

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS
AMBIENTAIS – PPGE CAM**

FERNANDO ANDREIS

**ANTEPROJETO DE INFRAESTRUTURA VERDE E RECONFIGURAÇÃO
PAISAGÍSTICA DA ÁREA DOS LAGOS DO ZOOLOGICO NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL - UCS**

**Caxias do Sul
2018**

FERNANDO ANDREIS

**ANTEPROJETO DE INFRAESTRUTURA VERDE E RECONFIGURAÇÃO
PAISAGÍSTICA DA ÁREA DOS LAGOS DO ZOOLOGICO NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL - UCS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais – PPGECAM da Universidade de Caxias do Sul – UCS, como requisito para a obtenção de grau de mestre em Engenharia e Ciências Ambientais.

Orientadora:

Profa. Dra. Vania Elisabete Schneider

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Gisele Cemin

Profa. Dr. Juliano Rodrigues Gimenez

Prof. Dr. André de Souza da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
UCS - BICE - Processamento Técnico

A559a Andreis, Fernando, 1979-
Anteprojeto de infraestrutura verde e reconfiguração paisagística da área dos lagos do zoológico no Campus da Universidade de Caxias do Sul - UCS / Fernando Andreis. – 2018.
143 f. : il. ; 30 cm

Apresenta bibliografia.
Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais, 2018.
Orientação: Profª. Dra. Vania Elisabete Schneider

1. Lagos - Universidade de Caxias do Sul. 2. Arquitetura paisagística. 3. Gestão ambiental. 4. Hidrologia. I. Schneider, Vania Elisabete, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 556.55:378.4(816.5)UCS

Índice para o catálogo sistemático:

1. Lagos - Universidade de Caxias do Sul	556.55:378.4(816.5)UCS
2. Arquitetura paisagística	712
3. Gestão ambiental	502.13
4. Hidrologia	556

Catalogação na fonte elaborada pela bibliotecária
Michele Fernanda Silveira da Silveira – CRB 10/2334

RESUMO

A perda de benefícios ecológicos causada com o crescimento das cidades pode ser amenizada com o uso de tecnologias alternativas de infraestrutura e reinserção de vegetação nativa em espaços urbanizados. Neste contexto, este trabalho busca realizar um anteprojeto de reconfiguração paisagística contemplando a reinserção de espécies vegetais nativas e implantação de tipologias de infraestrutura verde, ambos com a função de amenizar o impacto da urbanização e auxiliar o equilíbrio ambiental e harmonização paisagística do espaço. A área definida para o projeto encontra-se no campus da Universidade de Caxias do Sul (UCS), limitando-se aos lagos e seus entornos. Os procedimentos adotados envolveram análise documental, legal e normativa, levantamento situacional da área de estudo, elencando espécies vegetais existentes no espaço e problemas na infraestrutura existente, desenho de croquis sugestivos com alternativas de projeto, submissão para avaliação dos gestores da Universidade e, finalmente um anteprojeto de reestruturação paisagística e de infraestrutura verde para a área de estudo.

Palavras chaves: Revitalização de lagos, paisagismo, infraestrutura verde, planejamento ambiental, hidrologia.

ABSTRACT

The loss of ecological benefits caused by the growth of cities can be mitigated by the use of alternative infrastructure technologies and the reintroduction of native vegetation into urbanized areas. In this context, this work seeks to carry out a preliminary project of landscape reconfiguration contemplating the reinsertion of native plant species and the implantation of typologies of green infrastructure, both with the function of mitigating the impact of urbanization and helping the environmental balance and landscape harmonization of the space. The area defined for the project is located on the campus of the University of Caxias do Sul (UCS), limited to lakes and their environments. The procedures adopted involved documentary, legal and normative analysis, situational survey of the study area, listing existing plant species in space and problems in existing infrastructure, design of suggestive sketches with design alternatives, submission for evaluation of University managers and, finally, project of landscape restructuring and green infrastructure for the study area.

Keywords: Revitalization of lakes, landscaping, green infrastructure, environmental planning, hydrology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura da pesquisa	17
Figura 2 – Componentes da infraestrutura verde.....	23
Figura 3 – Sistematização do método de implantação de IEV.....	25
Figura 4 – Jardim de chuva na cidade de Portland - EUA	28
Figura 5 – Canteiro pluvial na cidade de Portland - EUA.....	28
Figura 6 - Pavimentos porosos	29
Figura 7 – Biovaleta na cidade de Portland - EUA.....	29
Figura 8 – Lagoa pluvial na cidade de Portland - EUA	30
Figura 9 – Jardim de Hestercombe, projetado por Robinson.....	37
Figura 10 – Projeto original e foto atual do parque ESALQ	38
Figura 11 – Plano Diretor UCS – Permeabilidade do solo	50
Figura 12 – Plano Diretor UCS – Aspectos físicos-ambientais - Espécies ameaçadas	51
Figura 13 – Plano Diretor UCS – Aspectos físicos-ambientais – Vegetação e hidrografia	52
Figura 14– Plano Diretor UCS – Infraestrutura – Rede de coleta pluvial e cloacal... ..	52
Figura 15 – Plano Diretor UCS – Evolução predial	53
Figura 16 – Marcenaria do Bloco 34 em 1951, atualmente é a Galeteria do Lago	54
Figura 17 – Plano Diretor UCS – Hierarquia viária interna.....	55
Figura 18 – Imagem de satélite expondo o lago vazio.....	57
Figura 19 – Fluxograma de metodologia.....	58
Figura 20 – Etapas para determinação e dimensionamento das estruturas de contenção.....	60
Figura 21 – Localização do município de Caxias do Sul - RS.....	62
Figura 22 – Localização do objeto de estudo inserido no município de Caxias do Sul	63
Figura 23 – Obra de infraestrutura e rompimento do lago norte	65
Figura 24 – Estrutura metálica para acesso à ilha do lago sul.....	65
Figura 25 – Ponte de acesso às ilhas do lago norte	66
Figura 26 – Entulho e lodo acumulado no fundo do lago norte.....	66
Figura 27 – Via de ligação leste/oeste	67
Figura 28 – Caminhos às margens dos lagos.....	67
Figura 29 – Inserção de vegetação ao longo dos caminhos	68
Figura 30 – Equipamentos urbanos da área dos lagos.....	68
Figura 31 – Acessos à ilha do lago norte bloqueados	69
Figura 32 – Invasão das águas do lago em áreas de gramado e vegetação.....	69
Figura 33 – Estado de conservação das quadras para esportes coletivos	70
Figura 34 – Caminhos usados para esportes individuais.....	70
Figura 35 – Áreas com vegetação degradada	71
Figura 36 – Caminhos com bloqueios de vegetação	71
Figura 37 – Uso inadequado dos decks de contemplação do lago.....	72
Figura 38 – Alimentação dos peixes realizada pelo público visitante	72
Figura 39 – Definição do perímetro de implantação das estruturas de drenagem....	73
Figura 40 – Planta de zoneamento do ambiente	80
Figura 41 – Projeto inicial de intervenção paisagística e infraestrutura do espaço... ..	81
Figura 42 – Visual 1 projeto paisagístico inicial	82
Figura 43 – Visual 2 projeto paisagístico inicial	82
Figura 44 – Visual 3 projeto paisagístico inicial	83

Figura 45 – Visual 4 projeto paisagístico inicial	84
Figura 46 – Projeto de revitalização dos lagos feito pela UCS	85
Figura 47 – Micro áreas de contribuição	87
Figura 48 – Anteprojeto de paisagismo e infraestrutura verde.....	90
Figura 49 – Margem existente e projetada dos lagos	91
Figura 50 – Margem existente e projetada dos lagos	92
Figura 51 – Deck lago Sul.....	93
Figura 52 – Ilhas lagos Norte e Sul	94
Figura 53 – Espaço infantil, praça e estacionamento	94
Figura 54 – Localização elementos de IEV	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Funções e definições das tipologias de IEV	26
Quadro 2 - Categorias de medidas estruturais	27
Quadro 3 – Espécies vegetais exóticas no entorno dos lagos do Campus Universitário	74
Quadro 4 – Espécies vegetais nativas no entorno dos lagos do Campus Universitário	75
Quadro 5 – Características das espécies escolhidas para inserção no Campus Universitário	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das estruturas escolhidas e suas áreas de contribuição	88
Tabela 2 – Resumo do dimensionamento da infraestrutura verde.....	88
Tabela 3 – Alturas necessárias para os lagos à partir da área base e volume de projeto	89
Tabela 4 – Alturas necessárias para as demais infraestruturas verdes construídas à partir da área base e volume de projeto.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAR	Cadastro Ambiental Rural
CNT	<i>Center for Neighborhood Technology</i>
CO2	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CRA	Cota de Reserva Ambiental
DAEE	Departamento de Água e Energia Elétrica
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ESALQ/USP de São Paulo	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade
EUA	Estados Unidos da América
IBAMA Renováveis	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	Intensidade-Duração-Frequência
IEV	Infraestrutura Verde
IPH	Instituto de Pesquisas Hidráulicas
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OEMA	Órgãos Estaduais do Meio Ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
PDDU	Plano Diretor de Drenagem Urbana
PMMA	Plano Municipal da Mata Atlântica
PND	Política Nacional de Desenvolvimento
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
RFO	Reposição florestal obrigatória
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SAMAE	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SEMMA	Secretaria Municipal do Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SMOSP	Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
UCS	Universidade de Caxias do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	15
2.1 Objetivos.....	15
2.1.1 Objetivo geral	15
2.1.2 Objetivos específicos	15
2.2 Justificativa e relevância da pesquisa	15
2.3 Estrutura da pesquisa.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 Infraestrutura Verde.....	19
3.1.1 Origem e definição do conceito.....	19
3.1.2 Funções e aplicações	20
3.1.3 Componentes de uma rede de IEV	23
3.1.4 Como projetar uma rede de IEV	24
3.1.5 Tipologias de IEV para escala local	26
3.2 ELEMENTOS DA PAISAGEM.....	30
3.2.1 Origem dos parques.....	31
3.2.1.1 Paisagem e percepção ambiental.....	34
3.2.1.2 Paisagem como patrimônio.....	35
3.2.1.3 Paisagem como recurso	35
3.2.2 O jardim inglês	36
3.2.3 Breve histórico do paisagismo brasileiro.....	38
3.2.4 Arborização urbana.....	39
3.2.4.1 Espécies nativas na arborização urbana	41
3.3 Aspectos legais, resolutivos e normativos	43
3.3.1 Lei da mata atlântica	43
3.3.2 Estatuto da cidade	45
3.3.3 Plano diretor municipal.....	46
3.3.4 Plano Diretor da Universidade de Caxias do Sul - UCS	49
3.3.5 Licenciamento ambiental	55
4 METODOLOGIA	58
4.1 Fase 1.....	58

4.2 Fase 2.....	59
4.3 Fase 3.....	62
4.4 Caracterização do município de Caxias do Sul	62
4.5 Delimitação da área de estudo	63
5 RESULTADOS.....	64
5.1 Caracterização atual da área de estudo	64
5.1.1 Levantamento situacional	64
5.1.2 Análise topográfica	72
5.2 Reinserção de vegetação nativa	73
5.3 Proposta paisagística inicial	80
5.4 Definição e dimensionamento da infraestrutura verde	86
5.4.1 Definição das micro áreas de contribuição e estruturas	86
5.4.2 Dimensionamento da infraestrutura verde	88
5.5 Anteprojeto de infraestrutura verde e paisagismo	89
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
7 RECOMENDAÇÕES.....	99
REFERÊNCIAS.....	100
APÊNDICE 01- <i>Ofício encaminhado ao público gestor da Universidade</i>	110
APÊNDICE 02- <i>Anteprojeto de infraestrutura verde e paisagismo</i>	113
APÊNDICE 03 – Artigo 1 - <i>Indicação de espécies vegetais nativas para a composição de espaço consolidado</i>	115
APÊNDICE 04 – Artigo 2 - <i>Determinação e dimensionamento de infraestrutura verde em espaço consolidado</i>	126
ANEXO I – <i>Considerações do público gestor da Universidade acerca da proposta de projeto para a área de estudo</i>	142
ANEXO II – <i>Projeto de revitalização dos lagos adaptado pelo setor de Engenharia da UCS</i>	145

1 INTRODUÇÃO

O paisagismo urbano é visto como parte de uma rede de espaços abertos com adoção de tecnologias que contribuem para a solução dos problemas associados à água, ao clima e à ecologia urbana, bem como na criação de uma imagem local e de espaços públicos mais estimulantes e sustentáveis. Esta tecnologia é integrada ao contexto urbano e possibilita um aumento na relevância social e ambiental dos projetos paisagísticos dentro de cidades que adotam tal intervenção paisagística (CORMIER & PELLEGRINO, 2008).

Segundo Benedict e McMahon (2006) há uma importante perda de benefícios ecológicos com o crescimento das cidades. A população em geral depende da vegetação para regular o fornecimento de água através da manutenção do ciclo hidrológico e da preservação das áreas de captação e recarga dos lençóis freáticos. Além disso, o aumento da urbanização traz ameaças à biodiversidade com inserção de espécies invasoras e degradação de habitats.

Rogers (2001) afirma que as cidades modernas podem provocar um impacto potencialmente negativo sobre o meio ambiente e é apenas através do planejamento sustentável que se poderá proteger a ecologia do planeta. Segundo o autor, em nenhum outro lugar a implementação da “sustentabilidade” pode ser mais poderosa e benéfica do que na cidade.

Autores como Schanzer (2003) e Monteiro (2013), enfatizam a importância da manutenção de áreas verdes dentro das cidades, pois reestabelecem o equilíbrio com a natureza além de regular o microclima e auxiliar na infiltração das águas com a redução do escoamento.

Neste contexto, o planejamento sustentável necessariamente deve abordar sistemas alternativos de drenagem urbana e, dentre os quais se encontra o modelo de infraestrutura verde (IEV) cuja principal finalidade é mimetizar os processos considerados naturais dentro do ambiente urbano, reduzindo assim os danos ambientais causados pela urbanização crescente. A infraestrutura verde tem por objetivo abrandar o impacto da urbanização, além de tornar possível aliar aspectos ambientais na elaboração de projetos urbanos planejados e pensados para reduzirem possíveis danos ao meio ambiente promovendo benefícios econômicos, sociais e culturais.

As intervenções de reestruturação urbana com ênfase em tecnologias alternativas passam pela esfera legal onde, mesmo não existindo legislação específica que aborde o tema infraestrutura verde, categorias legislativas vigentes podem ser adaptadas ao assunto como a Lei nº 10.257/2001 ou Estatuto da Cidade e a Lei Complementar nº 290/2007 ou Plano Diretor do Município de Caxias do Sul.

Frente ao exposto, o presente trabalho vem propor um anteprojeto¹ de paisagismo em uma área delimitada dentro do campus da Universidade de Caxias do Sul (UCS) o qual, em finais de semana tem seu uso intensificado no lazer, contemplação e esportes. Algumas condições, no entanto, prejudicam estas práticas como:

- 1) Vegetação da área predominantemente exótica, se sobrepondo às espécies nativas.
- 2) Trafegabilidade dos usuários comprometida por falta de caminhos alternativos aos pedestres e esportistas;
- 3) Infraestrutura existente deficitária.
- 4) Vazamento do lago norte ocorrido durante uma obra de reparo de tubulação;
- 5) Descuido na questão paisagística, onde são escassos os pontos de parada e descanso, os caminhos para os usuários e um limitador com vegetação que impeça a alimentação exagerada dos animais aquáticos.
- 6) A estrutura nos decks e pontes dos lagos comprometidas pela degradação dos materiais e suportes com risco de rompimento ou queda;
- 7) Deck sendo utilizado como abrigo para indigentes;
- 8) Fluxo intenso de veículos nas proximidades do zoológico, que comprovadamente não favorece o bem estar animal, sendo contestado pelo IBAMA.

A proposta abrange a área que compreende desde o limite do zoológico com o lago, atingindo o lago norte e seu entorno e, também um lago menor situado a oeste destes, possibilitando assim uma integração dos espaços já consolidados com as novas intervenções.

¹ O anteprojeto consiste na apresentação da solução conceitual e física do problema, com distribuição das funções e das áreas de intervenção com seus elementos principais naturais e edificáveis, em escala adequada.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é realizar de um anteprojeto que contemple o uso de infraestrutura verde, abrangendo drenagem e recursos hídricos e, a inserção de novos elementos paisagísticos, contemplando o uso de arborização nativa na área do lago norte e entornos, no Campus Central da Universidade de Caxias do Sul.

2.1.2 Objetivos específicos

- a) Realizar análise documental do campus por meio de cartografia, licenciamento ambiental, plano diretor de Caxias do Sul e da UCS;
- b) Realizar levantamento da área;
- c) Levantar as atividades antrópicas realizadas no sítio;
- d) Identificar vegetação existente no local;
- e) Determinar espécies nativas que possam ser inseridas no espaço;
- f) Definir a infraestrutura verde que pode ser implantada no espaço;
- g) Desenhar croquis sugestivos para subsidiar o processo de decisão;
- h) Submeter aos gestores as propostas de intervenção;
- i) Analisar as impressões do público gestor sobre os cenários propostos;
- j) Propor uma sugestão de intervenção do espaço com apresentação de um anteprojeto da área, indicando elementos paisagísticos e de infraestrutura verde.

2.2 Justificativa e relevância da pesquisa

Muitos benefícios advindos da inserção de árvores em ambientes urbanos podem ser elencados como prevenção de erosão, contenção de encostas, manutenção da qualidade das águas, redução no escoamento pluvial superficial e facilitador na infiltração das águas das chuvas, evitando inundações.

A presença de vegetação também promove a melhoria da qualidade do ar, pois retêm partículas de poluentes suspensos na atmosfera. As árvores auxiliam na

regulação do microclima urbano, amenizando as altas temperaturas provocadas por vias pavimentadas e acúmulo de áreas edificadas.

Segundo Monteiro (2013) a elaboração de um projeto paisagístico tem a função de preservar, tomar, restaurar, reconstruir a paisagem, através de contribuições práticas para restabelecer o equilíbrio rompido na natureza. Uma vez reconhecidos, considerados e utilizados de forma correta, os processos naturais podem se tornar elementos de apoio para a definição da forma de ocupação de um sítio.

Além da função recreativa, segundo Silva (2010), as áreas verdes possuem também a finalidade de equilibrar o meio ambiente urbano, com elementos de equilíbrio psicológico, de reconstituição da tranquilidade e recomposição do temperamento, dando colorido e plasticidade ao meio urbano quando bem distribuídas.

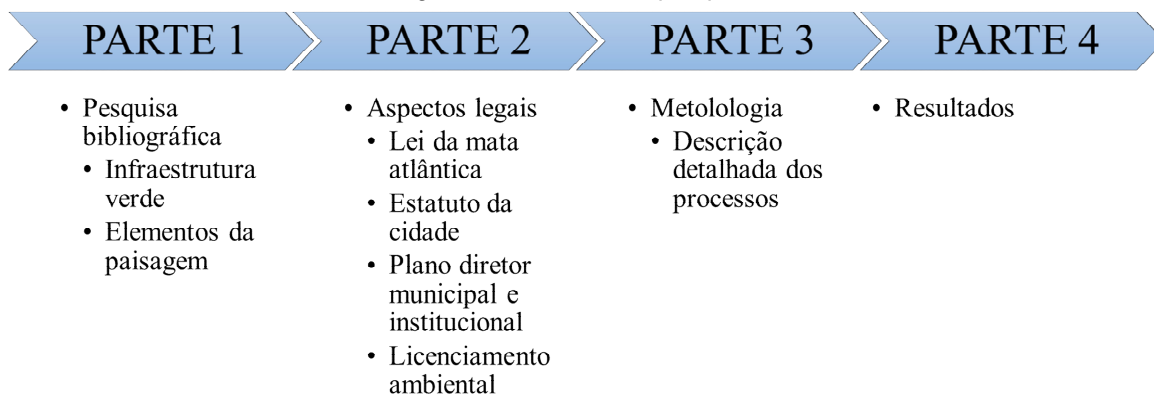
A predominância de espécies vegetais de grande porte é visível na área de estudo, porém em uma pré-análise, a vegetação encontrada é basicamente exótica e, de acordo com o MMA (2016), espécies consideradas invasoras trazem ameaças ao ecossistema, habitats ou espécies, pois competem em desigualdade com as espécies nativas podendo excluí-las, homogeneizando assim o ambiente. Outro problema destacado são os riscos que podem trazer à saúde humana.

Com a compreensão da área de estudo é possível uma tomada de decisões no que diz respeito ao uso e atividades que podem ser realizadas, ao paisagismo e às espécies que podem permanecer ou serem retiradas e, implantação de nova infraestrutura de drenagem onde se faça necessário. O entendimento do local, apoiado pelo levantamento e análise de dados reduz a chance de equívoco na tomada de decisões, bem como o impacto que poderia sofrer o meio ambiente diante de uma decisão equivocada.

2.3 Estrutura da pesquisa

O trabalho está estruturado em quatro partes, conforme descrito na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

A parte 1 compreende pesquisa bibliográfica realizada com enfoque em Infraestrutura Verde (IEV) e elementos da paisagem. Em se tratando de IEV, houve abordagem desde sua origem, funções, tipos de usos e aplicações, tipologias aplicáveis à área de estudo até a exposição de uma estrutura básica de elementos que compõem um projeto de uma rede de IEV.

Quanto aos elementos da paisagem, houve aprofundamento no tema desde a origem dos parques no cenário mundial, com breve descrição de sua evolução até sua chegada ao cenário nacional com uma abordagem sobre algumas tipologias de paisagismo que o Brasil adotou com um enfoque no jardim inglês. O assunto arborização urbana foi mencionado como forma de compreender o uso de espécies nativas e sua importância dentro do contexto urbano.

A segunda parte traz uma pesquisa documental contendo os aspectos legais relacionados à questão ambiental, desde leis e resoluções nacionais como a lei da mata atlântica e estatuto da cidade, passando pela esfera municipal com plano diretor municipal chegando à esfera institucional com licenciamento ambiental e plano diretor da Universidade de Caxias do Sul.

Na parte 3 o enfoque é direcionado ao objeto de estudo do trabalho, com elaboração de metodologia específica e dentro deste estudo de caso, houve um levantamento e caracterização da área de estudo, definição de espécies vegetais, definição e dimensionamento das estruturas de drenagem e elaboração de proposta paisagística inicial, apresentada ao público gestor da UCS com intuito de avaliar seus comentários e críticas.

A quarta parte expõe o resultado alcançado com a pesquisa. Nesta etapa se evidenciam a tipologia de vegetação escolhida para o local, a localização e dimensionamento dos elementos de IEV, a composição paisagística para o espaço. Todo este processo culminando em um anteprojeto paisagístico para a área de estudo, apresentado através de imagens e de plantas em vista superior com apontamentos de cada elemento que compõe a proposta.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Infraestrutura Verde

Nesse capítulo será apresentado o tema “infraestrutura verde”, uma técnica compensatória de drenagem urbana que ajuda a promover a restauração do ambiente e dos recursos naturais e, vem ao encontro à Lei Federal nº 11.445/2007 que especifica que o manejo de águas pluviais urbanas, corresponde ao conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. Em seguida, serão expostas sua definição, funções, benefícios e aplicações e, finalmente serão apresentados seus principais componentes e maneiras de projetá-la.

3.1.1 Origem e definição do conceito

Vasconcellos (2011) informa que o termo infraestrutura verde foi usado pela primeira vez no ano de 1994 na Flórida, em um relatório da *Florida Greenways Commission*² que tinha como intuito expor que os sistemas naturais deveriam ser igualmente valorizados diante da infraestrutura tradicional, tornando-os tão ou mais importantes do que a infraestrutura convencional dentro do contexto urbano, devendo conservar e restaurar os recursos naturais mediante o planejamento de infraestrutura verde.

Porém, para o mesmo autor, embora o termo “infraestrutura verde” seja relativamente novo, o seu conceito não.

O movimento da infraestrutura verde é baseado em estudos sobre a paisagem e as inter-relações do homem e da natureza iniciadas há mais de 150 anos. Inúmeras disciplinas contribuíram com teorias, ideias, pesquisas e conclusões para as origens do planejamento e projeto da infraestrutura verde, especialmente as relacionadas às ideias e ações de conservação da natureza através de parques estaduais e nacionais; refúgios da vida silvestre; programas de proteção a florestas, rios e áreas sensíveis; e planos de desenvolvimento relacionados à natureza nas disciplinas de planejamento urbano, paisagismo e planejamento ambiental (BENEDICT & MCMAHON, 2006, p. 23).

² Criada em 1993, corresponde a um grupo de 40 membros encarregados de avaliar os corredores verdes da Flórida, a fim de promover um sistema integrado de espaços verdes.

Benedict & McMahon (2006) acrescentam ainda que a infraestrutura verde pode ser considerada uma rede de áreas naturais e de outros espaços abertos que conserva os valores e funções do ecossistema natural, mantém o ar e a água limpos e provê uma larga variedade de benefícios. Ainda acrescenta que é um processo que promove a aproximação sistemática e estratégica para a conservação da terra da escala nacional à escala local, encorajando o uso do solo e o seu planejamento em benefício da natureza e das pessoas, ou seja, promove tanto a conservação quanto o desenvolvimento.

No entanto, o termo possui diferentes significados dependendo do contexto em que é usado: alguns autores o delimitam como aos elementos vegetais que promovem benefícios ecológicos em áreas urbanas, já outros autores fazem referência às estruturas de engenharia (como as de manejo das águas pluviais ou de tratamento de água) que são projetadas para serem ecológicas (BENEDICT & MCMAHON, 2006).

Herzog (2013) acredita que a infraestrutura verde tem o objetivo de reduzir a taxa de superfícies, como concretos, asfaltos, cimentos, cerâmicas, pedras e telhas, reintroduzindo a biodiversidade urbana.

Moura (2013) reforça dizendo que a infraestrutura verde, contempla diretamente a necessidade social urgente de tornar os ambientes construídos/urbanos mais sustentáveis, tanto em novas urbanizações, quanto na adaptação de áreas já ocupadas. Ainda diz que este modelo permite que a população possa identificar e priorizar oportunidades de conservação e planejar o desenvolvimento de forma que o uso do solo seja otimizado para favorecer as necessidades das pessoas e da natureza.

3.1.2 Funções e aplicações

Para Benedict & McMahon (2006) um plano de infraestrutura verde pode identificar previamente áreas importantes para ações futuras de conservação e restauração além de ajudar a direcionar e localizar outras áreas para desenvolvimento. Enquanto algumas redes de infraestrutura verde se concentram essencialmente nos processos naturais da paisagem e nos seus benefícios ecológicos, outras também incluem áreas que beneficiam as pessoas, como parques, trilhas, áreas de lazer, mirantes, fazendas, entre outros.

Cormier & Pellegrino (2008) comentam que a rede de infraestrutura verde pode ser integrada em quase todas as paisagens urbanas, incrementando positivamente na qualidade ambiental de áreas já urbanizadas. Ainda reforçam dizendo que arquitetos paisagistas são especialmente qualificados para projetar tal intervenção urbana, aumentando a relevância social e ambiental dos projetos de arquitetura paisagística. Em escala regional, complementam dizendo que esta rede de espaços se compõe por parques, corredores verdes e espaços naturais preservados, podendo ser expandida se a infraestrutura já implantada se readéque às tipologias de infraestrutura verde.

Monteiro (2013) afirma que para planejar a infraestrutura verde é necessário identificar, compreender a estrutura da paisagem e demarcar os espaços a serem preservados ou recuperados e definir qual a função de cada um dos elementos da paisagem exercerá na rede da infraestrutura verde e, a partir daí, promover conexões nos fragmentos que interligam todo o sistema, funcionando como corredores ecológicos, conectando ecossistemas e paisagens, cujo processo são fundamentais para a manutenção dos processos ecológicos. Ainda afirma que num processo de urbanização, a dinâmica da natureza é substituída pela dinâmica do ecossistema urbano, caracterizado pela alteração dos processos e dos equilíbrios naturais causados pela urbanização que acaba gerando processos que degeneram a paisagem e o meio ambiente. As consequências destas ações aparecem sob a forma de inundações, efeito estufa, degradação do solo, esgotamentos de recursos naturais, etc. Além disso, a busca pela melhoria das condições de habitabilidade do ambiente urbano torna-se imprescindível na procura de um desenvolvimento com crescimento econômico, pautado pela preservação ambiental e pela busca da sustentabilidade.

A implantação da infraestrutura verde pode ser em diferentes escalas: particular, local, estadual, regional ou nacional. Quando introduzida em uma escala particular, as edificações e espaços verdes, como quintais e jardins podem receber as intervenções. Já em uma escala local, as intervenções se aplicam ao manejo das águas pluviais, com o uso de técnicas como jardins de chuva, canteiros pluviais, alagados construídos, pavimentação permeável e outras melhores práticas de gestão que contribuam para a infiltração, retenção, condução ou purificação das águas pluviais (BENEDICT & MCMAHON, 2006).

Benedict & McMahon, (2006) elenca inúmeros benefícios da infraestrutura verde, dentre eles os ecológicos, sociais, econômicos e culturais:

(1) a conservação da biodiversidade; (2) o favorecimento ao funcionamento dos sistemas naturais; (3) a proteção dos habitat e de suas conexões; (4) a manutenção das florestas e de áreas cultiváveis; (5) amenização climática; (6) economia, pois as soluções da infraestrutura verde são mais baratas que as da infraestrutura cinza ou tradicional; (7) economia com gastos financeiros em mitigação de inundações e purificação da água, uma vez que previne enchentes e protege os mananciais de abastecimento de água potável; (8) prevenção contra processos erosivos; (9) promoção da saúde física e mental do homem, através da relação homem-natureza; (10) aumento da qualidade de vida; (11) aumento das oportunidades de lazer em áreas externas; (12) promove a educação ambiental; (13) direciona o crescimento para fora das áreas risco de desastres naturais, como enchentes, incêndios e deslizamentos; (14) proteção de áreas com potencial turístico, como monumentos naturais, e, conseqüentemente, aumento das oportunidades de retorno financeiro; (15) ajuda na determinação de onde se deve construir; (16) aumenta o valor das propriedades e dos impostos de arrecadação do governo incidentes sobre elas; (17) conciliação das correntes conservacionistas e desenvolvimentistas, reduzindo a oposição ao “desenvolvimento”; (18) e promoção do sentimento de cidadania dentro das comunidades, através do estabelecimento de um consenso sobre seu futuro (BENEDICT & MCMAHON, 2006).

O CNT³ (2010) acrescenta a esta lista, benefícios relacionados ao manejo de águas pluviais:

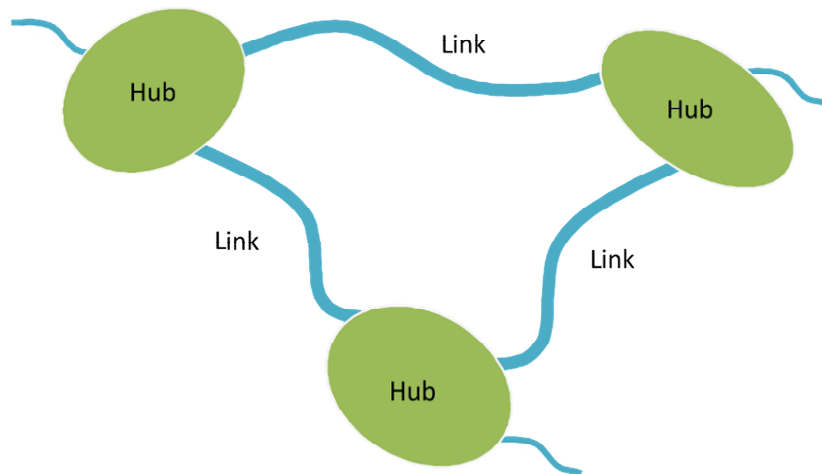
- a) Benefícios hídricos e redução de escoamento superficial;
- b) Reduzir a demanda de água;
- c) Melhorar a recarga hídrica dos aquíferos;
- d) Reduzir o consumo energético;
- e) Melhorar a qualidade do ar;
- f) Reduzir a concentração de CO₂ na atmosfera;
- g) Reduzir as ilhas de calor;
- h) Transformar a paisagem e multifuncional;
- i) Reduzir a poluição sonora;
- j) Aumentar áreas de recreação e lazer;
- k) Promover novo habitat para espécies;
- l) Oportunizar a educação ambiental.

³ Center for Neighborhood Technology em www.cnt.org.

3.1.3 Componentes de uma rede de IEV

De acordo com Benedict & McMahon (2006) a rede de infraestrutura verde conecta os ecossistemas e as paisagens em um sistema de *hubs*⁴ e *links*⁵, que variam em tamanho, função e domínio. Os *hubs* podem ser de diferentes tamanhos e formas, podendo ser grandes reservas ou áreas de proteção, grandes áreas de terras públicas, áreas particulares e parques. Os *links* conectam os ecossistemas e paisagens e funcionam como corredores para plantas e animais como pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 – Componentes da infraestrutura verde



Fonte: adaptado de www.researchgate.net, 2018

Corredor verde é uma maneira de se obter a conectividade entre fragmentos remanescentes de ecossistemas naturais, mas não a única. Conectividade é a possibilidade de espécies e populações circularem entre os diversos fragmentos que compõem o mosaico da paisagem. Esse movimento pode ocorrer durante períodos de tempo variáveis, dependendo da espécie. A conectividade pode ser feita por áreas agrícolas e urbanas, e também varia para as diversas espécies (HILTY, LIDICKER Jr. & MERENLENDER, 2006).

⁴ *Hubs* têm a função de ancorar as redes de infraestrutura verde e proporcionar espaços para as plantas nativas e comunidades de animais, são também a origem ou o destino dos animais, das pessoas e dos processos ecológicos que se deslocam através do sistema (BENEDICT & MCMAHON, 2006).

⁵ Os *Links* são as conexões que interligam todo o sistema de infraestrutura verde. São fundamentais para a manutenção dos processos ecológicos vitais e para a saúde e a biodiversidade das populações nativas (BENEDICT & MCMAHON, 2006).

Segundo Ahern (2003), a conectividade entre os fragmentos remanescentes de ecossistemas possibilita que funções naturais ocorram, sendo importante para a sustentabilidade e sobrevivência do ser humano.

Para o planejamento de corredores verdes, deve-se propor a manutenção de espécies mais resistentes, com ciclovias e trilhas que façam a conexão entre diversos bairros, o que pode se constituir em meio de transporte alternativo. Ecossistemas frágeis devem ser manejados, de modo que o trânsito seja controlado para evitar impactos – devem ter o acesso restrito, com relação aos horários e locais abertos à visitação, em função da sua capacidade de suporte. Ecossistemas mais sensíveis devem ficar fora do projeto de corredores verdes (HERZOG, 2008, p.14-15).

A mesma autora afirma que a eficácia dos corredores só poderá ser provada ao longo de anos ou décadas, então, não é possível esperar pelos resultados, pois as paisagens sofrerão alterações ao longo deste período, tanto em termos de estrutura quanto em função.

3.1.4 Como projetar uma rede de IEV

Para Vasconcellos (2011) um planejamento abrangente da paisagem otimiza os processos e fluxos, bióticos e abióticos, da paisagem através da ligação dos *hubs* com usos adequados em um sistema de conservação integrado. Selecionar um *link* apropriado entre dois *hubs* requer da equipe de projeto a identificação das áreas que possuem atributos e processos ecológicos adequados para a ligação.

Para a implantação do sistema faz-se necessária a definição de critérios para identificação de locais com potencial, em relação ao valor de preservação, conforme apresentados abaixo:

Tamanho – a importância para a preservação da natureza aumenta com o tamanho: quanto maior melhor.

Diversidade – variedade é melhor (amplitude de espécies e habitats).

Naturalidade – quanto menos modificado/alterado melhor.

Representação – comunidades naturais que não estejam bem representadas nas áreas de proteção existentes devem ter prioridade.

Raridade – locais com elementos raros são melhores.

Fragilidade – comunidades frágeis são mais valorizadas e merecedoras de proteção.

Tipificação – manutenção de bons exemplos das espécies comuns é importante.

História registrada – selecionar locais bem pesquisados e documentados com presença de espécies e habitats conhecidos é melhor do que suposições.

Posição da paisagem – particularmente importante na infraestrutura verde, a contiguidade que um local mantém com os elementos da paisagem vizinha é uma consideração importante (conectividade de habitats).

Valor potencial – locais pouco valorizados, mas com potencial de restauração e de valorização são importantes.
 Apelo intrínseco – a proteção de certas espécies notáveis pode ser interessante para a sociedade e pode resultar em um melhor reconhecimento global para a conservação da natureza (BENEDICT & MCMAHON, 2006 *apud* VASCONCELLOS, 2011).

Vasconcellos (2011) ainda sistematiza um possível método de implantação de infraestrutura verde com ênfase em um planejamento abrangente da paisagem e otimização dos processos e fluxos através da ligação dos *hubs* e *links* como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Sistematização do método de implantação de IEV



Fonte: Vasconcellos (2011), adaptado pelo autor, 2018

Para o mesmo autor, em qualquer caso, a infraestrutura verde significa olhar para a paisagem em função dos vários usos que ela poderia servir – para a natureza e para as pessoas e determinar qual desses usos atingiria o máximo de benefício para ambos.

3.1.5 Tipologias de IEV para escala local

A infraestrutura verde é composta por diversas tipologias multifuncionais que podem ser aplicadas à área de estudo deste trabalho. Sua aplicação é recomendada para uma escala local, pois a integra dentro de uma estrutura ecológica existente.

Vasconcellos (2011) expõe a principal função da infraestrutura verde como sendo a de solucionar problemas de drenagem. Cingapura (2011) argumenta que as principais funções exercidas pelas tipologias de infraestrutura verde voltadas para o manejo das águas pluviais são: purificação (sedimentação, filtração e absorção biológica), detenção, retenção, condução e infiltração conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Funções e definições das tipologias de IEV

Função da IEV	Definição da função	Tipologia de IEV que cumpre a função
Purificação	As águas pluviais escoadas (<i>runoff</i>) podem ser purificadas através de um ou uma combinação dos seguintes processos de tratamento: sedimentação; filtração ou absorção biológica	todas
Detenção	Tem a função de desacelerar o fluxo das águas pluviais para aliviar a pressão sobre o sistema de drenagem a jusante. O escoamento pode ser retardado através de uma variedade de métodos, como a infiltração através da vegetação; aumentando a permeabilidade de uma área e assim diminuindo o escoamento superficial (<i>runoff</i>); ou armazenando-o temporariamente (por algumas horas) em alguma instalação local	biovaletas, canteiros pluviais, interseções viárias, jardins de chuva, lagoas secas, muro vegetal, pavimentos porosos, ruas verdes e teto verde
Retenção	O objetivo é aliviar a pressão sobre o sistema de drenagem a jusante. A água é retida por um longo período de tempo (em uma cisterna, bacia ou lagoa), quer para utilização numa fase posterior, ou até que esteja pronto, para ser lançado no sistema de drenagem ou nos corpos d'água	alagados construídos e lagoas pluviais
Condução	Refere-se à forma pela qual o escoamento superficial é transportado e dirigido a partir do ponto inicial de chuva para a sua descarga final	biovaletas e ruas verdes
Infiltração	Processo pelo qual a água se infiltra no solo para recarga do lençol freático e aquíferos, com o benefício adicional de purificação	alagados construídos, canteiros pluviais, hortas urbanas, interseções viárias, jardins de chuva, lagoas pluviais, lagoas secas, pavimentos porosos e ruas verdes

Fonte: Cingapura (2011), adaptado pelo autor, 2018

Para Righetto *et al*, (2009) a implantação destes elementos de infraestrutura verde pode ser considerada uma técnica estrutural de drenagem urbana, pois são

necessárias intervenções físicas, estruturais para sua implantação. Têm a característica de reduzir o volume de escoamento superficial ou remover os constituintes do escoamento superficial e são capazes de remover poucos poluentes ou atender grandes áreas de drenagem. Acrescenta que os sistemas estruturais podem ser classificados em função de suas categorias funcionais como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Categorias de medidas estruturais

Categoria	Tipo
Detenção do escoamento	Bacia de detenção ou de atenuação de cheia Bacia de retenção com infiltração
Área inundável	Terreno adaptado a alagamento
Vegetação	-
Dispositivos de infiltração	Vala de infiltração Bacia de infiltração Pavimento poroso
Filtros orgânicos e de areia	Filtro superficial de areia Filtro subterrâneo
Tecnologias alternativas	-

Fonte: Adaptado de Righetto *et al*, 2009

Vasconcellos (2011) acrescenta que em geral, os custos de implantação são pequenos comparados ao custo total de uma rede de infraestrutura cinza (convencional), enquanto que os benefícios ambientais resultantes são muitos.

A seguir, serão apresentadas diversas tipologias de projeto de infraestrutura verde que podem ser associadas ao objeto de estudo proposto:

A) Jardim de chuva e canteiro pluvial

São jardins em cotas mais baixas em relação à via e, recebem águas das superfícies impermeáveis adjacentes e, encaminhadas à um sistema de drenagem. Seu sistema de biorretenção utiliza a atividade biológica de plantas e microrganismos para remover os poluentes das águas pluviais e contribui para a infiltração e retenção das águas de chuva, evitando uma sobrecarga no sistema de drenagem e conseqüentemente as inundações, (Figura 4). Seu correto dimensionamento deve atender à demanda momentânea, sendo considerada sua vazão total algumas horas depois de um evento.

Segundo Vasconcellos (2011), o jardim de chuva atende as funções hídricas de purificação (sedimentação, filtração, absorção biológica), retenção e infiltração.

Figura 4 – Jardim de chuva na cidade de Portland - EUA



Fonte: www.ecotelhado.com, 2018

Os canteiros pluviais (Figura 5) seguem os mesmos princípios dos jardins de chuva e podem ser compactados à pequenos espaços urbanos, porém, pode contar além de sua capacidade de infiltração, com um extravasador ou, em exemplos sem infiltração, contar só com a evaporação, evapotranspiração e transbordamento (CORMIER & PELLEGRINO, p.130, 2008).

Figura 5 – Canteiro pluvial na cidade de Portland - EUA



Fonte: <https://hpigreen.com>, 2018

B) Pavimentos porosos

Os pavimentos porosos são uma solução para reduzir a impermeabilidade das superfícies urbanas, pois permitem a infiltração das águas pluviais e reduzem o escoamento superficial, retendo temporariamente pequenas quantidades de água e consequentemente reduzindo inundações. Herzog (2009) elenca uma gama de

possibilidades de uso como em calçadas, vias, estacionamentos, pátios, quintais residenciais, parques e praças e, pode ser visualizado na Figura 6. Dentre as opções de materiais pode-se citar: asfalto poroso, concreto permeável, blocos intertravados, brita e pedriscos.

Purificação (sedimentação, filtração e absorção biológica), retenção e infiltração são as funções hídricas elencadas por Vasconcellos (2011).

Figura 6 - Pavimentos porosos



Fonte: www.oterprem.com.br, 2018

C) Biovaletas ou valas biorretentoras

De acordo com Herzog (2009) são depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, que processam a limpeza da água da chuva ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, dirigindo o excesso para jardins de chuva ou outros sistemas de retenção de água como pode ser visualizado na Figura 7.

Para Rotermund (2012) as biovaletas são fortes candidatas a substituírem as sarjetas de concreto, consideradas sistemas de drenagem convencional.

Figura 7 – Biovaleta na cidade de Portland - EUA



Fonte: www.americanforests.org, 2018

D) Lagoa Pluvial

Cormier e Pellegrino (2008), explicam que as lagoas pluviais, como na Figura 8, também chamadas bacias de retenção, recebem o escoamento superficial por drenagens naturais ou tradicionais. Caracterizam-se como um alagado construído, mas que não recebem efluentes de esgotos domésticos ou industriais. Sua capacidade de armazenamento acaba sendo o volume entre o nível permanente da água que contém e o nível de transbordamento aos eventos para os quais foi dimensionada. Por exigirem mais espaço que as tipologias anteriores, acabam desempenhando um papel importante por sua possibilidade de armazenar grandes volumes de água e, criam banhados, valiosos como hábitat, recuperam a qualidade da água e podem até se tornarem lugares de recreação e lazer, valorizando seu entorno.

Figura 8 – Lagoa pluvial na cidade de Portland - EUA



Fonte: Nathaniel S. Cormier em Cormier e Pellegrino, 2008

3.2 ELEMENTOS DA PAISAGEM

Para Ferreira (2005), o termo paisagem e paisagismo são bastante abrangentes, sendo a paisagem formada por diversos fatores naturais e elementos produzidos pela natureza no tempo e no espaço social. Já paisagismo é a representação da paisagem através de um processo de transformação. Para o autor, a paisagem é criada e moldada pelo homem para satisfazer suas necessidades sociais.

Figueiredo (2013) complementa, dizendo que comumente o termo paisagem é visto como um “panorama” ou algo que se vê de longe e com profundidade, permitindo a distância necessária da linha do horizonte, ou *skyline*, espinha dorsal de sua construção morfológica em que os primeiros planos e detalhes se fazem menos importantes, embora constitutivos.

A questão da sustentabilidade é também recentemente incorporada ao termo paisagem, porém, como forma de recuperação ou manutenção da natureza, a mesma que deve ser preservada a fim de compor o cenário ideal de paisagem (FIGUEIREDO, 2013).

3.2.1 Origem dos parques

Segundo Scalise (2002) no final do século XVIII, na Inglaterra, o parque surge como fato urbano relevante e tem seu pleno desenvolvimento no século seguinte, com ênfase maior na reformulação de Haussmann em Paris, e o Movimento dos Parques Americanos, o *Park Movement* liderado por Frederick Law Olmstead e seus trabalhos em New York, Chicago e Boston. No século XIX surgiram os grandes jardins contemplativos, os parques de paisagem, os *parkways*, os parques de vizinhança americanos e os parques franceses formais e monumentais.

O parque, nesse período, preocupa-se com as demandas de equipamentos para recreação e lazer, a necessidade de expansão urbana, o novo ritmo de trabalho, além da necessidade de criação de espaços amenizadores da estrutura urbana, bastante adensadas, com funções de “pulmões verdes”, saneadoras, representando oásis de ar puro, de contemplação, estimulando a imaginação (SCALISE, 2002).

A partir do século XVI, os jardins e os parques públicos são os resultados da transformação do imaginário da natureza de hostil para um plano de espírito-culto religioso o que segundo Ferreira (2005) é uma visão romântica, que se estabeleceu a partir de uma mudança da mentalidade ocidental sobre a importância da conservação, que vê nos grandes espaços naturais o alívio dos problemas da cidade.

Na segunda metade do século XV e do século XVI, no período do Renascimento, as transformações culturais, sociais e econômicas, unidas à valorização da razão e da natureza, com a adoção de métodos experimentais e de

observação, os humanistas começaram a investigar a fitogeografia e os hábitos de crescimento das plantas. Estas mudanças acarretaram uma transformação na configuração de novos espaços nas principais cidades da Europa. É nesse momento que surge o primeiro grande modelo de jardim, o Jardim Italiano ou jardim renascentista com as árvores organizadas em um arranjo simétrico, mantendo um alinhamento, que proporcionava ao espaço uma organização racional (FERREIRA, 2005).

Para Terra (2004) é no Renascimento e no Maneirismo que os jardins botânicos começam a ser planejados com a mesma preocupação estética utilizada nos jardins de prazer, e, nesse modelo de jardim, que se encontra uma configuração inicialmente simples envolvendo as árvores. Para o autor, no final do século XVII surge o modelo do jardim francês ou jardim clássico, que se caracteriza por mostrar a natureza dominada pelo homem, prevalecendo a geometria e a uniformidade simétrica e se conservou por dois séculos.

No final do século XVII, o jardim romântico inglês começa a ser consolidado mudando a linguagem geométrica e arquitetônica do jardim clássico francês. O jardim inglês, através de suas linhas curvas, modelado de relevo em colinas macias, rios e lagos, extensos gramados e grupos de árvores, retratava o que se percebia na natureza (FERREIRA, 2005).

Segundo Ferreira (2005), os primeiros espaços ajardinados projetados para o uso público, os jardins e também os primeiros parques urbanos apareceram no final do século XVIII e início do século XIX. Os jardins e parques reais franceses eram abertos ao público somente em ocasiões especiais. A revolução Industrial também favoreceu a criação de parques urbanos na Inglaterra, até então privados.

Santucci (2003) relata que com o crescimento das cidades e a destruição das florestas, o interesse por jardins e parques apareceu como um contraponto à sociedade industrial e passou a fazer parte do cotidiano urbano. Na mesma época, surgem os conceitos higienistas, liderados por uma corrente de médicos higienistas que defendiam a criação de espaços ajardinados nas cidades, a fim de promover um modo de vida mais saudável, comparando os parques aos pulmões, necessários para revigorar a atmosfera.

Para Scalise (2002) os modelos paisagísticos dos jardins ingleses do século XVIII transformaram-se em fontes de inspiração para o parque urbano deste período. Segundo a autora, a pesquisa sobre o desenvolvimento dos parques urbanos

européus e americanos esclarece como as várias concepções de parque foram se modificando de acordo com a época, influenciados tanto por características socioeconômicas quanto culturais das populações e em parte pela localização nos vários territórios. Percebe-se que os projetos dos países desenvolvidos acabam por influenciar as ideias dos paisagistas nos países em desenvolvimento e que não existe um projeto ideal de parque que possa atender a todos os usuários e mantenedores nos diferentes países ou em diferentes cidades (SCALISE, 2002).

Para Ferreira (2005), sob ponto de vista conceitual da época, o parque tem como base um ideal paisagístico, entendido como um espaço livre de grande dimensão, em que predominam elementos naturais e onde o ambiente construído é visto apenas como uma projeção de pano de fundo.

No final do século XVIII, na Inglaterra, o parque surge como fato urbano relevante e tem seu pleno desenvolvimento no século seguinte, com ênfase maior na reformulação Haussmann, em Paris, e dos parques americanos, como o *Park Movement* liderado por Frederick Law Olmsted, em Chicago e Boston.

O primeiro parque urbano dos Estados Unidos, com estilo de parque romântico, foi o *Central Park* de Nova York, criado por Frederick Law Olmsted e Calvert Vaux, em 1858, com 300 hectares. O estilo de paisagem pastoral serviu de modelo para outros grandes parques urbanos. Seus extensos gramados, lagos e grandes massas de vegetação, hoje cercados de arranha-céus, seriam os protótipos do parque urbano (FERREIRA, 2005).

De acordo com Scalise (2002), foi no século XIX que surgiram os grandes jardins contemplativos, os parques de paisagem, *parkways*, os parques de vizinhança americanos e os parques franceses formais e monumentais. O parque urbano no final do século XIX era a representação de certos ideais democráticos, também considerados uma fonte de benefícios para a saúde da população ao desempenhar o papel de pulmões dentro da malha urbana.

Nesse período, havia a preocupação na implantação de parques, com as demandas de equipamentos para recreação e lazer, a necessidade de expansão urbana, o novo ritmo de trabalho, além da necessidade de criação de espaços representando oásis de ar puro, de contemplação, estimulando a imaginação (SCALISE, 2002).

Para Barcellos (1999) *apud* Ferreira (2005), o parque *La Villete*, construído nos limites de Paris foi formado como espaço de convergência social, direcionado para atividades culturais, apresentando reduzida concentração de elementos vegetais. Este parque permanece único por sua qualificação de parque voltado às

atividades semelhantes, pensadas a partir das novas ideias de inserir o parque como elemento de revitalização urbana, com intervenções que buscam recuperar uma área degradada pela dinâmica dos processos urbanos.

Outra modalidade de parque, o *waterfront* ou parque litorâneo, segundo Ferreira (2005), tem como um dos mais expressivos exemplos dessa modalidade de parque no *Parque del Litoral de Barcelona*. Construído para atender aos Jogos Olímpicos de 1992, promoveu a revitalização da área degradada pelas indústrias através da implantação de espaços livres com tratamento paisagístico e atendeu a uma nova proposta de ligação da cidade com o mar.

Esta modalidade de parque litorâneo não é, também, como o La Villete, um local para práticas esportivas ou para interação introspectiva com os elementos naturais, mas para o footing (equilíbrio) e a apreciação da paisagem. Nestes parques, o papel das árvores e do ajardinamento da área é restrito, funciona apenas como elemento de composição que permeia os espaços livres (FERREIRA, 2005).

3.2.1.1 Paisagem e percepção ambiental

A vegetação segundo Shanzer (2003) exerce grande influência no conforto ambiental, principalmente no conforto térmico e nas questões psicossociais do ambiente contribuindo assim para o bem estar do usuário.

Almeida (2006) explica que uma paisagem é sempre o resultado de um fluir de acontecimentos sobre um determinado espaço. Esses acontecimentos são tanto de origem natural como humana. Significa que na paisagem está inscrita de modo indelével a marca das ações das comunidades humanas que aí estiveram ou viveram.

Para Nassauer (2003), paisagem é a impressão acumulada pela história local ou regional e, ainda há a diversidade própria inerente a cada cultura, pois que "a cultura estrutura as paisagens", assim como "as paisagens imprimem cultura".

Para Cosgrove (1998) a construção das paisagens, ocorre ao longo do tempo e de forma específica como um produto social, modelada pelas várias ações intencionais do homem.

3.2.1.2 Paisagem como patrimônio

Almeida (2006) afirma que a carga subjetiva que acompanha a determinação do que é patrimônio paisagístico manifesta-se, de modo evidente, na escala do apreciador. Ao nível individual, ou de uma comunidade local, podem ser tomadas atitudes de certo modo contraditórias.

Uma paisagem é patrimônio a partir do momento em que é singular, em que as suas qualidades são únicas. Essa singularidade pode decorrer de duas referências: do apelo ao "solo", ou seja, à valorização do que se vê – é a paisagem em sentido mais estrito ou usual - e do apelo ao "passado", ou seja, à história única que fez o lugar (LAZZAROTTI, 2003).

Trechos de paisagem sem nada de destacável para um observador comum segundo Almeida (2006), podem ter inscritas cargas de vivência e de simbolismo tão fortes para o usuário habitual que este lhe atribui um valor não assinalável pelas outras pessoas.

Quanto às sensações, Almeida (2006) expõe que as paisagens geralmente motivavam às pessoas, aspectos bastante positivos como tranquilidade, calma, sossego, bem-estar, paz, liberdade, descontração, grandiosidade. Em todos estes métodos de apreciação da paisagem há subjetividade e emoção, por mais objetivos que pretendam ser, ao aplicar cálculos estatísticos sobre as variáveis.

3.2.1.3 Paisagem como recurso

É reconhecido o papel que a vegetação, desempenha nas cidades, em especial quanto às suas virtualidades como depuradoras do ambiente urbano, assim como criadoras de espaços mais agradáveis e de lazer onde a presença de visualização de determinados trechos ou aspectos paisagísticos começam ou deveriam começar a ser planejados dentro dos espaços urbanos segundo Almeida (2006).

A transformação do patrimônio em recurso de acordo com Lazzarotti (2003) pode atingir níveis que tornam a manutenção do espaço insustentável. Segundo o autor, em certos bairros históricos das cidades já pode verificar-se uma frequência exagerada de pessoas podendo assim afetar uma das suas principais atrações que é a qualidade do lugar. Exemplos citados são praias, onde ocorre degradação paisagística severa e de difícil recuperação e, parques, que recebem um número de

visitantes maior que o suportado e, pelo menos, segundo ele, são afetados parcial ou pontualmente no que diz respeito à degradação do patrimônio paisagístico.

Porém é interessante salientar que Lazzarotti (2003) também remete este estudo à países do Terceiro Mundo, onde, a criação de parques naturais tem contribuído para a melhor preservação da vida selvagem na respectiva área devido à receita gerada pelo turismo do local.

3.2.2 O jardim inglês

O jardim inglês surgiu no final do século XVIII e destacava-se por ser desenvolvido de acordo com o local, o terreno, clima, vegetação, sempre promovendo o equilíbrio com a natureza. Eram jardins informais, compostos de árvores, arbustos e gramados, de fácil implantação e manutenção.

Seus caminhos e gramados convidavam à sua contemplação e exploração. Estes elementos atuavam também como organizadores do jardim, interligando suas várias partes. Os caminhos direcionavam a passagem, determinando como as pessoas deveriam contemplar a paisagem. Tais elementos eram dispostos de forma pouco rígida, com traçados curvilíneos e linhas extensas. Os caminhos sinuosos eram bastante utilizados.

Paiva (2004) descreve os projetos de jardim inglês do paisagista e escritor Willian Robinson, que tinha como característica a valorização das flores silvestres, espécies resistentes cultivadas de maneira informal. Para ele, o jardim era um local onde se deveriam exibir plantas raras.

Um exemplo mostrado por Paiva (2004) de jardim projetado por Robinson foi o de *Hestercombe*, em *Cheddon Fitzpaine, Somerset* visualizado na Figura 9. O jardim era dividido em planos, terraços e jardim aquático. Os caminhos, divididos em diagonal foram construídos em plano superior ao dos canteiros de plantas herbáceas. Para cada caminho combinava cores de um modo particular como misturas de tons pastéis como cinza e azul-esverdeado e também a associação de formas pontiagudas com formas indefinidas. As plantas no jardim possuíam a função de suavizar as construções em alvenaria. A transição do jardim para o campo inglês era de maneira sutil: após os portões do jardim, as fazendas eram cultivadas, delimitadas por cercas-vivas e córregos.

Atualmente no Brasil, segundo Barbin (1999) o Parque da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba, considerado um jardim inglês, foi inaugurado em 1907 e possui uma área aproximada de 15,000 m² e, é muito utilizado pela USP para estudos, pesquisas e atividades didáticas, pois além de possuir uma gama de espécies vegetais, nativas e exóticas, possui um grande valor histórico e científico e contribui para a amenização do microclima local (BARBIN, 1999).

Figura 9 – Jardim de Hestercombe, projetado por Robinson

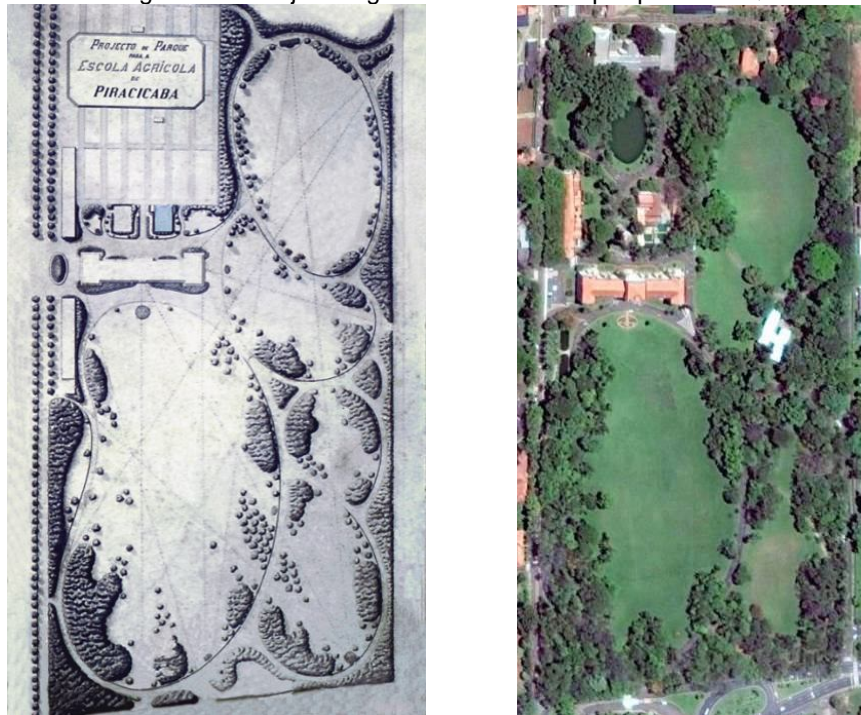


Fonte: gardenhistorymatters.com, 2018

O paisagista belga Arsenio Puttemans, responsável pelo projeto do Parque da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), de acordo com Mendes *et al* (2015), acabou sendo tombado em 2006, pela beleza, raridade e aspectos histórico-culturais e também para garantir a preservação de suas características.

Autores como Barbin (1999) e Mendes *et al* (2015) elencam as características principais do parque, como a descrição dos canteiros com vegetação de formas e tamanhos variados, separados por vias e, compostos por cinco gramados e vinte e quatro maciços arbóreos, algumas construções e um canteiro que circunda o prédio central da administração. Entretanto o mesmo autor expõe a descaracterização sofrida no parque com o passar do tempo. No ano de 1999, das 10 linhas executadas pelo paisagista, seis encontravam-se interrompidas pelo crescimento dos maciços, como se pode observar no projeto original e fotografia atual representados na Figura 10.

Figura 10 – Projeto original e foto atual do parque ESALQ



Fonte: esalq.usp.br, Google Earth, foto de 2016, 2018

3.2.3 Breve histórico do paisagismo brasileiro

Para Ferreira (2005) o século XIX é o momento da estruturação do Brasil como nação. Havia a necessidade de organizar-se, principalmente a partir de 1808 com a chegada da família real portuguesa. As cidades começam a estruturar-se e modernizar-se para desempenhar novas funções administrativas. Terra (2004) considera que no Brasil a implantação de áreas verdes surge no final do século XVIII no Rio de Janeiro e, durante o século XIX, em diversas cidades, aliada ao discurso higienista e à preocupação com a paisagem e a arborização, que passa a fazer parte da organização de algumas cidades brasileiras.

Macedo & Sakata (2003), por sua vez afirmam que os primeiros parques públicos surgiram na cidade do Rio de Janeiro e possuíam as características morfológicas e funcionais conhecidas hoje e, no século XX, foram implantados os primeiros grandes parques projetados para o lazer público, no Rio de Janeiro e São Paulo.

Barcellos (1999) *apud* Ferreira (2005) relata transformações na sociedade brasileira das décadas de 1960, 1970 e 1980 que, aparentemente colocaram os parques urbanos no foco das políticas públicas e imprimiram novos significados ao

lazer e à recreação ao ar livre. Segundo o autor existiram duas vertentes de ações, que geraram mudanças no tratamento da questão do parque público nas cidades brasileiras.

A primeira vertente utiliza o parque como estratégia de conservação dos recursos naturais remanescentes, tornando-se a linha de ação mais evidente e consolidada. Embora o parque ecológico seja uma área de domínio público, destinasse ao uso, com atividades de lazer limitadas, funcionando, também, como unidade de conservação e preservação de áreas naturais.

Menos evidente, a segunda vertente, vem se manifestando nos últimos anos de forma mais consistente no que diz respeito ao uso dos parques como elementos da economia urbana, especialmente ligados ao lazer e ao turismo.

Ferreira (2005) destaca um dos principais nomes do paisagismo no Brasil, o paisagista francês Auguste Marie François Glazou, o qual consolidou seu nome na história do paisagismo brasileiro, principalmente na cidade do Rio de Janeiro, cuidando dos jardins imperiais e impondo sua própria marca nos espaços que interferiu de maneira diferente dos padrões usados, até então. Com relação às suas características compositivas, o jardim vai seguir, sobretudo, a solução paisagista.

Em se tratando de paisagismo moderno, Roberto Burle Marx, o mais renomado arquiteto paisagista nacional, ajudou no rompimento da estrutura paisagista europeia e introduziu uma linha moderna de paisagismo, que passa por influências tanto nacionalistas quanto americanas (FERREIRA, 2005), Burle Marx começou a projetar jardins em 1934 e, apesar de buscar pontos no passado, organizava uma nova paisagem, com um traçado dentro das características formais do século XX.

3.2.4 Arborização urbana

Ferreira (2005) conceitua arborização urbana como os elementos vegetais de porte arbóreo, dentro da cidade. Segundo o autor, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema das áreas verdes (jardins, praças e parques).

Para o mesmo autor, Paris foi cidade pioneira no conceito arborização urbana, quando o Barão Haussman enfileirou árvores nas avenidas e *boulevards*, tornando a arborização urbana tal qual se conhece hoje.

Para Backes & Irgang (2004) um dos principais usos das árvores na paisagem urbana é na arborização, embelezando ruas e avenidas das cidades. Além do valor estético, as árvores no meio urbano proporcionam sombra, abrigo para a fauna e minimizam a poluição visual e o aspecto das cidades.

Schuch (2006) acrescenta que a arborização urbana viária é essencial na composição do verde urbano e desempenha um importante papel na manutenção da qualidade ambiental das cidades, influenciando significativamente nas condições microclimáticas. Segundo o autor, a cidade deve passar por um plano de arborização urbana viária que, deverá ser amplo, critérios e considerar fatores como tipologia urbana, características locais e condições físicas, bem como as interferências da infraestrutura e dos recuos das edificações. Também relata que a seleção de espécies vegetais será adequada às diferentes situações, mas também necessitará dotar a cidade de uma paisagem rica e diversa, fazendo uso das formas, volumes e florações que colorem as cidades nas diferentes estações (SCHUCH, 2006).

Muneroli & Mascaró (2010) afirmam que a arborização urbana proporciona vários benefícios ao ambiente, destacando-se a captura do carbono atmosférico, o aumento da umidade do ar, o controle da temperatura, o fornecimento de alimento à fauna silvestre, a diminuição da intensidade do vento e o alívio do estresse da população.

Schuch (2006) acrescenta ainda que as árvores têm a maior influência na melhoria das condições do solo urbano nas áreas não pavimentadas. Além disso, autores elencam características benéficas da utilização de árvores em cidades:

As árvores ajudam a prevenir a erosão do solo provocada pela força da água e do vento. A parte aérea da árvore barra as gotas da chuva antes que impactem no solo e as raízes formem massas, prevenindo o solo de ser 'lavado' e desagregado. As folhas que caem das árvores são decompostas, agregando matéria orgânica ao solo, aumentando sua capacidade de absorção. A erosão eólica também é prevenida pelas árvores através da barreira formada por elas contra o movimento do ar. Além disto, são altamente eficientes no controle da temperatura dos solos urbanos.

Outro aspecto benéfico das árvores é a melhoria da hidrologia urbana. Em locais muito urbanizados, o processo de evaporação e transpiração do solo é prejudicado. As áreas pavimentadas e edificadas diminuem a infiltração da água no solo e o fluxo de água correndo sobre estas áreas aumenta com a ocorrência de enxurradas, fato cada vez mais corriqueiro nos ambientes urbanos. O papel da árvore, neste caso, é reduzir o impacto da água de enxurrada através de reflorestamento de áreas dentro das cidades, para tirar vantagem da grande capacidade de infiltração de solos com árvores.

O incremento da quantidade e diversidade da vida selvagem urbana é outro aspecto vantajoso da presença das árvores no ambiente urbano. As árvores

suprem requisitos básicos como alimento, abrigo, cobertura e áreas para reprodução da vida selvagem e a presença de vida selvagem nas cidades beneficia o manejo ecológico de pragas e doenças. Além disto, flutuações na população de espécies podem servir como um sistema de alarme inicial, para advertir mudanças ambientais, que podem afetar a saúde humana e a presença da vida selvagem é importante para que muitas pessoas sintam a vida mais plena e agradável (SCHUCH, 2006).

A utilização da vegetação na engenharia civil, para aumentar a estabilidade de declives através da proteção do solo, do impacto da gota d'água, da interceptação da água da chuva e da redução da superfície de escoamento da água (SCHUCH, 2006).

Segundo Schuch (2006) existe uma grande variedade de árvores e de espécies vegetais de diferentes portes, épocas de floração, cores, formas, exigências de solo, permanência ou não de folhas, adaptadas a diferentes tipos de clima, entre outras características. Para o autor, a árvore, além de seu aspecto ornamental, possui funções específicas como fornecer sombra, deter e canalizar ventos, criar espaços e intervir nas questões visuais.

3.2.4.1 Espécies nativas na arborização urbana

Para Emer (2011) na maioria das cidades brasileiras não houve um planejamento prévio na arborização urbana tornando o uso vegetativo problemático e gerador de prejuízos econômicos em virtude de estragos as calçada, conflitos com fiação elétrica, morte e substituição de plantas não apropriadas para esse fim. Embora apresente grande importância no planejamento das cidades, a arborização urbana tem sido ainda pouco estudada principalmente no que se refere a emprego de espécies nativas do bioma local para o paisagismo urbano.

Isernhagen *et al* (2009), considera relevante a conservação da biodiversidade em espaços urbanos, além disso, é importante envolver na discussão a importância do uso de espécies nativas. Biondi & Leal (2008) também indicam a importância e as vantagens do uso de espécies nativas na arborização urbana, como maior resistência a pragas, a criação de um banco genético *ex-situ*⁶, a minimização do risco de uso de espécies exóticas invasoras, etc.

⁶ Segundo o MMA, 2017, a conservação *ex situ*, envolve a manutenção, fora do habitat natural, de uma representatividade da biodiversidade, de importância científica ou econômico-social, inclusive para o desenvolvimento de programas de pesquisa. Trata da manutenção de recursos genéticos em câmaras de conservação de sementes (-20° C), cultura de tecidos (conservação *in vitro*), criogenia - para o caso de sementes recalcitrantes, (-196° C), laboratórios - para o caso de microorganismos, a campo (conservação *in vivo*), bancos de germoplasma - para o caso de espécies vegetais, ou em núcleos de conservação, para o caso de espécies animais.

Segundo Diefenbac e Viero (2010) *apud* Emer (2011) árvores nativas são aquelas ocorrem naturalmente em uma determinada região. São espécies que foram geradas e se desenvolveram em um dado ecossistema e, portanto, são fundamentais para o equilíbrio ambiental destes locais.

Para Emer (2011) as árvores nativas, embora ainda pouco difundidas na arborização urbana, estão ganhando espaço em projetos recentes por apresentarem peculiaridades importantes do ponto de vista da sustentabilidade ambiental.

Reis *et al.* (2003) sugere que ao formar conjuntos que lembrem a paisagem original da região, seria possível criar uma nova percepção do espaço urbano por parte dos habitantes, contribuindo na reeducação para a valorização da biodiversidade no ambiente urbano.

Emer (2011) ressalta a importância do Bioma Mata Atlântica, que apresenta riquíssima biodiversidade de espécies arbóreas muitas delas com elevado potencial para utilização na arborização das cidades. Contudo, conforme Silva *et al.* (2008), observa-se nas cidades brasileiras uma crescente substituição da flora nativa por plantas exóticas, alterando o ambiente natural que resta nos centros urbanos.

Segundo Ziller (2001) as espécies exóticas quando introduzidas em outros ambientes, livres de inimigos naturais, se adaptam e passam a reproduzir-se a ponto de ocupar o espaço de espécies nativas, podendo vir produzir alterações nos processos ecológicos naturais, tendendo a se tornar dominantes.

Emer (2011) ainda acrescenta que uma arborização adequada promove o enriquecimento da paisagem e deve explorar de forma harmoniosa todos os elementos do paisagismo, priorizando a utilização de espécies do bioma local, que proporciona uma maior identidade à arborização das cidades, resgatando o aspecto cultural e da história dos moradores.

Cecchetto (2014) reitera que não basta apenas pensar no plantio de uma espécie simplesmente pelo seu apelo estético e ornamental, sempre se deve primar pelos aspectos do entorno e pelo conhecimento das singularidades da mesma depois de adulta quando seu crescimento metabólico estiver completo, ou seja, com raízes, copa, folhagem, frutificação e floração desenvolvidas. Assim, não há o risco de uma escolha mal sucedida e de uma indesejável remoção ou podas agressivas.

Autores como Cecchetto (2014) e Emer (2011) comentam que as árvores urbanas oferecem alimento e abrigo principalmente para insetos e aves importantes na manutenção da biodiversidade dos ecossistemas naturais e urbanos. De acordo

com Matos e Queiroz (2009) a presença de avifauna e a formação de ninhos podem ser considerados indicadores de qualidade ambiental das cidades.

O mesmo autor ainda alega que é fundamental ter em uma arborização com riqueza de espécies. Árvores da mesma espécie quando são plantadas próximas umas das outras, acabam se tornando suscetíveis a determinadas pragas e doenças, e caso alguma se contaminar, poderá propagar o fitopatógeno⁷ ou inseto para as outras árvores da mesma espécie, visto que são suscetíveis também.

3.3 Aspectos legais, resolutivos e normativos

As legislações podem ter peculiaridades quando tratadas no âmbito do direito como, por exemplo, o fato delas serem mais restritivas em esferas municipais e estaduais em relação à esfera nacional. O contrário não se aplica, ou seja, a legislação municipal ou estadual nunca pode ser mais permissiva que a legislação nacional.

Tratando-se de infraestrutura verde, não existe legislação nacional que aborde o conteúdo em sua totalidade, porém, algumas categorias legislativas vigentes podem se enquadrar no tema como a lei nº 10.257/2001 ou Estatuto da Cidade e a Lei Complementar nº 290/2007 ou Plano Diretor do Município de Caxias do Sul.

Nos próximos capítulos serão abordados os instrumentos legais, resolutivos e normativos vigentes no Brasil.

3.3.1 Lei da mata atlântica

Para interpretação da Lei 11428/2006, se faz necessário antes, conceituar vegetação nativa em estágio primário e secundário. Segundo a Resolução Conama nº 33 (1994), vegetação primária é aquela de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies; já vegetação secundária é aquela resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações

⁷ É todo organismo (em geral microrganismo) que transmite alguma doença ou causa algum problema infeccioso, apenas em plantas. (dicionarioinformal.com.br)

antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária.

Segundo a Lei 11428/2006, os ecossistemas integrantes do Domínio Mata Atlântica representados no território gaúcho são a Floresta Ombrófila Densa, localizada na faixa costeira do litoral e nas encostas de Osório a Torres; a Floresta Ombrófila Mista e os Campos de Altitude na região do planalto, com seus capões de araucárias (*Araucaria angustifolia*) e pinheiro bravo (*Podocarpus lambertii*); as Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais, na encosta sul da Serra Geral e região do Alto Uruguai; e a vegetação de restinga, presente na maior parte do litoral gaúcho, quase sempre acompanhada de dunas, lagoas e banhados.

A Lei 11428/2006 ainda esclarece que, em casos excepcionais são permitidos o corte da vegetação nativa.

1. Em caso de utilidade pública, que se refere às atividades de segurança nacional e proteção sanitária, obras essenciais de infraestrutura de interesse nacional destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia.
2. Obras de interesse social e, dentre elas, atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas.

Geralmente a supressão depende do tipo de vegetação, ou seja, caso exista vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração só pode ocorrer supressão nas hipóteses de utilidade pública, com a realização de estudo prévio de impacto, relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA), pesquisas científicas e práticas preservacionistas.

Já a supressão de vegetação secundária em estágio médio de regeneração é permitida nos casos de utilidade pública, interesse social, pesquisas científicas, práticas preservacionistas e espécies arbóreas pioneiras nativas cuja presença, no fragmento florestal, for superior a 60% em relação às demais espécies.

Ainda, a supressão de vegetação no estágio médio de regeneração situada em área urbana depende de autorização do órgão ambiental municipal, com anuência prévia do órgão estadual, desde que o Município possua conselho de meio ambiente, com caráter deliberativo e plano diretor.

Cabe ressaltar que em qualquer caso de supressão de mata atlântica, a lei prevê uma compensação ambiental, destinando-se uma área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, sempre que possível na mesma micro bacia hidrográfica.

O município de Caxias do Sul iniciou em 2012 a implantação do Plano Municipal da Mata Atlântica-PMMA com o objetivo de atender à norma ambiental. O PMMA traz em seu escopo programas de planejamento do espaço urbano, apoderando-se de tecnologias sustentáveis.

O PMMA de Caxias do Sul foi planejado em três fases: a primeira fase, implantada em 2012 trata de elaboração/aprovação do Decreto Municipal, Nº 16.054 de 2012. A segunda fase implantada de 2013 à 2016 tratou da experimentação com durabilidade de 36 meses, da caracterização ambiental, do cadastro ambiental rural (CAR), do sistema municipal de informação ambiental e da identificação da cota de reserva ambiental (CRA).

Todo este planejamento foi em função do município de Caxias do Sul abrigar em seu território cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica.

3.3.2 Estatuto da cidade

A Lei nº 10.257/2001 ou Estatuto da Cidade implementou a elaboração dos planos diretores municipais, bem como a definição de um prazo para isso ocorresse em âmbito municipal dentro do território nacional. Ele garantiu que o poder público fosse responsável pela formulação, implementação e avaliação permanentes de sua política urbana, estabelecida no Plano Diretor, visando garantir, a todos, o direito à cidade e a justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização.

Fernandes (2006) discorre sobre as mudanças trazidas pelo Estatuto da Cidade, onde a regulação do processo de planejamento urbano deve ser encabeçada pelo poder público:

O Estatuto da Cidade promoveu uma mudança estrutural do planejamento urbano brasileiro, que passa ser não apenas o planejamento regulatório tradicional, mas também um planejamento indutor de processos territoriais e urbanísticos que tenham impacto direto na dinâmica dos preços do mercado imobiliário, processo esse que pode levar à ocupação de vazios urbanos e à distribuição mais justa dos ônus e dos benefícios da urbanização. É fundamental que o poder público local ocupe e assuma a liderança desse processo, seja indicando o que pode acontecer onde e como, mas também

impondo obrigações de que certos comportamentos aconteçam, como e quando – ou mesmo dizer que o comportamento não pode acontecer. Trata-se de mais uma mudança qualitativa do planejamento urbano brasileiro (FERNANDES, 2006).

Além disso, o estatuto estabelece diretrizes para que a política urbana alcance o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade como o direito de todos os habitantes à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, não apenas para as gerações atuais, como também para as futuras.

O estatuto prevê também a proteção, a preservação e a recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico. Medidas estas que consolidam a convivência entre o homem e o meio, bem como para a manutenção de nossa história urbana, seja ela local, regional ou nacional.

Para Comin (2013), o Estatuto da Cidade, a partir dos mais diversos instrumentos que no presente item foram elencados, veio preencher as lacunas existentes no ordenamento jurídico e oferecer à administração pública a possibilidade de planejar as cidades, de modo a atingir um crescimento urbano equilibrado com vistas ao bem-estar social da população.

3.3.3 Plano diretor municipal

É o instrumento técnico e político básico de orientação das ações dos agentes públicos e privados no uso dos espaços urbano e rural para as diversas atividades, com vista ao desenvolvimento do Município e à eficiência administrativa (CAXIAS DO SUL, LEI Nº 290/2007).

O plano diretor é um instrumento legal e obrigatório para municípios com mais de vinte mil habitantes, integrantes de áreas de especial interesse turístico ou áreas em que haja atividades com significativo impacto ambiental, que queiram utilizar de parcelamento, edificação ou utilização compulsórios de imóvel. (COMIN, 2013)

O plano diretor segundo Comin (2013) deve ser instituído na forma de lei complementar, estendendo-se a todo o território do município, independente das funções de cada parte da cidade, ou seja, área urbana ou rural, com a participação ampla da população em todas as etapas e posterior aprovação da Câmara de Vereadores e sanção do Prefeito Municipal.

No que tange sustentabilidade, dentre os princípios do plano diretor municipal, pode-se destacar no Art. 2º do Capítulo I, Seção I:

- I - O desenvolvimento equilibrado e sustentável nos planos físico, social, cultural, econômico e ambiental;
[...]
- VI - a integração dos órgãos e das políticas públicas de desenvolvimento sustentável municipal e regional;
[...]
- VIII - a preservação do meio ambiente natural e do equilíbrio ecológico, respeitadas as vocações locais;
- IX - a preservação do patrimônio cultural, material e imaterial, como recurso a ser usado para o desenvolvimento; e
- X - promoção da inclusão social (LEI COMPLEMENTAR Nº 290/2007).

No Capítulo II, Seção III - Dos Usos e da Ocupação do Solo, pode-se destacar:

- Art. 31. As atividades constantes das categorias de uso, para efeito de aplicação, classificam-se:
- II - quanto à natureza, em:
 - a) adequadas - as que são compatíveis com a finalidade urbanística da zona ou setor e que não provoquem incômodo à população, nem sejam nocivas ou perigosas; [...] (LEI COMPLEMENTAR Nº 290/2007).

No Capítulo V, Função Social da Propriedade cabe ressaltar alguns pontos como:

- Art. 51. A propriedade cumpre sua função social quando atende, simultaneamente, às exigências fundamentais de ordenação do Município expressas neste Plano Diretor, às disposições da Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e aos seguintes requisitos:
- [...]
 - III - preservação, controle e recuperação do meio ambiente e do patrimônio cultural, paisagístico e ecológico.
- Art. 52. A propriedade rural cumprirá sua função social quando houver a correta utilização econômica da terra, de modo a atender ao bem-estar social da coletividade, à promoção da justiça social e à preservação do meio ambiente (LEI COMPLEMENTAR Nº 290/2007).

O plano diretor aborda em seu título III, questões relacionadas ao meio ambiente e cultura. Nesta etapa uma síntese pode explicitar de maneira direta as abordagens principais:

- [...]
- Art. 54. A política de preservação do meio ambiente, consideradas as possibilidades e limitações reais do Município, objetiva a responsabilidade comum do Poder Público Municipal e do cidadão em proteger o ambiente,

assegurar o direito da sociedade a uma vida saudável e garantir que a exploração dos recursos ambientais não comprometa as necessidades das presentes e futuras gerações, visando:

I - a compatibilização com as políticas ambientais federal e estadual;

II - a proteção, a preservação e a recuperação dos ecossistemas, considerando o ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente protegido, tendo em vista o uso coletivo e a melhoria da qualidade de vida;

III - o planejamento e a fiscalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar, objetivando a racionalização dos seus usos;

IV - o controle e o zoneamento ambiental do Município, especialmente das atividades potencial ou efetivamente poluidoras, respeitando sua natureza quanto à capacidade de uso;

V - o incentivo e a promoção de reflorestamento nas áreas degradadas;

VI - a adoção de padrões de produção, de consumo de bens, de serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites de sustentabilidade ambiental, social e econômica;

VII - o incentivo ao uso de tecnologias mais limpas nas atividades e processos produtivos urbanos e rurais;

[...]

IX - a proteção da flora, da fauna e da paisagem natural, sendo vedadas as práticas que coloquem em risco sua função ecológica e paisagística, provoquem extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade;

X - a definição de critérios ecológicos em todos os níveis de planejamento político, social e econômico;

[...]

Art. 63. Consideram-se paisagens notáveis os ambientes naturais ou edificados, localizados na área urbana ou rural, que guardem valores culturais, históricos e ecológicos e aqueles reconhecidos pela comunidade.

[...]

Art. 64. Nas áreas estratégicas que, em virtude de sua localização, decorrente da cota altimétrica ou de outros fatores, seja possível a apreciação de paisagens notáveis, será aplicada política municipal definida, com os seguintes objetivos:

[...]

II - promover a conscientização e a participação da comunidade na identificação, valorização, preservação e conservação dos elementos significativos das paisagens notáveis, como fator de melhoria da qualidade de vida, por meio de programas de educação ambiental e cultural;

III - proteger os elementos naturais, culturais e paisagísticos, permitindo a visualização do panorama e a manutenção da paisagem em que estão inseridos;

IV - consolidar e promover a identidade visual do mobiliário, equipamentos e serviços municipais, definindo e racionalizando os padrões para sua melhor identificação, com ênfase na funcionalidade e na integração com as paisagens notáveis;

V - promover a qualidade ambiental do espaço público;

VI - assegurar o equilíbrio visual entre os diversos elementos que compõem a paisagem;

VII - ordenar e qualificar o uso do espaço público; (LEI COMPLEMENTAR Nº 290/2007).

Quanto às questões relativas à recursos hídricos e saneamento o Plano

Diretor elenca:

Art. 72. Como instrumento de planejamento temático, o Plano Municipal de Saneamento englobará:

[...]

II - a Drenagem Urbana, compatibilizada com o PDES, considerada a implantação de reservatórios de amortecimento de água de chuva, bem como a realização de outras obras civis necessárias visando minimizar os riscos de inundações em equilíbrio com as questões ambientais;

[...]

III - programas de conscientização da população rural quanto à necessidade de preservação e recuperação das águas superficiais, nascentes de cursos naturais de água e das áreas de recarga dos aquíferos subterrâneos localizados nas propriedades rurais existentes no Município;

[...]

VII - o controle da drenagem pluvial por meio de sistemas físicos naturais e construídos, para induzir o escoamento das águas pluviais e evitar focos de alagamentos, conferindo segurança e conforto aos munícipes (LEI COMPLEMENTAR Nº 290/2007).

Finalizando a questão ambiental que o Plano Diretor Municipal elenca, vale ressaltar a importância do esporte e lazer com:

Art. 78. A política municipal do esporte e lazer, consideradas as possibilidades e limitações reais do Município, tem como objetivo a promover ações que incentivem e possibilitem a prática de esportes e de atividades físicas e de lazer, buscando o desenvolvimento das potencialidades do indivíduo, proporcionando a melhoria e a conservação da saúde e da qualidade de vida, visando:

I - desenvolver e implementar políticas públicas de esporte e lazer, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e para a conquista da cidadania;

II - elaborar projetos e executar ações que venham dar surgimento ou desenvolvimento de novas atividades esportivas e de lazer; e

III - desenvolver projetos e implementar ações que potencializem o Município de Caxias do Sul como polo de esportes, lazer e turismo (LEI COMPLEMENTAR Nº 290/2007).

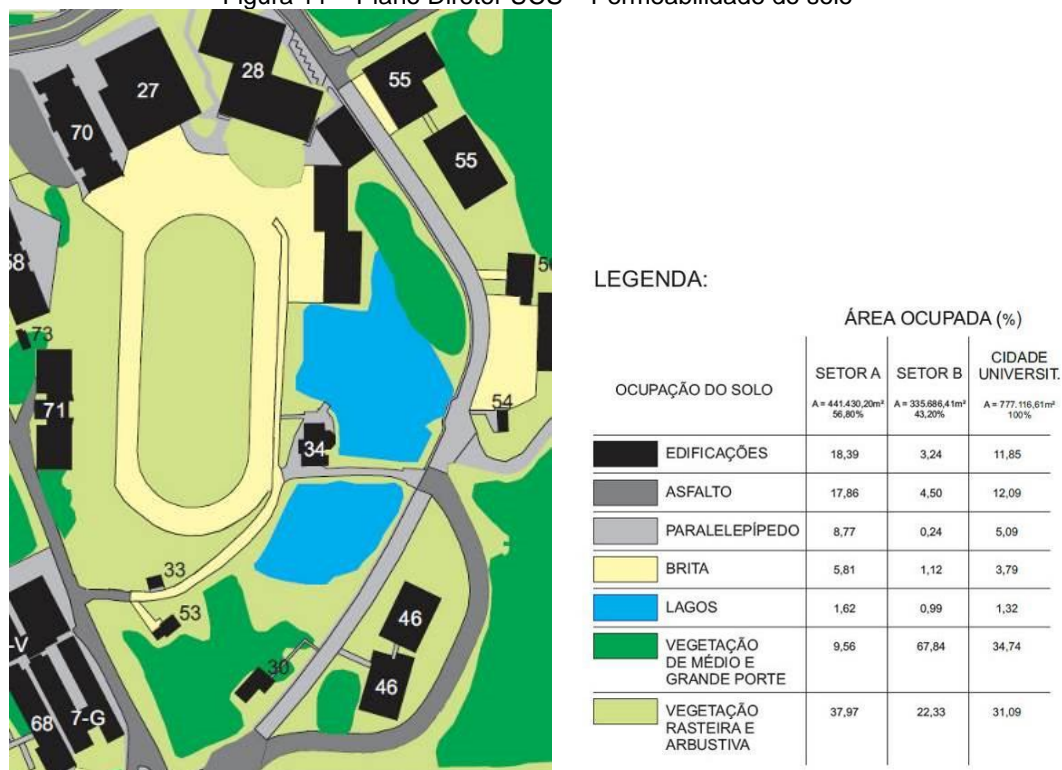
3.3.4 Plano Diretor da Universidade de Caxias do Sul - UCS

A Universidade de Caxias do Sul, UCS, juntamente com uma equipe técnica formada por professores e técnicos da Instituição, desenvolveu um plano diretor da Cidade Universitária de Caxias do Sul no ano de 2009. Um plano diretor universitário tem por objetivos realizar um planejamento prévio de problemas que possam vir a ocorrer dentro do campus universitário, elencando proposições e diretrizes do uso do espaço já consolidado.

A UCS criou em seu plano diretor diversos mapas que auxiliam no entendimento do mesmo e, alguns merecem uma análise mais criteriosa, pois impactam diretamente os objetivos deste trabalho. Dentre eles podem-se encontrar o mapa de permeabilidade do solo que mostra os maciços de vegetação, revestimento e edificações que se encontram na área dos lagos conforme Figura 11. Nele se

percebe que existe uma grande área de vegetação arbustiva e brita com alguns maciços de vegetação de médio e grande porte inseridos principalmente na margem do lago norte e no zoológico.

Figura 11 – Plano Diretor UCS – Permeabilidade do solo



Fonte: Universidade de Caxias do Sul - UCS, 2018

Dentro dos maciços arbóreos, a Figura 12 indica que existem espécies vegetais ameaçadas, como as araucárias encontradas no entorno dos lagos e zoológico. Esta tipologia de vegetação de acordo com a Instrução Normativa SEMA Nº 2 DE 04/12/2013, estabelece que:

Art. 1º Para o fiel cumprimento da execução dos projetos de reposição florestal obrigatória (RFO), vinculados aos licenciamentos de manejo de vegetação nativa concedidos pelo Estado do RS, deverão ser cumpridas, sequencialmente, as etapas previstas pela seguinte metodologia processual:
I - Emissão, pelo órgão licenciador, do documento autorizador do corte de vegetação nativa (Alvará de Serviços Florestais ou outro similar, naquilo que couber), mediante atendimento ao mencionado nos respectivos Termos de Referência, constando, entre outras informações, uma estimativa da volumetria da matéria-prima a ser suprimida e a observação da ocorrência ou não de espécies ameaçadas de extinção e imunes ao corte (CAXIAS DO SUL, INSTRUÇÃO NORMATIVA SEMA Nº 2 DE 04/12/2013).

Figura 12 – Plano Diretor UCS – Aspectos físicos-ambientais - Espécies ameaçadas



Fonte: Universidade de Caxias do Sul - UCS, 2018

No que tange questões hídricas, o plano diretor abordou a localização dos corpos hídricos e suas particularidades como nos cursos d'água onde existe uma demarcação virtual de preservação ao longo da margem.

Nas áreas verdes demarcadas no mapa e visualizadas na Figura 13, além das árvores imunes ao corte também são encontradas uma gama de vegetação exótica como o Eucalipto, que forma um maciço vegetal a noroeste do lago norte. Maciço este que, anterior ao esvaziamento do lago, estava recebendo águas do mesmo que invadiam o gramado abaixo das árvores e limitavam os caminhos entre a vegetação para transição de pessoas no sentido norte sul do campus.

Figura 13 – Plano Diretor UCS – Aspectos físicos-ambientais – Vegetação e hidrografia



Fonte: Universidade de Caxias do Sul - UCS, 2018

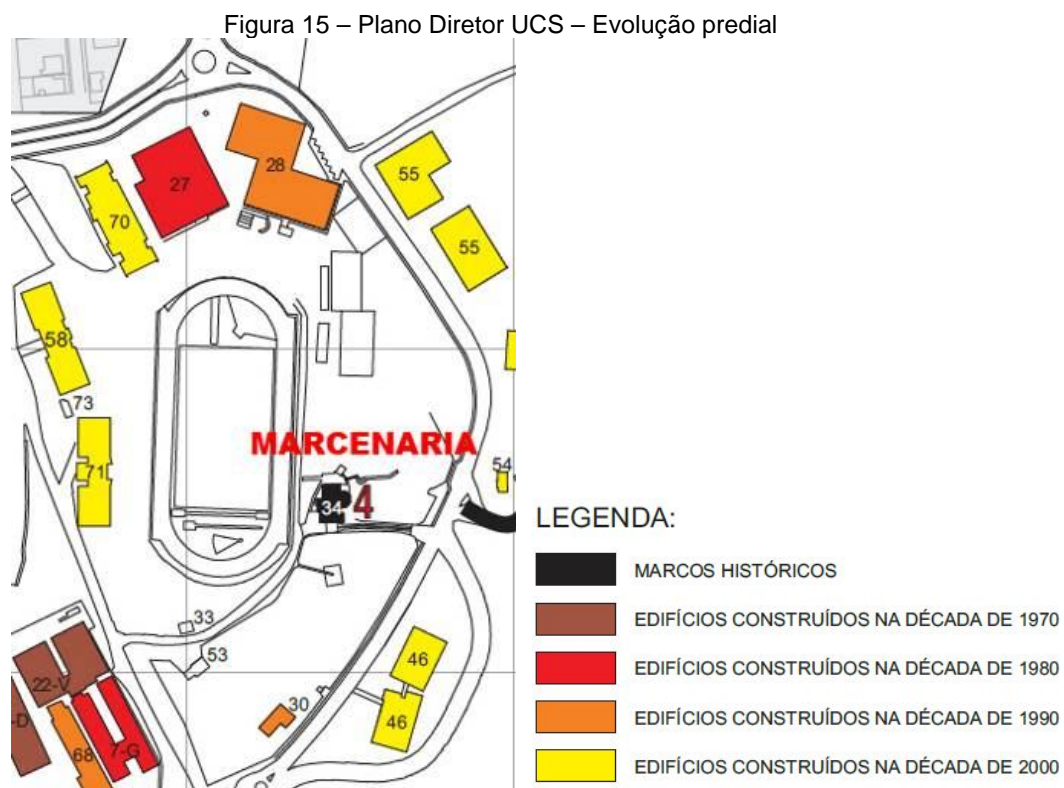
A rede de infraestrutura pluvial é direcionada para os lagos e córregos locais conforme Figura 14. Sendo assim, os lagos servem como bacias de retenção, captando o excesso de água precipitada e reduzindo o tempo de escoamento superficial. Em muitos casos conforme explicam Cormier e Pellegrino (2008), estes locais tornam-se espaços de recreação e lazer, valorizando seu entorno.

Figura 14– Plano Diretor UCS – Infraestrutura – Rede de coleta pluvial e cloacal



Fonte: Universidade de Caxias do Sul - UCS, 2018

Outra questão importante apresentada no plano diretor diz respeito à evolução predial do campus conforme Figura 15, mais especificamente quando trata de marco histórico, onde em meio às edificações da década de 90 e anos 2000, existe um prédio que atualmente é o Restaurante do Lago, porém anteriormente foi uma marcenaria pertencente ao bloco 34 da Universidade conforme visto na Figura 16. Sua importância como estrutura arquitetônica tem valor cultural e cria uma identidade única ao espaço.



Fonte: Universidade de Caxias do Sul - UCS, 2018

Para Comin (2013), o artigo 216⁸, da Constituição Federal traz o princípio do respeito à identidade, cultura e interesses da sociedade, que o plano diretor também deve observar. Para o autor, quando se fala na proteção do meio ambiente, deve-se

⁸ Art. 216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

I - as formas de expressão;

II - os modos de criar, fazer e viver;

III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

atentar para o fato de que, para o Direito, o meio ambiente não é apenas o meio natural, mas também o meio artificial ou urbano e, ainda, o meio cultural.

No tocante ao patrimônio cultural, tem-se salientado que a sua defesa se relaciona não só com a preservação do meio físico, os monumentos de valor artístico, histórico, turístico e paisagístico, como ainda da memória social e antropológica do homem, ou seja, para usar os termos da Constituição de 1988, das formas de expressão e dos modos de criar, fazer e viver das denominadas “comunidades tradicionais” (COMIN, 2013).

Figura 16 – Marcenaria do Bloco 34 em 1951, atualmente é a Galeteria do Lago



Fonte: Universidade de Caxias do Sul - UCS, 2018

Além disso, no mapa de hierarquia viária interna na Figura 17 percebe-se que na área do objeto de estudo, existe uma via principal ou coletora, com fluxo intenso de veículos e, paradas de embarque e desembarque e para transporte coletivo. Estas vias por terem fluxo intenso favorecem a parada de pessoas para usufruírem do espaço, pois elas são consideradas as perimetrais da cidade universitária. Ademais existem pequenas vias de ligação local que hoje servem de vias para caminhadas e passeios ao redor do campo de futebol e para acessar a parte externa oeste do zoológico.

Figura 17 – Plano Diretor UCS – Hierarquia viária interna



Fonte: Universidade de Caxias do Sul - UCS, 2018

3.3.5 Licenciamento ambiental

Para Sousa (2005) o licenciamento ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente tem referência nos dispositivos da Organização das Nações Unidas - ONU desde seu funcionamento na década de 40, porém só veio a consolidar-se no Brasil nos anos 90. Segundo ele, a RIO-92, teve como resultados, a consolidação do conceito atual de desenvolvimento sustentável e o lançamento de suas bases para alcançá-lo em escala mundial, bem como convenções sobre mudanças climáticas, florestas, diversidade biológica.

No Brasil, de acordo com Sousa (2005) a questão ambiental registra fatos esporádicos, antes da década de setenta, quando realmente teve início a implementação da política ambiental no país. Porém, ressalta que na década de 30 foram criados instrumentos que formam a base da política ambiental no Brasil. Dentre eles, o Código Florestal, que é o documento legal mais antigo em defesa de um recurso natural brasileiro (SOUSA, 2005).

Sousa (2005) descreve com propriedade a história evolutiva da questão ambiental brasileira onde afirma que na década de 50 tem-se início o movimento

ambientalista através de grupos informais comunitários e associações, em 1961 o governo brasileiro oficializou a criação de parques e estabeleceu normas de proteção ambiental. Ainda:

Depois surgiram: o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo, o Estatuto da Terra (1964) e com ele o conceito de “função social da propriedade” pregando o uso racional e a conservação do meio ambiente, o novo Código Florestal (1965) com o conceito de áreas de preservação permanente”, e a criação de Reservas Biológicas e Florestas Naturais, estaduais e municipais, estabelecendo também condições uso e exploração. Nesse mesmo ano instituiu-se o Conselho Nacional de Saneamento Básico e dois anos depois o Conselho Nacional de Poluição Ambiental, quando também foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF (SOUSA, 2005).

Já em 1968 com o chamado milagre econômico brasileiro, que omitia o social e agredia o ambiental, o Brasil foi submetido à projetos ambientais com normas internacionais já utilizadas por países desenvolvidos; em 1973 foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA) dando início à institucionalização de uma política do meio ambiente, entretanto sem poder político (SOUSA, 2005).

Sousa (2005) acrescenta na sua descrição histórica que de 1972 a 1974, surgiu o Primeiro Plano Nacional de Desenvolvimento - I PND, direcionado para as Regiões Metropolitanas; depois, em 1974, foi a vez dos OEMAs, e a partir deles alguns Estados instituíram Sistema de Licenciamento Ambiental acompanhado de legislação específica destinada para o controle de poluição e, de 1975 a 1979 foi criado o II PND.

Em 1981, o Brasil instituiu através da Lei 6938/81 a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA, feito considerado decisivo e de suma importância na história da legislação ambiental brasileira. Na estruturação dessa Lei foram formalizados o Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, que congrega vários órgãos das esferas federal, estadual e municipal classificados como responsáveis diretos pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, e o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, que, como regente e Órgão Superior na composição do Sistema, desempenha função consultiva e deliberada e suas resoluções têm força de lei (SOUSA, 2005).

Sousa (2005) afirma que o licenciamento ambiental no Brasil teve início junto às indústrias, respaldado em modelos de países desenvolvidos.

Em âmbito institucional, a licença de operação da Universidade de Caxias do Sul, concedida junto à Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SEMMA, foi renovada neste ano de 2017, com validade até 2021, enquadrando-se dentro da

atividade Campus Universitário porém, requeridos alguns documentos como relatórios e arquivos fotográficos sobre a questão de resíduos sólidos e produtos químicos, óleo, sistemas de exaustão em alguns laboratórios, projeto de adequação em central de resíduos, PPCI, armazenamento de combustíveis entre outros.

Quanto à vegetação e zoológico, a instituição deve encaminhar à SEMMA, dentro de prazos determinados, relatórios de monitoramento etológico e de espécimes além de instalação de sistema de controle de acesso ao zoológico.

Ainda a SEMMA fez exigências à emissões atmosféricas, transportes de resíduos, embalagens, acondicionamento de lâmpadas,

Especificamente em se tratando do objeto de estudo deste trabalho ou a área dos lagos, a SEMMA exigiu, dentro de um prazo de 120 dias à partir do recebimento da Licença de Operação, que fosse apresentado um projeto de recuperação do solo exposto, localizado nas coordenadas 29°09'43,63" S; 51°08'41,80" O, coordenadas estas que dizem respeito ao lago norte que sofreu um esvaziamento causado por uma obra de infraestrutura realizada em sua margem e hoje encontra-se seco conforme Figura 18.

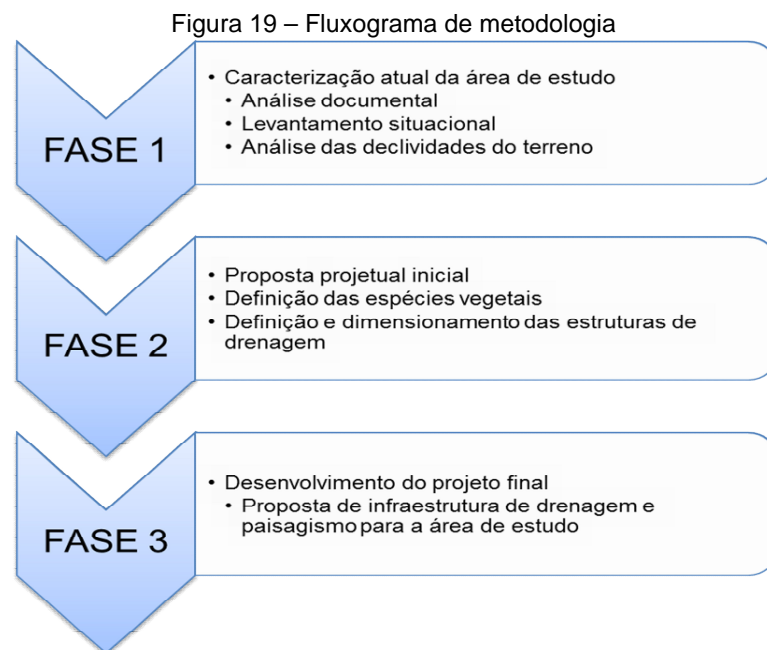
Figura 18 – Imagem de satélite expondo o lago vazio



Fonte: programa Google Earth, 2018

4 METODOLOGIA

A metodologia para a elaboração do anteprojeto pode ser dividida em fases conforme a Figura 19, onde sucintamente e em forma de fluxograma, descreve-se cada etapa do trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

4.1 Fase 1

Na fase inicial, foram buscadas informações específicas do objeto de estudo através de documentos encontrados na UCS como licenciamento ambiental e plano diretor institucional, onde ambos trazem referências da cidade universitária como uso do solo, evolução predial, aspectos físico-ambientais, áreas de preservação ambiental, sistema viário, potencialidades, entre outros. Nesta fase foram elencados os principais condicionantes da área de estudo e analisados para atingir-se uma definição de estrutura para a proposta de mudança a ser realizada no espaço.

Também foi realizado um levantamento situacional da área, que contou com auxílio de especialistas ambientais para a coleta de dados e para a tabulação dos mesmos, permitindo assim, a criação de tabelas que auxiliaram sobre a necessidade da supressão de espécies exóticas e inserção de espécies nativas.

O processo de levantamento consistiu em deslocamento à campo para realização das coletas de informações da vegetação, infraestrutura urbana e áreas degradadas existentes. A vegetação foi fotografada e catalogada com características pertinentes à cada espécie. Além disso, realizou-se uma análise visual com objetivo de coletar informações relacionadas à forma que os visitantes usam o espaço. A observação permitiu traçar um paralelo entre o espaço existente e o uso dos visitantes, elemento que poderá ser utilizado na geração da proposta de intervenção.

Primeiramente definiu-se a delimitação da área de estudo para então realizar análise das declividades que permitiram definir os limites das áreas de contribuição que cada elemento de infraestrutura irá absorver. O programa usado para a geração do mapa de declividades foi o *AutoCad Civil 3D* juntamente com mapa de curvas de níveis disponibilizado no *site* da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul. O mapa gerado pelo programa mostra a declividade e conseqüentemente a direção do escoamento superficial das águas de chuva e permitirá identificar os pontos críticos de coleta pluvial na área de estudo.

4.2 Fase 2

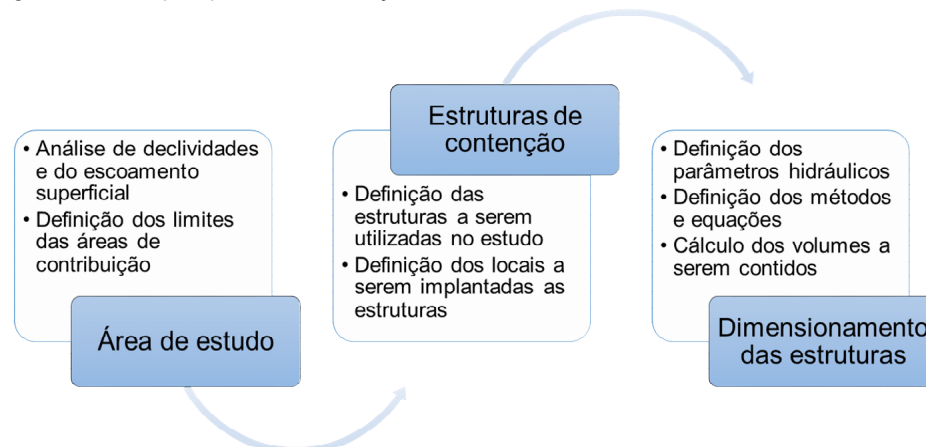
Esta etapa contemplou a geração da primeira proposta paisagística para o espaço, idealizada através de uma planta do local e, com imagens desenvolvidas em programas específicos como *Sketchup*, *Photoshop*, *Corel Draw* e *AutoCad* que, permitiram visualizar a área com sua nova estrutura paisagística.

A estrutura paisagística inclui planta baixa com imagens explicativas, auxiliando assim a compreensão do espaço com todos os seus elementos paisagísticos e arquitetônicos. Além disso, um ofício de caráter explicativo foi gerado para ampliar a qualidade das informações acerca da proposta idealizada para a área de estudo. A proposta com imagens e ofício foram impressos e encaminhados à gestão da UCS que teve a incumbência de realizar uma análise crítica, realizando apontamentos que considerem pertinentes ao projeto paisagístico e de infraestrutura.

Ainda nesta fase foram definidas as espécies vegetais usadas na proposta de remodelação do espaço definindo-se as árvores a serem utilizadas no ambiente consolidado dos lagos e entorno imediato. Uma tabela com imagem e características da vegetação foi criada para ampliar o conhecimento de cada espécie.

Após definição das espécies vegetais foram pré-dimensionadas as estruturas de contenção pluvial. O desenvolvimento desta etapa foi ordenado conforme a Figura 20.

Figura 20 – Etapas para determinação e dimensionamento das estruturas de contenção



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Como apresentado na Fase 1 da metodologia, foram setorizadas e avaliadas as áreas de contribuição do projeto, sendo possível definir quais estruturas melhor atendiam a necessidade do local. A escolha da técnica a ser implantada e o seu local levou em conta, além da área de contribuição, o espaço disponível, a harmonização paisagística e os elementos de drenagem e contenção pluvial existentes.

Para realização do dimensionamento das estruturas foram adotados os parâmetros e metodologia utilizados atualmente pela Secretária Municipal de Obras e Serviços Públicos (SMOSP) de Caxias do Sul para projetos de drenagem urbana, de bibliografias relacionadas e pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) desenvolvido para o município no ano de 2001 (SAMAE/IPH, 2001). Sendo assim, os volumes a serem amortecidos pelas estruturas foram calculados respeitando as seguintes premissas:

- a) vazão de contribuição definida pelo Método Racional, que conforme São Paulo (1999) e Tucci (2005) consiste na aplicação da Equação 1:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

Q: vazão de projeto em $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;

C: coeficiente de escoamento superficial da bacia hidrográfica;

i: intensidade média de precipitação sobre toda área da bacia, com duração igual ao tempo de concentração em $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) \cdot \text{ha}^{-1}$;

A: área da bacia hidrográfica em hectares.

- b) coeficiente de escoamento superficial utilizado para o cálculo de todas as estrutura foi de 0,35, valor indicado por DAEE (1994) para áreas parcialmente urbanizadas;
- c) intensidade de precipitação respeitou a equação IDF (Intensidade-Duração-Frequência) utilizada pela SMOSP que consiste na aplicação da Equação 2 de Denardin; Freitas (1982):

$$i = \frac{702,71 \cdot T_r^{0,24}}{(t + 8,85)^{0,74}} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

i: intensidade de precipitação ($\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$);

T_r : tempo de retorno (ano);

t: tempo de concentração (min).

- d) tempo de retorno de 2 anos conforme indicado pelo PDDU para obras de microdrenagem (SAMAE/IPH, 2001);
- e) tempo de concentração da chuva foi de 10 minutos, valor utilizado pela SMOSP;
- f) volume do dispositivo determinado pela aplicação da Equação 3, sendo capaz de conter 10 minutos da chuva de projeto;

$$V = Q \cdot 10 \text{ min} \cdot 60 \text{ seg} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:

V: volume de detenção em m^3 ;

Q: vazão de projeto em $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Sendo assim, através da área disponível para a implantação da estrutura e o volume que deveria ser contido por ela, pode-se definir sua profundidade útil.

4.3 Fase 3

A fase 3, compreendeu ao desenvolvimento do projeto final de paisagismo e infraestrutura verde. Para tanto, foram considerados os seguintes aspectos:

- Retorno da proposta e ofício do público gestor da UCS;
- volume pluvial existente à conter;
- espécies vegetais e local de plantio;
- intervenções necessárias nas infraestruturas existentes.

Com isso foi possível desenvolver um projeto final contendo a distribuição adequada das espécies vegetais e dos elementos de infraestrutura verde além de criar um projeto baseado na estrutura de jardim inglês.

4.4 Caracterização do município de Caxias do Sul

O Município de Caxias do Sul está localizado na região nordeste do Rio Grande do Sul, entre as latitudes 29°10'4" Sul e longitude 51°10'46" Oeste, abrangendo uma área de aproximadamente 1640km² conforme se vê na Figura 21 e, conta com uma população estimada em 483 mil habitantes segundo o IBGE, 2017.

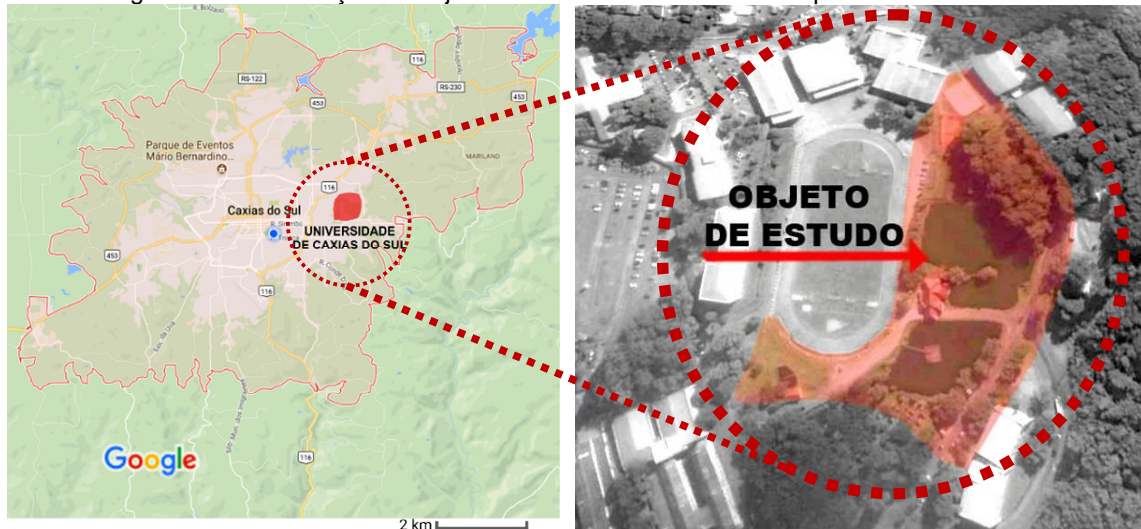


Fonte: IBGE, 2018

4.5 Delimitação da área de estudo

Inserido no Campus Central da Universidade de Caxias do Sul, a área de estudo abrange os lagos e entorno subjacente, conforme visualizado na Figura 22.

Figura 22 – Localização do objeto de estudo inserido no município de Caxias do Sul



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor, 2018

A área foi escolhida por se tratar de um local de grande visitação em finais de semana, justamente por existir o atrativo dos lagos, vegetação e o zoológico da Universidade. Além disso, devido ao vazamento do lago norte, este espaço requer atenção para sua reestruturação paisagística e readequação da infraestrutura antiga e possibilidade de inserção de nova infraestrutura.

Para definir os locais mais adequados para instalação de estruturas de contenção pluvial e quais as áreas de contribuição de cada uma, fez-se necessária uma análise detalhada das declividades e escoamentos do terreno. Para tanto, foram utilizadas curvas de nível da área distando um metro, fornecidas pela Prefeitura Municipal de Caxias do Sul e o programa computacional AutoCad Civil 3D. Dessa forma foi possível analisar e setorizar as áreas de contribuição para cada uma das estruturas de projeto

5 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos em cada etapa deste trabalho.

5.1 Caracterização atual da área de estudo

Para se caracterizar a área de estudo foi realizada uma análise do plano diretor da UCS, nele foram observados os principais condicionantes de projeto como vegetação imune ao corte, que é o caso das Araucárias.

Além disso, o mapa de estrutura viária do plano diretor permitiu visualizar a via principal, ou anel perimetral interno onde o fluxo de veículos é intenso e prejudica o zoológico com ruídos, estressando os animais que ali vivem.

Marcos históricos demarcados no mapa também puderam ser mantidos como é o caso do Restaurante do Lago, um prédio de característica única que dentre outras funções anteriores à universidade já foi a marcenaria do bloco 34 da UCS.

Elementos de drenagem também estão demarcados nos mapas do plano diretor. Estes elementos atualmente atendem à demanda hídrica do local e direcionam suas águas à estação de tratamento ou à bacia de captação.

Uma análise das curvas de níveis permitiu perceber o direcionamento das águas pluviais e assim, demarcar os pontos de coleta para inserção de nova infraestrutura.

5.1.1 Levantamento situacional

Atualmente, a área de abrangência do estudo apresenta problemas relacionados à infraestrutura como o vazamento do lago norte ocasionado durante uma obra de recuperação estrutural conforme Figura 23.

Figura 23 – Obra de infraestrutura e rompimento do lago norte



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

Além disso, podem-se elencar outros problemas estruturais que foram detectados em visita à área:

- 1) Estrutura precária do acesso à ilha artificial do lago sul conforme Figura 24.

Figura 24 – Estrutura metálica para acesso à ilha do lago sul



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 2) Bloqueio do acesso às ilhas artificiais do lago norte devido à possibilidade de queda da ponte e, deterioração das ilhas, tanto na parte estrutural quanto vegetativa, conforme Figura 25.

Figura 25 – Ponte de acesso às ilhas do lago norte



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 3) Acúmulo de lodo e entulho no fundo do lago, detectado com mais propriedade após o seu vazamento, conforme Figura 26.

Figura 26 – Entulho e lodo acumulado no fundo do lago norte



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 4) Estrutura de cerca utilizada como barreira física com problemas na pintura e metal devido à manutenção inadequada. Além disso, a via de ligação leste/oeste não possui nenhum atrativo visual e tampouco vegetação para reduzir ilhas de calor e tornar o caminho agradável, conforme Figura 27.

Figura 27 – Via de ligação leste/oeste



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 5) Caminhos às margens dos lagos com dimensões inadequadas ao público visitante e, sem a conservação e manutenção adequadas, conforme Figura 28.

Figura 28 – Caminhos às margens dos lagos



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 6) Inserção de mudas nas margens dos caminhos sem atender uma estrutura paisagística adequada, dificultando a passagem do público visitante, conforme Figura 29.

Figura 29 – Inserção de vegetação ao longo dos caminhos



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 7) Equipamentos urbanos deteriorados, sem manutenção e em número pequeno, não atendendo a demanda do público, conforme Figura 30.

Figura 30 – Equipamentos urbanos da área dos lagos



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 8) Bloqueio do acesso ao deck e ilhas lago norte devido a riscos de queda da estrutura, conforme Figura 31.

Figura 31 – Acessos à ilha do lago norte bloqueados



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 9) Invasão das águas do lago norte em áreas de gramado e vegetação, impedindo o tráfego de visitantes, conforme Figura 32.

Figura 32 – Invasão das águas do lago em áreas de gramado e vegetação



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 10) Estado de conservação precário das áreas de lazer, mais especificamente das quadras destinadas à esportes coletivos, conforme Figura 33.

Figura 33 – Estado de conservação das quadras para esportes coletivos



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 11) Espaço limitado para esportes individuais como caminhadas ao ar livre, conforme Figura 34.

Figura 34 – Caminhos usados para esportes individuais



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 12) Áreas com potencial de investimento em infraestrutura e paisagismo atualmente degradadas por falta de manutenção, conforme Figura 35.

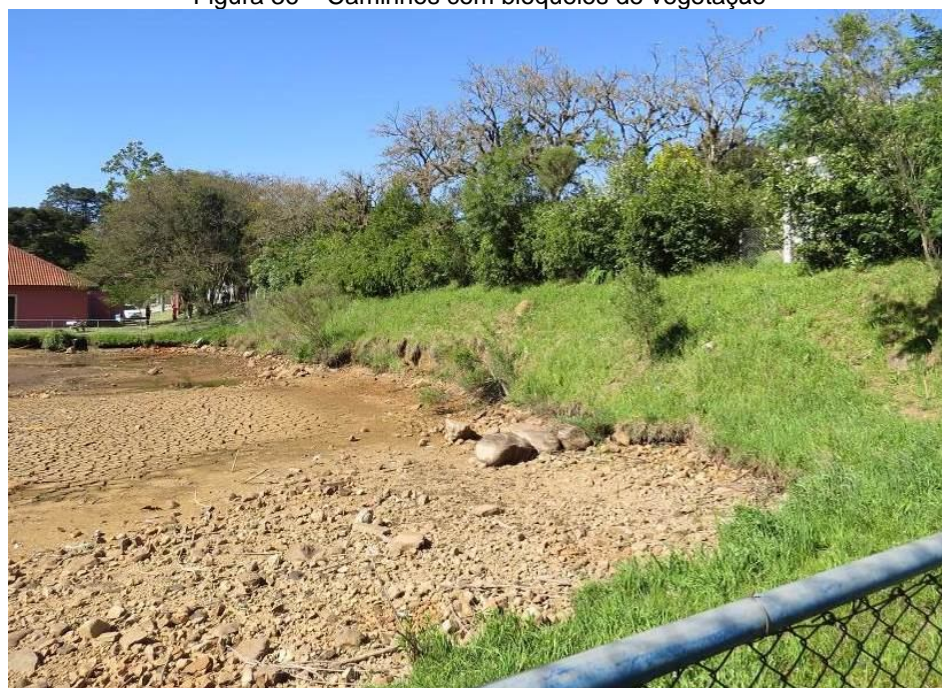
Figura 35 – Áreas com vegetação degradada



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 13) Barreiras vegetais ao longo dos passeios, limitando o acesso leste/oeste dos lagos, conforme Figura 36.

Figura 36 – Caminhos com bloqueios de vegetação



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

- 14) Fácil acesso à estrutura existente cria um espaço de abrigo para transeuntes que passam pelo local, conforme Figura 37.

Figura 37 – Uso inadequado dos decks de contemplação do lago



Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

15) Alimentação em excesso da fauna aquática, conforme Figura 38.

Figura 38 – Alimentação dos peixes realizada pelo público visitante

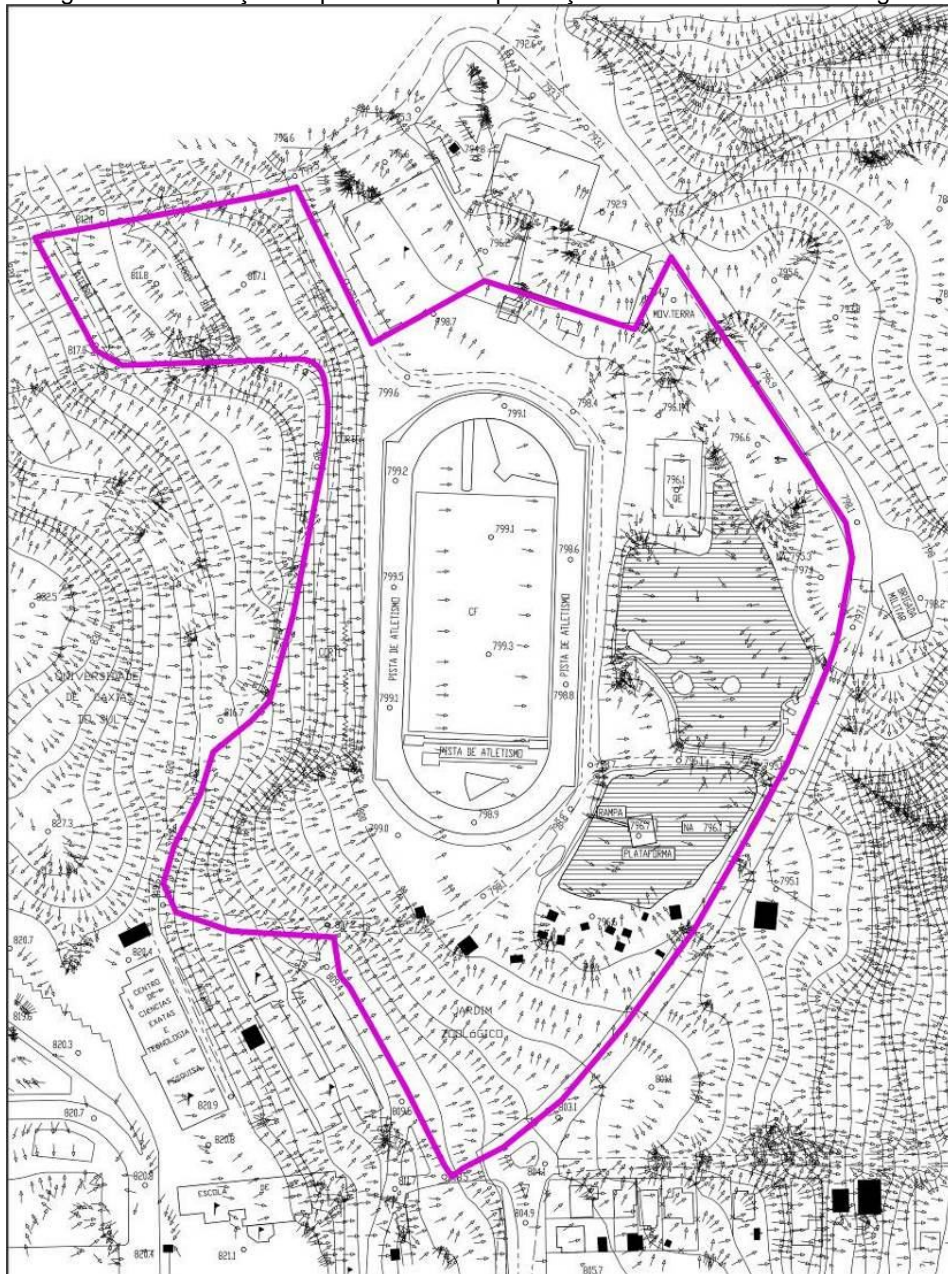


Fonte: Fotografia feita pelo autor, 2018

5.1.2 Análise topográfica

Através das curvas de nível do terreno chegou-se ao mapa apresentado na Figura 39, o qual demonstra as setas de declividade do terreno, o que permitiu a definição do local das estruturas de drenagem a serem adotadas. Seu perímetro foi definido pelas vias, caminhos e edificações existentes.

Figura 39 – Definição do perímetro de implantação das estruturas de drenagem







Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

5.2 Reinscrição de vegetação nativa

A área de estudo é caracterizada por abrigar diversas espécies vegetais nativas e exóticas, estas consideradas pelo MMA, 2016, espécies invasoras. Para a apresentação das imagens das espécies vegetais foi decidido buscar uma qualidade melhor de fotografia em bancos de imagens da internet.

O Quadro 3 traz características das espécies exóticas existentes no local.





Quadro 3 – Espécies vegetais exóticas no entorno dos lagos do Campus Universitário

	POPULAR / CIENTÍFICO	Uva-do-Japão <i>Hovenia dulcis</i>
	ALTURA	6-12
	COR DA FLOR	Branco-esverdeadas
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Mar-Out
	FAMÍLIA	Rhamnaceae
	POPULAR / CIENTÍFICO	Ligustro <i>Ligustrum sp.</i>
	ALTURA	6-8
	COR DA FLOR	Branca
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Jun-Jul
	FAMÍLIA	Oleaceae
	POPULAR / CIENTÍFICO	Jacarandá Mimoso <i>Jacaranda mimosifolia</i>
	ALTURA	12-15
	COR DA FLOR	Rosa
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Out-Dez; Jul-Set
	FAMÍLIA	Bignoniaceae
	POPULAR / CIENTÍFICO	Eucalipto <i>Eucalyptus</i>
	ALTURA	30-55
	COR DA FLOR	Branca
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Mar-Abr
	FAMÍLIA	Myrtaceae

Fonte: adaptado pelo autor, 2018

Outras espécies vegetais existentes na área de estudo são consideradas nativas e estão descritas no Quadro 4:

Quadro 4 – Espécies vegetais nativas no entorno dos lagos do Campus Universitário

	POPULAR / CIENTÍFICO	Cedro Rosa <i>Cedrela fissilis</i>
	ALTURA	10-25
	COR DA FLOR	Branças
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Set-Nov / Abr-Ago
	FAMÍLIA	Meliaceae
	POPULAR / CIENTÍFICO	Ipê Amarelo <i>Tabebuia chrysotricha</i>
	ALTURA	4-10
	COR DA FLOR	Amarela
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Ago-Set; Set-Out
	FAMÍLIA	Bignoniaceae
	POPULAR / CIENTÍFICO	Aroeira Vermelha <i>Schinus terebinthifolius</i>
	ALTURA	2-15
	COR DA FLOR	Branças
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Fev-Mai
	FAMÍLIA	Anacardiaceae
	POPULAR / CIENTÍFICO	Ipê-Roxo <i>Tabebuia heptaphylla</i>
	ALTURA	15
	COR DA FLOR	Roxa
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Ago-Set
	FAMÍLIA	Bignoniaceae

Continua

	POPULAR / CIENTÍFICO	Pau Leiteiro <i>Sapium glandulosum</i>
	ALTURA	15-20
	COR DA FLOR	Branca
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Out-Dez
	FAMÍLIA	Euphorbiaceae
	POPULAR / CIENTÍFICO	Ingá-feijão <i>Inga marginata</i>
	ALTURA	5-10
	COR DA FLOR	Branca
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Out-Fev/Mar-Mai
	FAMÍLIA	Mimosaceae
	POPULAR / CIENTÍFICO	Olho de Pombo <i>Allophylus edulis</i>
	ALTURA	8-10
	COR DA FLOR	Branca
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Ago-Nov
	FAMÍLIA	Sapindaceae
	POPULAR / CIENTÍFICO	Araucária <i>Araucaria angustifolia</i>
	ALTURA	20-30
	COR DA FLOR	-
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Mai-Jun
	FAMÍLIA	Araucariaceae

Fonte: adaptado pelo autor, 2018

Em parceria firmada junto à Rio Grande Energia (RGE) de Caxias do Sul, a Universidade de Caxias do Sul (UCS) recebeu uma listagem de possíveis espécies vegetais nativas com possibilidade de plantio no espaço de estudo que serão fornecidas pela empresa sem custos à Universidade.

As espécies escolhidas levaram em conta a floração, frutificação e porte. Nos passeios foi sugerido o plantio de espécies vegetais de grande porte da espécie



Salgueiros. Em ambas as margens do lago e, como forma de barreira física e composição de cores e frutos para os peixes e para a fauna local, sugestão de plantio de espécies como Araçá e Pitangueira.

Espécies nativas como Jacarandá, Cabreúva, Canafístula, Cerejeira, Ipê Roxo, Ipê Amarelo e Pau Ferro foram inseridas em meio ao maciço à sudeste do lago norte onde existe vegetação de grande porte. Esta inserção foi pensada para reduzir um dano ambiental em uma eventual remoção de toda a vegetação existente e replantio das novas espécies, sendo assim, quando as novas árvores reinseridas atingirem um médio porte, as espécies existentes poderão ser removidas pouco a pouco, reduzindo assim um impacto no conforto térmico, acústico e redução de fauna e flora local.





Outro elemento vegetal importante na composição visual do espaço foi a inserção de Jerivás na rua entre lagos que permite que se crie um caminho de ligação leste/oeste agradável e com espécies nativas e de contemplação.






Para agregar conhecimento das espécies escolhidas foi necessário elencá-las e descrever suas características, floração e frutificação e fotos da espécie, conforme Quadro 5.

Quadro 5 – Características das espécies escolhidas para inserção no Campus Universitário

	POPULAR / CIENTÍFICO	Cerejeira-do-Mato <i>Eugenia involucrata</i>
	ALTURA	12-15
	COR DA FLOR	Branca
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Set-Nov; Out-Dez
	FAMÍLIA	Myrtaceae
	Perene / Caduca	P
	USO AMBIENTAL	Adensamento, Enriquecimento, Sistemas Agroflorestais
	TIPO SOLO	Profundos, Drenados, Férteis
	USOS GERAIS	Frutífera, Madeira, Alimento da Fauna, Melífera, Ornamental
	POPULAR / CIENTÍFICO	Araçá <i>Psidium cattleianum</i>
	ALTURA	5-10
	COR DA FLOR	Branca
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Jun-Dez; Set-Mar
	FAMÍLIA	Myrtaceae
	Perene / Caduca	P
	USO AMBIENTAL	Poleiro dispersores de sementes
	TIPO SOLO	Argilosos, Férteis
	USOS GERAIS	Alimento de Avifauna, Frutífera, Reflorestamento

Continua

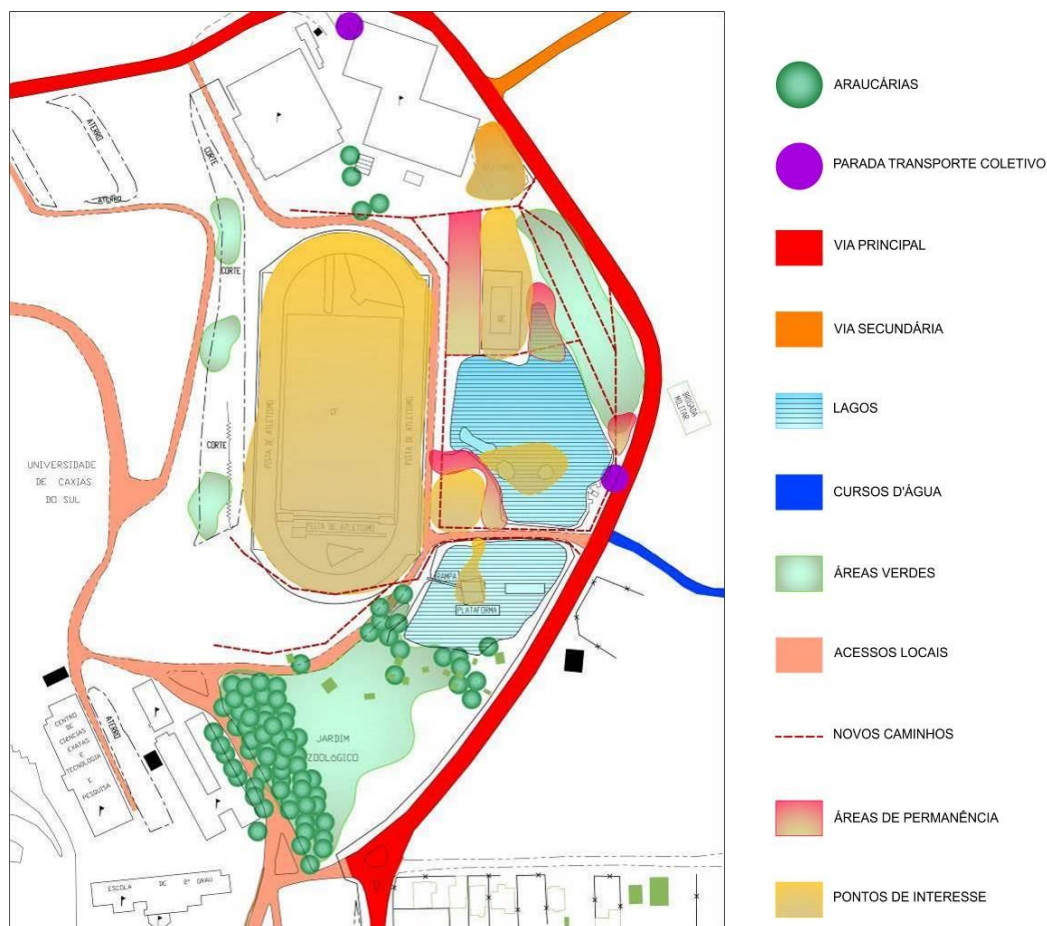
	POPULAR / CIENTÍFICO	Pitangueira <i>Eugenia uniflora</i>
	ALTURA	Até 5
	COR DA FLOR	Branca
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Jul-Nov; Out-Jan
	FAMÍLIA	Myrtaceae
	Perene / Caduca	P
	USO AMBIENTAL	Recuperação de Ambientes Degradados e Matas Ciliares
	TIPO SOLO	Úmidos drenados
	USOS GERAIS	Alimento da Fauna, Frutífera, Medicinal, Quebra-Vento
		POPULAR / CIENTÍFICO
ALTURA		20-30
COR DA FLOR		Amarelo claro
EPÓCA FLOR E FRUTO		Set-Out; Nov-Dez
FAMÍLIA		Fabaceae
Perene / Caduca		C
USO AMBIENTAL		Desenvolvimento Rápido, Sistemas Agroflorestais
TIPO SOLO		Úmidos
USOS GERAIS		Madeira, Melífera, Incenso, Medicinal
		POPULAR / CIENTÍFICO
	ALTURA	30-35
	COR DA FLOR	Amarelo
	EPÓCA FLOR E FRUTO	Jan-Abr
	FAMÍLIA	Fabaceae
	Perene / Caduca	C
	USO AMBIENTAL	Reflorestamentos Homogêneos, Rec.Áreas Degradadas
	TIPO SOLO	Úmidos, Profundos
	USOS GERAIS	Madeira, Tinta, Ornamental
		POPULAR / CIENTÍFICO
ALTURA		15
COR DA FLOR		Roxa
EPÓCA FLOR E FRUTO		Ago-Set
FAMÍLIA		Bignoniaceae
Perene / Caduca		C
USO AMBIENTAL		Enriquecimento, Recuperação de Áreas Degradadas
TIPO SOLO		Secos, Férteis
USOS GERAIS		Madeira, Ornamental, Corante, Medicinal

	POPULAR / CIENTÍFICO	Jacarandá <i>Jacaranda micrantha</i>
	ALTURA	10-25
	COR DA FLOR	Rosa
	ÉPOCA FLOR E FRUTO	Out-Dez; Jul-Set
	FAMÍLIA	Bignoniaceae
	Perene / Caduca	C
	USO AMBIENTAL	Recuperação de áreas Degradadas
	TIPO SOLO	Profundos, Úmidos, Férteis
	USOS GERAIS	Madeira, Medicinal
	POPULAR / CIENTÍFICO	Pau-Ferro <i>Astronium balansae</i>
	ALTURA	10-15
	COR DA FLOR	Creme
	ÉPOCA FLOR E FRUTO	Ago-Nov
	FAMÍLIA	Anacardiaceae
	Perene / Caduca	C
	USO AMBIENTAL	Recuperação de áreas Degradadas
	TIPO SOLO	Drenados
	USOS GERAIS	Madeira, Arborização Urbana
	POPULAR / CIENTÍFICO	Ipê-Amarelo <i>Tabebuia chrysostricha</i>
	ALTURA	4-10
	COR DA FLOR	amarela
	ÉPOCA FLOR E FRUTO	Ago-Set; Set-Out
	FAMÍLIA	Bignoniaceae
	Perene / Caduca	C
	USO AMBIENTAL	Adensamento de Capoeiras
	TIPO SOLO	Drenados
	USOS GERAIS	Ornamental, Madeira
	POPULAR / CIENTÍFICO	Salgueiro-chorão <i>Salix babylonica</i>
	ALTURA	20-25
	COR DA FLOR	amarela
	ÉPOCA FLOR E FRUTO	Out-nov
	FAMÍLIA	Salicaceae
	Perene / Caduca	C
	USO AMBIENTAL	Recuperação de áreas degradadas
	TIPO SOLO	Fértil e úmido
	USOS GERAIS	Ornamental
	POPULAR / CIENTÍFICO	Jerivá <i>Syagrus romanzoffiana</i>
	ALTURA	7-15
	COR DA FLOR	amarela
	ÉPOCA FLOR E FRUTO	Ago-dez
	FAMÍLIA	Areceae
	Perene / Caduca	P
	USO AMBIENTAL	Recuperação de áreas degradadas
	TIPO SOLO	Fértil e úmido
	USOS GERAIS	Ornamental

5.3 Proposta paisagística inicial

Com base no levantamento realizado na área de estudo e, levando-se em consideração a bibliografia abordada foram lançadas as principais estruturas e elementos que compõem o objeto de estudo e, também inseridas na planta de zoneamento as novas estruturas, como caminhos alternativos, áreas de permanência e pontos de interesse, conforme Figura 40.

Figura 40 – Planta de zoneamento do ambiente

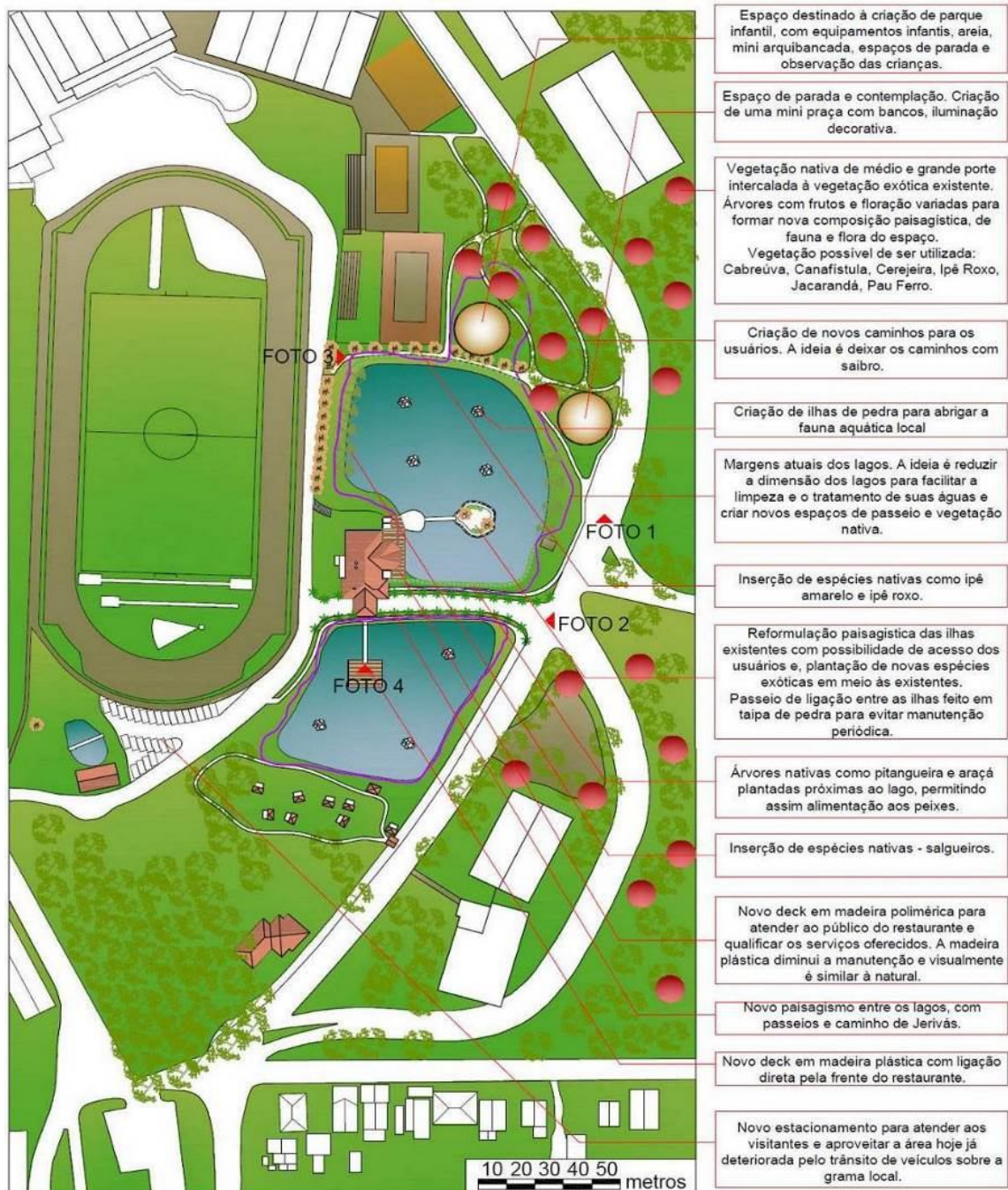


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

A partir da planta de zoneamento foi projetado um estudo preliminar⁹, composto por uma planta de paisagismo e infraestrutura do espaço e, com imagens geradas por computador, como visualizado na Figura 41.

⁹ O estudo preliminar envolve o conhecimento do espaço que será trabalhado e as características dos usuários. Faz-se necessária a verificação de documentação fotográfica, localização, clima, solo,

Figura 41 – Projeto inicial de intervenção paisagística e infraestrutura do espaço



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Os principais elementos norteadores do projeto foram mostrados na planta baixa do espaço e, com auxílio do software *Sketchup* e o renderizador *Podium for Sketchup* foram criadas imagens tridimensionais que mostram a real percepção que

vegetação existente, objetivo do projeto, necessidades dos usuários, dimensões da área, características do entorno, microclima, entre outros. É a base para que as próximas fases de projeto sejam resolvidas.

o usuário do espaço teria caso implantada a proposta. A indicação “Foto 1” em planta baixa, mostra as modificações propostas à leste dos lagos, nas margens da via coletora principal do Campus Universitário. Neste espaço, foram criados elementos alternativos para parada e contemplação dos lagos e de espécies vegetais como se pode observar, entre o maciço existente foram inseridas arvores de grande porte como Jacarandás, Pau-Ferro, Cabreúva, Canafístula e Ipê-Roxo, todas com função ornamental e de substituição da vegetação exótica existente. Além disso, uma nova arquitetura para a parada de ônibus e novos passeios em saibro foram criados conforme Figura 42.

Figura 42 – Visual 1 projeto paisagístico inicial



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

A Figura 43, mostra como ficou a proposta de plantio dos Jerivás na rua de ligação leste/oeste entre os lagos.

Figura 43 – Visual 2 projeto paisagístico inicial



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

A inserção desta vegetação tem por objetivo criar um caminho com atrativos visuais para os usuários e, as frutíferas nas margens dos lagos servirão de alimento aos peixes e animais aquáticos além de servirem de barreira física para pessoas, limitando assim que as mesmas alimentem em excesso estas espécies aquáticas. Ainda, cabe ressaltar que quem transita nesta via também pode contemplar a recuperação das ilhas do lago norte, reconstruídas com pedras para fornecer abrigo aos animais aquáticos e peixes além de reduzir a manutenção periódica das mesmas.

A Figura 44 mostra uma nova proposta visual, pois este caminho atualmente encontra-se bloqueado por vegetação. A proposta de intervenção recriou estes caminhos como forma de interligação entre os diversos setores do espaço e, reinseriu espécies nativas como ipê amarelo, arazá e salgueiros para compor o maciço vegetal e, também servir de atrativo visual para os usuários.

Estes novos caminhos interligam o lado leste, onde hoje existe o campo de futebol com o lado norte, onde foram propostos um parque infantil e uma praça de contemplação.

Figura 44 – Visual 3 projeto paisagístico inicial



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Na Figura 45 pode-se observar a nova forma do deck do lago sul. A proposta contempla a remodelação desta estrutura, pois atualmente ela possui problemas que limitam o acesso de pessoas. O diferencial em relação ao existente é a nova ligação à plataforma central do lago com o acesso em frente ao restaurante, criando assim uma proximidade com o mesmo. Esta forma foi projetada com o intuito de aumentar o consumo do restaurante já que além deste atrativo, um segundo deck foi pensado no entorno do restaurante, sob o lago norte, espaço este que as pessoas poderão usufruir sem ter que acessar o interior da casa.

Figura 45 – Visual 4 projeto paisagístico inicial



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Analisando as considerações retornadas pelo público gestor da UCS, percebe-se que os 4 retornos, consideraram a proposta coerente para a área conforme visualizado no Anexo I, no entanto foi levantada a seguinte questão:

- 1) A inserção do pequeno lago situado a oeste do zoológico – este lago já havia sido agregado à área de estudo deste trabalho por se encontrar dentro de uma micro área de contribuição pluvial.

Além das questões apresentadas pelo público gestor, a UCS projetou o espaço com os especialistas da própria instituição conforme visualizado na Figura 46 e no Anexo II deste trabalho.

Figura 46 – Projeto de revitalização dos lagos feito pela UCS



Fonte: Universidade de Caxias do Sul, 2018

Em uma análise do projeto apresentado pela UCS, percebe-se que faltaram elementos vegetais nos espaços criados, tornando o ambiente aberto e suscetível à incidência solar elevada e prejudicando o escoamento superficial.

A área do lago foi reduzida e no seu entorno criados novos elementos de infraestrutura, porém, sem um conceito claro norteador do projeto. Aparentemente não foi seguida uma tipologia de parque urbano para a concepção do projeto, tornando visível a intervenção humana, haja vista que naturalmente as linhas retas encontradas no lago não ocorreriam.

As demais áreas não tiveram intervenção, mantendo-se igual à existente atualmente.

5.4 Definição e dimensionamento da infraestrutura verde

Para definição de quais elementos de infraestrutura verde seriam propostos para inserção na área de estudo, foi necessária uma avaliação das declividades do terreno e consequente delimitação de micro áreas de contribuição. Ainda, foi possível fazer uso de estruturas existentes que passaram a trabalhar na detenção da chuva de projeto.

5.4.1 Definição das micro áreas de contribuição e estruturas

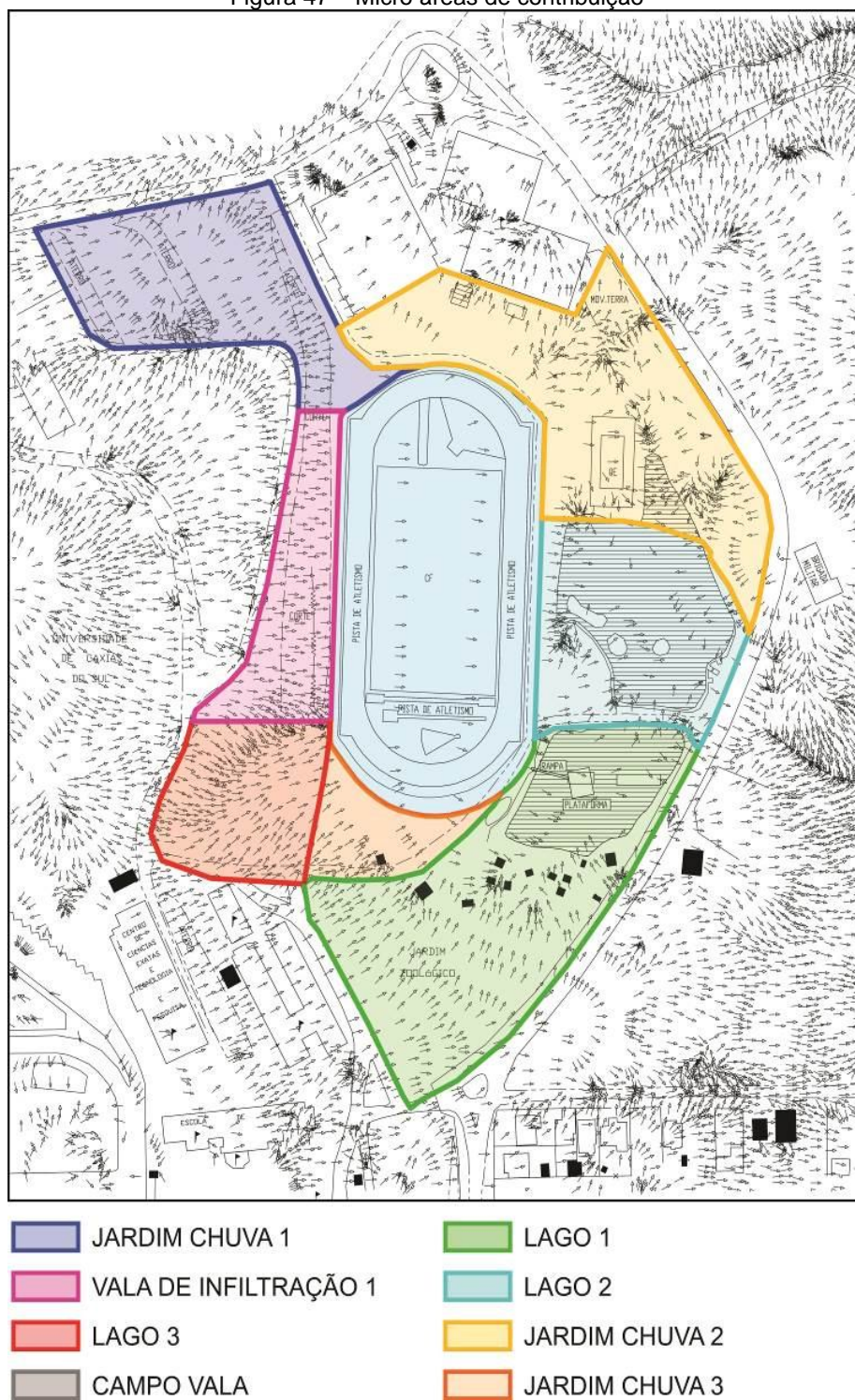
O perímetro da área de estudo definido anteriormente foi subdividido em áreas de menor tamanho, conforme apresentado na Figura 47. As micro áreas foram criadas de acordo com as setas de escoamento que podem ser visualizadas na imagem e também pelos limites de ruas, passeios e infraestrutura existente.

Primeiramente definiu-se que os lagos 1, 2 e 3, estruturas já existentes, iriam funcionar como bacias de retenção do tipo lago aberto. Dessa forma, foi possível através da análise do escoamento, quais as áreas de contribuição atenderiam cada uma dessas estruturas.

Para solucionar a drenagem das outras áreas foram avaliados os espaços disponíveis e os locais e estruturas que melhor se adequaram ao cenário paisagístico e ambiental. Sendo assim, foram previstas valas de infiltração nas duas laterais do campo de futebol, uma vez que, neste local, havia disponível uma largura pequena e toda a extensão do campo para implantação de um sistema, sendo as valas de infiltração as estruturas que melhor se encaixaram nesses requisitos.

Nas demais áreas foram previstos jardins de chuva. Essas estruturas foram escolhidas por ocuparem uma pequena área para implantação e de adequarem muito bem à paisagem, sendo possível dimensioná-los ao longo de passeios, ruas e parques.

Figura 47 – Micro áreas de contribuição



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Na Tabela 1 são apresentadas as estruturas selecionadas para o projeto e suas respectivas áreas de contribuição.

Tabela 1 – Resumo das estruturas escolhidas e suas áreas de contribuição

Estrutura	Área Contribuição (m ²)
Lago 1	11.194,85
Lago 2	3.421,62
Lago 3	6.377,04
Jardim 1	8.305,93
Jardim 2	12.254,39
Jardim 3	744,51
Vala 1	4.584,69
Vala 2	17.431,95

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

5.4.2 Dimensionamento da infraestrutura verde

Após definidas as estruturas a serem instaladas e suas áreas de contribuição, foi possível definir os volumes a serem contidos por cada uma e, conseqüentemente, suas dimensões. Na Tabela 2 são apresentados os valores obtidos para a intensidade de chuva de projeto para um período de retorno de 2 anos e um tempo de concentração de 10 minutos, as vazões para um coeficiente de escoamento superficial de 0,35 e o volume equivalente a 10 minutos da chuva de projeto. Esses valores foram obtidos com a aplicação das equações apresentadas no capítulo Metodologia.

Tabela 2 – Resumo do dimensionamento da infraestrutura verde

Estrutura	Área Contribuição (m ²)	Intensidade (mm.h ⁻¹)	Vazão (m ³ .s ⁻¹)	Volume de Projeto (m ³)
Lago 1	11.194,85	94,47	1,03	617,41
Lago 2	3.421,62	94,476	0,31	188,71
Lago 3	6.377,04	94,47	0,59	351,70
Jardim 1	8.305,93	94,47	0,76	458,08
Jardim 2	12.254,39	94,47	1,13	675,85
Jardim 3	744,51	94,47	0,07	41,06
Vala 1	4.584,69	94,47	0,42	252,85
Vala 2	17.431,95	94,47	1,60	961,403

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

As dimensões das estruturas foram definidas de modo a serem suficientes para conter o volume de projeto. Os três lagos já possuíam área definida, então foram calculadas as alturas necessárias para atingir o volume final, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Alturas necessárias para os lagos à partir da área base e volume de projeto

Estrutura	Área do dispositivo (m ²)	Profundidade do dispositivo (m)
Lago 1	3.140,79	0,20
Lago 2	4.480,16	0,04
Lago 3	185,00	1,90

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Para as demais tipologias de infraestrutura verde aplicadas ao projeto, foram calculadas as áreas em metros quadrados que o espaço comporta e, a partir disto, a profundidade necessária foi calculada, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Alturas necessárias para as demais infraestruturas verdes construídas à partir da área base e volume de projeto

Estrutura	Área do dispositivo (m ²)	Profundidade do dispositivo (m)
Jardim 1	185	2,59
Jardim 2	177	1,41
Jardim 3	32	1,28
Vala de infiltração 1	420	0,60
Campo vala	128	7,51

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Nota-se, no entanto, que na micro área denominada Jardim 1, o valor de profundidade para a infraestrutura verde sugerida ficou elevada porém, a micro área Vala de infiltração 1 teve baixa profundidade e, pode absorver o excedente não suportado pelo Jardim 1.

Outra constatação similar ocorreu na micro área denominada Campo vala, onde o espaço para implantação da infraestrutura é limitado e a profundidade calculada tornaria insustentável sua implantação, no entanto, o excedente gerado pode ser absorvido pelo Lago 2.

5.5 Anteprojeto de infraestrutura verde e paisagismo

Finalizando, a elaboração do anteprojeto de infraestrutura verde e paisagismo veio ao encontro do objetivo proposto.

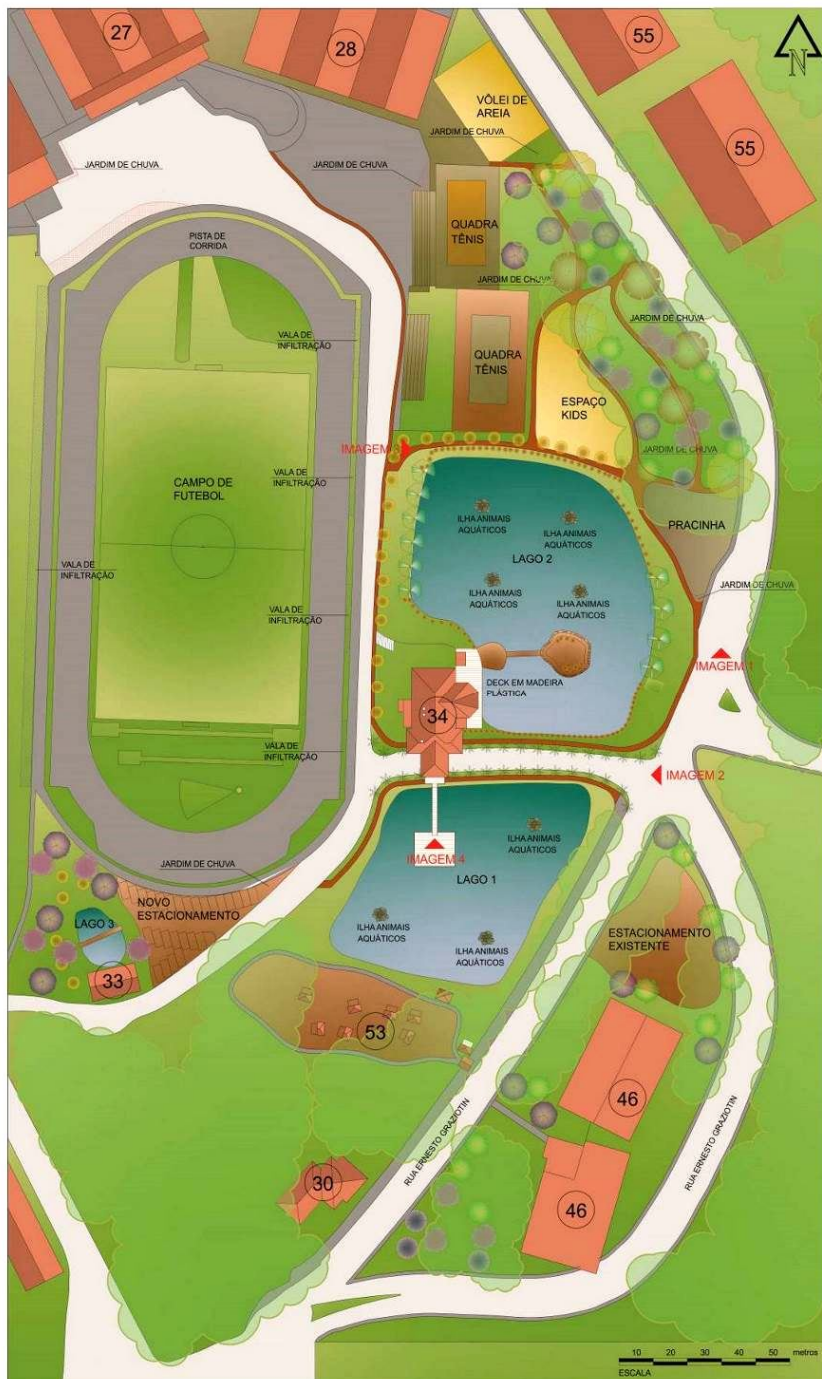
Nele foram realizadas as distribuições dos elementos de infraestrutura utilizados para o espaço, bem como a distribuição das novas espécies vegetais definidas para o ambiente. Além disso, foram criados os novos caminhos e determinadas as coberturas de solo como saibro, britas, areia e pisos porosos.

Quanto ao projeto da praça e parque infantil, apenas foram indicadas suas localizações, considerando-se que o objetivo deste trabalho era apenas indicar

elementos de infraestrutura verde e espécies vegetais que podem ser utilizados no espaço sem aprofundamento em um detalhamento técnico nas demais estruturas presentes no projeto.

O anteprojeto da área delimitada para o estudo pode ser visualizado na Figura 48 e, também no Apêndice 2 em uma escala maior.

Figura 48 – Anteprojeto de paisagismo e infraestrutura verde



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Conforme mencionado, a tipologia de jardim adotada para o desenvolvimento do projeto foi o Jardim Inglês, pois foi entendido que por haver grandes maciços vegetais existentes, seria a menos agressiva para o espaço. Além disso, a tipologia permite criar áreas de vegetação com aparência mais natural, sem a percepção da intervenção humana no processo.

Sendo assim, foi sugerida a inserção de espécies nativas de grande e médio porte entre a vegetação existente, facilitando assim o corte em longo prazo das espécies vegetais exóticas reduzindo a interferência negativa no microclima, fauna, flora, incidência solar e escoamento pluvial superficial.

A espécie Jerivá foi sugerida para a rua divisória entre os dois lagos por entender-se que este é o principal ponto de ligação entre o lado Norte e Sul. O caminho existente não contempla passeio para pedestres, outro fator de remodelação do mesmo acrescentando espaço para pedestres e vegetação para contemplação conforme Figura 49.

Figura 49 – Margem existente e projetada dos lagos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Outra preocupação projetual foi resolver a questão da alimentação excessiva dos animais aquáticos onde, foi criada uma barreira vegetal com espécies frutíferas Araçá e Pitangueira. Além de criar um limitador para que os usuários não tenham tanta facilidade em se aproximar das bordas do lago, paisagisticamente as espécies escolhidas têm função de alimentar os animais aquáticos com suas frutas e, também função estética na época de floração.

Devido ao vazamento do lago Norte, este sofreu mais intervenções comparado ao lago Sul. A espécie Salgueiro foi inserida nas margens Leste e Oeste,

criando uma simetria e harmonização do ambiente além de ser uma barreira visual dos prédios à Leste.

Os lagos sofreram intervenções em suas margens, aproveitando-se o lodo existente no fundo e reutilizando-o para reduzir suas dimensões e aumentar sua profundidade. Esta intervenção possibilitou a criação de novos caminhos no seu entorno e principalmente eliminou a invasão do lago norte no maciço vegetal à Noroeste do mesmo conforme visto na Figura 50.

Os novos caminhos foram criados em espaços onde naturalmente as pessoas já utilizavam como travessia entre os maciços vegetais, porém, foram projetadas novas alternativas de caminhos entre a vegetação, fazendo ligações da via principal com as quadras de tênis e vôlei de areia, passando ao lado do lago e, também ligação Leste/Oeste do lago.

Todos os caminhos entre a vegetação existente tiveram pavimentação permeável de saibro para aumentar a drenagem e manter a característica do entorno com seu aspecto terroso.

Figura 50 – Margem existente e projetada dos lagos



MARGENS ANTIGAS MARGENS ATUAIS

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

No lago Sul, a estrutura de ponte e deck existentes deu lugar à nova estrutura, com área maior e com novo acesso, em frente ao restaurante como visto na Figura 51. Este acesso foi pensado para criar um ambiente novo ao restaurante, fazendo com que o público que se utiliza dos serviços do mesmo também possa sair do espaço e acessar o deck para contemplar a natureza aquática existente. Além disso, facilita também o cuidado com o uso incorreto do deck, por exemplo, com pessoas que o utilizavam para dormir.

Figura 51 – Deck lago Sul



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Outros elementos foram pensados para organizar o espaço como a restauração da ilha do lago Norte, atualmente fechada ao público. A restauração consistiu em ampliar sua área e cercá-la de rochas, que servirão de abrigo aos animais aquáticos e evitarão a erosão da mesma, como ocorre atualmente.

Além da ilha existente, em ambos os lagos foram projetadas pequenas ilhas de rochas com o intuito de abrigar os animais aquáticos conforme Figura 52.

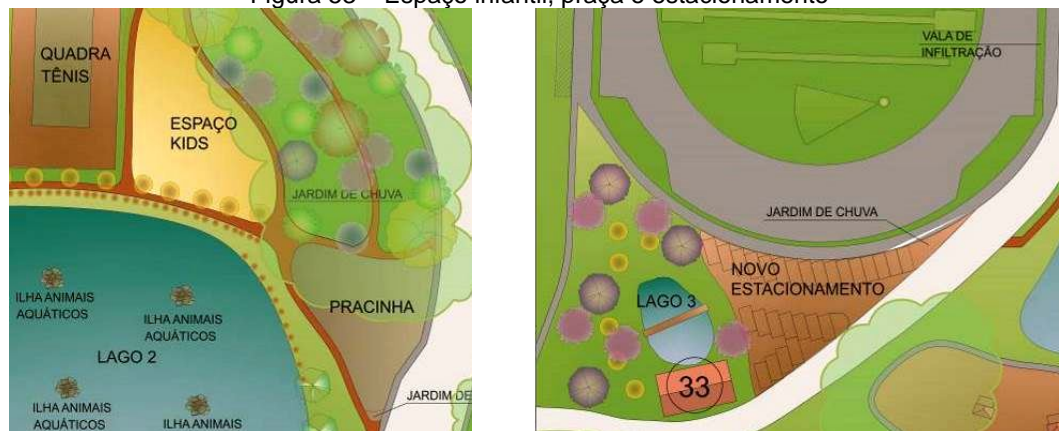
Figura 52 – Ilhas lagos Norte e Sul



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Ainda novas estruturas como ampliação de vagas de estacionamento, praça para contemplação e parada e parque infantil foram previstos no projeto haja vista que o espaço atualmente não contempla locais de parada e descanso e, existe uma defasagem no número de vagas para os veículos dos usuários. A Figura 53 mostra os pontos onde foram inseridas as estruturas.

Figura 53 – Espaço infantil, praça e estacionamento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Quanto aos elementos de IEV e de acordo com a delimitação das micro áreas, os mesmos foram projetados buscando-se integração paisagística e principalmente absorção pluvial. Tendo em mãos os cálculos do volume pluvial, cada micro área recebeu a infraestrutura adequada para suprir a sua demanda. No Apêndice 2 a localização das estruturas pode ser melhor visualizada porém, não houve detalhamento técnico das mesmas pois não era o objetivo deste trabalho.

Além dos pavimentos porosos utilizados nos novos caminhos, foram inseridas valas de infiltração, nas laterais Leste e Oeste do campo de futebol e, jardins de chuva, nas demais micro áreas, inseridos em pontos estratégicos que favoreçam a captação das águas e se integrem ao entorno natural, conforme Figura 54. As bacias de retenção, outro elemento da rede de IEV, são os lagos Norte, Sul e o pequeno lago à Oeste, todos eles com capacidade para absorver o volume pluvial de sua micro área.

Figura 54 – Localização elementos de IEV



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Para um entendimento dos elementos utilizados em projeto, faz-se necessário analisá-lo no Apêndice 2 pois está em uma escala maior, com indicação de cada elemento vegetal, de infraestrutura e de composição do espaço em planta baixa e com imagens de referência.

Os resultados deste trabalho foram submetidos à publicação de acordo com o apresentado nos apêndices 3 e 4, conforme citações abaixo:

Artigo 1: Indicação de espécies vegetais nativas para composição de espaço consolidado; submetido e publicado no 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, conforme citação abaixo:

- ANDREIS, Fernando; SCHNEIDER, Vania E. **Indicação de espécies vegetais nativas para composição de espaço consolidado.** 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente – FIEMA. Bento Gonçalves. 2018.

Artigo 2 – Determinação e dimensionamento de infraestrutura verde em espaço consolidado; submetido à Revista GeAS, ainda em processo de avaliação, conforme citação abaixo:

- ANDREIS, Fernando; SCHNEIDER, Vania E. (2018); MANICA, Flávia S. **Determinação e dimensionamento de infraestrutura verde em espaço consolidado.** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS. (2018).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maneira como a pesquisa foi estruturada, em etapas, permitiu a realização do objetivo do trabalho, ou seja, um anteprojeto de paisagismo e infraestrutura verde.

A primeira fase da pesquisa permitiu um aprofundamento nas questões de legislação aplicadas ao espaço delimitado para realização deste trabalho; a análise focou-se nas questões relacionadas ao plano diretor municipal e institucional. Outro quesito analisado diz respeito à parte de legislação que afeta a área de estudo.

O levantamento do espaço levou em conta a topografia, que posteriormente auxiliou a delimitação e dimensionamento das áreas de contribuição pluvial para o projeto de infraestrutura verde; as áreas degradadas e infraestrutura urbana existentes, analisadas juntamente com o plano diretor institucional auxiliaram no dimensionamento dos novos elementos de infraestrutura verde projetados para a área; o levantamento das espécies vegetais existentes permitiu elencar as espécies exóticas e nativas e posteriormente determinar quais espécies poderiam ser reinseridas no ambiente; uma análise visual permitiu detectar que a atitude das pessoas, especificamente na alimentação dos animais aquáticos, pode interferir na qualidade de vida dos mesmos.

Além disso, durante a realização deste trabalho, o lago Norte sofreu uma ruptura em uma de suas contenções e vazou, revelando uma grande quantidade de lodo e entulho acumulados no fundo do lago.

A determinação das espécies vegetais que poderiam ser reinseridas no espaço levou em conta principalmente seu potencial nativo, no entanto, características visuais como floração, frutificação e porte foram observadas na escolha da tipologia vegetal escolhida.

Para definição da infraestrutura verde, foram levadas em conta as áreas de contribuição pluvial e posteriormente, de acordo com a tipologia adotada, a delimitação de microáreas de contribuição que atendessem cada tipologia verde proposta. A vazão de cada estrutura permitiu quantificar os elementos de infraestrutura verde que deveriam ser projetados para a área de estudo. Neste momento optou-se por utilizar o lago como bacia de retenção, aliviando assim a pressão sobre os elementos de infraestrutura verde, ou seja, as valas de infiltração e jardins de chuva.

Com as fases anteriores assimiladas, foi projetado um estudo preliminar da área, com descrição dos espaços e tipo de vegetação e infraestrutura verde usados para composição do ambiente, além disso, foram demarcadas áreas de parada e contemplação, áreas de lazer e áreas para prática de esportes e caminhada. Este estudo preliminar foi submetido impresso aos gestores da UCS e através de suas impressões sobre o projeto, uma nova proposta projetual foi gerada.

Para a proposta final, foi gerado um anteprojeto que incluiu os elementos de infraestrutura verde com seu dimensionamento e localização ideais, acompanhando curvas de nível ou em pontos onde houvesse menor interferência humana na sua implantação. Além disso, o projeto paisagístico previu a inserção de vegetação nativa em meio à existente, facilitando assim a remoção da vegetação exótica gradualmente, reduzindo drasticamente o impacto gerado por uma supressão agressiva e total.

Os novos caminhos foram pensados para auxiliar na redução do escoamento superficial, pois foram concebidos com saibro, permitindo assim uma boa permeabilidade das águas pluviais e a possibilidade de ligações entre os novos equipamentos projetados.

Além disso, o projeto contempla a recuperação da infraestrutura degradada, permitindo assim o acesso às ilhas, que se usufrua das quadras de esportes e que se dificulte o acesso das pessoas às margens do lago para alimentação dos animais aquáticos.

7 RECOMENDAÇÕES

Diante do contexto apresentado, cabe ressaltar a importância da continuidade deste trabalho para que se obtenham resultados reais obtidos somente através da construção dos elementos de infraestrutura verde sugeridos neste trabalho.

Para tanto, é imprescindível a realização de um projeto técnico com detalhes construtivos de cada elemento arquitetônico, como as áreas de lazer e contemplação, as quadras de esportes, a área infantil, além da realização de projeto estrutural para atender a construção dos novos acessos às ilhas e da própria ilha, dos decks e dos elementos de infraestrutura verde sugeridos, a vala de infiltração e o jardim de chuva.

Para cálculo ideal da vazão da vala de infiltração e do jardim de chuva, recomenda-se a construção e instalação destes elementos dentro da área proposta e, posteriormente realizar uma análise de escoamento e vazão para que se possa ajustar, de acordo com o tipo de solo encontrado no local, o dimensionamento das duas estruturas de drenagem.

Quanto à eficácia da vegetação como barreira para alimentação dos animais aquáticos, parte do lago poderia receber o plantio das espécies pitangueira e araçá e, através da coleta dos dados, ampliar ou suprimir a barreira vegetal do projeto paisagístico.

REFERÊNCIAS

AHERN, J. Greenways in the USA: theory, trends and prospects. In: **Ecological Networks and Greenways: Concept, design, implementation**. JONGMAN, R. & PUNGETTI, G. (eds). Cambridge University Press, Cambridge, 2003. Disponível em: <<https://epdf.tips/queue/ecological-networks-and-greenways-concept-design-implementation-cambridge-studie.html>> Acesso em: 14 jul. 2016.

ALMEIDA, Antônio C. **Paisagens: Um patrimônio e um recurso**. Instituto de Estudos Geográficos -Faculdade de Letras -Universidade de Coimbra. Coimbra, 2006 Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Almeida10/publications/2> Acesso em: 14 jul. 2016.

ANDREIS, Fernando; SCHNEIDER, Vania E. **Indicação de espécies vegetais nativas para composição de espaço consolidado**. 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente – FIEMA. Bento Gonçalves. 2018.

ARFELLI, Amauri Chaves., **Áreas verdes e de lazer – considerações para sua compreensão e definição na atividade urbanística de parcelamento do solo**. Disponível em: <www.justitia.com.br/artigos/3d0b6b.pdf>. Acesso em: 15 set. 2017

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 14004: Sistemas de gestão ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050-2015: Acessibilidade a Edificações, Espaços e Equipamentos Urbanos**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: ABNT. Outubro, 2015. 148 p.

BARBIN, Henrique S. **Estudo das transformações na conformação dos maciços arbóreo/arbustivos do Parque da Escola Superior de Agricultura" Luiz de Queiroz"- Universidade de São Paulo, através de fotografias aéreas verticais e levantamentos florísticos de épocas distintas**. Dissertação de Mestrado em Agronomia, Universidade de São Paulo, USP, 1999. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-13052004-160953/en.php>>. Acesso em: 15 set. 2017

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores cultivadas no Sul do Brasil: Guia de identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas**. 1ª Ed. Serafinense: 2004

BENEDICT, Mark A.; MCMAHON, Edward T. **Green Infrastructure – Linking Landscapes and Communities**. Washington, D.C.: Island Press, 2006. Disponível em: <<https://epdf.tips/queue/green-infrastructure-linking-landscapes-and-communities.html>>. Acesso em: 15 set. 2017

BENINI, Sandra M., **Infraestrutura Verde como Prática Sustentável para Subsidiar a Elaboração de Planos de Drenagem Urbana: Estudo de Caso da Cidade de Tupã/SP**. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Ciências e

Tecnologia de Presidente Prudente/SP, Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/15/dr/sandra_benini.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2017

BIONDI, D.; LEAL, L. **Caracterização das plantas produzidas no Horto Municipal da Barreirinha - Curitiba / PR**. Rev. SBAU, Piracicaba, v.3, n.2, p. 20-36, jun. 2008. <https://www.researchgate.net/publication/267849723_CHARACTERIZACAO_DAS_PLANTAS_PRODUZIDAS_NO_HORTO_MUNICIPAL_DA_BARREIRINHA_CURITIBA_PR>. Acesso em: 15 jul. 2017

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Senado Federal, Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 15 set. 2017.

_____. Resolução Conama nº 33/1994. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=174>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

_____. Estatuto da Cidade: Lei 10.257/2001 que estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, Câmara dos Deputados, 2001, 1a Edição Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/463822.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017

_____. Lei nº 11.428/2006 que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=526>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

_____. Resolução CONAMA nº 369/2006 que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 15 jul. 2017

_____. Resolução CONAMA nº 369/2006 que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 15 jul. 2017

CAPES – COODERNAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Banco de Teses. Brasília: CAPES, 2016. Disponível em: <<http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/Teses.do>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

CAXIAS DO SUL. Lei Complementar nº 290/2007 que institui o Plano Diretor do Município de Caxias do Sul, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.caxias.rs.gov.br/_uploads/planejamento/plano_diretor_lei.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2017.

_____. Lei Complementar nº 6810/2007 que disciplina o parcelamento do solo para fins urbanos, a regularização fundiária sustentável e dá outras providências. 2007. Disponível em: <https://www.caxias.rs.gov.br/_uploads/planejamento/lei_6810.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2017.

_____. Lei 11.445/2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/553661.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2017.

_____. Lei Complementar nº 376/2010 que consolida a legislação relativa à Política Municipal do Meio Ambiente e dá outras providências. 2010. Disponível em: <https://www.caxias.rs.gov.br/_uploads/meio_ambiente/legislacao/LeiComplementarMunicipal376-LC376-PoliticaMunicipaldoMeioAmbiente.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2017.

_____. Lei nº 12.651/2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 17 jul. 2017.

_____. Plano Municipal da Mata Atlântica – PMMA, Fase de Experimentação, Vol. I. Prefeitura de Caxias do Sul. 2013. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2014/04/Volume-I.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

CECCHETTO, Charise T.; CHRISTMANN, Samara S.; OLIVEIRA, Tarcísio D. **Arborização Urbana: importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades**. XVI Seminário Internacional de Educação do Mercosul. Unicruz. 2014. Disponível em: <<https://www.unicruz.edu.br/mercosul/pagina/anais/2014/DIREITO%20A%20UMA%20MORADIA%20ADEQUADA/ARTIGO/ARTIGO%20-%20ARBORIZACAO%20URBANA%20IMPORTANCIA%20E%20BENEFICIOS%20NO%20PLANEJAMENTO%20AMBIENTAL%20DAS%20CIDADES.PDF>>. Acesso em: 21 jul. 2017

CINGAPURA. **ABC Waters Design Guidelines**. Cingapura: Public Utilities Board (“PUB”), 2ª edição (1ª edição: 2009), 2011. Disponível em: <https://www.pub.gov.sg/abcwaters/Documents/ABC_DG_2014.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2017.

CNT, 2010. **The Value of Green Infrastructure A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits**. Chicago, Estados Unidos da América. 2010. Disponível em: <http://www.cnt.org/sites/default/files/publications/CNT_Value-of-Green-Infrastructure.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2017.

COMIN, Nivaldo. **As áreas institucionais no plano diretor como instrumentos de preservação ambiental**. Dissertação de Mestrado em direito ambiental.

Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul. 2013. Disponível em:

<<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/341/Dissertacao%20Nivaldo%20Comin.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 set. 2017

COSGROVE, D. E. **Social Formation and Symbolic Landscape**. Wisconsin.

Universidade de Wisconsin Press. 1998.

CORMIER, Nathaniel S; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. **Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana**. Disponível em:

<<http://www.espiral.fau.usp.br/arquivos-artigos/2008-Nate&Paulo.pdf>> Acesso em: 08 dez. 2015.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Manual de cálculo de vazões máximas, médias e mínimas para as Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, 1994. 64p.

DENARDIN, E. J.; FREITAS, P. L. de. Características fundamentais da chuva do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n.10, p. 1409-1416, out. 1982.

EMER, Aquélis A, *et al.* **Valorização da flora local e sua utilização na arborização das cidades**. 2011. Disponível em

<<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/viewFile/1220/853>>. Acesso em Acesso em: 21 jul. 2017.

FERNANDES, E.; ALFONSIN, B. **Direito urbanístico: estudos brasileiros e internacionais**. Belo Horizonte: Del Rey, 2006.

FERREIRA, Adjalme D. **Efeitos positivos gerados pelos parques urbanos: O caso do passeio público da cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado em ciência ambiental. Universidade Federal Fluminense. Niterói/RJ. 2005.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Adjalme_Dias_Ferreira/publication/301548698_Efeitos_Positivos_Gerados_Pelos_Parques_Urbanos_O_Caso_do_Passeio_Publico_da_Cidade_do_Rio_de_Janeiro/links/5718b1e808ae986b8b79f8f6/Efeitos-Positivos-Gerados-Pelos-Parques-Urbanos-O-Caso-do-Passeio-Publico-da-Cidade-do-Rio-de-Janeiro.pdf> Acesso em Acesso em: 10 jul. 2017.

FIGUEIREDO, Vanessa G. B. **O patrimônio e as paisagens: novos conceitos para velhas concepções**. PAISAGEM E AMBIENTE: ENSAIOS - N. 32 - SÃO PAULO - P. 83 - 118 – 2013. Disponível em <

<http://www.journals.usp.br/paam/article/download/88124/91004>> Acesso em Acesso em: 10 jul. 2017.

GERMANI, Ana Maria G. **Estudo sobre o uso de espécies vegetais nos projetos paisagísticos para as áreas verdes públicas de Porto Alegre**. Dissertação de Mestrado em arquitetura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004.

HERZOG, Cecília P. **Corredores verdes: expansão urbana sustentável através da articulação entre espaços livres, conservação ambiental e aspectos histórico-culturais**. PROURB – FAU/UFRJ, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://inverde.files.wordpress.com/2010/08/herzog_cecilia_corredores_verdes.pdf> . Acesso em: 15 jul. 2017.

_____. **Guaratiba Verde: Subsídios para o Projeto de Infraestrutura Verde em Área de Expansão Urbana na Cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado FAU/PROURB - UFRJ. Rio de Janeiro. 2009.

_____. **Infraestrutura Verde para Cidades mais Sustentáveis**. Secretaria do Meio Ambiente, 2010. Disponível em: <<http://www.zorraquino.com.br/textos/arquitetura-y-urbanismo-ecologicos/Infraestrutura%20%20Verde%20Cecilia%20Herzog.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

_____. **Cidade para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza**. 1 ed. Rio de Janeiro, Mauad X: Inverde, 2013.

HILTY, J, LIDICKER Jr., W. & MERENLENDER, A. **Corridor Ecology**. Island Press, Washington, 2006. Disponível em: < <https://epdf.tips/queue/corridor-ecology-the-science-and-practice-of-linking-landscapes-for-biodiversity.html>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Rio Grande do Sul, Caxias do Sul**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=430510>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

ISERNHAGEN, Ingo; BOURLEGAT, Jeanne M.G. Le; CARBONI, Marina. **Trazendo a Riqueza Arbórea Regional para Dentro das Cidades: Possibilidades, Limitações e Benefícios**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.4, n.2, p.117-138, 2009. Disponível em <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo73-versao_publicacao.pdf> Acesso em: 21 jul. 2017.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010. 315 p. ISBN 978-85-224-5758-8

LAZZAROTTI, Olivier. **Tourisme et patrimoine: ad augusta per angustia**. Annales de Géographie, 629: 91-110. Disponível em: <http://www.persee.fr/docAsPDF/geo_0003-4010_2003_num_112_629_893.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2016.

LIMA, Valéria. **Geotecnologias e indicadores socioambientais: metodologia para avaliar a qualidade ambiental urbana**. XIII Simpósio Nacional de Geografia Urbana, Rio de Janeiro, 2013.

LOPES SB, GONÇALVES L. **Elementos Para Aplicação Prática das Árvores Nativas do Sul do Brasil na Conservação da Biodiversidade**. Rio Grande do

Sul: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2006. 18p. Disponível em: <http://www.fzb.rs.gov.br/jardimbotanico/downloads/paper_tabela_aplicacao_arvores_rs.pdf> Acesso em: 15 set. 2017.

MACEDO, Silvio S; SAKATA, Francine G. **Parques urbanos no Brasil= Brazilian urban parks**. 2.ed. São Paulo: EDUSP, 2003. 206 p.

MASCARÓ, Lúcia R. **Ambiência urbana = Urban enviroment**. Porto Alegre: Sagra - D.C. Luzzatto, 1996.

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. de. **Árvores para cidades**. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia: Solisluna, 2009. 340p.

MENDES, Flávio Henrique et al. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, 2015. **Diversidade arbórea e análise estrutural em jardim inglês da Universidade de São Paulo**. Revista do centro de Ciências Naturais e Exatas – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2015. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/4675/467546194020.pdf>> Acesso em: 21 jul. 2016.

Ministério do Meio Ambiente – **Controle de Inundações**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/perguntasfrequentes?catid=29>> Acesso em: 11 jul. 2016.

_____. **Espécies Exóticas Invasoras**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>> Acesso em: 21 jul. 2016.

MEDEIROS, Josimar A.; **Arborização Urbana: uso de espécies arbóreas nativas na captura do carbono atmosférico** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET, Santa Maria, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/13733/pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2017

MENDONÇA, Francisco. **S.A.U. O Sistema Socioambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade**. In: MENDONÇA, Francisco (org.) **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004. p. 185-208.

MONTEIRO, Denise P. C. **Áreas alagadas como potencial paisagístico em empreendimentos imobiliários: Caso do centro metropolitano da barra da tijuca**. Dissertação de Mestrado em Urbanismo. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2013.

MORAES, C. S. B. de. **Planejamento e Gestão Ambiental: uma proposta metodológica**. 2006. 276f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

MORAES, Odair; ABIKO, Alex. **Desenvolvimento Urbano Sustentável**. Texto Técnico. Escola Politécnica de Engenharia Civil – USP. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br/files/files/alex/TT26DesUrbSustentavel.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

- MOURA, L. A. A. **Qualidade e gestão ambiental**. 5. ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2008.
- MOURA, Newton Célio Becker de. **Biorretenção: Tecnologia ambiental urbana para manejo das águas de chuva**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.
- MUNEROLI, Clenara C.; MASCARÓ, Juan J. **Arborização Urbana com Plantas Nativas na Seca de 2013 na Cidade de São José do Seridó/RN**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.5, n.1, p.160-182, 2010. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo107-publicacao.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2017.
- MUNEROLI, Clenara C.; MASCARÓ, Juan J. **Arborização Urbana: Uso de Espécies Arbóreas Nativas na Captura do Carbono Atmosférico**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.5, n.1, p.160-182, 2010. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo107-publicacao.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2017.
- NASCIMENTO, Fernando Pacheco. **Mapas colaborativos e o espaço público: a utilização de sistemas de mapeamento colaborativo online como ferramenta nos processos de requalificação urbana**. Dissertação de Mestrado em Urbanismo. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2015.. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MMMD-A7UN7P>>. Acesso em: 21 ago. 2016.
- NASSAUER, Joan I. **Culture and Changing Landscape Structure**. Landscape Ecology · Jan. 2003.
- OLIVEIRA, Danielle Stuart. **Acessibilidade e interação social: comportamento social em face de problemas de mobilidade no parque ecológico da Pampulha**. Dissertação de Mestrado em Urbanismo. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2013.. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-97XGFQ>>. Acesso em: 21 ago. 2016.
- PAIVA, Patrícia D. de Oliveira, **Paisagismo I – Histórico, Definições e Caracterizações**. Programa de Pós Graduação “Latu Sensu” (especialização) à distância: Plantas Ornamentais e Paisagismo, Lavras: UFLA, 2004. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT13022014153207.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2017
- PAGLIARI, Suiana C. *et al.* **Arborização urbana: importância das espécies adequadas**. Unoesc & Ciência - ACET, Joaçaba, v. 4, n. 2, p. 139-148, 2013. Disponível em <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/download/1083/pdf_2>. Acesso em: 21 jul. 2017
- PEIXOTO, Paulo. **Os meios rurais e a descoberta do patrimônio**. Centro de Estudos Sociais, Núcleo de Estudos sobre Cidades e Culturas Urbanas Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. Disponível em:

<<http://www.ces.uc.pt/publicacoes/oficina/ficheiros/175.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

REIS, A.; ANJOS, A. dos; BECHARA, F.C. **Critérios para a seleção de espécies na arborização urbana ecológica.** Sellowia, n. 53-55, p. 51-67, maio 2003.

RIGHETTO, Antônio M. et al., **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**, Programa de pesquisa e saneamento básico - EPUSP, UFMG, UFPE, UFRN, UFRGS, Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Instrução Normativa SEMA N^o 02, de 04 de dezembro de 2013 que Estabelece procedimentos a serem observados para a reposição florestal obrigatória no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://ww1.sema.rs.gov.br/upload/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20SEMA%20n%C2%BA%2002-2013%20-%20estabelece%20procedimentos%20a%20serem%20observados%20na%20reposi%C3%A7%C3%A3o%20florestal%20obrigatoria%20no%20%C3%A2mbito%20do%20RS.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip (1997). **Cidades para um pequeno planeta.** Barcelona: Gustavo Gilli, 2001. Disponível em: <<https://arquiteturapassiva.files.wordpress.com/2015/09/cidades-para-um-pequeno-planet.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

ROTERMUND, Renier M.; **Análise e Planejamento da Floresta Urbana Enquanto Elemento da Infraestrutura Verde: Estudo Aplicado à Bacia do Córrego Judas / Maria Joaquina, São Paulo, SP.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo na área de concentração: Paisagem e ambiente da Universidade de São Paulo, FAUUSP, São Paulo. 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-25072012-155450/pt-br.php>>. Acesso em: 06 jul. 2017.

SAMAE/IPH. Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto/Instituto de Pesquisas Hidráulicas. **Plano Diretor de Drenagem Urbana.** Caxias do Sul, 2001.

SANTOS, Anelise S. S. **Diretrizes para implantação de sistemas de infraestrutura verde em meio urbano: estudo de caso da cidade de Ribeirão Preto- SP.** Dissertação mestrado. Universidade Federal de São Carlos, 2014.

SANTUCCI, J. **As Promenades do Rio de Janeiro: O papel do Passeio Público, Praça Paris e Parque do Flamengo na história da paisagem carioca.** Rio de Janeiro: UFRJ/ FAU, 2003. 1V, 170f. Dissertação de Mestrado em Arquitetura. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/6262419-As-promenades-do-rio-de-janeiro-o-papel-do-passeio-publico-praca-paris-e-parque-do-flamengo-na-historia-da-paisagem-carioca.html>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SÃO PAULO. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**, 1999.

SCALISE, W. **Parques Urbanos – evolução, projeto, funções e uso**. Revista Assentamentos Humanos, Marília, v. 4, n. 1, p.17-24, 2002. Disponível em: <http://www.unimar.br/feat/assent_humano4/parques.htm>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SILVA, José Afonso da. **Direito Urbanístico Brasileiro**. 6. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/211539340/Direito-Urbanistico-Brasileiro-Jose-Afonso-da-Silva-2010-1-pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

SILVA L. M.; HASSE, I.; CADORIN D. A.; OLIVEIRA, K. A. de OLIVEIRA, F. A. C. de; BETT, C. F. **Inventário da arborização em duas vias de Mariópolis/PR**. Rev. SBAU, Piracicaba, v.3, n.1, mar. 2008, p. 36-53. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/41650536-Inventario-da-arborizacao-em-duas-vias-de-mariopolis-pr.html>>. Acesso em: 08 dez. 2017.

SOUSA, Paulo M. **Análise do Licenciamento Ambiental como Instrumento de Política do Meio Ambiente no Rio Grande do Norte – período 1992 – 2003**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2005. Disponível em: <http://arquivos.info.ufrn.br/arquivos/20102440484a92314100a9abdf0a1c2d/Disserta_ao_final_Paulo_Moraes.pdf>. Acesso em: 08 set. 2017.

SOUZA, C.F.; CRUZ, M.A.S; TUCCI, C.E.M. **Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas — UFRGS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** Volume 17 n.2 - Abr/Jun 2012, 9-18.

SHANZER, Helena W. **Contribuições da vegetação para o conforto ambiental no campus central da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**. Dissertação de mestrado em engenharia civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/3203>>. Acesso em: 08 jul. 2017.

SCHUCH, Mara I. S. **Arborização Urbana: Uma Contribuição À Qualidade De Vida Com Uso De Geotecnologias**. Dissertação de mestrado em geomática. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2006. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/21/TDE-2007-08-21T144753Z-769/Publico/Mara%20lone.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2017.

TERRA, C.G.; VASCONCELLO. V. M.; ANDRADE, R. TRINDADE, J. A. da.; BENASSI, A. H. **Arborização: ensaios historiográficos Rio de Janeiro**: EBA /UFRJ, 2004.

TUCCI, Carlos E.M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades, 2005. Disponível em: <https://labgeologiaambiental.jatai.ufg.br/up/285/o/Gest%C3%A3o_de_Aguas_Pluvia_is_.PDF?1370615799>. Acesso em: 08 ago. 2017.

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL. BICE. **Guia para elaboração de trabalhos acadêmicos**, 2016. Disponível em: <<https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/guia-trabalhos-academicos.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

VASCONCELLOS, Andréa A. **Infraestrutura Verde Aplicada ao Planejamento da Ocupação Urbana na Bacia Ambiental do Córrego D'Antas, Nova Friburgo – RJ**, Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental do Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <http://www.urb.puc-rio.br/dissertacao/dissertacao_andrea_araujo.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2017.

ZILLER, S. R. **Plantas Exóticas Invasoras: A ameaça da contaminação biológica**. Ciência Hoje, v. 30, n. 178, p. 77-79, 2001.

APÊNDICE 01- *Ofício encaminhado ao público gestor da Universidade*



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS –
PPGECAM**

Caxias do Sul, 21 de Dezembro de 2016.

Aos Diretores de Centros e Coordenadores de Curso

C/ cópia: Juliano Rodrigues Gimenez – Diretor do CCET, Everaldo Cescon – Diretor do CCHE, Maria Carolina Rosa Gullo – Diretora do CCSO, Fernanda Maria Francischini Schmitz – Diretora do CCJU, Givanildo Garlet – Diretor do CCAA, Neide Pessin – Coordenadora do Curso de Eng. Ambiental, Vinício Ceconello – Coordenador do Curso de Eng. Civil, Doris Baldissera Coordenadora do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Douglas Onzi Pastori - Coordenador do Curso de Design.

Como requisito para obtenção do título de mestre em Engenharia e Ciências Ambientais, estamos desenvolvendo o projeto de reestruturação paisagística da área dos lagos do zoo, com possibilidade de aplicação da proposta em uma etapa posterior para todo o campus universitário.

Na metodologia proposta, os estudos preliminares são submetidos à alta administração UCS para que haja observações e apontamentos segundo as pretensões institucionais.

O Jardim Inglês foi a tipologia paisagística adotada para o desenvolvimento dos estudos iniciais, pois é um estilo mais informal, mas não menos planejado, que adota diferentes espécies de vegetação que farão parte do espaço como espécies frutíferas, com floração de diferentes cores e diferentes aromas. O planejamento da vegetação adotada neste estilo de jardim faz com que todo o ano seja agradável desfrutar seus espaços e espécies vegetais. Além disso, esta tipologia de jardim gera menos manutenção com podas periódicas, pois a vegetação cresce naturalmente, formando maciços coloridos ou grupos isolados de árvores sem simetria ou ordem.

O estudo levou em conta a utilização de espécies vegetais doadas pela RGE e, a composição do espaço foi repensada para que o usuário possa desfrutar com mais qualidade e prazer do entorno dos lagos.

CIDADE UNIVERSITÁRIA

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – B. Petrópolis – CEP 95070 – 560 – Caxias do Sul – RS – Brasil

Ou: Caixa Postal 1352 – CEP 95020-972 – Caxias do Sul – RS – Brasil

Telefone / Telefax (54) 3218 2100 – www.ucs.br

Entidade Mantenedora: Fundação Universidade de Caxias do Sul – CNPJ 88 648 761/0001-03 – CGCTE 029/0089530

Modelo O&M –130033



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

Para isso foram propostos novos caminhos que acompanham as curvas do terreno, espaços para o público infantil e também espaços de descanso e contemplação para indivíduos ou grupos. Os caminhos seriam de saibro, que remete à natureza com um tom terroso e textura arenosa. Além disso, para criar este clima agradável, os lagos foram reduzidos aproveitando-se do lodo existente no fundo dos mesmos como material para reaterro das novas margens. Neste espaço ampliado de passeio foi sugerido o plantio de espécies vegetais de grande porte – salgueiros – em ambas margens do lago e, como forma de barreira física e composição de cores e frutos para os peixes e para a fauna local, plantio de espécies como Araçá e Pitangueira. Espécies nativas como Jacarandá, Cabreúva, Canafístula, Cerejeira, Ipê Roxo, Ipê Amarelo e Pau Ferrô foram inseridas em meio às espécies de grande porte existentes para que quando atingirem uma boa estatura, as espécies existentes possam ser removidas pouco a pouco, reduzindo assim um impacto no conforto térmico, acústico e redução de fauna e flora local. Outro elemento vegetativo importante na composição visual do espaço foi a inserção de Jerivás na rua entre lagos que permite que se crie um caminho de ligação leste/oeste agradável e com espécies nativas.

Elementos arquitetônicos foram usados para qualificar o espaço. Dentre eles estão os novos decks do restaurante e, a ampliação das ilhas com uma nova conexão de taipa de pedra entre elas. Os decks são de madeira plástica ou polimérica, o que reduziria a manutenção dos mesmos. Estes serviriam de apoio ao restaurante, trazendo assim a possibilidade de aumento espaço para realização de eventos com a ocupação da área externa.

Pequenas ilhas de pedra foram propostas para os lagos. Estas ilhas servirão de abrigo aos animais aquáticos, protegendo-os do clima local. E, por fim, uma área nova de estacionamentos foi criada na cabeceira do campo de futebol, aproveitando um espaço que está deteriorado pelo trânsito de veículos.

Sendo assim, submetemos à V.Sa. os esboços criados para que sejam feitas sugestões através de textos indicativos ou desenhos sobre o projeto e figuras que possam ajudar a compor o espaço com vossas contribuições. O material retornado passará por análise documental, servindo este de subsídio para a incorporação de novos elementos ao projeto paisagístico.

Por sua colaboração, antecipadamente agradecemos.

Fernando Andreis
Mestrando do PPGCAM

Vânia Elisabete Schneider
Orientadora do PPGCAM

CIDADE UNIVERSITÁRIA

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – B. Petrópolis – CEP 95070 – 560 – Caxias do Sul – RS – Brasil
Ou: Caixa Postal 1352 – CEP 95020-972 – Caxias do Sul – RS – Brasil

Telefone / Telefax (54) 3218 2100 – www.ucs.br

Entidade Mantenedora: Fundação Universidade de Caxias do Sul – CNPJ 88 648 761/0001-03 – CGCTE 029/0089530

APÊNDICE 02- *Anteprojeto de infraestrutura verde e paisagismo*

**APÊNDICE 03 – Artigo 1 - *Indicação de espécies vegetais nativas para a
composição de espaço consolidado***



Indicação de espécies vegetais nativas para composição de espaço consolidado

Fernando Andreis¹, Vania Elisabete Schneider²

¹Universidade de Caxias do Sul (UCS) e-mail: arq.andreis@hotmail.com

² Universidade de Caxias do Sul (UCS) e-mail: veschnei@ucs.br

Resumo

Este trabalho objetiva analisar um ambiente já consolidado e com predominância de vegetação exótica com vistas a indicar espécies vegetais nativas do Rio Grande do Sul que possam ser inseridas neste contexto. O objeto de estudo é o entorno de um lago artificial que principalmente em finais de semana serve como local de visitação, relaxamento e esportes ao ar livre. Embora seja uma área privada assume um caráter de espaço público adotado pela população em função da proximidade com o zoológico da UCS. A área, no entanto não foi até então contemplada com um projeto paisagístico e de organização espacial tendo conservado características de ocupação original não planejada para este fim. O levantamento situacional da área juntamente com pesquisa bibliográfica sobre o tema orientou a definição da vegetação nativa a ser inserida, levando-se em conta o porte, floração, frutificação e forma. A opção pela vegetação nativa deu-se com a intenção de aumentar a biodiversidade do local e a integração com a fauna do zoológico e/ou atração de outros animais nativos que possam encontrar na área abrigo e alimentação, particularmente a avifauna. Uma vez definidas as espécies vegetais, foi gerada uma proposta projetual paisagística, indicando o local e o tipo de vegetação proposta para ser inserida no espaço.

Palavras-chave: vegetação nativa, jardinagem, paisagismo, revitalização de espaços públicos

Área Temática: Recuperação de Áreas Degradadas

Indication of native plant species for consolidated space composition

Abstract

This work aims to analyze an already consolidated environment with predominance of exotic vegetation with the aim of indicating native plant species of Rio Grande do Sul that can be inserted in this context. The object of study is the surroundings of an artificial lake that mainly at weekends serves as place of visitation, relaxation and outdoor sports. Although it is a private area it assumes a public space character adopted by the population due to the proximity to the UCS zoo. The area, however, was not until then contemplated with a landscape design and spatial organization having conserved characteristics of original occupation not planned for this purpose. The situational survey of the area together with bibliographical research on the theme guided the definition of the native vegetation to be inserted, taking into account the size, flowering, fruiting and shape. The option for the native vegetation was given with the intention of increasing the biodiversity of the place and the integration with the fauna of the zoo and / or attraction of other native animals that can find in the area shelter and feeding, particularly the avifauna. Once the plant species were



defined, a landscape design proposal was generated, indicating the location and type of vegetation proposed to be inserted in the space.

Key words: native vegetation, gardening, landscaping, revitalization of public spaces

Theme Area: Recovery of Degraded Areas

1 Introdução

O crescimento das cidades segundo Benedict e McMahon (2006) apud Vasconcellos (2011) provocam uma importante perda de benefícios ecológicos. A revitalização de espaços urbanos no sentido de recuperar a biodiversidade deve levar em conta a seleção de espécies vegetais adequadas às diferentes situações, mas também dotar a cidade de uma paisagem rica e diversa, fazendo uso das formas, volumes e florações (SCHUCH, 2006). Emer (2011) corrobora este pensamento afirmando que a reinserção de árvores nativas está ganhando espaço em projetos recentes por apresentarem peculiaridades importantes do ponto de vista da sustentabilidade ambiental.

Para Matos e Queiroz (2009) apud Emer (2011) é fundamental buscar-se uma arborização com riqueza de espécies, pois minimizam a disseminação de pragas e doenças entre árvores da mesma espécie.

Diante deste contexto, o presente trabalho objetiva analisar um ambiente já consolidado e com predominância de vegetação exótica com vistas a indicar espécies vegetais nativas do Rio Grande do Sul que possam ser inseridas neste contexto. O objeto de estudo é o entorno de um lago artificial que, principalmente em finais de semana, serve como local de visitação, relaxamento e esportes ao ar livre. Embora seja uma área privada assume um caráter de espaço público adotado pela população em função da proximidade com o zoológico da UCS. A opção pela vegetação nativa deu-se com a intenção de aumentar a biodiversidade do local e a integração com a fauna do zoológico e/ou atração de outros animais nativos que possam encontrar na área abrigo e alimentação, particularmente a avifauna.

2 Revisão bibliográfica

2.1. Arborização urbana

Segundo Schuch (2006) existe uma grande variedade de árvores e de espécies vegetais de diferentes portes, épocas de floração, cores, formas, exigências de solo, permanência ou não de folhas, adaptadas a diferentes tipos de clima, entre outras características que possam ser utilizadas na arborização urbana..

No contexto urbano segundo Monteiro (2013) a elaboração de um projeto paisagístico tem a função de preservar, tomar, restaurar, reconstruir a paisagem, através de contribuições práticas para restabelecer o equilíbrio rompido na natureza.

Silva (2010) apud Comin (2013), por sua vez sustenta que as áreas verdes dispostas pelas cidades têm a finalidade de equilibrar o meio ambiente urbano, com elementos psicológicos, de reconstituição da tranquilidade e recomposição do temperamento, além de serem áreas de recreação e lazer.

2.2. Espécies nativas na arborização urbana



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Para Emer (2011) na maioria das cidades brasileiras não houve um planejamento prévio na arborização urbana, como também poucos são os estudos no que se refere a emprego de espécies nativas do bioma local para o paisagismo urbano.

Segundo Isernhagen *et al* (2009), torna-se relevante a conservação da biodiversidade em espaços urbanos. Biondi & Leal (2008) *apud* Isernhagen *et al* (2009) também indicam a importância e as vantagens do uso de espécies nativas na arborização urbana, como maior resistência a pragas, a minimização do risco de uso de espécies exóticas invasoras, etc. Reis *et al.* (2003) *apud* Isernhagen *et al.* (2009) sugerem ainda que, ao formar conjuntos que lembrem a paisagem original da região, seria possível criar uma nova percepção do espaço urbano por parte dos habitantes, contribuindo na reeducação para a valorização da biodiversidade no ambiente urbano.

Cecchetto (2014), por sua vez, reitera que não basta apenas pensar no plantio de uma espécie simplesmente pelo seu apelo estético e ornamental, sempre se deve primar pelos aspectos do entorno e pelo conhecimento das singularidades da mesma depois de adulta quando seu crescimento metabólico estiver completo, ou seja, com raízes, copa, folhagem, frutificação e floração desenvolvidas.

2.3. Elementos da paisagem

A paisagem é formada por diversos fatores naturais e elementos produzidos pela natureza no tempo e no espaço social enquanto que o paisagismo é a representação da paisagem através de um processo de transformação (FERREIRA, 2005). Nassauer (2003) considera a paisagem a impressão acumulada pela história local ou regional devendo se considerar ainda a diversidade própria inerente a cada cultura, pois que "a cultura estrutura as paisagens", assim como "as paisagens imprimem cultura".

Segundo Almeida (2006), a carga subjetiva que acompanha a determinação do que é patrimônio paisagístico, manifesta-se, de modo evidente, na escala do apreciador. Ao nível individual, ou de uma comunidade local, no entanto, podem ser tomadas atitudes de certo modo contraditórias.

Neste contexto, Lazzarotti (2003) salienta que a transformação do patrimônio paisagem em recurso, pode atingir níveis que tornam a manutenção do espaço insustentável. Segundo o autor, em certos bairros históricos das cidades já pode verificar-se uma frequência exagerada de pessoas podendo assim afetar a qualidade do lugar.

3 Metodologia

A Figura 1 apresenta as três fases que envolveram o presente estudo:

- a) Delimitação da área de estudo
- b) Levantamento situacional
- c) Definição das espécies nativas



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Figura 1 – processo metodológico



Fonte: elaborado pelo autor, 2018

3.1. Delimitação do objeto de estudo

O objeto de estudo abrange a área do zoológico e lagos subjacentes da Universidade de Caxias do Sul, localizados no Município de Caxias do Sul – RS conforme visualizado na figura 2.

Figura 2 – Localização do objeto de estudo inserido no município de Caxias do Sul



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor, 2018

A área foi escolhida por se tratar de um local de grande visitação em finais de semana por se tratar de uma área bastante arborizada, com espaços para caminhada, esportes e contemplação, principalmente no entorno dos lagos e zoológico da Universidade.

3.2. Levantamento situacional

Realizado através de visita no local e com auxílio de um especialista em vegetação, o processo consistiu em fotografar e catalogar as espécies exóticas e nativas existentes. Além disso, dados importantes para o estudo foram diagnosticados como:

- 1) Vazamento do lago norte e acúmulo de lodo
- 2) Degradação de estruturas e equipamentos urbanos existentes
- 3) Falta de manutenção com barreiras vegetais bloqueando caminhos

3.3. Definição das espécies nativas

A distribuição das espécies no local foi pensada à criar uma composição vegetal e que trouxesse uma harmonização de cores, formatos da copa, porte da vegetação e que criasse barreiras vegetais para parada e contemplação do espaço.

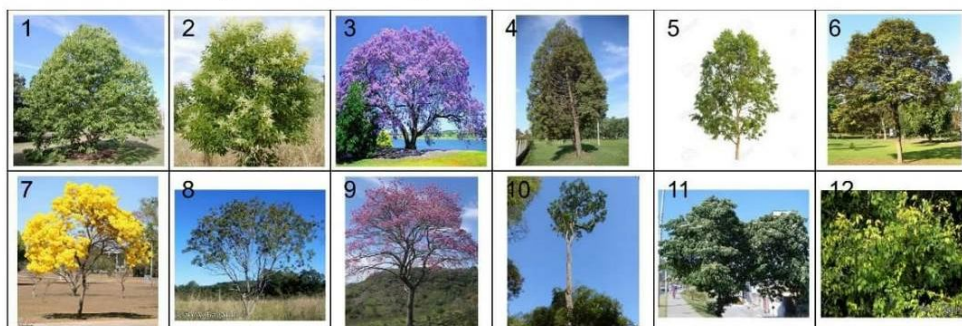


Portanto, a escolha das espécies levou em conta o local de inserção, o porte, a floração, a frutificação, a forma e a diversificação de espécies, evitando assim a disseminação de pragas e doenças.

4 Resultados

O diagnóstico realizado na área delimitada evidenciou como espécies vegetais predominantes, as exóticas como Uva-do-Japão / *Hovenia dulcis* (1), Ligustro / *Ligustrum* sp(2), Jacarandá Mimoso / *Jacaranda mimosifolia* (3), Cipreste / *Cupressus lusitanica* (4), Eucalipto / *Eucalyptus* (5), Cedro Rosa / *Cedrela fissilis* (6), Ipê Amarelo / *Tabebuia chrysotricha* (7), Aroeira Vermelha / *Schinus terebinthifolius* (8), Ipê-Roxo / *Tabebuia heptaphylla* (9), Pau Leiteiro / *Sapium glandulosum* (10), Ingá-feijão / *Inga marginata* (11), Olho de Pombo / *Allophylus edulis* (12), conforme Figura 3.

Figura 3 – Espécies vegetais predominantes na área de estudo



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

Percentualmente a quantidade de espécies encontradas no local se equipara, conforme visualizado no Quadro 1, porém, o número de exemplares de exóticas é superior comparado ao dos exemplares das nativas. Constatando esta que, agregada ao apelo estético e ornamental e principalmente o porte, frutificação e floração deram suporte à escolha assertiva das espécies que podem ser plantadas na área.

Quadro 1 – Características das espécies vegetais da área de estudo

NOME POPULAR/CIENTÍFICO	NATIVA/EXÓTICA	ALTURA (m)	COR DA FLOR	ÉPOCA DA FLOR E FRUTO	FAMÍLIA
(1) Uva-do-Japão / <i>Hovenia dulcis</i>	E	6 à 12	Branco-esverdeadas	Mar-Out	Rhamnaceae
(2) Ligustro / <i>Ligustrum</i> sp.	E	6 à 8	Branca	Jun-Jul	Oleaceae
(3) Jacarandá Mimoso / <i>Jacaranda mimosifolia</i>	E	12 à 15	Rosa	Out-Dez; Jul-Set	Bignoniaceae
(4) Cipreste / <i>Cupressus lusitanica</i>	E	20 à 30	Laranja	Fev-Mar; Set- Out	Cupressaceae
(5) Eucalipto / <i>Eucalyptus</i>	E	30 à 55	Branca	Mar-Abr	Myrtaceae
(6) Cedro Rosa / <i>Cedrela fissilis</i>	N	10 à 25	Branca	Set-Nov / Abr-Ago	Meliaceae
(7) Ipê Amarelo / <i>Tabebuia chrysotricha</i>	N	4 à 10	Amarela	Ago-Set; Set-Out	Bignoniaceae
(8) Aroeira Vermelha / <i>Schinus terebinthifolius</i>	N	2 à 5	Branca	Fev-Mai	Anacardiaceae
(9) Ipê-Roxo / <i>Tabebuia heptaphylla</i>	N	15	Roxa	Ago-Set	Bignoniaceae
(10) Pau Leiteiro / <i>Sapium glandulosum</i>	N	15 à 20	Branca	Out-Dez	Euphorbiaceae
(11) Ingá-feijão / <i>Inga marginata</i>	N	5 à 10	Branca	Out-Fev/Mar-Mai	Mimosaceae
(12) Olho de Pombo / <i>Allophylus edulis</i>	N	8 à 10	Branca	Ago-Nov	Sapindaceae

Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

Dentre as espécies nativas do RS, foram escolhidas a Cerejeira-do-Mato / *Eugenia involucrata* (a), Araçá / *Psidium cattleianum* (b), Pitangueira / *Eugenia uniflora* (c), Cabreúva / *Myrcarpus frondosus* (d), Canafístula / *Peltophorum dubium* (e), Ipê-Roxo / *Tabebuia heptaphylla* (f), Jacarandá / *Jacaranda micrantha* (g), Pau-Ferro / *Astronium balansae* (h),

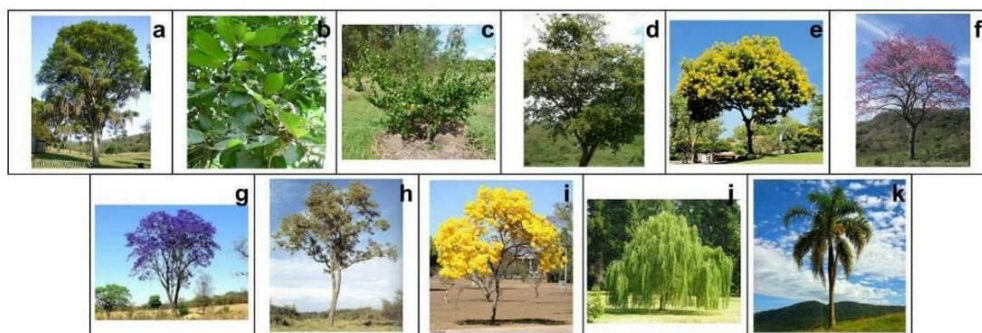


6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Ipê-Amarelo / *Tabebuia chrysotricha* (i), Salgueiro-chorão / *Salix babylonica* (j), Jerivá / *Syagrus romanzoffiana* (k), conforme Figura 4 e Quadro 2.

Figura 4 – Espécies vegetais predominantes na área de estudo



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

Quadro 2 – Características das espécies vegetais nativas para reinserção

NOME POPULAR/CIENTÍFICO	ALTURA (m)	COR DA FLOR	ÉPOCA DA FLOR E FRUTO	FAMÍLIA	PERENE/CADUCA	USO AMBIENTAL	USOS GERAIS
(a) Cerejeira-do-Mato / <i>Eugenia involucrata</i>	12 à 15	Branca	Set-Nov, Out-Dez	Myrtaceae	P	Adensamento, Enriquecimento, Sistemas Agroflorestais	Frutífera, Madeira, Alimento da Fauna, Melífera, Ornamental
(b) Araçá / <i>Psidium cattleianum</i>	5 à 10	Branca	Jun-Dez; Set-Mar	Myrtaceae	P	Poleiro dispersores de sementes	Alimento de Avifauna, Frutífera, Reflorestamento
(c) Pitangueira / <i>Eugenia uniflora</i>	até 5	Branca	Jul-Nov, Out-Jan	Myrtaceae	P	Recuperação de Ambientes Degradados e Matas Ciliares	Alimento da Fauna, Frutífera, Medicinal, Quebra-Vento
(d) Cabreúva / <i>Myrocarpus frondosus</i>	20 à 30	Amarelo	Set-Out; Nov-Dez	Fabaceae	C	Desenvolvimento Rápido, Sistemas Agroflorestais	Madeira, Melífera, Incenso, Medicinal
(e) Canafístula / <i>Peltophorum dubium</i>	30 à 35	Amarelo	Jan-Abr	Fabaceae	C	Reflorestamentos Homogêneos, Rec. Áreas Degradadas	Madeira, Tinta, Ornamental
(f) Ipê-Roxo / <i>Tabebuia heptaphylla</i>	15	Roxa	Ago-Set	Bignoniaceae	C	Enriquecimento, Recuperação de Áreas Degradadas	Madeira, Ornamental, Corante, Medicinal
(g) Jacarandá / <i>Jacaranda micrantha</i>	10 à 25	Rosa	Out-Dez; Jul-Set	Bignoniaceae	C	Recuperação de áreas Degradadas	Madeira, Medicinal
(h) Pau-Ferro / <i>Astronium balansae</i>	10 à 15	Creme	Ago-Nov	Anacardiaceae	C	Recuperação de áreas Degradadas	Madeira, Arborização Urbana
(i) Ipê-Amarelo / <i>Tabebuia chrysotricha</i>	4 à 10	Amarela	Ago-Set; Set-Out	Bignoniaceae	C	Adensamento de Capoeiras	Ornamental, Madeira
(j) Salgueiro-chorão / <i>Salix babylonica</i>	20 à 25	Amarela	Out-nov	Salicaceae	C	Recuperação de áreas degradadas	Ornamental
(k) Jerivá / <i>Syagrus romanzoffiana</i>	7 à 15	Amarela	Ago-dez	Areceae	P	Recuperação de áreas degradadas	Ornamental

Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

Após definição das espécies vegetais utilizadas na nova configuração paisagística do espaço foi gerada uma proposta de projeto com a identificação dos locais onde as mesmas podem ser plantadas, conforme Figura 5.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Figura 5 – Proposta com inserção de espécies nativas



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

Nos passeios foi sugerido o plantio de árvores da espécie Ipê-amarelo e Ipê-roxo visualizado na Figura 6. Estes elementos vegetais proporcionam floração e permitem contemplação por parte dos usuários. Como forma de harmonização e atrativo visual a espécie Salgueiro foi inserida nas margens do lago Norte.

Figura 6 – Ipê-amarelo e Ipê-roxo ao longo dos passeios



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

Exemplares de Jacarandá, Cabreúva, Canafistula, Cerejeira, Ipê Roxo, Ipê Amarelo e Pau Ferro foram inseridos em meio ao maciço sudeste do lago norte onde já existe vegetação de grande porte conforme Figura 7. Esta inserção foi pensada para reduzir um dano ambiental em uma eventual remoção da vegetação existente e replantio das novas espécies, sendo assim, quando as novas árvores reinseridas atingirem um médio porte, as espécies existentes poderão ser removidas pouco a pouco, reduzindo assim um impacto no conforto térmico, acústico e redução de fauna e flora local.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Figura 7 – Exemplares inseridos em meio ao maciço vegetal Sudeste



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

Na Figura 8 podem ser visualizadas, em ambas as margens do lago e, como forma de barreira física e composição de cores e frutos para os peixes e para a fauna local, a inserção das espécies como Aracá e Pitangueira

Figura 8 – Aracá e Pitangueira plantados nas margens dos lagos Norte e Sul



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

Outro elemento vegetal importante na composição visual do espaço foi a inserção de Jerivás na rua entre lagos que permite que se crie um caminho de ligação leste/oeste agradável e de contemplação, como visto na Figura 9.

Figura 9 – Jerivás entre os lagos



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

5 Conclusões

Entre os aspectos observados na elaboração do trabalho, o que chama atenção é a quantidade de exemplares de vegetação exótica que predomina no local. Sabe-se que a vegetação exótica inserida em um ambiente favorável acaba se propagando com facilidade interferindo na fauna e flora local. Inclusive o Ministério do Meio Ambiente considera estas espécies invasoras que trazem ameaças ao ecossistema, habitats ou espécies, pois competem



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

em desigualdade com as espécies nativas podendo excluí-las, homogeneizando assim o ambiente.

Os benefícios no plantio de vegetação nativa no espaço só poderão ser avaliados com propriedade se executado o projeto paisagístico no espaço, porém, cabe ressaltar que os benefícios serão perceptíveis no momento que o porte e quantidade de exemplares possam influenciar o microclima local, possam produzir frutos para alimentar a fauna silvestre da área e possam reconfigurar esteticamente o espaço através de suas cores e floração.

Cabe salientar que se trata de um estudo e proposição de cenário paisagístico no sentido de subsidiar a tomada de decisão quanto às intervenções a serem feitas no local de estudo.

Referências

ALMEIDA, Antônio C. **Paisagens: Um patrimônio e um recurso**. Instituto de Estudos Geográficos -Faculdade de Letras -Universidade de Coimbra. Coimbra, 2006 Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Almeida10/publications/2> Acesso em: 14 jul. 2016.

CECCHETTO, Charise T.; CHRISTMANN, Samara S.; OLIVEIRA, Tarcísio D. **Arborização Urbana: importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades**. XVI Seminário Internacional de Educação do Mercosul. Unicruz. 2014. Disponível em: <<https://www.unicruz.edu.br/mercosul/pagina/anais/2014/>>. Acesso em: 21 jul. 2017

COMIN, Nivaldo. **As áreas institucionais no plano diretor como instrumentos de preservação ambiental**. Dissertação de Mestrado em direito ambiental. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/341/Dissertacao%20Nivaldo%20Comin.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 set. 2017

EMER, Aquélio A, *et al.* **Valorização da flora local e sua utilização na arborização das cidades**. 2011. Disponível em <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/viewFile/1220/853>>. Acesso em Acesso em: 21 jul. 2017.

FERREIRA, Adjalme D. **Efeitos positivos gerados pelos parques urbanos: O caso do passeio público da cidade do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado em ciência ambiental. Universidade Federal Fluminense**. Niterói/RJ. 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Adjalme_Dias_Ferreira/publication> Acesso em Acesso em: 10 jul. 2017.

FIGUEIREDO, Vanessa G. B. **O patrimônio e as paisagens: novos conceitos para velhas concepções**. PAISAGEM E AMBIENTE: ENSAIOS - N. 32 - SÃO PAULO - P. 83 - 118 – 2013. Disponível em < <http://www.journals.usp.br/paam/article/download/88124/91004>> Acesso em Acesso em: 10 jul. 2017.

ISERNHAGEN, Ingo; BOURLEGAT, Jeanne M.G. Le; CARBONI, Marina. **Trazendo a Riqueza Arbórea Regional para Dentro das Cidades: Possibilidades, Limitações e Benefícios**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.4, n.2, p.117-138, 2009. Disponível em



<http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo73-versao_publicacao.pdf> Acesso em: 21 jul. 2017.

LAZZAROTTI, Olivier. **Tourisme et patrimoine: ad augusta per angustia**. Annales de Géographie, 629: 91-110. Disponível em: <http://www.persee.fr/doc/AsPDF/geo_0003-4010_2003_num_112_629_893.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2016.

MONTEIRO, Denise P. C. **Áreas alagadas como potencial paisagístico em empreendimentos imobiliários: Caso do centro metropolitano da barra da tijuca**. Dissertação de Mestrado em Urbanismo. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2013.

NASSAUER, Joan I. **Culture and Changing Landscape Structure**. Landscape Ecology · Jan. 2003.

SCHUCH, Mara I. S. **Arborização Urbana: Uma Contribuição À Qualidade De Vida Com Uso De Geotecnologias**. Dissertação de mestrado em geomática. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2006. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/21/TDE-2007-08-21T144753Z-769/Publico/Mara%20Ione.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2017.

VASCONCELLOS, Andréa A. **Infraestrutura Verde Aplicada ao Planejamento da Ocupação Urbana na Bacia Ambiental do Córrego D'Antas, Nova Friburgo – RJ**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental do Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <http://www.urb.puc-rio.br/dissertacao/dissertacao_andrea_araujo.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2017.

APÊNDICE 04 – Artigo 2 - *Determinação e dimensionamento de infraestrutura verde em espaço consolidado*

DETERMINAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE INFRAESTRUTURA VERDE EM ESPAÇO CONSOLIDADO

¹Fernando Andreis
²Vania Elisabete Schneider
³Flávia Manica Siviero

RESUMO

Este trabalho objetiva avaliar as áreas de contribuição pluvial em um ambiente já consolidado com vistas a indicar e definir tipologias de infraestrutura verde que possam ser inseridas neste contexto. O objeto de estudo é o entorno de um lago artificial que principalmente em finais de semana serve como local de visitação, relaxamento e esportes ao ar livre. Embora seja uma área privada assume um caráter de espaço público adotado pela população em função da proximidade com o zoológico da UCS. O levantamento situacional da área juntamente com pesquisa bibliográfica sobre o tema orientou a definição das estruturas de drenagem alternativas com potencial de inserção dentro do contexto existente. Uma vez definidas as tipologias, as mesmas foram dimensionadas adotando-se os parâmetros e metodologia utilizados atualmente pela Secretária Municipal de Obras e Serviços Públicos (SMOSP) de Caxias do Sul para projetos de drenagem urbana sendo posteriormente gerada uma proposta de projeto indicando a localização de cada tipologia adotada.

Palavras-chave: infraestrutura verde, drenagem urbana, parâmetros pluviométricos, revitalização de espaços públicos, sustentabilidade

¹ Universidade de Caxias do Sul (UCS) e-mail: arq.andreis@hotmail.com

² Universidade de Caxias do Sul (UCS) e-mail: veschnei@ucs.br

³ Universidade de Caxias do Sul (UCS) e-mail: flavia.manica@hotmail.com

INDICATION OF NATIVE PLANT SPECIES FOR CONSOLIDATED SPACE COMPOSITION

ABSTRACT

This work aims to evaluate the pluvial contribution areas in an already consolidated environment in order to indicate and define typologies of green infrastructure that can be inserted in this context. The object of study is the surroundings of an artificial lake that mainly at weekends serves as place of visitation, relaxation and outdoor sports. Although it is a private area it assumes a public space character adopted by the population due to the proximity to the UCS zoo. The situational survey of the area together with bibliographic research on the theme guided the definition of alternative drainage structures with

potential of insertion within the existing context. Once the typologies were defined, they were measured by adopting the parameters and methodology currently used by the Municipal Secretary of Public Works and Services (SMOSP) of Caxias do Sul for urban drainage projects, and a project proposal was subsequently generated indicating the location of each typology adopted.

Key words: *green infrastructure, urban drainage, rainfall parameters, revitalization of public spaces, sustainability*

DETERMINACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN ESPACIO CONSOLIDADO

RESUMEN

Este trabajo objetiva evaluar las áreas de contribución pluvial en un ambiente ya consolidado con miras a indicar y definir tipologías de infraestructura verde que puedan ser insertadas en este contexto. El objeto de estudio es el entorno de un lago artificial que principalmente los fines de semana sirve como lugar de visita, relajación y deportes al aire libre. Aunque es un área privada asume un carácter de espacio público adoptado por la población en función de la proximidad con el zoológico de la UCS. El levantamiento situacional del área junto con la investigación bibliográfica sobre el tema orientó la definición de las estructuras de drenaje alternativas con potencial de inserción dentro del contexto existente. Una vez definidas las tipologías, las mismas fueron dimensionadas adoptando los parámetros y metodología utilizados actualmente por la Secretaria Municipal de Obras y Servicios Públicos (SMOSP) de Caxias do Sul para proyectos de drenaje

urbano siendo posteriormente generada una propuesta de proyecto indicando la localización de cada tipología adoptada.

Palabras clave: *infraestructura verde, drenaje urbano, parámetros pluviométricos, revitalización de espacios públicos, sostenibilidad*

INTRODUÇÃO

Benedict e McMahon (2006) *apud* Vasconcellos (2011) afirmam que a infraestrutura verde (IEV) pode ser considerada uma rede de áreas naturais e de outros espaços abertos que conserva os valores e funções do ecossistema natural, mantém o ar e a água limpos e provê uma larga variedade de benefícios. Herzog (2013) por sua vez argumenta que a infraestrutura verde tem o objetivo de reduzir a taxa de superfícies, como concretos, asfaltos, cimentos, cerâmicas, pedras e telhas, reintroduzindo a biodiversidade urbana.

Nesta mesma linha Moura (2013) reafirma que a infraestrutura verde, contempla diretamente a necessidade social urgente de tornar os ambientes construídos/urbanos mais sustentáveis, tanto em novas urbanizações, quanto na adaptação de áreas já ocupadas.

Neste contexto, o planejamento sustentável aborda sistemas alternativos de drenagem urbana e, dentre eles se encontra o modelo de IEV cuja principal finalidade é mimetizar os processos considerados naturais dentro do ambiente urbano, reduzindo assim os danos ambientais causados pela urbanização crescente.

Com base no exposto, o presente trabalho objetiva realizar o dimensionamento de tipologias de infraestrutura verde passíveis de implantação em um ambiente consolidado para posterior geração de uma proposta de projeto com definição do local de implantação das estruturas alternativas de drenagem. O objeto de estudo é o entorno de um lago artificial que, principalmente em finais de semana, serve como local de visitação, relaxamento e esportes ao ar livre. Embora seja uma área privada assume um caráter de espaço público adotado pela população em função da proximidade com o zoológico da UCS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Infraestrutura verde

O termo infraestrutura verde foi usado pela primeira vez no ano de 1994 na Flórida segundo Vasconcellos (2011), em um relatório da *Florida Greenways Commission*⁴. Segundo a obra os sistemas naturais deveriam ser igualmente valorizados diante da infraestrutura tradicional, tornando-os tão ou mais importantes do que a infraestrutura convencional dentro do contexto urbano, devendo conservar e restaurar os recursos naturais mediante o planejamento de infraestrutura verde.

No entanto, o termo possui diferentes significados dependendo do contexto em que é usado: alguns autores o delimitam como aos elementos vegetais que promovem benefícios ecológicos em áreas urbanas, já outros autores fazem referência às estruturas de engenharia como as de manejo das águas pluviais ou de tratamento de água que são projetadas para serem ecológicas (BENEDICT & MCMAHON, 2006 *apud* VASCONCELLOS, 2011).

A rede de infraestrutura verde de acordo com Cormier e Pellegrino (2008) pode ser integrada em quase todas as paisagens urbanas, incrementando positivamente na qualidade ambiental de áreas já urbanizadas.

Para planejar a infraestrutura verde segundo Monteiro (2013), é necessário identificar e compreender a estrutura da paisagem, demarcar os espaços a serem preservados ou recuperados e definir qual a função que cada um dos elementos da paisagem exercerá na rede da infraestrutura verde. A partir disso, busca-se promover conexões nos fragmentos que interligam todo o sistema, funcionando como corredores ecológicos, conectando

⁴ Criada em 1993, corresponde a um grupo de 40 membros encarregados de avaliar os corredores verdes da Flórida, a fim de promover um sistema integrado de espaços verdes.

ecossistemas e paisagens, cujo processo são fundamentais para a manutenção dos processos ecológicos.

A implantação da infraestrutura

Componentes de uma rede de IEV

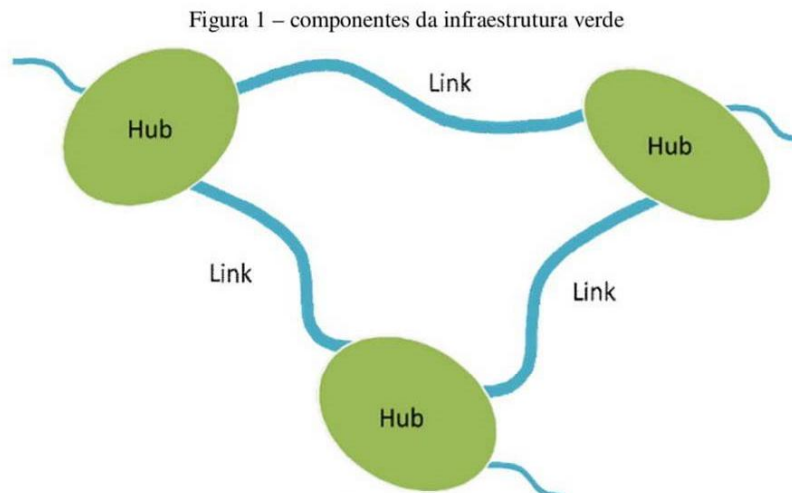
De acordo com Benedict e McMahon (2006) *apud* Vasconcellos (2011) a rede de infraestrutura verde conecta os ecossistemas e as paisagens em um sistema de *hubs* e *links*, que variam em tamanho, função e domínio. Os *hubs* podem ser de diferentes tamanhos e formas, podendo ser grandes reservas ou áreas de proteção, grandes áreas de terras públicas, áreas particulares e parques.

Os *hubs* têm a função de ancorar as redes de infraestrutura verde e proporcionar espaços para as plantas nativas e comunidades de animais, são também a origem ou o destino dos animais, das pessoas e dos processos ecológicos que

verde pode ocorrer em diferentes escalas - particular, local, estadual, regional ou nacional segundo Benedict e McMahon (2006) *apud* Vasconcellos (2011).

se deslocam através do sistema. (Benedict & McMahon, 2006 *apud* Vasconcellos, 2011).

Os *links* conforme Figura 1, conectam os ecossistemas e paisagens e funcionam como corredores para plantas e animais e são as conexões que interligam todo o sistema de infraestrutura verde. São fundamentais para a manutenção dos processos ecológicos vitais e para a saúde e a biodiversidade das populações nativas. (Benedict & McMahon, 2006 *apud* Vasconcellos, 2011).



Fonte: adaptado de www.researchgate.net, 2017

Para Vasconcellos (2011) um planejamento abrangente da paisagem otimiza os processos e fluxos, bióticos e abióticos, da paisagem através da ligação dos *hubs* com usos adequados em um sistema de conservação integrado. Selecionar um *link* apropriado entre dois *hubs* requer da equipe de projeto a

identificação das áreas que possuem atributos e processos ecológicos adequados para a ligação. O autor sistematiza um possível método de implantação de infraestrutura verde com ênfase em um planejamento abrangente da paisagem e otimização dos processos e fluxos através

da ligação dos *hubs* e *links* conforme etapas apresentadas abaixo:

Passo 1 – Definição do recorte da área.

Passo 2 – Identificação dos *hubs*, proporcionais à escala do projeto e definição de seu tamanho.

Passo 3 – Eliminar *hubs* cujo tamanho seja inferior ao estabelecido.

Passo 4 – Identificar os tipos de paisagem de cada um dos *hubs* e suas conexões naturais, permitindo que a rede seja projetada de forma que os padrões ecológicos naturais da área sejam replicados.

Passo 5 – Definição dos *links* da rede com identificação das áreas apropriadas para compor as ligações entre hubs.

Passo 6 – Definição da largura mínima necessária para os *links* de acordo com a escala do projeto.

Passo 7 – Incorporação de áreas passíveis de restauração à composição da rede, caso haja necessidade.

Passo 8 – Avaliar prós e contras da criação de cada ligação entre *hubs*, pois os *links* podem causar danos ao meio ambiente.

Passo 9 – Eliminação de links inadequados, que cruzem estradas principais ou centros urbanos.

Tipologias de IEV para escala local

O uso de IEV mantém ou recupera a funcionalidade da paisagem, trazendo benefícios específicos para as pessoas. Segundo Herzog (2009) promove melhora na mobilidade alternativa de baixo impacto, soluciona ou reduz problemas de drenagem (desacelera o fluxo de escoamento de águas pluviais) melhora o microclima e qualidade do ar, promove biodiversidade, embeleza e qualifica a paisagem do espaço, entre outros.

As diversas tipologias de infraestrutura verde que podem ser associadas ao objeto de estudo são apresentadas na sequência:

a) Jardim de chuva e canteiro pluvial

São jardins em cotas mais baixas em relação à via e, recebem águas das superfícies impermeáveis adjacentes e, encaminhadas à um sistema de drenagem. Seu sistema de biorretenção utiliza a atividade biológica de plantas e microrganismos para remover os poluentes das águas pluviais e contribui para a infiltração e retenção das águas de chuva, evitando uma sobrecarga no sistema de drenagem e consequentemente as inundações, (Figura 2). Seu correto dimensionamento deve atender à demanda momentânea, sendo considerada sua vazão total algumas horas depois de um evento.

Figura 2 – Jardim de chuva e canteiro pluvial em Portland, EUA



Fonte: www.ecotelhado.com, 2017

Os canteiros pluviais seguem os mesmos princípios dos jardins de chuva e podem ser compactados à pequenos espaços urbanos, porém, pode contar, além de sua capacidade de infiltração, com um extravasador ou, em exemplos sem infiltração, contar só com a evaporação, evapotranspiração e transbordamento. (Cormier & Pellegrino, p.130, 2008).

b) Pavimentos porosos

Os pavimentos porosos, visualizados na Figura 3, são uma solução para reduzir a impermeabilidade das superfícies urbanas, pois permitem a infiltração das águas pluviais e reduzem o escoamento superficial, retendo temporariamente pequenas quantidades de água e consequentemente reduzindo inundações.

Figura 3 – Pavimentos porosos



Fonte: www.oterprem.com.br, 2017

c) Biovaletas ou valas biorretentoras

De acordo com Herzog (2009) são depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, que processam a limpeza da

água da chuva ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, dirigindo o excesso para jardins de chuva ou outros sistemas de retenção de água como pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 – Biovaleta em Portland, EUA



Fonte: www.americanforests.org, 2017

d) Lagoa Pluvial

Cormier e Pellegrino (2008), explicam que as lagoas pluviais, como na Figura 5, também chamadas bacias de retenção, recebem o escoamento superficial por drenagens naturais ou tradicionais. Caracterizam-se como um alagado construído, mas que não recebem efluentes de esgotos domésticos ou industriais. Sua capacidade de armazenamento acaba sendo o volume

entre o nível permanente da água que contém e o nível de transbordamento aos eventos para os quais foi dimensionada. Por exigirem mais espaço que as tipologias anteriores, acabam desempenhando um papel importante por sua possibilidade de armazenar grandes volumes de água e, criam banhados, valiosos como hábitat, recuperam a qualidade da água e podem até se tornar lugares de recreação e lazer, valorizando seu entorno.

Figura 5 – Lagoa pluvial em Portland, EUA



Fonte: Nathaniel S. Cormier em Cormier e Pellegrino, 2008

METODOLOGIA

A Figura 6 apresenta as etapas da metodologia adotada neste trabalho:

Figura 6 – processo metodológico



Fonte: elaborado pelo autor, 2018

Delimitação do objeto de estudo

O objeto de estudo abrange a área do zoológico e lagos subjacentes da

Universidade de Caxias do Sul, localizados no Município de Caxias do Sul – RS conforme visualizado na Figura 7.

Figura 7 – Localização do objeto de estudo inserido no município de Caxias do Sul



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor, 2018

A área foi escolhida por se tratar de um local de grande visitação em finais de semana ser relativamente arborizada, com espaços para caminhada, esportes e contemplação, principalmente no entorno dos lagos e zoológico da Universidade.

Parâmetros para dimensionamento das estruturas adotadas

Para realização do dimensionamento das estruturas foram adotados os parâmetros e metodologia utilizados atualmente pela Secretária Municipal de Obras e Serviços Públicos (SMOSP) de Caxias do Sul para projetos de drenagem urbana, de bibliografias relacionadas e pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) desenvolvido para o município no ano de 2001 (SAMAE/IPH, 2001). Sendo assim, os volumes a serem amortecidos pelas estruturas foram calculados respeitando as seguintes premissas:

- a) vazão de contribuição definida pelo Método Racional, que conforme São Paulo (1999) e Tucci (2005) consiste na aplicação da Equação 1:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

Q: vazão de projeto em $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;

C: coeficiente de escoamento superficial da bacia hidrográfica;
i: intensidade média de precipitação sobre toda área da bacia, com duração igual ao tempo de concentração em $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) \cdot \text{ha}^{-1}$;
A: área da bacia hidrográfica em hectares.

- b) coeficiente de escoamento superficial utilizado para o cálculo de todas as estruturas foi de 0,35, valor indicado por DAEE (1994) para áreas parcialmente urbanizadas;
c) intensidade de precipitação respeitou a equação IDF (Intensidade-Duração-Frequência) utilizada pela SMOSP que consiste na aplicação da Equação 2 de Denardin; Freitas (1982):

$$i = \frac{702,71 \cdot T_r^{0,24}}{(t + 8,85)^{0,74}} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

i: intensidade de precipitação ($\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$);
 T_r : tempo de retorno (anos);
t: tempo de concentração (minutos).

- d) tempo de retorno de 2 anos conforme indicado pelo PDDU para obras de microdrenagem (SAMAE/IPH, 2001);

- e) tempo de concentração da chuva foi de 10 minutos, valor utilizado pela SMOSP;
- f) volume do dispositivo determinado pela aplicação da Equação 3, sendo capaz de conter 10 minutos da chuva de projeto;

$$V = Q \cdot 10 \text{ min} \cdot 60 \text{ seg} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:

V: volume de detenção em m³;

Q: vazão de projeto em m³.s⁻¹.

Por fim, através da área disponível para a implantação da estrutura e o volume

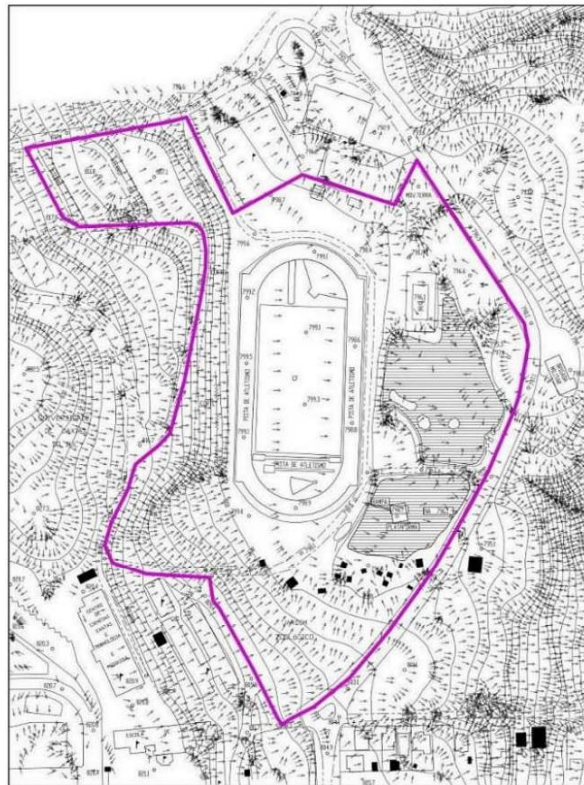
que deveria ser contido por ela, pode-se definir sua profundidade útil.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Área de estudo

Através das curvas de nível do terreno chegou-se ao mapa apresentado na Figura 8, o qual demonstra as setas de declividade do terreno, o que permitiu a definição do local das estruturas de drenagem a serem adotadas. Seu perímetro foi definido pelas vias, caminhos e edificações existentes.

Figura 8 – Declividades e perímetro de implantação das estruturas de drenagem



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Além da avaliação das declividades do terreno, para definição de quais elementos de infraestrutura verde seriam propostos para inserção na área de estudo, foi necessária uma delimitação de micro

áreas de contribuição. Além disso, foi possível fazer uso de estruturas existentes, como os lagos, que passaram a trabalhar na detenção da chuva de projeto.

O perímetro da área de estudo definido anteriormente foi subdividido em áreas de menor tamanho, conforme apresentado na Figura 9. Estas micro áreas foram criadas de acordo com as setas de escoamento que podem ser visualizadas na imagem e também pelos limites de ruas, passeios e infraestrutura existente.

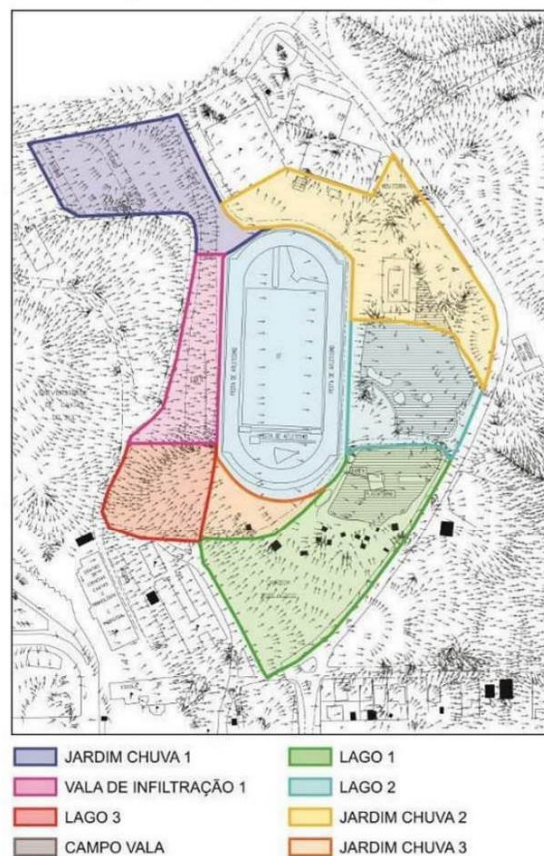
Primeiramente definiu-se que os lagos 1, 2 e 3, estruturas já existentes, iriam funcionar como bacias de retenção do tipo lago aberto. Dessa forma, foi possível através da análise do escoamento, definir quais as áreas de contribuição atenderiam cada uma dessas estruturas.

Para solucionar a drenagem das outras áreas foram avaliados os espaços disponíveis e os locais e estruturas que

melhor se adequaram ao cenário paisagístico e ambiental. Sendo assim, foram previstas valas de infiltração nas duas laterais do campo de futebol, uma vez que, neste local, havia disponível uma largura pequena e toda a extensão do campo para implantação de um sistema, sendo as valas de infiltração as estruturas que melhor se encaixaram nesses requisitos.

Nas demais áreas foram previstos jardins de chuva. Essas estruturas foram escolhidas por ocuparem uma pequena área para implantação e de adequarem muito bem à paisagem, sendo possível dimensioná-los ao longo de passeios, ruas e parques.

Figura 9 – Micro áreas de contribuição



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Na Tabela 1 são apresentadas as estruturas selecionadas para o projeto e suas respectivas áreas de contribuição.

Tabela 1 – Resumo das estruturas escolhidas e suas áreas de contribuição

Estrutura	Área Contribuição (m ²)
Lago 1	11.194,85
Lago 2	3.421,62
Lago 3	6.377,04
Jardim 1	8.305,93
Jardim 2	12.254,39
Jardim 3	744,51
Vala 1	4.584,69
Vala 2	17.431,95

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Dimensionamento da infraestrutura verde

Após definidas as estruturas a serem instaladas e suas áreas de contribuição, foi possível definir os volumes a serem contidos por cada uma e, conseqüentemente, suas dimensões. Na Tabela 2 são apresentados os valores obtidos para a intensidade de chuva de projeto para um período de retorno de 2

anos e um tempo de concentração de 10 minutos, as vazões para um coeficiente de escoamento superficial de 0,35 e o volume equivalente a 10 minutos da chuva de projeto. Esses valores foram obtidos com a aplicação das equações apresentadas no capítulo “Parâmetros para dimensionamento das estruturas adotadas”.

Tabela 2 – Resumo do dimensionamento da infraestrutura verde

Estrutura	Área Contribuição (ha)	Intensidade (mm.h ⁻¹)	Vazão (m ³ .s ⁻¹)	Volume de Projeto (m ³)
Lago 1	1,119485	94,46986	1,029	617,41
Lago 2	0,342162	94,46986	0,315	188,71
Lago 3	0,637704	94,46986	0,586	351,70
Jardim 1	0,830593	94,46986	0,763	458,08
Jardim 2	1,225439	94,46986	1,126	675,85
Jardim 3	0,074451	94,46986	0,068	41,06
Vala 1	0,458469	94,46986	0,421	252,85
Vala 2	1,743195	94,46986	1,602	961,403

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

As dimensões das estruturas foram definidas de modo a serem suficientes para conter o volume de projeto. Os três lagos já possuíam área definida, sendo assim

foram calculadas as alturas necessárias para atingir o volume final, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Alturas necessárias para os lagos à partir da área base e volume de projeto

Estrutura	Área do dispositivo (m ²)	Profundidade do dispositivo (m)
Lago 1	3140,79	0,1966
Lago 2	4480,16	0,0421
Lago 3	185,00	1,9011

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Para as demais tipologias de infraestrutura verde aplicadas ao projeto, foram calculadas as áreas em metros

quadrados que o espaço comporta e, a partir disto, foi calculada a profundidade necessária, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Alturas necessárias para as demais infraestruturas verdes construídas à partir da área base e volume de projeto

Estrutura	Área do dispositivo (m ²)	Profundidade do dispositivo (m)
Jardim 1	185	2,5880
Jardim 2	177	1,4080
Jardim 3	32	1,2831
Vala de infiltração 1	420	0,6020
Campo vala	128	7,51

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Na micro área denominada Jardim 1, o valor de profundidade para a infraestrutura verde sugerida ficou demasiado elevada porém, a micro área Vala de infiltração 1 teve baixa profundidade e, pode absorver o excedente não suportado pelo Jardim 1.

Outra constatação similar ocorreu na micro área denominada Campo vala, onde o espaço para implantação da infraestrutura é limitado e a profundidade calculada tornaria insustentável sua implantação, no entanto, o excedente gerado pode ser absorvido pelo Lago 2.

Proposta de infraestrutura verde

No projeto proposto, foram inseridas as tipologias de IEV dentro do espaço consolidado. A proposta foi gerada de acordo com a topografia do terreno, acompanhando as declividades do terreno e consequentemente o escoamento natural das águas, aumentando assim a eficácia da infraestrutura adotada.

Além da remodelação paisagística do espaço, foram criados novos elementos arquitetônicos sempre se levando em conta a questão ambiental. Dentre eles destacam-se os novos caminhos para os usuários, feitos com pavimentos porosos, neste caso o saibro. Também áreas de descanso como parque infantil e praças receberiam cobertura de solo permeável como bloco intertravado permeável e areia.

Os elementos principais de IEV adicionados no ambiente foram os jardins de chuva e valas de infiltração, visualizados na Figura 10. Estes elementos foram dispostos em locais de passagem de usuários, pois complementam paisagisticamente o espaço, tornando agradável sua presença.

Finalizando a questão de tipologias de IEV projetadas para o ambiente, os lagos existentes serviram de bacias de retenção pluvial, absorvendo o escoamento de sua micro área e atendendo a demanda excedente de outras micro áreas.

Figura 10 – Proposta com localização da IEV



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2018

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tipologia da infraestrutura verde pode ser considerada um elemento estruturante da paisagem urbana, capaz de conectar os espaços com fluidez e harmonia com a natureza.

Benedict e McMahon (2006) *apud* Vasconcellos (2011) sustentam que a infraestrutura verde promove a aproximação sistemática e estratégica para a conservação da terra da escala nacional à escala local, encorajando o uso do solo e o seu planejamento em benefício da natureza e das pessoas, ou seja, promove tanto a conservação quanto o desenvolvimento.

A rede de IEV pode ser integrada em praticamente todas as paisagens urbanas, incrementando positivamente na qualidade ambiental de áreas já urbanizadas. Cabe aos arquitetos paisagistas projetar tais intervenções urbanas, com parques, corredores verdes e espaços naturais preservados. (Cormier & Pellegrino, 2008)

Dentre os benefícios que a IEV proporciona, a *Center for Neighborhood Technology (CNT)* elenca os que se relacionam ao manejo de águas pluviais:

- a) Benefícios hídricos e redução de escoamento superficial;
- b) Reduzir a demanda de água;
- c) Melhorar a recarga hídrica dos aquíferos;
- d) Reduzir o consumo energético;
- e) Melhorar a qualidade do ar;
- f) Reduzir a concentração de CO₂ na atmosfera;
- g) Reduzir as ilhas de calor;
- h) Transformar a paisagem e multifuncional;
- i) Reduzir a poluição sonora;
- j) Aumentar áreas de recreação e lazer;
- k) Promover novo habitat para espécies;
- l) Oportunizar a educação ambiental.

Já Cingapura (2011) *apud* Vasconcellos (2011) elenca as funções exercidas pelas tipologias de infraestrutura

verde voltadas para o manejo das águas pluviais: purificação, detenção, retenção, condução e infiltração.

Vasconcellos (2011) também expõe a principal função da infraestrutura verde como sendo a de solucionar problemas de drenagem, além disso, para o autor os custos de implantação são pequenos comparados ao custo total de uma rede de infraestrutura convencional, enquanto que os benefícios ambientais resultantes são muitos.

Salienta-se que a rede de infraestrutura verde proposta para a área de estudo atende à demanda pluvial gerada nas micro áreas criadas, reduzindo o escoamento superficial e possibilitando a absorção gradual do excesso de água pela nova infraestrutura. Mesmo havendo uma intensidade de chuva maior do que a calculada, os desníveis encontrados no terreno direcionam este excedente aos lagos que, por sua vez, têm capacidade de retenção maior do que o previsto para a demanda de chuva de sua micro área.

Além das estruturas criadas especificamente para a absorção pluvial, os caminhos ou *links* propostos também têm esta função pois, foram usados materiais permeáveis no seu revestimento, propiciando assim maior integração com o ambiente e, mantendo o espaço sustentável.

Portanto, recomenda-se aplicar as técnicas de infraestrutura verde proposta para que se possa através deste estudo de caso, avaliar seu funcionamento e corrigir possíveis falhas no seu dimensionamento, pois, é sabido que dependendo do tipo de solo tal dimensionamento pode sofrer variação.

REFERÊNCIAS

CNT. (2010). *The Value of Green Infrastructure A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits*. Chicago, Estados Unidos da América. Disponível: <http://www.cnt.org/sites/default/files/publi>

cations/CNT_Value-of-Green-Infrastructure.pdf.

Cormier, Nathaniel S. & Pellegrino, Paulo R. M. (2008). *Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. Paisagem Ambiente: ensaios*, 25, 125-142. São Paulo., SP, Brasil. Disponível:

<http://www.espiral.fau.usp.br/arquivos-artigos/2008-Nate&Paulo.pdf>

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. (1994). *Manual de cálculo de vazões máximas, médias e mínimas para as Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo*. [manual]. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE.

Denardin, E. J. & Freitas, P. L. de. (1982, outubro) *Características fundamentais da chuva do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 17, n.10 (pp. 1409-1416). Brasília. Disponível:

<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/16306/10506>

Herzog, Cecilia P. (2009). *Guaratiba Verde: Subsídios para o Projeto de Infraestrutura Verde em Área de Expansão Urbana na Cidade do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado FAU/PROURB - UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

_____. (2013). *Cidades para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza*. (1a ed.). Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde.

Monteiro, Denise P. C. (2013). *Áreas alagadas como potencial paisagístico em empreendimentos imobiliários: Caso do centro metropolitano da barra da tijuca*. Dissertação de Mestrado em Urbanismo. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Moura, Newton C. B. de. (2013) *Biorretenção: Tecnologia ambiental urbana para manejo das águas de chuva*.

Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil.

SAMAE/IPH. Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto/Instituto de Pesquisas Hidráulicas. (2001). *Plano Diretor de Drenagem Urbana*. Caxias do Sul, RS.

São Paulo. (1999). *Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo*. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. São Paulo, SP. Disponível:

http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf

Tucci, Carlos E.M. (2005). *Gestão de águas pluviais urbanas*. Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades. Global Water Partnership - World Bank – Unesco. Disponível:

https://labgeologiaambiental.jatai.ufg.br/up/285/o/Gest%C3%A3o_de_Aguas_Pluviais_.PDF?1370615799

Vasconcellos, Andréa A. (2011). *Infraestrutura Verde Aplicada ao Planejamento da Ocupação Urbana na Bacia Ambiental do Córrego D'Antas, Nova Friburgo – RJ*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental do Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível: http://www.urb.puc-rio.br/dissertacao/dissertacao_andrea_araujo.pdf

Profa Sonia!

Parabéns pelo trabalho
e pela opção pelo jardim
inglês. Os demais elementos
e draft do Projeto prome-
tem uma linda área,
segundo uma concepção
coerente e um conceito
pertinente.

Abraços,



Em 26.01.14

Profa. Dra. Nilda Stecanela
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação
Universidade de Caxias do Sul

Prezados

Prof Válcio e Fernando.

Avaliar e contribuir
com um projeto tão bom
fazendo não é uma
tarefa muito simples
sem uma explicação
técnicas conjunta ou
uma vivência
para acompanhada,
entretanto me parece
que os apontamentos
feitos e sugestões
esboçadas salvaguar-
dará o espaço e
o posicionamento
da Instituição
frente o público
que hoje utiliza.

At





***ANEXO II – Projeto de revitalização dos lagos adaptado pelo setor de
Engenharia da UCS***