de implantação, incompatibilidade com as características do loteamento, dentre outros fatores.

A implementação do pavimento permeável em conjunto com as calçadas pluviais mostrou-se uma boa alternativa. Através do estudo de caso observou-se que os custos de implantação são aproximadamente 30% maiores que os custos de implantação das redes convencionais. Acreditamos que esse custo adicional seja compensado pelos benefícios relacionados à adoção do sistema. Como foi citado anteriormente durante o estudo de caso, o sistema promove o amortecimento dos picos de cheia, a filtragem de poluentes, a recarga do lençol freático, a diminuição de ruído, dentre outros benefícios. Foram considerados dois cenários para avaliação, um cenário A, onde foram reduzidos os diâmetros em função da diminuição do escoamento superficial e um cenário B, onde foi mantido o mesmo

diâmetro da rede convencional, mas o período de retorno foi ampliado para 10 anos. No cenário A o custo adicional encontrado foi de aproximadamente 24%. No cenário B o custo adicional encontrado foi de 27%. Neste cenário, além de todos os benefícios citados anteriormente, a rede se torna mais segura, capaz de suportar chuvas de maior intensidade. Analisando-se o aumento dos custos com os benefícios gerados, conclui-se que o Cenário B é de aplicação mais vantajosa, visto que a diferença de custo quanto ao Cenário A é pequena e ele possui um benefício adicional.

A proposta de implementação de redes elétricas subterrâneas no lote de Cosmópolis teve como principal motivação a procura por alternativas com impactos benéficos sociais, ambientais e principalmente urbanísticos. As redes subterrâneas apresentam vantagens em relação às redes aéreas, como maior confiabilidade, melhor acessibilidade e estética, menor custo de manutenção e operação, características essas que trazem consequências positivas para a população que usufruirá do loteamento.

No entanto, como explicitado no estudo técnico-econômico, no loteamento de Cosmópolis não há previsão de densidade de consumo suficiente para justificar a aplicação de redes subterrâneas, uma vez que estas apresentam alto custo inicial. Ainda, dado que o loteamento em Cosmópolis tem como público-alvo pessoas da classe C, esta proposta encareceria o loteamento e o serviço de distribuição de energia. Por isso analisamos algumas maneiras de tornar este investimento inicial mais acessível e que suprisse todas as necessidades.

Na análise econômica, algumas alternativas para diminuir o custo por km de rede implantada seria realizar uma tipologia de rede mais barata, compartilhar com outras infraestruturas, como telecomunicações e saneamento, identificar novas tecnologias de baixo custo e considerar os custos de manutenção pós implantação.

A configuração de rede subterrânea com menor investimento inicial é a rede semienterrada tipo radial sem recurso (R\$ 450.000,00/km). Se desconsiderarmos as despesas das obras civis, o custo da rede cairia para R\$135.000,00/km, tornando-o acessível quando comparado ao custo de rede aérea (R\$ 68.000,00/km) mais custos

de manutenção, que chegam a ser no mínimo duas vezes maior em relação à rede enterrada.

Dessa forma, acreditamos que o sistema subterrâneo, em breve, será totalmente viável e seu preço sofrerá uma redução sinificativa, visto que novas tecnologias e alternativas em relação à implantação destas redes já estão sendo estudadas e testadas.

7.2 RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Dentre as soluções compensatórias em drenagem urbana apresentadas no capítulo 5 acreditamos que algumas delas não discutidas em detalhes poderiam vir a ser incorporadas ao projeto do empreendimento. A captação de água de chuva, por exemplo, é uma boa alternativa que poderia ser apresentada aos compradores dos lotes como uma recomendação. Em algumas reuniões com a empresa LOTE5, relatou-se a possibilidade da elaboração de uma cartilha direcionada aos moradores, esse tema poderia ser um dos assuntos apresentados no material. Outras alternativas que poderiam ser mencionadas na cartilha são os telhados verdes e os pavimentos permeáveis do tipo bloco vazado, para aplicação nos quintais das moradias.

Outro sistema que foi citado no capítulo de revisão bibliográfica que poderia ser adotado são as bacias de retenção. A princípio, pensou-se em estudar a implantação de uma bacia de retenção na região ao norte do loteamento, por ser um ponto baixo do terreno, no entanto, devido à complexidade da análise não foi possível realizar o detalhamento. A adoção de uma bacia com espelho d'água permanente além de realizar o amortecimento das cheias criaria uma área de lazer para os moradores.

Através do estudo de redes elétricas subterrâneas e considerando os aspectos ambientais, sociais, técnicos e econômicos, conclui-se que o fator determinante para inviabilizar o uso destas atualmente, no caso específico do loteamento em estudo, é o custo. Por isso, explicam-se alguns dos fatores que

contribuem para essa desvantagem. O uso dessa tecnologia é relativamente recente, por isso, ainda são necessárias melhorias no que diz respeito ao compartilhamento da infraestrutura subterrânea entre diversas concessionárias, como energia elétrica, telefonia, tv a cabo, por exemplo. A compatibilização e harmonização de critérios, normas e padrões construtivos entre as concessionárias também auxiliaria na redução de custos. Também é fator crítico para o sucesso a definição de políticas, diretrizes e critérios técnicos para as redes subterrâneas no Brasil, principalmente no que tange às fontes de financiamento específicas. Pode-se também pleitear redução de custos através de um mercado fornecedor de equipamentos e materiais específicos para essa área no país.

Faz-se necessário incluir nas discussões o cenário tecnológico atual e futuro, com a adoção de novos padrões e tecnologias para as redes subterrâneas, com foco na redução dos custos e na melhoria da eficiência operacional desses sistemas.

Conclui-se que as redes subterrâneas possuem uma tecnologia vantajosa, mas ainda não totalmente desenvolvida e explorada, pois atualmente não é possível sua aplicação em qualquer obra. Todavia, esta alternativa apresenta vantagens que justificam seu desenvolvimento e consideração em loteamentos que desejam possuir aspecto sustentável, ainda que, por enquanto, estes tenham que contar com um alto investimento inicial, o que esperamos que não seja um fator determinante num futuro próximo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA Nacional de Energia Elétrica - ANEEL . **Nota Técnica ANEEL nº175, nº250, nº 395, nº 456.** ANEEL, 2008. Disponível em <www.aneel.gov.br>. Acesso em: novembro/2014.
- AMADEI, V. C.; AMADEI, V. A.; **Como Lotear uma Gleba - O Parcelamento do Solo Urbano em Todos os Seus Aspectos (Loteamento e Desmembramento)**; 3a edição; 2012.
- ARRANJOS de Sistemas de Distribuição Elétrica para Instalações de Médio e Grande Porte. Disponível em: <http://engeparc.com.br/cariboost_files/7-Sistemas_Distribuicao.pdf>. Acesso em: Novembro de 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 14001 - Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso.** 2ª edição
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229/93 Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.** Rio de Janeiro, 1993. 14 p
- AULETE, C. **Aulete digital – dicionário contemporâneo da língua portuguesa: Dicionário Caldas Aulete**, vs online, acessado em agosto de 2014.
- AZEVEDO, F.H. **Otimização de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Subterrânea Reticulada através de Algoritmos Genéticos.** 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- BAPTISTA M.; NASCIMENTO N.; BARRAUD S. **Técnicas Compensatórias em drenagem urbana.** 1ª Edição. Belo Horizonte, MG, 2005.
- BRASIL ESCOLA. **Esquema de Rio.** Disponível em: <<http://www.brasilescola.com/geografia/enchentes.htm>>. Acesso em outubro/2014
- BRITO, J. **História da cidade de Paulínia.** São Paulo: Saraiva, 1972.
- CÂMARA Municipal De Cosmópolis. Disponível em: <<http://www.camaracosmopolis.sp.gov.br/historia/historia-cidade>>. Acesso em maio/2014.
- CARDOSO NETO, A.; **Sistemas Urbanos de Drenagem** – disponível no site da disciplina PHA2537 – Águas em Ambientes Urbanos: <http://200.144.189.97/phd/default.aspx?id=5&link_uc=disciplina>. Acesso em Novembro/2014.
- CEMIG. **ND3.5 Projetos de Redes Subterrâneas Condomínios e Loteamentos.** Disponível em <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Documents/ND3.5_ProjetosRDSCcondominiosLoteamentos.pdf> Acesso em Out/2014.

- CEMPRE. **Guia de Coleta Seletiva de Lixo.** Disponível em <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/manuais#ctrl-4>>. Acesso em agosto 2014.
- COPEL. **Guia de Visitação: Rede Subterrânea.** Curitiba, 2003. Visita técnica.
- COPEL. **Utilização e Aplicação de Redes de Distribuição Subterrâneas – Guia para os municípios e empreendedores.** Curitiba, 2010.
- CORMIER, N.S.; PELLEGRINO, P.R.M. **Infraestrutura Verde: uma estratégia paisagística para a água urbana.** Paisagem Ambiente n.25, São Paulo-SP, 2008.
- CPFL PAULISTA. **Norma técnica – GED 4101 - Rede de Distribuição Subterrânea para Condomínios - Projeto Elétrico.** Disponível em <<http://sites.cpfl.com.br/documentos-tecnicos/GED-4101.pdf>>. Acesso em Novembro/2014.
- DIRETORIA DE ENSINO DA REGIÃO DE LIMEIRA. Disponível em: <<http://delimeira.edunet.sp.gov.br/sobre.html>>; Acesso em junho/2014.
- EGAN, Sr. JOHN. **The Egan Review: Skills for sustainable communities.** Londres, Abril 2004.
- ELETROPAULO. **Releases.** Disponível em : <[https://www.aeseletropaulo.com.br/imprensa/nossos-releases/conteudo/aes-eletropaulo-investe-r\\$-37-milh%C3%B5es-na-automa%C3%A7%C3%A3o-da-rede-subterr%C3%A2nea](https://www.aeseletropaulo.com.br/imprensa/nossos-releases/conteudo/aes-eletropaulo-investe-r$-37-milh%C3%B5es-na-automa%C3%A7%C3%A3o-da-rede-subterr%C3%A2nea)>. Acesso em Novembro/2014
- ENGENHARIA BRASIL. **Drenagem de água pluviais.** Disponível em: <<http://mcengenhariabrasil.com.br/servicos-drenagem-de-aguas-pluviais.php>>. Acesso em Novembro/2014.
- FARIAS, F.O. **Análise do Processo de Instalação e Expansão dos Loteamentos Fechados Horizontais de Alto Padrão na cidade de Paulínia (SP).** Campinas Departamento de Geografia/UNICAMP, 2010. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- FERNANDES, C. **Microdrenagem - Um Estudo Inicial.** DEC/CCT/UFPB, Campina Grande, 2002, 196p. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Dren07.html>>. Acesso em Novembro/2014.
- FREITAS, Carlos Geraldo L.; BRAGA, Tânia de Oliveira; BITAR, Omar Yazbek & FARAH, Flávio. **Habitação e meio ambiente - abordagem integrada em empreendimentos de interesse social.** Publicação IPT n. 2.768. Coleção Habitare. São Paulo: IPT, 2001. 227p. Disponível em: <http://habitare.infohab.org.br/publicacao_colecao4.aspx>.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, **Manual de orientação para aprovação de projetos habitacionais**. Disponível em
<<http://www.habitacao.sp.gov.br/secretariahabitacao/downloads/graprohab/manual-orientacao.pdf>> Acesso em novembro/2014.

GREGORY, Kenneth John. **A natureza da geografia física**. Rio de Janeiro: Bertrand. Brasil, 1992.

GUIA CAIXA. **Guia de Sustentabilidade Ambiental**. Disponível em:
<http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/desenvolvimento_urbano/gestao_ambiental/SELO_CASA_AZUL_CAIXA-versaoweb.pdf>. Acesso em maio/2014.

HOUAISS, A., VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**, Objetiva, Rio de Janeiro, 2001.

IBGE. **Atlas de Saneamento**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>; Acesso em novembro/2014

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em:
<<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>,
<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=353650>,
<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=351280>,
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: maio/2014.

LEED. **Leadership in Energy & Environmental Design for Neighborhood Developments Rating System – Guia**. Versão 2009. Disponível em:
<<http://www.usgbc.org/leed> ; <http://www.usgbc.org/resources/leed-neighborhood-development-v2009-current-version>>. Acesso em maio/2014.

LEI 9785/99. **Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999**. Disponível em:
<<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/111128/lei-9785-99>>. Acesso em: novembro/2014.

LEI LEHMANN. **Lei nº 6766/79**. Disponível em:
<<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/109566/lei-lehmann-lei-6766-79?ref=home>> . Acesso em: maio/2014.

LOTE5. **Projetos**. Disponível em: <<http://lote5.com.br/>>. Acesso em maio/2014.

LOTE5. **Relatório de Diretrizes Ambientais, Gleba Cosmópolis**. Arborea Ambiental.

MARCHIONI, M.L.; Silva, C. O. **Sistemas Construtivos Pavimentos Permeáveis: Conceitos e Requisitos para Pavimentos de Concreto Permeável**. Melhores Práticas –ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. São Paulo, 2011.

MARIEN, M. **Environmental problems and sustainable futures: Major literature from WCED to UNCED**. Futures, v.24, 1992.

- MATIAS, L. F. **Geoprocessamento Aplicado à Análise das Transformações no Uso da Terra no Município de Paulínia – SP (1964-2006)**. Campinas, 2009. (Relatório Final de Pesquisa FAPESP).
- MAY, Simone. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Tese (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- MAZZONETO, C; **Alternativa para aumentar a permeabilidade de pavimentos submetidos a cargas reduzidas, sistema demanda cuidados de especificação, instalação e manutenção**. Infraestrutura Urbana, São Paulo, 13ª Edição, abr. 2011.
- MELO, T.A.T. **Jardim de chuva: Sistema de Biorretenção como técnica compensatória no manejo de águas pluviais urbanas**. Tese de Mestrado, 2011. Universidade Federal de Pernambuco.
- MIHELICIC, J.R et al. **Sustainability Science and Engineering: The Emergence of a New Metadiscipline**. Environmental Science and Technology v37, 2003.
- NAKAGUISHI, M.I., HERMES, P.D. **Estudo comparative técnico/financeiro de redes de distribuição subterrâneas**. 100 f. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- NEGREIROS, Iara. **Diretrizes para projetos de loteamentos urbanos considerando os métodos de avaliação ambiental**. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2009. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana.
- O ESTADO DE SÃO PAULO, disponível em <www.estadao.com.br>, acesso em novembro de 2014.
- ONHUMA JR., A. A. **Medidas não convencionais de reservação d'água e controle de poluição hídrica em lotes domiciliares**. Tese de Doutorado, 2008, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- OTERPREM – BLOCOS E PISOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO, disponível em <www.oterprem.com.br>, acesso em novembro de 2014
- PINI, INFRAESTRUTURA URBANA. **Concreto Permeável**. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/13/artigo254488-2.aspx>>. Acesso em Novembro/2014.
- PINTO, Liliane Lopes Costa Alves. **O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- PORTAL SECOVI SP. **Desenvolvimento e Aprovação de Projetos de Parcelamento do Solo Urbano**. Disponível em:

<<http://www.secovi.com.br/cursos-e-eventos/desenvolvimento-e-aprovacao-de-projetos-de-parcelamento-do-solo-urbano/538/>>. Acesso em: maio/2014

PORTO, R.M. **Hidráulica Básica**. 4 ed. São Carlos: EESC USP, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE COSMÓPOLIS. **Plano Diretor** – Lei complementar nº 2.949 de janeiro de 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Secretária Municipal de Coordenação das Subprefeituras – Calçadas. Disponível em: <www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/calçadas>. Acesso em 24/11/2014.

REFERENCIAL TÉCNICO DE CERTIFICAÇÃO. **Processo Aqua - bairros e loteamentos**. Disponível em: <http://vanzolini.org.br/conteudo-aqua.asp?cod_site=104&id_menu=760>. Acesso em maio/2014.

REIS, R.P.A.R; OLIVEIRA, L.H; SALES M.M. **Sistemas de Drenagem na fonte por poços de infiltração de águas pluviais**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p.99-117, jun. 2008.

ROMANO, G. **Economia urbana: um estudo sobre os custos de urbanização no Brasil e no mundo em desenvolvimento**. 67 f. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Estadual de Campinas, 2011.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Garamond, Rio de Janeiro, 2010.

SCHIAVON, L.C.M. **Proposição de um framework para a identificação de práticas de sustentabilidade social em cadeias de suprimento: uma aplicação no setor sucroenergético**. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo- São Carlos, SP, 2014.

SILVA, F. B. **Sistemas Construtivos: Pavimentos de Concreto Permeável**. Revista Técnica, São Paulo, n. 190, p. 48-52, 2013.

SOARES, M. T. M. **O impacto da industrialização no sistema educacional de municípios agrários – A trajetória de Paulínia**. Campinas: Faculdade de Educação /UNICAMP, 2004. (Dissertação de Mestrado).

SOUZA, V. C. DE SOUZA. **Estudo Experimental de Trincheiras de Infiltração no controle da geração do escoamento superficial**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SOUZA, V.C.B; GOLDENFUM J. A. **Trincheiras de Infiltração como Elemento de Controle de Escoamento Superficial: Um estudo experimental**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1999, Belo Horizonte, MG.

- STARIK, M; RANDS, G.P. **Weaving an integrated web: Multilevel and multisystem perspectives of ecologically sustainable organizations.** Academy of Management Review v.20, 1995.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** 4ª Edição. São Paulo, 2011.
- TUCCI, C.E.M. **Gestão de Águas Pluviais,** Brasília: Ministérios das cidades, 2006.
- TUCCI, C.E.M; et al. **Drenagem Urbana,** Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS; 1ª edição, 1995.
- ZAHED FILHO,K. –**Material disciplina PHA-2537. Águas em Ambientes Urbanos.** Disponível em:
<http://200.144.189.97/phd/default.aspx?id=5&link_uc=disciplina>.
Acesso em Novembro/2014.
- WCED, World Comission on Environment and Development. **Our Commom Future.** Oxford University Press, 1987.

ANEXO I – MEMÓRIA DE CÁLCULO – REDE DE DRENAGEM

Descreve-se nesse anexo todas as considerações e cálculos feitos para o pré-dimensionamento da rede de drenagem em estudo no Capítulo 4, analisando os efeitos das alternativas escolhidas.

Dimensionamento da Rede de Drenagem Convencional

Traçado da rede de drenagem

Para a o cálculo da rede de drenagem, utilizou-se as curvas de nível do terreno atual, e analisou- se apenas uma região do loteamento, conforme mostra a figura abaixo.

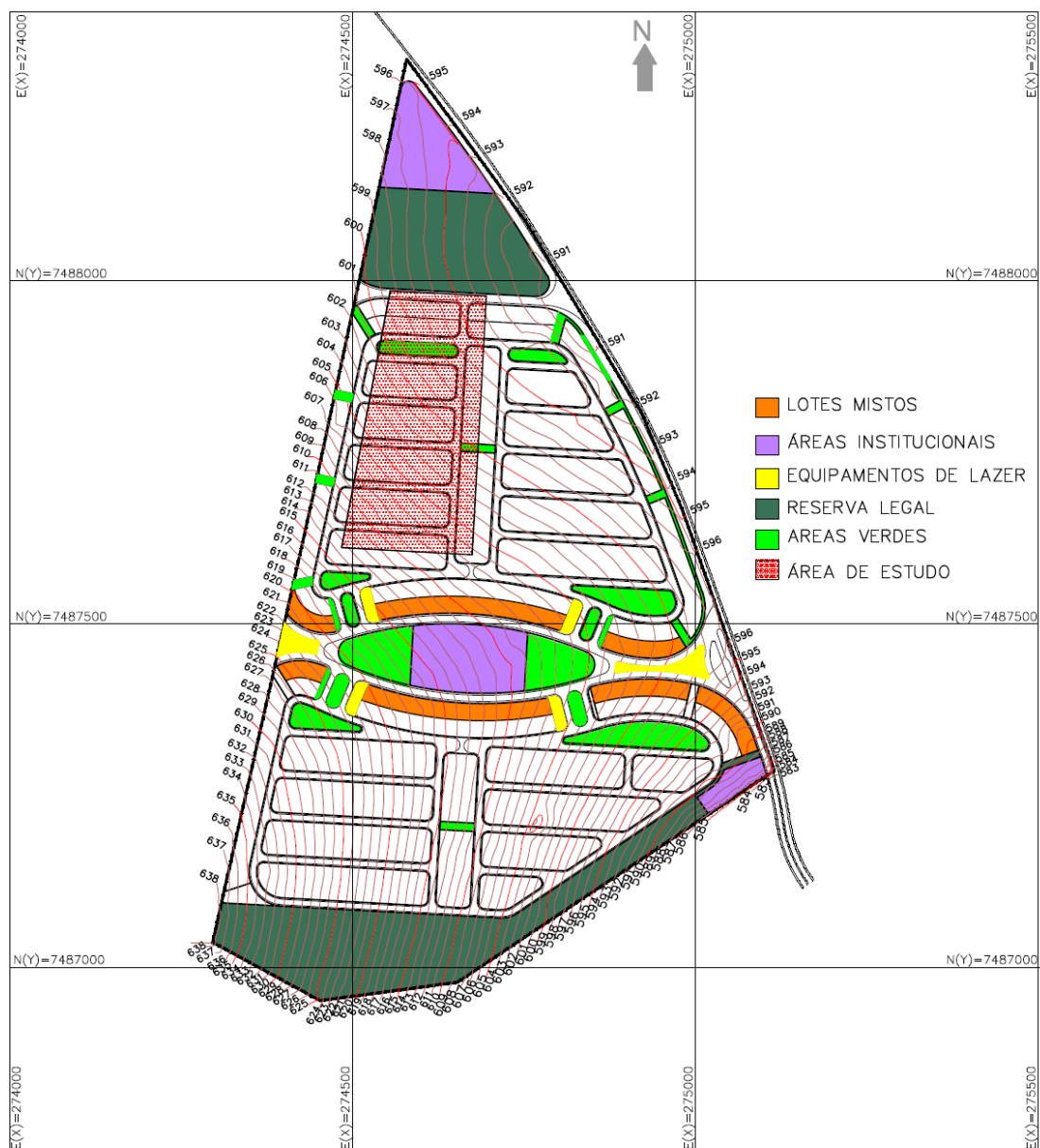


Figura 67: Área de estudo – sem escala;

Fonte: LOTE5;

Para a área de estudo analisada, foram posicionadas as bocas-de-lobo, poços de visita e galerias, conforme as diretrizes abordadas no Capítulo 5. A figura abaixo mostra a disposição dos elementos.

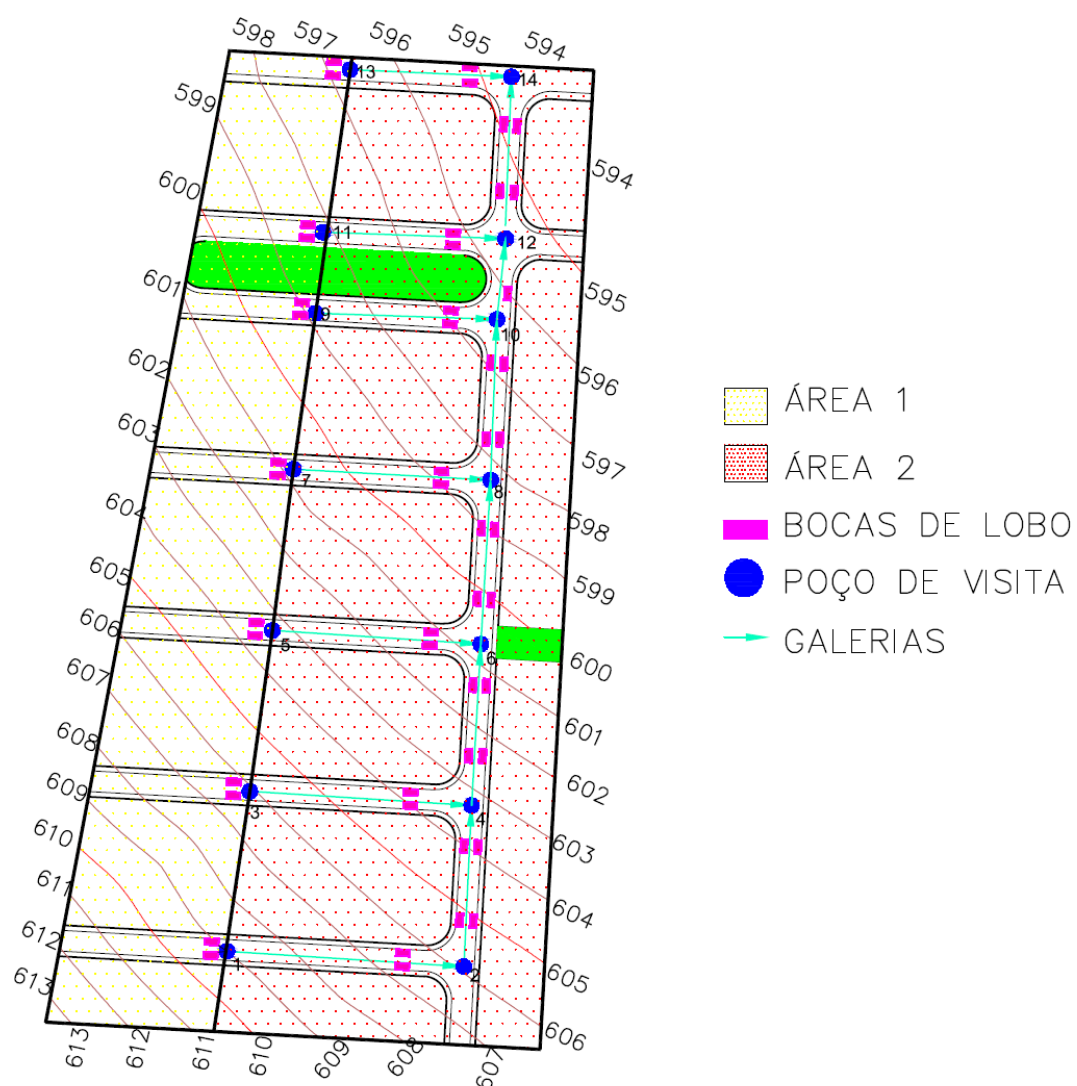


Figura 68: Área de estudo e disposição dos elementos – sem escala.

Conforme Figura 68, será avaliada a rede de drenagem contida na área 2, cujos poços de visita estão numerados de 1 a 14. A área 1 foi considerada somente como área contribuinte para os poços de visita ímpares. Assim, para cada trecho analisado, as seguintes áreas contribuintes foram avaliadas.

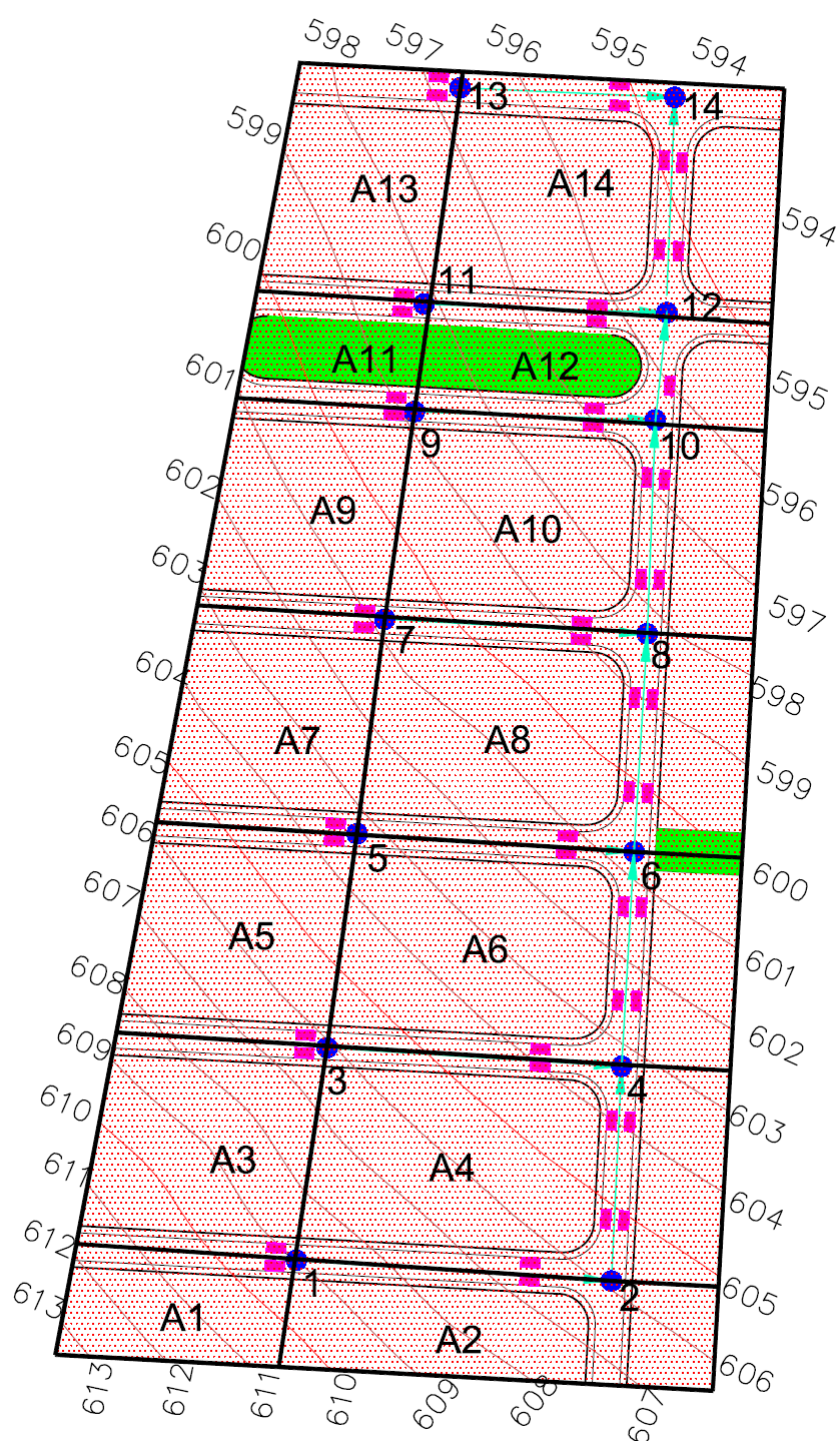


Figura 69: Áreas de contribuição – sem escala.

A tabela abaixo fornece os valores de todas as áreas A_i , bem como o comprimento dos trechos avaliados e as cotas aproximadas dos pontos de instalação dos poços de visita.

Tabela 25: Áreas de contribuição, cotas e comprimentos avaliados.

ÁREAS		COTAS		COMPRIMENTO	
i	Ai (m²)	Ponto	Cota	Trecho	L (m)
1	2049,6	1	609	1 2	91,4
2	3815	2	606	2 4	62,2
3	3863,5	3	606	3 4	85,5
4	7492,9	4	603,5	4 6	62,2
5	3673,3	5	603,5	5 6	80,4
6	7055,3	6	600,5	6 8	63,2
7	3574,6	7	601	7 8	76
8	6943,1	8	598,5	8 10	62
9	3217,7	9	599	9 10	69,8
10	6315,5	10	596,5	10 12	31,2
11	1594,5	11	598	11 12	70
12	3133,6	12	595,5	12 14	62,3
13	3259,7	13	597	13 14	62,2
14	6498,6	14	594,5		

Declividade do trecho

A declividade (S) de um trecho, dada em [m/m], é calculada pela seguinte expressão:

$$S = \frac{cota_{montante} - cota_{jusante}}{L}$$

Determinação da vazão

Para a determinação da vazão do sistema de microdrenagem, utiliza-se o Método Racional, largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto. (Tucci et al, 1995).

A equação do modelo é a seguinte:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Onde:

- Q – vazão [m³/s];
- C - coeficiente de escoamento;

- I – intensidade de precipitação; [mm/h];
- A – área de contribuição – [km²];

Coeficiente de escoamento

O coeficiente de escoamento utilizado no Método Racional depende das características do solo, cobertura, tipo de ocupação, tempo de retorno e intensidade de precipitação.

Existem diversas tabelas que fornecem o valor de C conforme as características citadas, sendo utilizada nesse estudo a tabela abaixo.

Tabela 26: Valores de C por tipo de ocupação.

DESCRIÇÃO DA ÁREA	C
Área Comercial	
Central	0,70 a 0,90
Bairros	0,50 a 0,70
Área Residencial	
residências isoladas	0,35 a 0,50
unidades múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
unidades múltiplas (conjugadas)	0,60 a 0,75
lotes com > 2000 m ²	0,30 a 0,45
áreas com apartamentos	0,50 a 0,70
Área industrial	
indústrias leves	0,50 a 0,80
indústrias pesadas	0,60 a 0,90
parques, cemitérios	0,10 a 0,25
playgrounds	0,20 a 0,35
pátios ferroviários	0,20 a 0,40
áreas sem melhoramentos	0,10 a 0,30

Fonte: (Tucci et al, 1995).

Como a área analisada é predominantemente residencial, contendo unidades múltiplas separadas adotou-se para C o valor de 0,60. As áreas verdes existentes na região de estudo foram desprezadas por serem muito pequenas.

Intensidade de precipitação

Para estimar-se a intensidade de precipitação na área em estudo, três dados são necessários:

1. Curva IDF – Intensidade, duração e frequência da região;
2. T_r – Período de Retorno;
3. t_c – Tempo de concentração;

A curva IDF adotada nesse estudo foi a da cidade de São Paulo, retirada de Tucci et al, 1995. Assim, supôs-se que a precipitação em Cosmópolis aproxima-se à de São Paulo.

$$i = \frac{57,71 \times T_R^{0,172}}{(t_c + 22)^{1,025}}$$

Onde a precipitação é calculada em mm/min.

O Período de Retorno também depende da ocupação da área e do tipo de obra, conforme mostra a tabela abaixo.

Tabela 27: Períodos de Retorno para diferentes ocupações

TIPO DE OBRA	TIPO DE OCUPAÇÃO DA ÁREA	T_r
Microdrenagem	residencial	2
	comercial	5
	áreas com edifícios de serviço público	5
	aeroportos	2 a 5
	áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10
Macro-drenagem	áreas comerciais e residenciais	50 a 100
	áreas de importâncias específicas	500

Fonte: (Tucci et al, 1995).

O tempo de concentração em bacias urbanas é calculado pela soma dos tempos de concentração dos diferentes trechos. O tempo de concentração de uma determinada seção é composto por duas parcelas (Tucci et al, 1995):

$$t_{ci} = t_{c(i-1)} + t_{pi}$$

Onde:

- t_{ci} – tempo de concentração do trecho i ;

- $t_{c(i-1)}$ – tempo de concentração do trecho i-1;
- t_p – tempo de percurso;

O tempo de concentração inicial nos trechos de cabeceira de rede, que corresponde ao tempo de escoamento superficial pelos quarteirões, vias e sarjetas, foi adotado como 10 minutos.

O tempo de percurso é calculado como a razão entre o comprimento L do trecho e a velocidade v de escoamento.

$$t_p = \frac{L}{v}$$

Velocidade de escoamento

A velocidade de escoamento é fornecida pela equação de Manning (Porto,2006):

$$v = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Onde:

- R – raio hidráulico da seção [m];
- S -declividade [m/m];
- n – coeficiente de Manning para a tubulação – adotado 0,013 (concreto).

Para o cálculo da velocidade de escoamento, primeiramente deve-se calcular o diâmetro das galerias, para cada trecho, pela seguinte expressão:

$$D_{cal} = 1,55 \times \left(\frac{Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Com o valor do diâmetro calculado, adota-se o valor comercial de diâmetro para a galeria, tal que $D_{adot} > D_{cal}$. Os valores comerciais de diâmetro são fornecidos na tabela abaixo:

Tabela 28: Diâmetros para galerias.

Diâmetros comerciais para galerias (m)
0,30
0,40
0,50
0,60
0,80
1,00
1,20
1,50

Fonte: Tucci et al (1995).

Para a obtenção do raio hidráulico da seção, faz-se necessário conhecer a relação entre a altura da lâmina d'água (y) e o diâmetro adotado, conforme ilustra a figura abaixo:

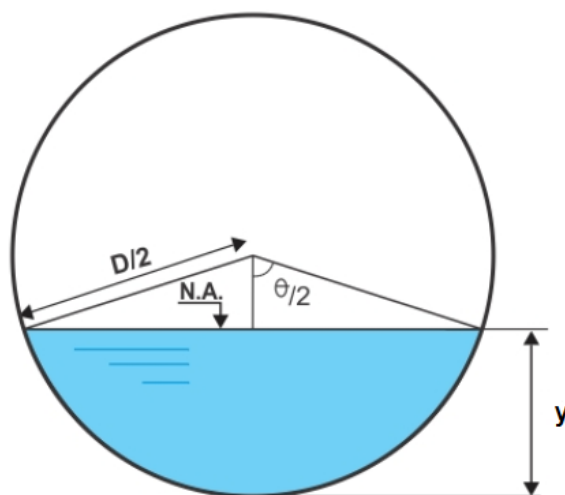


Figura 70: Características geométricas do conduto livre de seção circular.

Fonte: Adaptado de (Porto,2006)

Calcula-se o coeficiente dinâmico M , dado pela expressão:

$$M = \left(\frac{n \times Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Com o valor de M e de Dadot, calcula-se o coeficiente de forma K1 dado por:

$$K_1 = \frac{M}{D_{adot}}$$

A relação entre y/D e K1 é obtida através da tabela abaixo.

Tabela 29: Valores do coeficiente de forma K1 para seções circulares;

y/D	K1	y/D	K1	y/D	K1
0,01	0,024	0,34	0,383	0,67	0,591
0,02	0,042	0,35	0,391	0,68	0,596
0,03	0,058	0,36	0,399	0,69	0,6
0,04	0,073	0,37	0,407	0,7	0,604
0,05	0,087	0,38	0,415	0,71	0,608
0,06	0,101	0,39	0,422	0,72	0,612
0,07	0,114	0,4	0,43	0,73	0,616
0,08	0,127	0,41	0,437	0,74	0,62
0,09	0,139	0,42	0,444	0,75	0,624
0,1	0,151	0,43	0,451	0,76	0,627
0,11	0,163	0,44	0,458	0,77	0,631
0,12	0,175	0,45	0,465	0,78	0,634
0,13	0,186	0,46	0,472	0,79	0,637
0,14	0,197	0,47	0,479	0,8	0,64
0,15	0,208	0,48	0,485	0,81	0,643
0,16	0,218	0,49	0,492	0,82	0,646
0,17	0,229	0,5	0,498	0,83	0,649
0,18	0,239	0,51	0,504	0,84	0,51
0,19	0,249	0,52	0,511	0,85	0,653
0,2	0,259	0,53	0,517	0,86	0,655
0,21	0,269	0,54	0,523	0,87	0,657
0,22	0,279	0,55	0,528	0,88	0,659
0,23	0,288	0,56	0,534	0,89	0,66
0,24	0,297	0,57	0,54	0,9	0,661
0,25	0,306	0,58	0,546	0,91	0,662
0,26	0,316	0,59	0,551	0,92	0,663
0,27	0,324	0,6	0,556	0,93	0,664
0,28	0,333	0,61	0,562	0,94	0,664
0,29	0,342	0,62	0,567	0,95	0,664
0,3	0,35	0,63	0,572	0,96	0,663
0,31	0,359	0,64	0,577	0,97	0,661
0,32	0,367	0,65	0,582	0,98	0,659
0,33	0,375	0,66	0,586	0,99	0,656

Fonte :PORTO,(2006)

Com o valor de y/D , pode-se calcular o ângulo θ e o Raio Hidráulico, pelas expressões abaixo:

$$\theta = 2 \times \cos^{-1} \left(1 - 2 \times \frac{y}{D} \right)$$

$$R_h = \frac{D \times \left(1 - \frac{\cos \theta}{2} \right)}{4}$$

Assim, com o valor de R_h , calcula-se a velocidade de escoamento e o tempo de percurso, terminando-se o ciclo de cálculo para um dado trecho.

Para a rede de drenagem convencional traçada na Figura 68, os cálculos executados estão na tabela abaixo.

Tabela 30: Planilha de cálculo da rede de drenagem.

Trecho	L (m)	Área (km ²)	Tc (min)	I (mm/h)	C	Q (l/s)		Dadot(m)	COTAS		S (m/m)	Dcal (m)	M	K1	y/D	teta (°)	Rh (m)	v (m/s)	te (min)
						trecho	acum.		M	J									
1 2	91,4	0,00205	10,000	111,789	0,6	38,22	38,22	0,3	609	606	0,033	0,170	0,109	0,365	0,310	135,337	0,083	2,647	0,575
2 4	62,2	0,00382	10,575	109,766	0,6	69,85	108,07	0,3	606	603,5	0,040	0,241	0,156	0,519	0,530	186,885	0,098	3,278	0,316
3 4	85,5	0,00386	10,000	111,789	0,6	72,04	72,04	0,3	606	603,5	0,029	0,220	0,142	0,473	0,460	170,828	0,052	1,826	0,780
4 6	62,2	0,00749	10,892	108,684	0,6	135,84	315,94	0,4	603,5	600,5	0,048	0,349	0,225	0,562	0,610	205,424	0,126	4,250	0,244
5 6	80,4	0,00367	10,000	111,789	0,6	68,49	68,49	0,3	603,5	600,5	0,037	0,206	0,133	0,443	0,410	159,265	0,053	2,095	0,639
6 8	63,2	0,00706	11,136	107,864	0,6	126,94	511,37	0,5	600,5	598,5	0,032	0,452	0,292	0,583	0,650	214,922	0,093	2,808	0,375
7 8	76	0,00357	10,000	111,789	0,6	66,65	66,65	0,3	601	598,5	0,033	0,209	0,135	0,449	0,420	161,591	0,101	3,027	0,418
8 10	62	0,00694	11,511	106,627	0,6	123,49	701,51	0,6	598,5	596,5	0,032	0,507	0,327	0,545	0,570	196,101	0,108	3,124	0,331
9 10	69,8	0,00322	10,000	111,789	0,6	60,00	60,00	0,3	599	596,5	0,036	0,198	0,128	0,425	0,390	154,586	0,092	2,962	0,393
10 12	31,2	0,00632	11,842	105,559	0,6	111,20	872,71	0,6	596,5	595,5	0,032	0,551	0,355	0,592	0,670	219,760	0,156	3,989	0,130
11 12	70	0,00159	10,000	111,789	0,6	29,73	29,73	0,3	598	595,5	0,036	0,152	0,098	0,327	0,270	125,229	0,089	2,907	0,401
12 14	62,3	0,00313	11,972	105,143	0,6	54,96	957,40	0,8	595,5	594,5	0,016	0,649	0,419	0,524	0,540	189,183	0,162	2,891	0,359
13 14	62,2	0,00326	10,000	111,789	0,6	60,78	60,78	0,3	597	594,5	0,040	0,194	0,125	0,418	0,380	152,231	0,047	2,009	0,516

Rede de drenagem sustentável

Conforme discutido no Capítulo 4, as alternativas avaliadas quantitativamente foram pavimentos permeáveis e canteiros pluviais, dispostos na área em estudo conforme a figura abaixo.

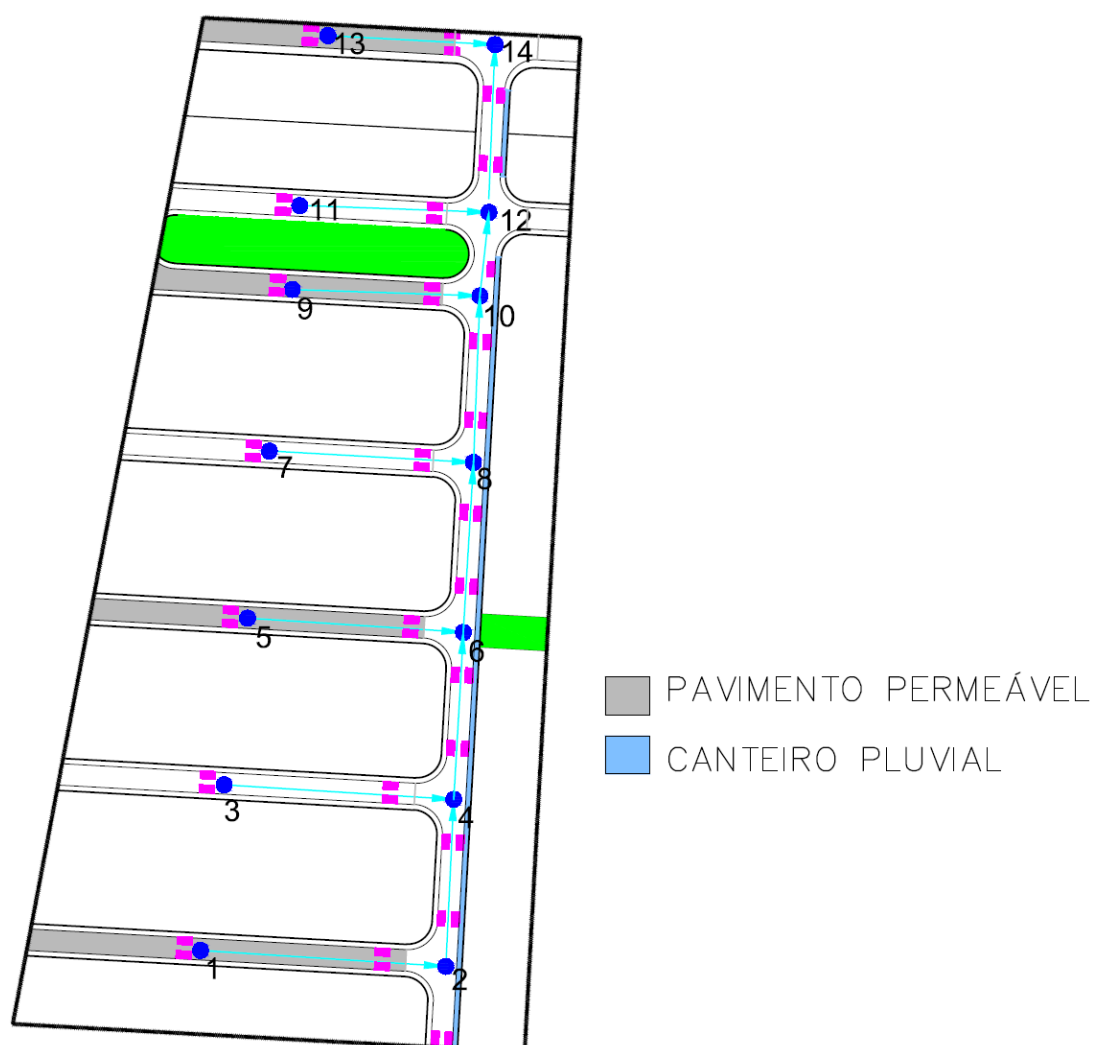


Figura 71: Disposição do pavimento permeável e do canteiro pluvial na área de estudo.

Os dois cenários avaliados, abordados no Capítulo 4, foram: Cenário A e Cenário B.

Cenário A – Economia

Neste cenário, considerando a diminuição do coeficiente de escoamento C para 0,03 nos trechos onde foi aplicado o pavimento permeável, e considerando um fator de redução de vazão f igual a 0,80 para os trechos onde foram dispostos os canteiros pluviais, obtém-se novos diâmetros para a rede de drenagem conforme a tabela abaixo.

Tabela 31: Planilha de cálculo da rede de drenagem – Cenário A.

Trecho	L (m)	Área (km²)	Tc (min)	I (mm/h)	C	f	Q (l/s)		Dado(t(m)		COTAS		S (m/m)	Dcal (m)	M	K1	y/D	teta (°)	Rh (m)	v (m/s)	te (min)
							trecho	acum.			M	J									
1 2	91,4	0,0020496	10,000	111,7894	0,03	1	1,911	1,911	0,3		609	606	0,033	0,055	0,036	0,119	0,070	61,369	0,145	3,840	0,397
2 4	62,2	0,003815	10,397	110,3864	0,6	0,8	56,195	58,106	0,3		606	603,5	0,040	0,191	0,123	0,411	0,370	149,864	0,098	3,279	0,316
3 4	85,5	0,0038635	10,000	111,7894	0,6	1	72,041	72,041	0,3		606	603,5	0,029	0,220	0,142	0,473	0,460	170,828	0,052	1,826	0,780
4 6	62,2	0,0074929	10,713	109,2929	0,6	0,8	109,277	239,423	0,4		603,5	600,5	0,048	0,314	0,203	0,507	0,510	182,297	0,097	3,575	0,290
5 6	80,4	0,0036733	10,000	111,7894	0,03	1	3,425	3,425	0,3		603,5	600,5	0,037	0,067	0,043	0,144	0,090	69,832	0,035	1,576	0,850
6 8	63,2	0,0070553	11,003	108,3086	0,6	0,8	101,968	344,816	0,4		600,5	598,5	0,032	0,390	0,251	0,629	0,760	242,672	0,116	3,263	0,323
7 8	76	0,0035746	10,000	111,7894	0,6	1	66,654	66,654	0,3		601	598,5	0,033	0,209	0,135	0,449	0,420	161,591	0,101	3,027	0,418
8 10	62	0,0069431	11,326	107,2333	0,6	0,8	99,350	510,820	0,5		598,5	596,5	0,032	0,450	0,290	0,581	0,640	212,527	0,155	3,988	0,259
9 10	69,8	0,0032177	10,000	111,7894	0,03	1	3,000	3,000	0,3		599	596,5	0,036	0,064	0,041	0,138	0,080	65,722	0,059	2,199	0,529
10 12	31,2	0,0063155	11,585	106,3853	0,6	0,8	89,655	603,475	0,5		596,5	595,5	0,032	0,480	0,309	0,619	0,730	234,781	0,102	3,013	0,173
11 12	70	0,0015945	10,000	111,7894	0,6	1	29,732	29,732	0,3		598	595,5	0,036	0,152	0,098	0,327	0,270	125,229	0,089	2,907	0,401
12 14	62,3	0,0031336	11,758	105,8277	0,6	0,8	44,252	677,459	0,6		595,5	594,5	0,016	0,570	0,368	0,613	0,720	232,215	0,160	2,868	0,362
13 14	62,2	0,0032597	10,000	111,7894	0,03	1	3,039	3,039	0,3		597	594,5	0,040	0,063	0,041	0,136	0,080	65,722	0,059	2,330	0,445

Cenário B - Segurança

Neste cenário, considerando a diminuição do coeficiente de escoamento C para 0,03 nos trechos onde foi aplicado o pavimento permeável, e considerando um fator de redução de vazão f igual a 0,80 para os trechos onde foram dispostos os canteiros pluviais, e mantendo-se os diâmetros calculados na rede convencional, pode-se adotar um $Tr=10$ anos. O cálculo da rede de drenagem para essa configuração está na tabela abaixo.

Tabela 32: Planilha de cálculo da rede de drenagem – Cenário B.

Trecho	L (m)	Área (km²)	Tc (min)	I (mm/h)	C	f	Q (l/s)		Dadot(m)	COTAS		S (m/m)	Dcal (m)	M	K1	y/D	teta (°)	Rh (m)	v (m/s)	te (min)
							trecho	acum.		M	J									
1 2	91,4	0,0020496	10,000	147,4428	0,03	1	2,520	2,520	0,3	609	606	0,033	0,061	0,039	0,132	0,080	65,722	0,059	2,105	0,724
2 4	62,2	0,003815	10,724	144,1019	0,6	0,8	73,358	75,879	0,3	606	603,5	0,040	0,211	0,136	0,454	0,430	163,909	0,061	2,400	0,432
3 4	85,5	0,0038635	10,000	147,4428	0,6	1	95,017	95,017	0,3	606	603,5	0,029	0,244	0,157	0,525	0,540	189,183	0,061	2,029	0,702
4 6	62,2	0,0074929	11,156	142,1777	0,6	0,8	142,157	313,052	0,4	603,5	600,5	0,048	0,347	0,224	0,560	0,600	203,080	0,075	2,993	0,346
5 6	80,4	0,0036733	10,000	147,4428	0,03	1	4,517	4,517	0,3	603,5	600,5	0,037	0,074	0,048	0,160	0,100	73,742	0,133	3,873	0,346
6 8	63,2	0,0070553	11,502	140,671	0,6	0,8	132,436	450,005	0,5	600,5	598,5	0,032	0,431	0,278	0,556	0,590	200,745	0,136	3,621	0,291
7 8	76	0,0035746	10,000	147,4428	0,6	1	87,912	87,912	0,3	601	598,5	0,033	0,232	0,150	0,498	0,500	180,005	0,094	2,888	0,439
8 10	62	0,0069431	11,793	139,4299	0,6	0,8	129,180	667,097	0,6	598,5	596,5	0,032	0,497	0,321	0,535	0,560	193,790	0,187	4,519	0,229
9 10	69,8	0,0032177	10,000	147,4428	0,03	1	3,957	3,957	0,3	599	596,5	0,036	0,071	0,046	0,153	0,100	73,742	0,133	3,794	0,307
10 12	31,2	0,0063155	12,022	138,4693	0,6	0,8	116,694	787,748	0,6	596,5	595,5	0,032	0,530	0,342	0,570	0,620	207,779	0,133	3,581	0,145
11 12	70	0,0015945	10,000	147,4428	0,6	1	39,214	39,214	0,3	598	595,5	0,036	0,169	0,109	0,363	0,310	135,337	0,083	2,762	0,422
12 14	62,3	0,0031336	12,167	137,8662	0,6	0,8	57,648	884,610	0,8	595,5	594,5	0,016	0,630	0,407	0,508	0,510	182,297	0,195	3,273	0,317
13 14	62,2	0,0032597	10,000	147,4428	0,03	1	4,008	4,008	0,3	597	594,5	0,040	0,070	0,045	0,151	0,090	69,832	0,035	1,636	0,634

ANEXO II – RELATÓRIO DE VISITA

Objetivo

O objetivo desse relatório é registrar as informações obtidas e os locais visitados durante a visita a cidade de Cosmópolis e ao loteamento.

- Data da visita: 30/07/2014
- Horário: das 10h as 14h
- Contatos: arquiteta Máira Reis e engenheiro Fernando Utsch da LOTE5.

Locais:

- 1) DAE – Departamento de Água e Esgoto de Cosmópolis;
- 2) Prefeitura Municipal de Cosmópolis;
- 3) Praça principal e igreja;
- 4) Escola Municipal;
- 5) Hospital Beneficiente Santa Gertrudes;
- 6) Loteamento de Cosmópolis;

Informações obtidas

A LOTE5 esteve presente na cidade de Cosmópolis na data da visita com o objetivo de conversar no DAE – Departamento de Águas e Esgoto de Cosmópolis sobre uma possível parceria com a SABESP.

Além disso, a arquiteta Máira foi até a Prefeitura de Cosmópolis buscar informações sobre o enquadramento do loteamento em uma ZEIS – Zona de Interesse Social, visto que o mesmo encontra-se na zona rural da cidade, impossibilitando o empreendimento.

Visita Técnica

A LOTE5 propiciou a oportunidade de dois integrantes do grupo acompanhar a arquiteta Maíra e o engenheiro Fernando durante uma visita ao DAE e a Prefeitura de Cosmópolis, para que o grupo obtivesse uma visão geral da cidade e do loteamento. Assim, as estudantes Ana Carolina e Michelle saíram de manhã da USP com destino a Cosmópolis.

De manhã o primeiro ponto visitado foi a DAE- Departamento de água e de Esgoto que abastece a cidade de Cosmópolis.



Figura 72: Escritório da DAE no Centro de Cosmópolis.

O grupo fez um passeio pelo centro e alguns bairros da cidade, visto que não pode acompanhar a arquiteta Maíra e o engenheiro Fernando nas reuniões com o representante do DAE e da Prefeitura.

A cidade é uma típica cidade do interior: há uma igreja matriz central e os serviços e comércio principais se encontram ao redor. O hospital e as escolas são um pouco mais afastados. Foi notado que a região central da cidade é

predominantemente plana e possui uma boa organização, com ruas limpas e praças bem conservadas.

Abaixo apresenta-se algumas fotos dos pontos visitados.



Figura 73: Prefeitura de Cosmópolis (1).



Figura 74: Prefeitura de Cosmópolis (2)

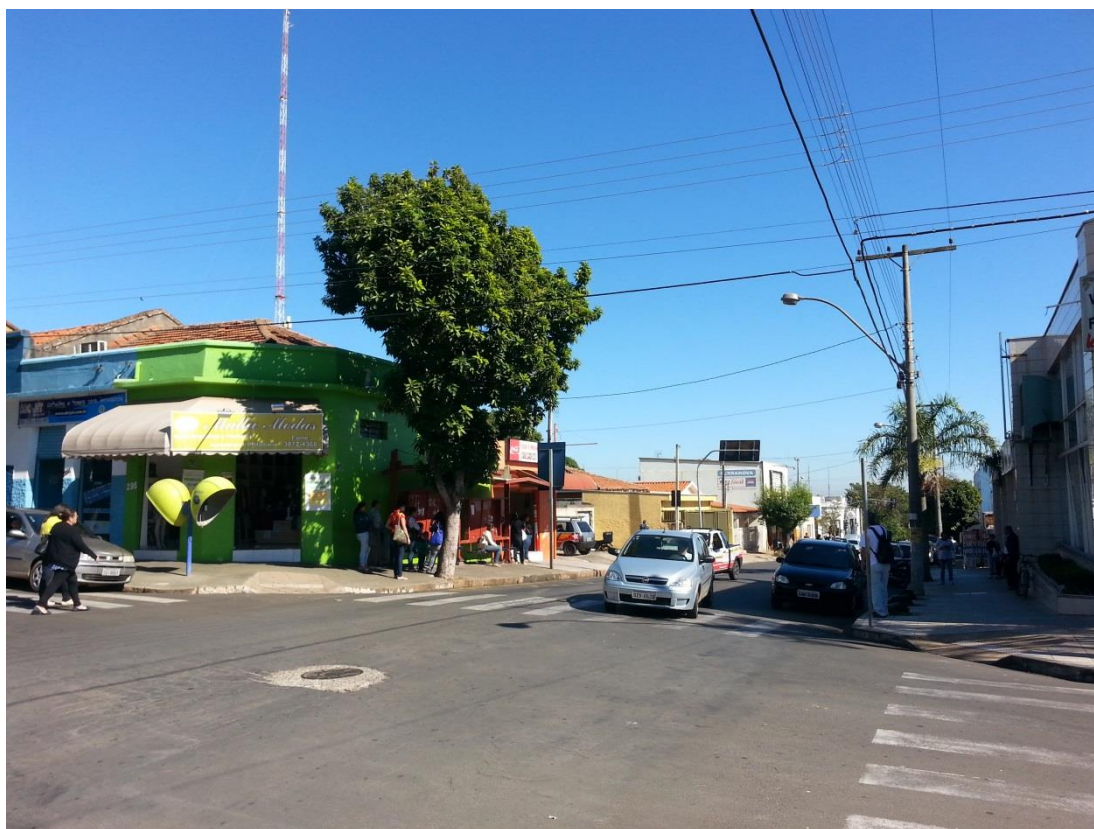


Figura 75: Uma das principais ruas de acesso da cidade.



Figura 76: Fórum.



Figura 77: Praça principal.



Figura 78: Igreja Matriz



Figura 79: Escola Municipal (1).



Figura 80: Escola Municipal (2).



Figura 81: Centro Médico de Cosmópolis.

O Hospital Beneficente de Cosmópolis é o único da cidade e atende tanto particular quanto pelo SUS – Sistema Único de Saúde.



Figura 82: Hospital Beneficente de Cosmópolis



Figura 83: Transporte



Figura 84: Escola

Após a visita pela cidade, a arquiteta Maíra levou o grupo para conhecer o loteamento. Para chegar ao local, Maíra optou em ir por Paulínia, visto que o acesso é mais fácil do que por Cosmópolis. Partindo de carro do centro de Cosmópolis, com direção ao bairro João Aranha de Paulínia e à Rodovia Americana - Paulínia, demorou cerca de 20 minutos até o loteamento. A Rodovia Americana - Paulínia do bairro João Aranha até o loteamento é pavimentada e bem conservada, contudo, sabe-se que partindo de Cosmópolis até o loteamento a rodovia ainda não foi pavimentada.

O terreno do loteamento é composto predominantemente por gramíneas e laranjeiras, e possui uma topografia bem plana.



Figura 85: Loteamento.



Figura 86: Laranjeiras (1).



Figura 87: Laranjeiras (2).



Figura 88: Laranjeiras (3).

Próximos ao loteamento encontram-se Pesqueiros e propriedades rurais. Ressalta-se que o bairro João Aranha de Paulínia fica a menos de 5 minutos de carro do loteamento.



Figura 89: Pesqueiro próximo



Figura 90: Limite Paulínia/Cosmópolis próximo ao loteamento.