



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

CLÁUDIO AUGUSTO BONORA VIDRIH FERREIRA

**PROPOSTA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO TRECHO
URBANO DA MICROBACIA DO CÓRREGO ÁGUA DA RESSACA,
MUNICÍPIO DE BAURU, SP, BRASIL**

Presidente Prudente – SP

2018

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

CLÁUDIO AUGUSTO BONORA VIDRIH FERREIRA

**PROPOSTA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO TRECHO
URBANO DA MICROBACIA DO CÓRREGO ÁGUA DA RESSACA,
MUNICÍPIO DE BAURU, SP, BRASIL**

Orientador: Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli

*Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente
Prudente como requisito à obtenção do título de
Mestre no Programa de Mestrado Profissional
em Geografia. Área de Concentração:
Produção do Espaço Geográfico, Linha de
Pesquisa: Dinâmica e Gestão Ambiental*

Presidente Prudente – SP

Junho/2018

F383p

Ferreira, Claudio Augusto Bonora Vidrih

Proposta de restauração ecológica no trecho urbano da microbacia do córrego água da ressaca, município de Bauru, SP, Brasil / Claudio Augusto Bonora Vidrih Ferreira. -- Presidente Prudente, 2018

151 p. : il., tabs., fotos, mapas + projeto

Dissertação (Mestrado profissional - Geografia Profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: José Tadeu Garcia Tommaselli

1. Legislação ambiental. 2. Ecologia do cerrado. 3. Cerrado e mata ciliar. 4. Recuperação ecológica. 5. Nucleação. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

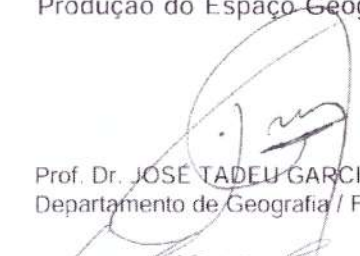
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PROPOSTA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO TRECHO URBANO DA MICROBACIA DO CÓRREGO ÁGUA DA RESSACA, MUNICÍPIO DE BAURU, SP, BRASIL.

AUTOR: CLAUDIO AUGUSTO BONORA VIDRIH FERREIRA

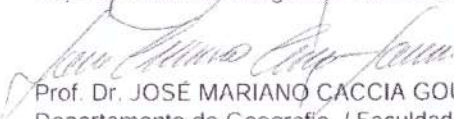
ORIENTADOR: JOSÉ TADEU GARCIA TOMMASELLI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em GEOGRAFIA, área: Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. JOSÉ TADEU GARCIA TOMMASELLI

Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



Prof. Dr. JOSÉ MARIANO CACCIA GOUVEIA

Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



Prof. Dr. OSMAR CAVASSAN

Departamento de Ciências Biológicas / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru

Presidente Prudente, 15 de junho de 2018

AGRADECIMENTOS

O privilégio de ter participado do Mestrado Profissional em Geografia da FCT/UNESP, primeiro curso de Pós-Graduação em Geografia no país, realizado em parceria com os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) e financiado pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), me remete a uma série de agradecimentos.

Primeiramente, a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho que me formou como Engenheiro Florestal (Campus de Botucatu, 2008), me especializou em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Planejamento de Bacias Hidrográficas (Ourinhos, 2016) e muito em breve, concederá o título de Mestre em Geografia (Presidente Prudente).

Aos professores do programa de pós-graduação, devo todo meu respeito e admiração. Apaixonado pela minha profissão, que muito se depara com as dualidades deste mundo material, direito das pessoas de acessar e usufruir de bens e serviços advindos da natureza e o dever de preservação dos patrimônios naturais, muitas dúvidas pairavam sobre a minha mente. Contudo, a geografia e as pessoas que por intermédio dela encontrei, me proporcionaram conhecimento, humanidade e visão mais ampla da realidade.

De modo especial, agradeço o meu “Chefe”, querido Professor Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli que além de orientador, tornou-se um grande amigo, meu e de minha esposa. Seu tutoramento nos primeiros anos do mestrado me trouxe forte reflexão sobre quais seriam as angústias que possuo em minha atuação profissional que eu gostaria de trazer para academia e pesquisa-la. Seu pragmatismo me influenciou e possibilitou uma melhor condução do tema escolhido.

Meus cumprimentos ao Procurador da República do Ministério Público Federal, Dr. André Libonati, pela sua nobre atuação e seus esforços direcionados à preservação do meio ambiente. Agradeço imensamente a missão que me foi confiada, de estudar as características ambientais do trecho do fundo de vale do córrego Água da Ressaca, onde a municipalidade criará um grande e importante Parque Municipal na área urbana do município de Bauru.

Meu muito obrigado a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Bauru - SEMMA e ao Departamento de Água e Esgoto de Bauru – DAE, pela atenção dispensada e o fornecimento de informações acerca da área de estudo.

Ao Dr. Osmar Cavassan, pesquisador sênior e professor adjunto da Faculdade de Ciências (UNESP, Campus de Bauru), agradeço por, nos últimos anos, compartilhar parte do seu grande acervo de conhecimentos a respeito do cerrado de Bauru. Seu apoio, abertura do

Herbário do Departamento de Ciências Biológicas e envolvimento do Biólogo Bruno Francisco, foram determinantes para qualidade do levantamento florístico apresentado neste trabalho.

Aos amigos, quantas influências, trocas e benquerenças. Durante toda batalha do mestrado, algumas pessoas tiveram participação muito especial, gratidão a Mariana Hernandez dos Santos, Leandro Peres Marcomini e Rafael Thiago Barbieri.

À minha família, toda gratidão. O meu pai Cláudio Vidrih Ferreira, por todo ensinamento e referência. A minha mãe Marilene Bonora Ferreira, por todo amor e carinho.

A minha esposa Nádia Horiye Ferreira, por toda nossa sinergia, unidade e companheirismo. Quantos sonhos sonhados juntos. Quantos desafios batalhados e vitórias conquistadas conjuntamente. De fato, juntos somos mais fortes. Há uma década fomos unidos e olhar para trás permite-nos observar como Deus nos ama e tem cuidado de nós. Te amo muito e admiro demais o ser de luz que tu és.

RESUMO

A restauração ecológica da vegetação do cerrado representa um grande desafio à comunidade científica, principalmente, em razão dos métodos consagrados para recuperação de áreas degradadas almejarem um estado clímax idealizado de florestas tropicais preservadas, pautados sobremaneira em concepções antropomorfizadas da natureza e apoiados em aspectos determinísticos e controladores. Aliado a isto, a ciência tem comprovado que no último milênio, na porção oeste do estado de São Paulo, iniciou-se um processo de avanço da mata atlântica sobre as áreas de cerrado típico. Em regiões de transição cerrado-mata atlântica, pesquisas recentes demonstram que o cessar de fatores de perturbação, favorecem um rápido adensamento da vegetação propiciando a proliferação de espécies florestais que se desenvolvem à sombra e suprimindo as espécies heliófitas endêmicas do cerrado. Diante desta complexidade, o presente trabalho se lança a proposição de um projeto de restauro com a aplicação de modelos contemporâneos voltados à ecologia da restauração, onde as técnicas nucleadoras possam promover uma sucessão estocástica, voltadas a restituir o ecossistema do cerrado em áreas de tensão ecológica (transição mata-cerrado). A área objeto da pesquisa envolveu um trecho do córrego Água da Ressaca, localizado na zona sul da cidade de Bauru, onde está prevista a criação de um Parque Municipal, como cumprimento de um Termo de Ajustamento de Conduta – TAC firmado pelo Ministério Público Federal. Visando apoiar o poder público nas tomadas de decisão, o trabalho contempla o diagnóstico ambiental do local de maior interesse à criação do Parque Municipal, reconhecendo a sua vegetação remanescente e identificando a presença de alguns fatores de degradação ou áreas de conflito que impactam na preservação da biodiversidade e na integridade do canal fluvial. Na região onde foi proposta a restauração ecológica, a pesquisa contemplou a caracterização da vegetação e a avaliação do potencial de regeneração natural junto às faixas de preservação permanente, em duas situações distintas: preservada e degradada. Conclui-se que a criação de vazios entre os agrupamentos arbóreos possibilita a manutenção da luminosidade no sistema e consequentemente, favorece a colonização da área restaurada por comunidades vegetais heliófitas típicas do cerrado. Além disso, nas regiões de cerrado, ecótono ou de tensão ecológica, indica-se que os projetos de restauração ecológica que optem pelo plantio de mudas priorizem a utilização de espécies exclusivas do cerrado, em densidade compatível com o estágio inicial de regeneração, a qual varia de 100 a 500 indivíduos lenhosos por hectare.

Palavras-chave: Legislação ambiental; Ecologia do cerrado; Cerrado e mata ciliar; Recuperação ecológica; Nucleação.

ABSTRACT

The ecological restoration of cerrado vegetation presents a great challenge to the scientific community, mainly because of the established methods for the recovery of degraded areas, aiming for an ideal climax state of preserved tropical forests, based largely on anthropomorphic conceptions of nature and supported by deterministic and controllers aspects. In addition, science has proven that in the last millennium, in the western portion of São Paulo State, began a advanced process of the Atlantic Forest over the typical cerrado areas. In the cerrado-forest Atlantic transition regions, recent researches shows that the cessation of disturbance factors favors a rapid vegetation densification, leading to the proliferation of forest species that develop in the shadow and suppressing the endemic heliophic species of the cerrado. In the face of this complexity, this work presents the proposal of an ecological restoration project under the perspective of the Contemporary Paradigm for the ecology of restoration and in the idea of stochastic succession, indicating nucleating techniques aimed at restoring the ecosystem of the cerrado in areas of ecological tension (forest-cerrado transition). The research area involved an excerpt from the Água da Ressaca stream, located in the southern part of Bauru city, where is planned the creation of a Municipal Park, as a compliance of a Term of Conduct Adjustment (TAC) signed by the Federal Public Ministry. Aiming to support the Public Power in decision making, the work contemplates the environmental diagnosis of the site of greatest interest to the creation of the Municipal Park, recognizing its remaining vegetation and identifying the presence of some degradation factors or conflict areas that impact on the preservation of the biodiversity and in the integrity of the fluvial canal. In the region where the ecological restoration was proposed, the research contemplated the vegetation characterization and the evaluation of the potential of natural regeneration near to the permanent preservation areas in two different situations: preserved and degraded. It is concluded that the creation of gaps between the tree clusters allows the maintenance of the luminosity in the system and consequently, favors the colonization of the area restored by cerrado's typical heliophytic vegetal communities. In addition, in the cerrado areas, ecotone or ecological tension, it is indicated that ecological restoration projects that opts for planting of seedlings prioritize the use of exclusive cerrado species, in compatible density with the initial regeneration stage, which varies from 100 to 500 woody individuals per hectare.

Keywords: Environmental Legislation; Cerrado ecology; Savanna and riparian forest; Ecological recovery; Nucleation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vegetação campestre nos interflúvios e as matas-galerias às margens dos cursos d'água.	31
Figura 2. Fisionomia das formações savânicas.	32
Figura 3. Fisionomia das formações florestais.	32
Figura 4. Localização dos fragmentos de vegetação nativa no município de Bauru.	37
Figura 5. Ecoclínio floresta-campo e fatores condicionantes.	43
Figura 6. Fatores condicionantes ao gradiente de biomassa do cerrado.	44
Figura 7. Microbacia do córrego Água da Ressaca e a área objeto do estudo.	49
Figura 8. Roteiro metodológico da pesquisa.	50
Figura 9. Área objeto do estudo, envolvendo uma parte do polígono do futuro Parque Municipal.	56
Figura 10. Posicionamento do local da pesquisa em relação à microbacia do Córrego Água da Ressaca.	57
Figura 11. Identificação de áreas para o Decreto de Parque Municipal.	59
Figura 12. Córrego Água da Ressaca e em destaque a área objeto da pesquisa.	61
Figura 13. Córrego Água da Ressaca em relação a malha urbana de Bauru.	63
Figura 14. Inventário Florestal do município de Bauru.	79
Figura 15. Fragmentos florestais cadastrados pelo Estado, na região estudada.	80
Figura 16. Bauru em relação ao Mapa de Biomas do Estado de São Paulo.	80
Figura 17. Pontos de conflito de uso na região do futuro Parque.	83
Figura 18. Imagem aérea de 2010.	85
Figura 19. Imagem aérea de 2015.	86
Figura 20. Imagem aérea de 2004, retratando o sistema de drenagem das águas pluviais.	88
Figura 21. Pontos de erosão acelerada identificados na região do futuro Parque.	92
Figura 22. Mosaico vegetacional reconhecido durante os levantamentos de campo.	94
Figura 23. Focos do bambu-alastrante sobre a mata preservada.	98
Figura 24. Localização das parcelas amostrais nas margens direita e esquerda.	101
Figura 25. Representação gráfica das diferentes Áreas (ID) propostas à restauração.	115
Figura 26. Vistas das diferentes áreas (ID) envolvidas na proposta de restauração ecológica.	117

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Ação de identificação de espécies e consultas no herbário da Unesp.....	54
Foto 2. Ruínas de antiga empresa na ARIE.....	84
Foto 3. Descarte de galões na mata.	84
Foto 4. Ocupação de áreas públicas.	84
Foto 5. Muro de divisa junto ao córrego.	84
Foto 6. Lagoa em 2010.....	85
Foto 7. Lagoa em 2015.....	86
Foto 8. Grande quantidade de material alóctone impactando a mata.....	87
Foto 9. Soterramento da vegetação nativa próxima a avenida que intercepta o córrego.....	87
Foto 10. Processo erosivo agressivo formado pelo rompimento da bacia de retenção.	88
Foto 11. Dissipador comprometido.....	89
Foto 12. Canal aberto com erosão lateral.....	89
Foto 13. Ravina de grande comprimento ao longo da mata.	89
Foto 14. Erosão sob as raízes lenhosas.	90
Foto 15. Profundidade de 1,70 metros.	90
Foto 16. Ruptura do dispositivo e queda de árvores.	91
Foto 17. Cerradão preservado na ARIE.	96
Foto 18. Fisionomia florestal.	96
Foto 19. Bosque de jambolão.....	96
Foto 20. Exemplares adultos de pínus.....	96
Foto 21. Áreas úmidas (<i>Hedychium</i> sp).	96
Foto 22. <i>Thypha domingensis</i>	96
Foto 23. Reflorestamento heterogêneo.....	97
Foto 24. Plantio florestal.	97
Foto 25. Bambu invasor se alastrando no interior da mata.	98
Foto 26. Mata paludosa ao redor do canal fluvial.	103
Foto 27. Fisionomia aberta e pínus.	104
Foto 28. Espécies típicas do cerrado.	104
Foto 29. Trecho da mata onde se estabeleceram espécies exclusivas do cerrado.	104
Foto 30. Antigo reflorestamento e rico sobosque.....	104
Foto 31. Cerradão, fragmento da ARIE.	104
Foto 32. Coroamento da regeneração.....	119
Foto 33. Adubação de cobertura.	119
Foto 34. Anelamento do caule.....	121
Foto 35. Núcleo de galharia.	121
Foto 36. Execução de subsolagem.	122
Foto 37. Sementes de adubo verde.....	126
Foto 38. Semeadura à lanço.	126
Foto 39. Germinação de tremoço-branco.....	126
Foto 40. Cobertura com espécies anuais.	126
Foto 41. Serapilheira no interior da mata.....	127
Foto 42. Aspecto da transposição de solo.	127
Foto 43. Colar protetor.	131
Foto 44. Grupo de Anderson.	131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais formações vegetais de ocorrência no município de Bauru.	35
Quadro 2. Principais técnicas nucleadoras de restauração e seus efeitos funcionais.	41
Quadro 3. Áreas protegidas do município de Bauru.	78
Quadro 4. Conflitos de uso identificados em campo.....	82
Quadro 5. Identificação de processos erosivos acelerados.....	91
Quadro 6. Reconhecimento da vegetação no interior da área de estudo.	94
Quadro 7. Local das parcelas para avaliação do potencial de regeneração natural.....	99
Quadro 8. Coordenadas UTM das parcelas amostrais.	100
Quadro 9. Áreas e respectivas estratégias adotadas à restauração ecológica.	116
Quadro 10. Coquetel de adubação verde.....	125
Quadro 11. Grupos de Anderson aplicados para restauração do cerrado.....	128
Quadro 12. Relação de espécies para composição dos grupos de Anderson..	130
Quadro 13. Cronograma de implantação.....	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Indicadores ecológicos das parcelas amostrais, margem esquerda (APP degradada).	105
Tabela 2. Indicadores ecológicos das parcelas amostrais, margem direita (APP preservada).	107
Tabela 3. Parâmetros encontrados na margem esquerda (APP degradada).	109
Tabela 4. Parâmetros encontrados na margem direita (APP preservada).	109
Tabela 5. Síntese da diversidade de espécies e origem, levantada nas parcelas amostrais.	110

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AI	- Áreas Institucionais dos Residenciais Villaggios II e III
Al	- Alumínio
APP	- Área de Preservação Permanente
ARIE	- Área de Relevante Interesse Ecológico
Art.	- Artigo
AV	- Áreas Verdes dos Residenciais Villaggios II e III
BIOTA	- Programa de Pesquisas em Biodiversidade do Estado de São Paulo
CBRN	- Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais
CDB	- Convenção sobre Diversidade Biológica
CE	- Centro do Estado de São Paulo
CER	- Cerrado
CETESB	- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
COMDEMA	- Conselho Municipal de Meio Ambiente
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRN	- Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais
CTC	- Capacidade de troca de cátions
Cu	- Cobre
DAE	- Departamento de Água e Esgoto de Bauru
DAP	- Diâmetro a altura do peito
DataGeo	- Portal de informações ambientais e territoriais do Estado de São Paulo
E.F.	- Estrada de Ferro
E.U.A.	- Estados Unidos da América
ETE	- Estação de Tratamento de Esgoto
Fapesp	- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FES	- Floresta Estacional Semidecidual
g	- Grama
GPS	- Sistema de Posicionamento Global
ha	- Hectare
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID	- Identificação das Áreas Propostas para Restauração Ecológica
IF	- Instituto Florestal
ind.	- indivíduo vegetal (arbóreo, arbustivo, regenerante etc)
IPT	- Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQA	- Índice de Qualidade das Águas
IQR	- índice de qualidade de aterro de resíduos
JBMB	- Jardim Botânico Municipal de Bauru
Kg	- Quilograma
m	- Metro
m²	- Metro quadrado

MMA	- Ministério do Meio Ambiente
N/I	- Espécie não identificada
N²	- Nitrogênio atmosférico
NE	- Nordeste
NPK	- Nitrogênio, fósforo e potássio
NW	- Noroeste
pH	- Potencial hidrogeniônico
PMMA	- Plano Municipal da Mata Atlântica
PMMA-Cerrado	- Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica e do Cerrado
PRA	- Programa de Regularização Ambiental
RFFSA	- Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima
SE	- Sudeste
SEC	- Setor Especial de Conservação de Fundo de Vale
SEMMA	- Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Bauru
SiBCS	- Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SMA	- Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
sp.	- Espécie
SPU	- Setor de Planejamento Urbano
SW	- Sudoeste
TAC	- Termo de Ajustamento de Conduta
UGRHI	- Unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos
UNESP	- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UTM	- Universal Transversa de Mercator
ZEIS	- Zonas Especiais de Interesse Social
Zn	- Zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS DA PESQUISA	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA: PRESERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA E SUA RECOMPOSIÇÃO	20
3.1.1 Legislação Federal	20
3.1.2 Legislação Estadual	23
3.2 TRANSIÇÃO CERRADO–MATA ATLÂNTICA NO INTERIOR PAULISTA E NO MUNICÍPIO DE BAURU	27
3.3 MÉTODOS APLICADOS À RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DO BIOMA CERRADO	38
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
4.1 INVENTÁRIO	51
4.2 DIAGNÓSTICO	51
4.3 PROPOSTA	54
5. MATERIAIS	55
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	55
5.2 CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO	61
5.2.1 Caracterização Hidrográfica	61
5.2.2 Geologia e Geomorfologia	64
5.2.3 Pedologia	66
5.3 USO E COBERTURA DA TERRA	67
5.3.1 Plano Diretor Participativo de Bauru	71
5.3.2 Legislações Ambientais do Município de Bauru	74
5.3.3 Cobertura vegetal de Bauru	79
6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	81
6.1 PRESSÃO HUMANA	81
6.1.1 Conflitos de Uso	81
6.1.2 Processos erosivos acelerados	84
6.2 RECONHECIMENTO DA VEGETAÇÃO	93
6.3 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL	99

6.4 CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO.....	108
7. PROPOSTA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	114
7.1 ISOLAMENTO	118
7.2 CONDUÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL	118
7.3 CORTE E MORTE DAS ÁRVORES EM PÉ / FORMAÇÃO DE NÚCLEOS DE GALHARIA E POLEIROS PARA AVIFAUNA	119
7.4 DESCOMPACTAÇÃO DO SOLO	121
7.5 ADUBAÇÃO-VERDE	123
7.6 TRANSPOSIÇÃO DE SOLO, SERAPILHEIRA E BANCO DE SEMENTES	126
7.7 PLANTIO DE ÁRVORES EM GRUPOS DE ANDERSON	128
7.8 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO	133
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
9. CONCLUSÕES	139
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
11. ANEXO	150

1. INTRODUÇÃO

Registros que datam do início do século passado, relatam que na região de Bauru havia uma tendência de linha divisória que subdividia duas fisionomias distintas da vegetação natural, a mata e o cerrado. Nas áreas limítrofes via-se a formação de uma comunidade mista ou ecótono, formada por espécies típicas das áreas de transição e pela mistura de espécies peculiares das diferentes fisionomias.

Considerando a frase de Alexander Von Humboldt que diz “a vegetação é o reflexo do ambiente”, deve-se entender o ecossistema como uma unidade básica de interação entre componentes bióticos e abióticos que evoluem ou se modificam ao longo do tempo, seja por interferências biológicas, alterações dos aspectos físicos do ambiente ou ainda, devido ao histórico do local, o qual o homem faz parte (TANNUS, 2004).

Neste sentido, o comportamento da vegetação como um organismo vivo não é estático, sofrendo alterações ao longo do tempo, podendo avançar e expandir seus limites ou ainda, recuar e reduzir parte da sua cobertura. Em se tratando do potencial humano de intervir neste processo, estudos científicos das últimas décadas evidenciam que em áreas de tensão ecológica entre mata e cerrado, a presença de fatores de perturbação, como por exemplo, a incidência de fogo, pastoreio e extração de lenha, atuam para ocorrência de fisionomias savânicas e campestres. Cessando tais perturbações, fatores climáticos podem favorecer a tendência inversa, de adensamento da vegetação e o desenvolvimento de fisionomias mais fechadas ou florestais.

Em Bauru a vegetação savânica ou campestre do cerrado se estabeleceu sobre os solos de menor fertilidade, na porção sudeste onde se consolidou a malha urbana da cidade. Já na porção noroeste do município situavam-se as matas que representavam grande fonte de madeira e locais de solos férteis para o cultivo do café, cana-de-açúcar, dentre outras.

No processo de urbanização, a substituição da paisagem natural pela paisagem cultural promoveu alterações drásticas em termos de uso e cobertura da terra. Se no passado os rios e a vegetação eram vistos como obstáculos ao progresso, hoje são sentidos os efeitos na qualidade de vida das pessoas nos centros urbanos, decorrentes da ausência ou degradação de tais recursos.

Segundo Foloni & Constantino (2016), considerando que a paisagem urbana é composta pela vegetação, córregos, construções e seus habitantes, deve-se buscar estratégias mais sustentáveis de adequar a relação entre a natureza e o meio urbano, garantindo assim, o bom

funcionamento da cidade. Um caminho para isto seria a aplicação da chamada “infraestrutura verde” que, de acordo com o conceito de Gorski (2010), compõe medidas não estruturais e estruturais não convencionais, as quais envolvem a criação de uma rede de espaços abertos e áreas vegetadas (em micro e macroescala) capazes de promover maior infiltração das águas pluviais e o manejo sustentável das águas no meio urbano.

De fato, a presença de espaços abertos passíveis de serem vegetados tornou-se algo escasso nas cidades, em especial, nas áreas urbanas consolidadas onde o processo de ocupação ocorreu à longa data. Este cenário faz com que as áreas desocupadas nos centros urbanos, providas de cobertura vegetal nativa ou às margens dos cursos d’água que ainda não foram canalizados, ganhem uma importância ainda maior para que o poder público crie mecanismos efetivos que possibilitem a preservação e restauração destes espaços.

No âmbito do planejamento urbano, a infraestrutura verde poderia ser aplicada como estratégia de baixo custo para implantação dos parques lineares. Assim, a sua criação seria uma ação de revitalização dos fundos de vales e proteção das margens dos cursos d’água ainda desafetadas da ocupação humana. Tais ações garantiriam a preservação dos fragmentos remanescentes ainda existentes na área urbana e/ou a implantação de projetos de restauração ecológica das áreas de preservação permanentes em estado de degradação.

No Brasil, a primeira tentativa de recuperação de áreas que se tem registro teve início em 1886, quando o Major Manuel Gomes Archer, por ordem do Imperador, realizou o reflorestamento da floresta da Tijuca. Em função do pouco conhecimento que se tinha sobre a dinâmica dos ecossistemas naturais, daquele período até 1980 os plantios eram feitos a partir da aplicação de técnicas da silvicultura tradicional com pouca variedade de espécies, na maioria das vezes utilizando-se uma mescla de espécies nativas e exóticas.

A partir da década de 80, surgem novas propostas e modelos para se alcançar a recuperação de florestas tropicais. Mediante a aplicação de conceitos da sucessão ecológica, intercalando as espécies nativas dos diferentes grupos sucessionais, a intenção principal seria que as espécies iniciais, de rápido crescimento proporcionasse, em um curto espaço de tempo, o sombreamento das espécies típicas de final de sucessão.

De acordo com Bechara (2006), apesar dos modelos tradicionais de recuperação em grande parte satisfazerem as exigências legais, há que se definir melhor qual o paradigma que almejamos para restauração de nossas florestas, pois, ao invés das ações serem focadas na conservação efetiva do ecossistema, reestabelecimento da sua dinâmica natural e restituição de produtores, consumidores e decompositores, muitas vezes, o que se tem alcançado são plantações de árvores com satisfatório desenvolvimento de DAP (diâmetro a altura do peito) e

altura, mas com baixa diversidade de formas de vida e infestação de gramíneas no estrato regenerativo.

Importante destacar que a grande maioria dos modelos hoje aplicados à recuperação partiram da experimentação científica e observação dos princípios da sucessão ecológica das florestas tropicais. Entretanto, alguns pesquisadores questionam se este princípio poderia ser replicado para todos os biomas brasileiros, como por exemplo, à savana brasileira. No caso da vegetação do cerrado, a ciência tem mostrado que não há a possibilidade de estabelecer grupos de espécies característicos de início e final de sucessão.

Da mesma forma, a execução dos plantios heterogêneos seguindo a listagem de espécies nativas disponíveis nos viveiros comerciais possibilita cenários futuros de descaracterização da fitofisionomia original. O desafio torna-se ainda maior nas regiões de contato onde há tensão ecológica entre diferentes tipos de vegetação.

Nestas regiões a restauração ecológica deve ser pautada no alcance da sucessão estocástica, na aplicações de técnicas não-convencionais que possibilitem a criação de um mosaico de microhabitats que favoreçam o estabelecimento de diversas sinúsias vegetais. Destarte, a associação de diferentes técnicas nucleadoras seriam capazes de proporcionar uma variedade de fluxos e fenômenos eventuais compatíveis com a complexidade dos sistemas ecológicos.

A nucleação aplicada à restauração ecológica pode ser entendida como “gatilhos ecológicos” que permitem a criação de uma diversidade de espaços como oportunidade para regeneração natural. Assim, populações efêmeras e longevas participam do processo de colonização da área restaurada, acelerando a sucessão natural por meio de diferentes estágios serais. Além disso, os custos da restauração nas etapas de implantação e manutenção, são menores com a aplicação de técnicas nucleadoras, quando comparada com o modelo convencional de recuperação.

A presente pesquisa tem como objetivo apresentar uma proposta de restauração ecológica para as áreas de contato entre mata e cerrado. A região do estudo localiza-se na porção sudeste do município de Bauru, em trecho do córrego Água da Ressaca (bacia hidrográfica do rio Bauru), onde está prevista a criação de um Parque Municipal, como cumprimento de um Termo de Ajustamento de Conduta – TAC firmado pelo Ministério Público Federal.

Visando apoiar o poder público nas tomadas de decisão que envolvem a criação do Parque Municipal, o trabalho contempla o diagnóstico ambiental do trecho do córrego Água da Ressaca localizado entre a rodovia Estadual Eng. João Baptista Cabral Rennó (SP-225) e a avenida Affonso José Aiello. Por meio de vistorias foi possível reconhecer a vegetação

remanescente e identificar a presença de alguns fatores de degradação (áreas de conflito) que impactam na preservação da biodiversidade e na integridade do canal fluvial. Além disso, a pesquisa contemplou a avaliação do potencial de regeneração natural, tida como ponto de partida à proposição de técnicas voltadas à restauração ecológica do ecossistema local.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa é a realização de um diagnóstico das condições ambientais do trecho urbano do córrego Água da Ressaca localizado entre a rodovia Estadual Eng. João Baptista Cabral Rennó (SP-225) e a avenida Affonso José Aiello, e ainda, apresentar uma proposta de restauração ecológica das áreas degradadas, visando subsidiar as tomadas de decisão do poder público na criação do Parque Municipal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- ✓ Avaliar o histórico de uso e ocupação do solo e seus efeitos sobre a integridade do curso d'água e preservação da vegetação nativa remanescente;
- ✓ Reconhecer os remanescentes de vegetação nativa existentes no interior da área objeto do estudo;
- ✓ Avaliar o potencial de regeneração natural das faixas marginais do córrego Água da Ressaca em duas situações distintas, Área de Preservação Permanente - APP degradada e preservada;
- ✓ Indicar técnicas nucleadoras às áreas degradadas dentro do futuro Parque Municipal, que propulsionem a regeneração natural e favoreçam a colonização da área restaurada por comunidades vegetais heliófitas típicas do cerrado.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA: PRESERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA E SUA RECOMPOSIÇÃO

A evolução do arcabouço legal ambiental no Brasil teve grandes avanços a partir da década de 60. Políticas, leis e decretos nas esferas federal, estadual e municipal foram sendo implementados e aperfeiçoadas na busca por um maior controle das atividades humanas, frente à importância de se preservar aspectos ambientais da paisagem e garantir a qualidade de vida das pessoas.

Apesar da última década estar marcada por tendências políticas e governamentais de flexibilização dos dispositivos jurídicos de preservação ambiental, cumpre-nos destacar vários avanços da legislação ambiental brasileira no estabelecimento de instrumentos distintos para o manejo e proteção dos diferentes tipos de vegetação e das faixas marginais dos cursos d'água.

3.1.1 Legislação Federal

Em 1934, a instituição do primeiro Código Florestal no Brasil, surgiu em um momento de grande expansão da cafeicultura, em especial no Sudeste do país. Destarte, no estado de São Paulo, inúmeras matas tropicais foram devastadas durante o ciclo do café sob o comando de fazendeiros e trabalhadores expertos na identificação de manchas de oxissolos roxos de grande fertilidade, mediante a observação empírica de diferentes tipos de matas dos planaltos interiores (AB'SÁBER, 2003).

De acordo com Senado (2017), após a Revolução de 30, o governo avistou um risco de perda da popularidade do novo regime, diante da possibilidade de falta de lenha e consequentemente, o aumento do seu preço nas cidades. A solução surgiu com a criação do conceito da quarta parte, ou seja, mediante a aplicação do Código Florestal de 1934 os imóveis rurais teriam que manter 25% da sua área como reserva de lenha.

Na ocasião havia incentivos governamentais para o corte total das matas nativas dentro das propriedades e assim, a execução do replantio de espécies madeireiras como reserva de lenha e carvão. Apesar da legislação da época não incentivar a preservação ou o plantio de espécies nativas na chamada quarta parte, no Art. 4º do Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, surgia o conceito das florestas protetoras que por sua localização serviriam para

conservar, dentre outros, os regimes das águas, evitar a erosão das terras pela ação dos agentes naturais e assegurar condições de salubridade pública. Vale destacar que décadas depois, o conceito das florestas protetoras foi aperfeiçoado, originando o que chamamos hoje de áreas de preservação permanente. Todavia, a lei já estabelecia a proibição e determinava penalidades em casos específicos, pelo corte de árvores em florestas protetoras ou remanescentes sem a licença prévia da autoridade florestal.

Nos próximos 30 anos consecutivos, muitas mudanças ocorreriam na matriz energética do país. Assim, paulatinamente, a lenha foi deixando de ter importância econômica em razão de sua substituição por outras fontes de energia, tais como, os combustíveis e hidroelétricas (SENADO, 2017). Sob esta perspectiva diversas mobilizações do legislativo no começo da década de 60, iniciaram um processo que resultaria na revisão da lei de 1934 e, conseqüentemente, na instituição do chamado novo Código Florestal (Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965).

Nesta lei o conceito da quarta parte seria substituído pelo termo Reserva Legal. Nesta nova denominação a legislação estabelece diferentes percentuais da reserva em razão do bioma típico do local da propriedade. Vale destacar que décadas seguintes algumas leis e medidas provisórias seriam sancionadas aperfeiçoando a redação da Lei 4.771/65, em especial, nos anos de 1986, 1989 e 2001. Por intermédio desta lei e respectivas alterações, o Código Florestal representou uma evolução do entendimento do Brasil no século XX, quanto à importância da biodiversidade e processos ecológicos inerentes à natureza, conforme pode ser visto nas definições trazidas pelos itens II e III do seu Art. 1º.

II - área de preservação permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas;

Pela redação inicial do Art. 19 em 1965, ficava permitido aos proprietários das terras a substituição das florestas heterogêneas em homogêneas, abrindo assim, a possibilidade de supressão total da vegetação nativa e substituição por espécies de interesse e rendimento econômico. Porém, por intermédio da Lei nº 7.511/86, foi realizada uma primeira revisão deste artigo, trazendo o conceito de manejo sustentado para exploração da madeira, sendo exigido a reposição por espécies típicas da região. Posteriormente, outras redações foram trazidas pelas Leis nº 7.803/1989 e 11.284/2006, as quais, de modo geral, determinaram que a exploração de

florestas e de formações sucessoras estariam sujeitas à aprovação prévia do órgão competente, além de exigir a adoção de técnicas de condução, exploração, reposição e manejo compatíveis com o ecossistema local.

Por meio da Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, e posteriormente, pela Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006 foram acrescentadas alterações importantes na Lei nº 4.771/1965 envolvendo os casos excepcionais que seriam passíveis a autorização junto ao órgão ambiental estadual competente (com anuência prévia do órgão federal e municipal de meio ambiente, quando couber) para intervenção ou supressão de vegetação em áreas de preservação permanentes. Tais situações específicas seriam nomeadas de: interesse social, utilidade pública ou baixo impacto ambiental.

Inúmeros outros dispositivos jurídicos que vieram ao longo desta época e até os dias atuais representaram avanços significativos da legislação ambiental, assim como, situações específicas de retrocessos e flexibilização da lei. Porém, alguns marcos não podem ser esquecidos na evolução do arcabouço legal, como por exemplo, a instituição da Política Nacional de Meio Ambiente pela Lei Federal nº Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e o Art. 225 da Constituição Federal de 1988 que consagrou o dever do Poder Público e da coletividade de proteger o meio ambiente para a presente e as futuras gerações.

Alguns eventos internacionais do século passado também foram marcantes e impulsionaram a criação de importantes leis no Brasil. Neste contexto, destacam-se as responsabilidades assumidas pelo governo brasileiro por força da Convenção da Biodiversidade em 1992, da Convenção Ramsar de 1971 e da Convenção de Washington do ano de 1940, bem como os compromissos derivados da Declaração do Rio de Janeiro de 1992, dentre outros.

Em âmbito federal, houveram alguns dispositivos legais importantes criados nas décadas de 80 e 90, tal como, o Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993, e a Resolução CONAMA nº 10, de 01 de outubro de 1993. Porém, a criação de uma lei nacional específica que dispusesse sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica somente surgiu na década posterior, com a publicação da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.

Destarte, ficou estabelecido o regime jurídico de proteção do Bioma Mata Atlântica, sendo autorizada a supressão de vegetação primária e secundária em estágio avançado e médio somente em carácter excepcional e quando inexistir alternativa técnica e locacional para alguns tipos específicos de empreendimentos e/ou atividades. Para as áreas urbanas e regiões metropolitanas, algumas flexibilizações foram propostas para o caso de loteamentos ou

perímetros urbanos aprovados em data anterior a publicação desta lei. Em 21 de novembro de 2008, foi publicado o Decreto nº 6.660 que regulamenta os dispositivos da Lei nº 11.428/06.

A última revisão do chamado “Código Florestal” trouxe diversos pontos controversos pela Lei Federal nº 12.651/2012, alterada pela Lei Federal nº 12.727/2012, tais como, o conceito de áreas rurais consolidadas que permite a continuidade de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural que se estabeleceram nas faixas marginais das Áreas de Preservação Permanente antes da data de 22 de julho de 2008. Segundo este conceito e o disposto no Art. 61-A, as propriedades com áreas rurais consolidadas em APP terão de recompor parcialmente estas faixas de preservação, sendo o tamanho da propriedade rural o parâmetro para se estabelecer qual a metragem que deverá ser recuperada, em prazo a ser determinado quando for instituído o Programa de Regularização Ambiental – PRA.

Independentemente deste contrassenso trazido pela legislação federal vigente, verifica-se no § 13 do Art. 61-A, a indicação dos métodos a serem aplicados de forma isolada ou conjuntamente para recomposição das APPs. Nota-se a tendência de utilização da condução de regeneração natural de espécies nativas como uma das primeiras alternativas indicadas à recomposição, além de outros métodos como o plantio de espécies nativas ou ainda, a possibilidade de uso de 50% de espécies exóticas quando se tratar de pequena propriedade ou posse rural familiar.

3.1.2 Legislação Estadual

Com relação à legislação ambiental vigente no estado de São Paulo aplicada a orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, pode-se citar a Resolução Conjunta SMA IBAMA nº 1, de 17 de fevereiro de 1994, a qual estabelece parâmetros para diferenciação da vegetação primária e secundária nos estágios pioneiros, inicial, médio e avançado de regeneração. De acordo com a aludida resolução, a caracterização do estágio de regeneração da vegetação está associado com uma série de parâmetros, tais como, fisionomia, estratos lenhosos, altura e diâmetro médio dos troncos na altura do peito, presença de epífitas e trepadeiras, sub-bosque, dentre outros, mas acima de tudo, com a diversidade biológica existente no fragmento e a presença de espécies vegetais indicadoras dos diferentes grupos sucessionais: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas.

Já a vegetação nativa do Bioma Cerrado não obteve a mesma sorte quanto à criação de dispositivos legais que estabelecem em nível nacional um regime jurídico de proteção ao bioma. Entretanto, o estado de São Paulo foi o pioneiro na implantação de legislações estaduais específicas que resguardasse o cerrado dentro do seu território. Em 13 de outubro de 1995, foi publicada a Resolução SMA nº 55 e criado o Grupo Técnico de apoio às unidades de licenciamento, vinculado à Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais – CPRN, com atribuições para analisar e emitir pareceres técnicos sobre empreendimentos que proporcionassem significativo impacto e a supressão de grande monta sobre as formações de cerrado.

Composta pelo Anexo 1, a Resolução SMA 55/95 trouxe detalhes que favoreciam a classificação do cerrado, destacando as principais famílias das sinúsias arbórea, arbustiva e herbácea, além de elementos da fauna frequentemente associados aos ecossistemas do cerrado. O documento ainda detalhava, dentre outras, as características fisionômicas, altura, diversidade e dominância de espécies, espécies vegetais e aves bioindicadoras para cada umas fisionomias típicas do cerrado: cerradão, cerrado stricto sensu, campo cerrado e campo úmido cerrado.

Posteriormente, o Governador do estado de São Paulo viria promulgar a Lei Estadual nº 13.550, de 12 de junho de 2009, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Cerrado dentro dos seus limites administrativos. A criação desta lei foi influenciada por diversos estudos anteriores que revelaram a alta diversidade biológica compreendida por este bioma. Tais estudos proporcionaram no início do século XXI o reconhecimento do cerrado com um dos hotspots para conservação em escala global, status este que, até então, somente a Mata Atlântica tinha alcançado no Brasil (CAVASSAN, 2013).

Em seu Art. 2º ficou estabelecido que a caracterização dos estágios sucessionais, além de estar associada ao gradiente fisionômico do Bioma Cerrado, deve considerar o histórico de uso e ocupação da área nos últimos dez anos. A Resolução SMA 64, foi publicada em 10 de setembro de 2009 com o objetivo de regulamentar o detalhamento das fisionomias da vegetação de cerrado e de seus estágios de regeneração, conforme Lei Estadual nº13.550/2009. Para fins de licenciamento e fiscalização, a classificação dos estágios sucessionais de regeneração do cerrado na fisionomia cerradão e cerrado stricto sensu não está diretamente associada com a diversidade de espécies existentes no local, conforme utilizado na lei da mata atlântica, mas sim, com a análise de parâmetros como, densidade de indivíduos por hectare, área basal (diâmetro do caule medido na altura de 30 cm acima do nível do solo) e percentual de cobertura do solo por gramíneas nativas ou exóticas.

Os Arts. 5º e 6º retratam as situações passíveis de obtenção de autorização para supressão em áreas rurais, sendo que os estágios médio e avançado de regeneração somente poderão ser autorizados em caráter excepcional, quando necessário para realização de obras de utilidade pública ou interesse social. Conforme descrito no parágrafo único do Art. 6º, a compensação ambiental vinculada à tais autorizações deverá envolver a preservação de outro fragmento ou a recuperação ambiental de área equivalente a quatro vezes a área desmatada, preferencialmente na mesma microbacia.

Importante ressaltar algumas particularidades trazidas pela lei estadual de proteção e utilização do cerrado, em especial, quanto aos critérios estabelecidos pelo seu Art. 5º para elaboração de projeto técnico de compensação ambiental, conforme transcrito abaixo.

Artigo 5º - a compensação ambiental referida no parágrafo único do artigo 6º da Lei Estadual nº 13.550 deverá ser realizada, preferencialmente, na mesma propriedade, por facilitação dos processos naturais de regeneração da vegetação do Cerrado, devendo ser precedida de projeto técnico, com o seguinte conteúdo mínimo:

I - avaliação do potencial de regeneração natural, após período mínimo de um ano de pousio, considerando a fisionomia de cerrado previamente ocorrente na área, por meio de

- a) histórico de uso e ocupação do solo;
- b) quantificação de espécies nativas em regeneração natural, mediante a densidade e a riqueza das diferentes fisionomias naturais da vegetação do Cerrado;
- c) quantificação da abundância de espécies invasoras.

II - na inexistência de potencial de regeneração natural na propriedade que será objeto de licenciamento, a compensação ambiental da supressão de vegetação de cerrado deverá ser feita em outras propriedades, com remanescentes naturais da mesma fisionomia que foi suprimida ou por meio de facilitação da regeneração natural.

III - nos casos em que seja constatado potencial de regeneração natural, o projeto deve conter recomendações técnicas destinadas a facilitar os processos de regeneração, por meio dos seguintes procedimentos:

- a) evitar danos às plantas nativas em regeneração;
- b) conduzir o desenvolvimento das plantas nativas em regeneração;
- c) manter a proteção permanente da área;
- d) efetuar controle de plantas invasoras;
- e) não revolver o solo (para não danificar as estruturas subterrâneas das plantas de cerrado eventualmente existentes).

Tais exigências na elaboração do projeto, foram criadas com base nas características da vegetação de cerrado que podem apresentar elevado potencial de regeneração natural se preservadas suas estruturas subterrâneas e ainda, considerando algumas dificuldades de natureza técnica que podem inviabilizar a restauração da vegetação do cerrado por meio de plantio.

Em atendimento ao Art. 56 do Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010, que regulamenta a Política Estadual de Mudanças Climáticas, o estado de São Paulo instituiu a Resolução SMA 32 de 03 de abril de 2014, que estabelece orientações, diretrizes e critérios para execução, monitoramento e conclusão de Projetos de Restauração Ecológica, visando alcançar a estabilidade e integridade ecológica dos ecossistemas naturais, especialmente nas

Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais e demais espaços protegidos. Esta resolução foi reflexo do acúmulo de conhecimento da Secretaria de Meio Ambiente que deste o ano 2001 vem aperfeiçoando sucessivas resoluções (como por exemplo a antiga Resolução SMA 08/2008), na medida em que avança a pesquisa científica e a prática de restauração.

Dentre as etapas sucessivas do projeto de restauração ecológica, em síntese, o Art. 8º destaca: 1) diagnóstico da área, 2) proposta de projeto, 3) implantação da metodologia e das ações previstas no projeto, 4) manutenção e monitoramento do projeto e 5) conclusão do projeto.

Considerando que o diagnóstico é primordial para o sucesso do projeto, já que embasa a escolha dos métodos e das ações mais apropriadas à restauração ecológica, esta etapa segundo o Art. 9º deverá contemplar as informações: a) bioma e tipo de vegetação; b) potencial da regeneração natural; c) condições de conservação do solo e dinâmica hídrica; d) declividade do terreno; e) fatores de perturbação; f) verificação de ocorrência de espécies exóticas; g) localização e extensão da área objeto de restauração. Assim, a etapa de proposta do projeto de restauração ecológica deverá ser compatível com o diagnóstico ambiental da área, envolvendo não só a metodologia a ser utilizada como também, as ações de proteção contra fatores de perturbação, que eventualmente, possam existir na área, como por exemplo, gado, formigas, incêndios, espécies exóticas invasoras etc.

No Art. 11, são apresentados os métodos de restauração ecológica, tendo como a primeira opção a condução da regeneração natural de espécies nativas, a qual envolve “técnicas que auxiliem a colonização e o desenvolvimento dos indivíduos vegetais nativos presentes na área, inclusive por meio de coroamento, controle de gramíneas exóticas, técnicas de nucleação, entre outros” (item XI do Art. 3º). Além deste método, o plantio de espécies nativas poderá ser aplicado isoladamente ou conjugado com outro método, sendo permitido o cultivo intercalar temporário de culturas agrícolas anuais ou espécies de adubação verde, desde que não representem potencial de invasão. Este cultivo intercalar aumenta a produção de biomassa vegetal no sistema, ajudando na recuperação e cobertura do solo, e ainda, auxiliando no controle da infestação de gramíneas exóticas e invasoras.

Visando nortear as ações de manutenção e monitoramento periódicos pós-implantação, a resolução paulista estabeleceu indicadores ecológicos e três níveis de adequação (adequado, mínimo e crítico) com valores intermediários para cada tipo de vegetação. Os indicadores ecológicos que o restaurador deverá observar em campo, ao longo de todo monitoramento, são: cobertura do solo com vegetação nativa (%), densidade de indivíduos regenerantes (indivíduos/ha) e número de espécies nativas regenerantes (altura >50cm e circunferência

medida à altura do peito <15cm). Após o início da implantação, o restaurador terá até 20 anos para alcançar os parâmetros de validação, específicos para cada tipo de vegetação (Artigo 16º).

No Anexo III da mesma resolução, são apresentadas orientações técnicas para plantio em área total, sendo que em áreas de ocorrência das formações de floresta estacional semidecidual e de savana florestada (cerradão) é sugerido que o projeto de restauração ecológica empregue no mínimo 80 espécies florestais nativas de ocorrência regional, dentre aquelas elencadas na lista oficial do Instituto de Botânica e/ou identificadas em levantamentos florísticos regionais. Nesta diversidade de espécies empregadas poderão ser computadas todas as formas de vida presentes na floresta, sendo o mínimo de 70% do número total de espécies arbustivas e arbóreas e o máximo de 30% do número total de espécies nativas do estrato herbáceo.

Ademais, são apresentadas orientações referentes à proporção de espécies e de indivíduos para composição da diversidade do plantio em área total, de modo que o projeto de restauração ecológica envolva, dentre outros, espécies com diferentes síndromes de dispersão, espécies enquadradas em alguma das categorias de ameaça e espécies dos dois grupos ecológicos (pioneira e não-pioneira), exceto para áreas de ocorrência de savana florestada, ou seja, cerradão.

Em 17 de janeiro de 2015, a Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo publicou a Portaria CBRN 01/2015, por intermédio da Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, que estabelece o protocolo de monitoramento de projetos de restauração ecológica, destacando o método de levantamento dos dados em campo para cada indicador ecológico, método de amostragem (quantidade, localização e tamanho das parcelas), dentre outros.

3.2 TRANSIÇÃO CERRADO–MATA ATLÂNTICA NO INTERIOR PAULISTA E NO MUNICÍPIO DE BAURU

Durante a segunda metade do século XX, muitos foram os esforços da comunidade científica na busca por estabelecer de forma satisfatória as áreas limítrofes do cerrado e de contato com outros tipos de vegetação, ao longo de todo território nacional. No território paulista, a dificuldade era ainda mais evidente, já que o cerrado por aqui se encontra distante da área "core" ou nuclear do Domínio dos Cerrados (região do Planalto Central), estando encravado no Domínio Mata Atlântica, formando verdadeiros redutos de savana brasileira (IBGE, 2012) nas chamadas Faixas de Transição.

Imensurável contribuição do geógrafo Aziz Ab'Sáber, possibilitou o melhor entendimento de leigos e estudiosos do mosaico de domínios paisagísticos e ecológicos e as faixas de transição existentes em todo espaço geográfico brasileiro. Assim, a sua obra “*Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*”, publicado em 2003, permite-nos compreender a complexidade dos processos fisiográficos e biológicos do Mundo Tropical herdados em nosso território, os quais constituem-se verdadeiro patrimônio natural, de longa e complicada elaboração.

Segundo o Autor, o Brasil pode ser subdividido em conjuntos espaciais de certa ordem de grandeza territorial, denominados de domínios morfoclimático e fitogeográfico. Compondo um total de seis grandes domínios paisagísticos e macroecológicos, sendo quatro intertropicais e dois subtropicais, cada um deles são formados por um complexo extensivo e relativamente homogêneo de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas.

Cada um destes grandes domínios possuem um corpo espacial nuclear de arranjo poligonal denominado cientificamente como área nuclear ou core. Nos entremeios dos distintos domínios existem corredores de larguras variáveis chamados de faixas de transição e de contato, onde por combinações diversas de fatos fisiográficos e ecológicos, podem ser identificados subnúcleos e faixas de vegetação que apresentam particularidades distintas dos padrões filiados aos domínios paisagísticos contíguos.

Não se pode olvidar que a delimitação cartográfica do tipo linear para este complexo mosaico de áreas core e faixas de transição é uma tarefa quase que impossível, já que, em linhas gerais, seus limites se interpenetram, se diferenciam ou se misturam. Tais dificuldades residem tanto sobre os aspectos geomórficos, quanto às fronteiras vivas das áreas de contato das províncias geobotânicas (AB'SÁBER, 2003).

Corroborando, de acordo com Durigan *et al.* (2012), o reconhecimento em campo das diferentes formações vegetais e suas fisionomias em regiões típicas de transição cerrado-mata atlântica, não é tarefa fácil nem mesmo para fitogeógrafos e botânicos. Duas podem ser as razões para toda estas dificuldades, conforme destacado pela pesquisadora:

- 1) As formações vegetais não são claramente compartimentadas no mundo real como parecem ser nos mapas. Ao contrário, a transição entre elas se faz geralmente na forma de um gradiente, que pode se estender por dezenas de quilômetros (ecótono);
- 2) A vegetação se modifica no tempo em um mesmo lugar, segundo a dinâmica de comunidades característica da sucessão secundária ou, em escala de tempo mais ampla, em resposta a mudanças climáticas (DURIGAN *et al.*, 2012, p. 08).

Com relação ao Domínio Tropical Atlântico pode-se afirmar que este possui distribuição geográfica marcadamente azonal, onde as florestas tropicais biodiversas recobrem um contínuo norte-sul da fachada atlântica brasileira. Abarcando subáreas topográficas bastante diferenciadas entre si, as matas atlânticas envolvem desde os tabuleiros da Zona da Mata até as escarpas tropicais das Serras do Mar e Mantiqueira, e mares de morros no sudeste.

À altura do estado de São Paulo, as matas atlânticas penetram por todos os planaltos interiores, com fortes irregularidades na depressão periférica central do território, onde ocorre um espaçado mosaico de cerrados, matas em faixas de calcários e terras roxas oriundas da decomposição do basalto (AB'SÁBER, 2003 p.47).

Segundo este mesmo Autor, primariamente, havia 82% de florestas tropicais de planaltos no Estado de São Paulo, as quais se contrapunham com 15% de redutos de cerrados e cerradões em faixas transicionais. Além destes, uma fração mínima compreende pequenos enclaves de bosques de araucária em altitude, minirredutos de cactáceas bromélias e ecossistemas de planícies costeiras de restingas e planícies aluviais.

No planalto paulista, a complexa história vegetacional no decorrer do período de glaciação quaternária proporcionou variações laterais de composição biótica resultando em marcante biodiversidade. No interior do estado de São Paulo, grandes manchas de solos ricos e férteis foram determinantes para o desenvolvimento de florestas biodiversas tropicais, enquanto, intervalos de solos arenosos pobres possibilitaram o estabelecimento contrastante de enclaves relictos de cerrados e cerradões em trechos dos planaltos interiores e da depressão periférica paulista.

No universo geológico do Brasil intertropical, não existe comunidade biológica mais flexível e dotada de poder de sobrevivência em solos pobres do que os cerrados (AB'SÁBER, 2003 p.37).

Segundo o Manual da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), cerca de 60 famílias são endêmicas da Zona Neotropical. Entretanto, salvo algumas exceções, a maior parte destas famílias não oferecem grande distinção fisionômico-ecológica dentro das regiões brasileiras. Assim, no que diz respeito à dispersão e possíveis origens da vegetação brasileira, diversas famílias retratam a expansão da flora amazônica às Regiões Florísticas do Brasil Central e do Sudeste.

No Brasil Central, a família Vochysiaceae (gêneros *Vochysia* e *Qualea*) representa um dos melhores exemplos da expansão da flora amazônica que dominam na fisionomia da Savana (Cerrado). Neste sentido, modificações fenotípicas e adaptações aos latossolos alumínicos e neossolos quartizarênicos, associado ao clima continental com dois períodos anuais bem definidos de chuvas e secas, podem ter condicionado plantas oligotróficas e espécies xeromórficas florestais à expandirem ao longo do tempo, principalmente nos interflúvios de

solos lixiviados (IBGE, 2012). Uma das exceções de famílias botânicas que oferece distinção fisionômico-ecológica dentro das regiões é a Caryocaraceae que, com o gênero *Caryocar*, subsidia a distinção da Savana (Cerrado).

Quanto às famílias de origem amazônicas que compõe as florestas estacionais, possivelmente, estas se expandiram pela rede hidrográfica e sobre os solos mais férteis, tais como, os latossolos eutróficos, nitossolos e argissolos que possuem origem ígnea e/ou eruptiva. Dentro desta hipótese, mesmo passando pela região savânica, diversas espécies advindas da Amazônia mantiveram suas características fenotípicas nas chamadas florestas-de-galeria. Algumas das espécies com estas características, que formam hoje a Floresta Estacional Semidecidual, são: *Copaifera langsdorffii* Desf. (pau-d'óleo), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico-preto), *Tapirira guianensis* Aubl. (tapiririca), *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (almécega), *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC.) Mattos (ipê-amarelo) e *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (jatobá). No caso da composição florística das formações florestais, é provável que outras tantas espécies tiveram origem em refúgios situados no Escudo Atlântico, como por exemplo, *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'alho) e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (jerivá).

O planalto interiorano, recoberto pelos arenitos cretácicos Bauru e Caiuá, apresenta um revestimento florestal estacional bastante uniforme, dominado por macrofanerófitos emergentes da *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. (peroba-rosa), de família cosmopolita pantropical (IBGE, 2012, p.63).

Vale ressaltar a ocorrência de ecótipos do gênero *Stryphnodendron* das formações florestais semidecíduais, que se adaptaram muito bem ao ambiente savânico, passando a dominar todas as disjunções da Savana (Cerrado) na Região Florística do Sudeste (IBGE, 2012).

Na publicação do Conselho Nacional de Geografia intitulada “Tipos e aspectos do Brasil” (IBGE, 1956), são apresentadas diversas ilustrações de Percy Lau. A figura 1 nos permite visualizar o que teria sido a paisagem natural com a cobertura savânica nos interflúvios e as florestas estacionais junto das redes hidrográficas.

No estado de São Paulo, a vegetação do cerrado distribuía-se na forma de mosaicos, principalmente na Depressão Periférica Paulista, acompanhando de Norte a Sul a linha de Cuestas Basálticas, expandindo-se ainda, para as regiões do Planalto Ocidental Paulista (CAVASSAN, 2009). Segundo Bitencourt & Mendonça (2004), além da grande diversidade biológica endêmica que o cerrado envolve, outro fator relevante para a sua preservação no território paulista é que as áreas do cerrado auxiliam na recarga do aquífero Guarani, já que, no geral, a sua distribuição coincide com a localização deste importante aquífero.

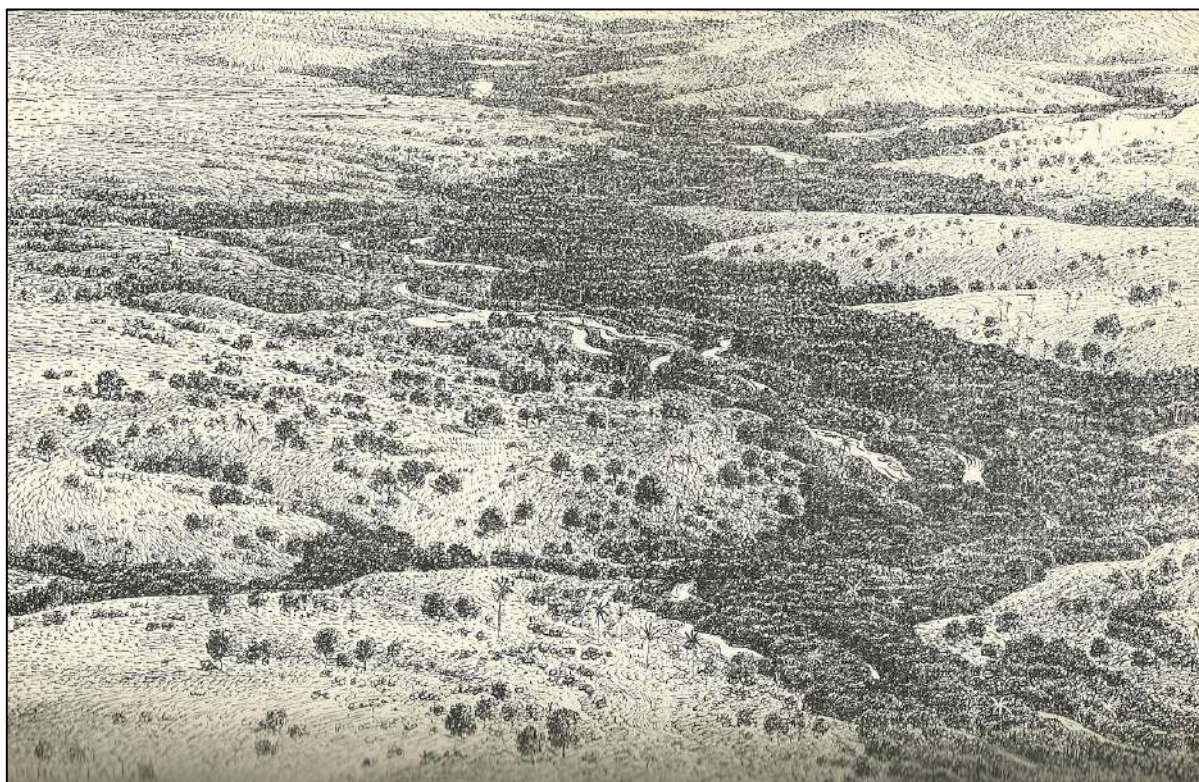


Figura 1. Vegetação campestre nos interflúvios e as matas-galerias às margens dos cursos d'água.

Fonte: IBGE, 1956.

Durigan *et al* (2012) revela que a toda região oeste do Estado de São Paulo foi ocupada no passado por cerrado, porém, no último milênio a mata atlântica passou a ocupar e avançar sobre estas áreas. A pesquisadora afirma ainda que há aproximadamente meio século, onde haviam sido mapeadas áreas de cerrado típico, atualmente são observadas formações vegetais como cerradão, ecótono ou Floresta Estacional Semidecidual. Já está comprovada a tendência de rápido adensamento da vegetação cerrado quando suprimida a ocorrência do fogo e do pastoreio. Neste processo, as espécies endêmicas do cerrado que na grande maioria são heliófitas, começam a desaparecer e, em algumas situações, tais como nas regiões de transição, ficam restritas às bordas dos fragmentos onde há maior incidência luminosa. Há uma proliferação de espécies florestais e generalistas capazes de se desenvolverem à sombra e desta forma, com o tempo a vegetação é alterada em sua estrutura e na composição de espécies.

Apoiando-se nas artes de Percy Lau, é possível visualizar nas figuras 2 e 3 as diferenças entre as fisionomias da mata e do cerrado típico.

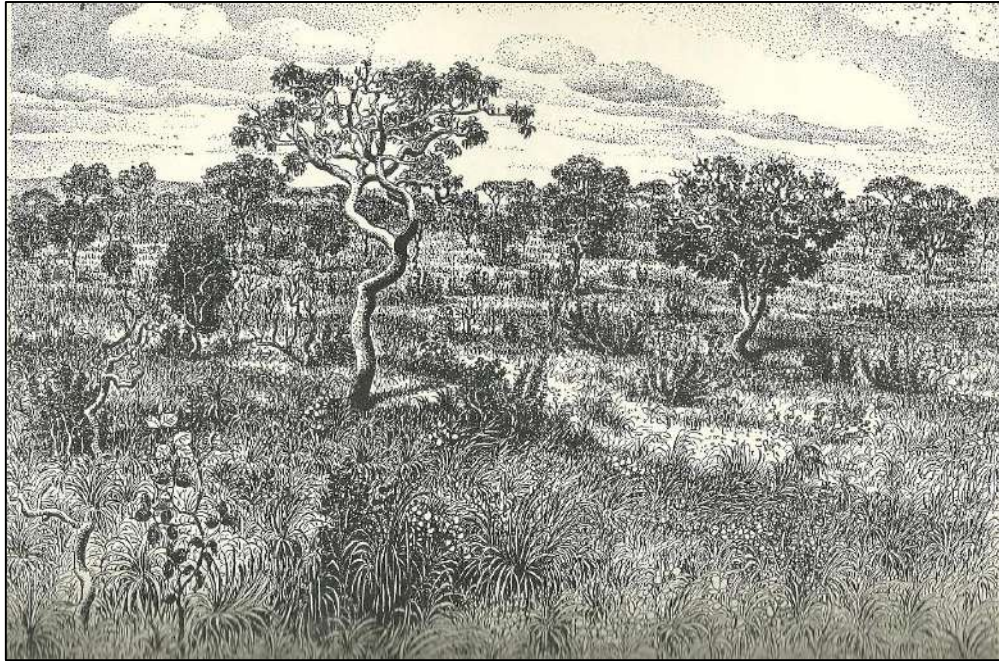


Figura 2. Fisionomia das formações savânicas.

Fonte: IBGE, 1956.



Figura 3. Fisionomia das formações florestais.

Fonte: IBGE, 1956.

O pesquisador Osmar Cavassan, investigando documentos botânicos e realizando um levantamento bibliográfico do histórico do complexo vegetacional do município de Bauru, relata que no século XIX a região era tratada apenas como terras desconhecidas ou sertão bruto, onde predominava a ocupação por índios ferozes (CAVASSAN, 2013).

Entretanto, no início do século XX, constam alguns breves relatos de botânicos viajantes e exploradores que descrevem a paisagem natural existente no final da linha férrea Sorocabana, onde situava-se a Vila de Bauru. Em um deles, é evidenciado que as construções do núcleo urbano de Bauru em 1910 se faziam sobre uma rala vegetação de areal onde haviam faveiros e angicos do cerrado. Entretanto, os mesmos documentos descrevem que naquela época, a região era provida de espécies típicas de mata estacional, tais como, jequitibás aroeiras e perobeiras. A confluência destes dois tipos vegetacionais pode ser comprovada pela descrição pretérita do município de Bauru, tendo como referência o ribeirão Bauru:

O pequeno rio do mesmo nome, afluente da margem esquerda do rio Tietê, constitui aqui o limite exato entre as duas formações campestre e silvestre desta parte do sertão paulista. Na margem esquerda do rio Bauru, a vegetação campestre acha-se substituída imediatamente por uma outra, silvestre e alta (CARDOSO, 1952 *apud* CAVASSAN, 2013, p.47).

Diversos trabalhos de natureza florística e fitossociológica realizados na região de Bauru a partir da década de 80, não reconheceram as formações campestres e savânicas de cerrado, conforme descrito anteriormente pelos exploradores do início do século XX. Assim, considerando o gradiente fisionômico da vegetação do cerrado, tal fato pode estar relacionado com algumas hipóteses que vão desde critérios de classificação pretéritos distintos dos atuais, situações que refletiam cerradões perturbados ou ainda, a possibilidade destas formações vegetais abertas de cerrado terem desaparecido ao longo de décadas do século passado (CAVASSAN, 2013).

Estudos mais recentes, como por exemplo, os desenvolvidos por Durigan *et al.* (2003a) que envolveram técnicas de análise multivariadas da composição florística do cerrado em cinco estados brasileiros evidenciaram que na região de Bauru os fragmentos revelam as formações de cerradão e ecótono (transição cerrado-mata atlântica).

Segundo a definição trazida pelo IBGE (2012), o ecótono são floras de duas ou mais regiões fitoecológicas que se interpenetram, constituindo as transições florísticas, também chamadas de tensão ecológica. Geralmente, esta mistura florística entre tipos de vegetação forma conjuntos muito homogêneos ou uniformes, onde os elementos que se misturam são indivíduos isolados e dispersos. Destarte, a delimitação da área de ecótono é de difícil detecção

por mapeamento que envolvam simples fotointerpretação, exigindo na maioria das vezes, o levantamento florístico de cada região fitoecológica para melhor delimitá-lo.

A diferenciação de padrões fitogeográficos pode ser explicada por fatores como o clima e o solo. Entretanto, alguns autores reconhecem a dificuldade de identificar quais destes fatores teriam maior peso na diferenciação dos tipos de vegetação que ocorrem na região de Bauru. Apesar da literatura atribuir o parâmetro solo como determinante na distinção das formações de matas e cerrados, Durigan *et al* (2003a) afirmam que a alta concentração de alumínio no solo não parece limitar o desenvolvimento de matas estacionais em regiões de cerrado. Contudo, as características dos fragmentos existentes na região de Bauru, quando comparadas à outras regiões de formação vegetacional típica de cerrado, poderiam estar associadas à maior capacidade do solo na retenção de umidade, solos menos ácidos e a um clima mais frio, úmido e com período menor de seca.

Desta forma, a expansão da fisionomia florestal sobre as fisionomias campestre e savânica, observadas por diversos pesquisadores nos últimos 40 anos, pode estar associada a menor ocorrência de incêndios sobre a vegetação. Na região de Bauru, este fato pode ser comprovado por Faraco (2007) que, realizando análise multitemporal de imagens aéreas do Campus de Bauru da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, associou o aumento da biomassa vegetal e esta alteração de fisionomia à maior proteção do fragmento e supressão do fogo.

Mesmo havendo uma tendência de expansão da floresta sobre o cerrado nas regiões de transição, historicamente, as formações vegetais que ocorriam no município de Bauru apresentavam uma tendência de linha divisória muito próxima dos divisores de águas das Bacias Hidrográficas do Tietê-Batalha e Tietê-Jacaré (UGRHIs 16 e 13). Neste sentido, vale ressaltar a descrição desta região trazida pelo nobre pesquisador Osmar Cavassan, em sua publicação denominada “*Bauru: terra de cerrado ou floresta?*”.

Conclui-se que em Bauru, as matas estacionais semidecíduais recobriam a região noroeste do Município e o cerrado a região sudeste. Nas áreas ribeirinhas onde predominava o cerrado, ainda existem vestígios de matas e campos paludosos. Nas áreas limítrofes entre matas e cerrados, é comum a ocorrência de vegetação de transição, com espécies dos dois tipos de vegetação distintos e outras típicas destes ecótonos (CAVASSAN, 2013, p.45).

Atualmente, dois grandes fragmentos no município protegidos por lei retratam esta tendência. Na região noroeste do município situa-se a Estação Ecológica Sebastião Aleixo da Silva (Reserva Estadual de Bauru) que envolve uma área de 287,98 hectares (RANGEL de ALMEIDA *et al*, 2010) e foi classificada por Veloso (1992) como sendo Floresta Estacional Semidecidual Submontana. Já na região sudoeste do município, um grande fragmento que

totaliza aproximadamente de 803 hectares foi classificado, segundo Veloso (1992), como sendo vegetação de cerrado, fisionomia florestal (cerradão ou savana florestada). No local, encravadas entre o cerrado e junto às nascentes do córrego Vargem Limpa, existem dois fragmentos de mata de brejo ou mata paludosa, caracterizados por Cavassan (2013) como floresta estacional semidecidual ribeirinha com encharcamento permanente. Envolvendo no total quatro áreas contíguas, o grande fragmento contempla a Reserva Legal do Campus de Bauru da Unesp (265,4235 ha), o Jardim Botânico Municipal (321,17 ha) e a Reserva Ecológica da Sociedade Beneficente Enéas Carvalho de Aguiar (217 ha).

Cavassan (2013) apresenta uma breve relação de espécies comumente encontradas nas principais formações vegetais que formam o complexo vegetacional de Bauru. Com base nesta listagem, foi elaborado o quadro 1 abaixo, destacando-as conforme sua fitofisionomia e região de ocorrência predominante.

Quadro 1. Principais formações vegetais de ocorrência no município de Bauru.

Tipos de vegetação	Região de ocorrência	Espécies comumente encontradas
cerradão ou savana florestada	Áreas de interflúvios da região sudeste	pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> A.St.-Hil.), ipê-amarelo-do campo (<i>Bignonia aurea</i> Silva Manso), barbatimão (<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.), pau-de-tucano (<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.), gabirola (<i>Campomanesia pubescens</i> (Mart. ex DC.) O.Berg) e murici (<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth)
mata de brejo ou paludosa (floresta estacional semidecidual com encharcamento permanente ou campo úmido cerrado)	Nos vales, contíguo aos canais fluviais e regiões de afloramento do lençol freático	guanandi (<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.), palmito juçara (<i>Euterpe edulis</i> Mart.), palmeira guaricanga (<i>Geonoma brevispatha</i> Barb. Rodr.), cedro-do-brejo (<i>Cedrela odorata</i> L.) e pinha-do-brejo (<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.)
floresta estacional semidecidual	Porção noroeste	peroba-rosa (<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.), pau-d'alho (<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms), jequitibá (<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze), cedro (<i>Cedrela fissilis</i> Vell.), paineira (<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna) e jatobá-da-mata (<i>Hymenaea courbaril</i> L.)
ecótono e áreas de transição	Entre fragmentos de cerradão e mata estacional	copaíba (<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.), faveiro (<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel), capitão-do-mato (<i>Terminalia argentea</i> Mart.), peito-de-pomba (<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.), almecega (<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand) e canelinha (<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez)

Fonte: Cavassan (2013).

De acordo com a Resolução SMA 07/2017, a qual indica as áreas prioritárias para restauração de vegetação nativa no estado de São Paulo, o município de Bauru apresenta uma superfície de 67.349 hectares, com um índice de 10,2% (6.874 ha) de cobertura vegetal nativa. O aludido percentual total de vegetação no município divide-se equitativamente entre os fragmentos de típicos de vegetação de savana e floresta estacional semidecidual.

Nos últimos anos, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA) de Bauru elaborou a minuta do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica e do Cerrado (PMMA-Cerrado) com vistas a apresentar estratégias, ações e metas voltadas à conservação dos dois biomas em questão. Posteriormente, foi organizado um Fórum de Discussão da minuta do Plano Municipal envolvendo os cidadãos bauruenses. Os resultados destas atividades mostram que a efetivação da maioria das ações propostas é prevista para médio e longo prazo, envolvendo o poder público municipal, a SEMMA, outros setores públicos e também privados, bem como as universidades e a comunidade.

Fica claro que a criação de unidades de conservação e a instituição de legislações municipais e estaduais de proteção do cerrado são mecanismos eficazes de proteção dos remanescentes da vegetação nativa. Entretanto, no município de Bauru, a presença de alguns loteamentos urbanos com parcelamento juridicamente implantado há mais de 30 anos que preservam em seu interior inúmeros fragmentos remanescentes proporciona um cenário de grande complexidade, criando um desafio enorme ao Poder Público para o alcance de uma compatibilização entre a preservação do cerrado e a ocupação destas áreas (FERREIRA, 2016).

A figura 4 retrata a dos principais fragmentos remanescentes no município de Bauru e sua classificação, com base nos dados georreferenciados e disponibilizados pelo Portal DataGeo – Sistema Ambiental Paulista. Nota-se a tendência de linha divisória entre a região sudeste de Bauru e o restante do município, havendo nítida predominância do cerrado concentrado na porção sudeste e a mata-atlântica espalhada por toda porção noroeste.

3.3 MÉTODOS APLICADOS À RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DO BIOMA CERRADO

De acordo com o Art. 2º da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, os termos restauração e recuperação foram definidos como sendo a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada, entretanto, ambos os termos apresentam diferenças significativas de comprometimento quanto ao produto final a ser alcançado para reversão de uma situação de degradação. Assim, enquanto a ação de recuperação permite que a situação final possa ser diferente da condição original da área, o termo restauração já exige um esforço para que a condição não degradada seja o mais próximo possível de sua condição original.

Historicamente, diversos outros termos têm sido utilizados pelas legislações ambientais, como por exemplo, recomposição e reposição, entretanto, o termo restauração ecológica apropriado pela Resolução SMA 32/2014 parece-nos ter alcançado a maturidade de que, como prioridade, as intervenções humanas para reverter um quadro de degradação devem ser voltadas à desencadear o processo natural de sucessão ecológica e reestabelecer as dinâmicas naturais inerentes aos ecossistemas.

Os modelos tradicionais de recuperação das florestas tropicais que se popularizaram no final do século XX, foram pautados em técnicas silviculturais, onde o objetivo principal seria alcançar um plantio arbóreo bem desenvolvido. Com o objetivo de produzir biomassa vegetal, os esforços foram focados sobre a estrutura da floresta e não nos processos dinâmicos naturais (REIS *et al.*, 2006). Posteriormente, o modelo foi aprimorado dando-se maior atenção à diversidade vegetal. De acordo com Reis *et al.* (2006), neste avanço, definiu-se a riqueza e a densidade como sendo os parâmetros fundamentais a serem mensurados e assim, alcançar uma condição clímax o mais breve possível. O mesmo autor afirma que, tais modelos se fixaram no Paradigma do Equilíbrio, citado por Pickett *et al.* (1992), onde a recuperação deveria alcançar um estado clímax idealizado de florestas preservadas, a partir de um modelo ideal de natureza fixa e imutável.

Ainda aplicadas em larga escala, estes modelos tradicionais resultam em plantações equiâneas de árvores em área total com satisfatório desenvolvimento de DAP e altura, porém, na maioria das vezes, estes reflorestamentos apresentam diversidade biológica restrita às espécies arbóreas inicialmente implantadas pelo projeto e um estrato herbáceo e regenerativo dominado por gramíneas exóticas invasoras (SOUZA; BATISTA, 2004). Se não bastasse, em

muitos destes casos, o aparecimento de uma biomassa regenerante esteve restrita a diversidade de espécies introduzidas pelo plantio.

É sob este pilar que se consagraram os modelos de recuperação ambiental mais aplicados no Brasil: simplificação dos processos naturais e padronização das atividades desenvolvidas em campo. Neste prisma, ainda hoje, são produzidos por batelada inúmeros projetos de reflorestamento heterogêneo pautados estritamente pelas atividades de plantio arbóreo no espaçamento convencional 3 x 2 metros e ações de manutenção periódica como: adubação, capina das entrelinhas e replantio. Em muitos casos, tais projetos são elaborados e protocolados nos órgãos competentes, sem o desenvolvimento de uma vistoria técnica prévia (etapa do diagnóstico), capaz de identificar situações que inviabilizam o sucesso da empreitada.

Desconsiderando os fundamentos da ecologia básica, como por exemplo, interações interespecíficas, cadeias tróficas, heterogeneidade de ambientes e sucessão, os modelos tradicionais de recuperação, pautados estritamente nos métodos silviculturais, privilegiam as mudas plantadas em detrimento da regeneração natural (BECHARA, 2006). Ou seja, há uma estagnação da sucessão natural e inibição de interações planta-animal, saltando assim, as fases iniciais da sucessão que envolvem as etapas de colonização de ervas, arbustos e arvoretas (Bechara *et al.*, 2005).

Diante destas questões, nota-se que o paradigma da restauração ambiental precisa ser mudado. Primeiramente, por que a restauração não pode ser vista como sinônimo de produtividade (REIS *et al.*, 2006). Segundo, que as concepções antropomorfizadas da natureza estão pautadas em demasia sobre aspectos determinísticos e controladores (PARKER & PICKETT, 1999).

Assim, nos conceitos atuais, a ecologia da restauração deve estar focado na ideia da sucessão estocástica, pautada sobre a complexidade da dimensão e dinâmica das condições dos sistemas ecológicos (REIS *et al.*, 2006). Em outras palavras, maior garantia da auto-sustentabilidade do sistema será alcançada, quanto maior for a variedade de fluxos naturais, a ocorrência de fenômenos eventuais e as probabilidades da sucessão ecológica se expressar.

Uma nova tendência prima por modelos de conservação da biodiversidade para a conservação da biofuncionalidade e resgate de interações entre organismos do sistema. Esta visão não se baseia em modelos determinísticos, mas na possibilidade de aumentar as probabilidades da sucessão se expressar e de abrir espaço para os fenômenos eventuais. Ganha expressão, neste contexto, a posição de Grant (1980): na natureza, os fenômenos eventuais tem maior importância (ele se referia ao fluxo gênico) que os normais (REIS *et al.*, 2006, p. 3).

Sob esta perspectiva, as metodologias para restauração deveriam ser planejadas mediante a formação de um mosaico de microhabitats, sejam eles mais abertos e outros mais

fechados, favorecendo o estabelecimento de diversas sinúsias vegetais e assim, possibilitando uma série de processos e contextos do sistema e proporcionando uma variedade de fluxos naturais sobre o ambiente degradado.

Dentre as técnicas de restauração aplicadas no meio científico, o método da nucleação destaca-se como sendo aquele mais passível de gerar fenômenos eventuais e aleatórios, já que envolve a aplicação conjunta de uma gama de técnicas distintas, o que pode representar, nas palavras de Reis *et al.* (2006), um espaço para o imprevisível.

Idealizado por Yarranton & Morrinson (1974) e ratificado por Franks (2003), o processo de nucleação foi descrito mediante estudos e observações sobre a dinâmica espacial de sucessão primária em dunas da América do Norte. Estes autores, observando o comportamento das plantas diante da instabilidade das dunas, constataram que os indivíduos adultos promoviam uma certa estabilização das dunas e conseqüentemente, sobre o seu dossel, ocorria uma acumulação de sementes e maior emergência de plântulas do que em áreas abertas. Desta forma, o processo de nucleação foi entendido como a capacidade de uma espécie proporcionar melhorias significativas no ambiente, aumentando a probabilidade de ocupação deste ambiente por outras espécies.

Neste entendimento, tais espécies poderiam ser chamadas de facilitadoras que, na descrição de Ricklefs (1996), trata-se de espécies capazes de alterar as condições de uma comunidade, facilitando assim, o estabelecimento de espécies subsequentes. Nas observações de Yarranton & Morrinson (1974), as espécies arbóreas colonizadoras aceleravam o processo de sucessão primária já que propiciavam a formação de pequenos agregados de outras espécies ao seu redor.

Paralelamente, baseado no processo ecológico de nucleação, este conceito foi incorporado às atividades de restauração, sendo denominado por Reis *et al.* (2003) como sendo “técnicas nucleadoras de restauração”. Segundo Bechara (2006), a partir daí criou-se uma nova visão da restauração ecológica, onde um conjunto de técnicas passariam a ser implantadas em núcleos, ao invés do conceito de plantio em área total. Estas técnicas nucleadoras teriam como preceito imitar a natureza aplicando-se diversos conceitos da ecologia básica, como por exemplo, sucessão ecológica, facilitação, cicatrização, interações interespecíficas (dispersão, polinização e predação), heterogeneidade de ambientes (mosaico), dentre outros.

São consideradas como técnicas nucleadoras: a) formação de coberturas de solo através de semeadura direta de espécies herbáceo-arbustivas, preferencialmente nativas ou exóticas anuais (milheto e girassol) para atração precoce de fauna, recuperação de solo e contenção de gramíneas exóticas invasoras; b) formação de abrigos artificiais, através do enleiramento de galharia, para alimentação e abrigo de consumidores e decompositores (desencadeamento de cadeias tróficas), além da restituição de solo; c) transposição mensal de chuva de sementes, para introdução de

plantas regionais que frutificam em todos os meses do ano (manutenção de fauna) e de todas as formas de vida, visando promover fluxo gênico com as populações dos fragmentos mais próximos; d) transposição de solo para restituição do banco de sementes e biota do solo; e) poleiros artificiais para atração de avifauna e quiropterofauna; e f) plantio de mudas de espécies arbóreas em grupos de Anderson, formando núcleos adensados para eliminação de gramíneas exóticas invasoras e facilitar a regeneração de espécies nativas (Bechara, 2006, p. 18-19).

Estas ações nucleadoras além de promoverem maior resiliência na sucessão secundária são capazes de refazer distintos nichos ecológicos dentro das comunidades. Destarte, dentro dos princípios da nucleação, a facilitação do processo sucessional natural será mais efetivo quanto mais numerosos e diversificados forem os núcleos implantados na atividade de restauração (REIS *et al.*, 2003). Em síntese, o quadro 2 retrata os efeitos funcionais e as atividades envolvidas nas principais técnicas nucleadoras.

Quadro 2. Principais técnicas nucleadoras de restauração e seus efeitos funcionais.

EFEITOS ECOLÓGICOS FUNCIONAIS	TÉCNICAS DE NUCLEAÇÃO				
	Plantio de mudas em ilhas	Semeadura direta/hidrosemeadura ecológica	Poleiros artificiais	Transposição de solo	Transposição de galharia
Recomposição do banco de sementes e plântulas		X	X	X	X
Recomposição da micro e macro fauna/flora do solo				X	X
Reposição da matéria orgânica no solo	X			X	X
Recomposição da chuva de sementes		X	X		
Colonização da área por dispersores de sementes (aves e morcegos)	X		X		X
Atração de polinizadores	X	X			
Contenção de processos erosivos	X	X			X
Abafamento de processos de contaminação biológica	X	X			
Resgate da biota				X	X

Fonte: REIS *et al.*, 2003 (modificado).

De fato, o efeito da nucleação é mais facilmente percebido em ambientes abertos, onde é mais nítido o processo sucessional de colonização natural de áreas em formação. Entretanto, a sua aplicação como método de restauração pode ser realizada em diferentes tipos de

ecossistemas (florestais ou savânicos), desde que compreendidos alguns dos fatores naturais que determinam o mosaico vegetacional. Ou seja, nas fitofisionomias abertas, tal como no cerrado e na restinga, o mosaico vegetacional está associado a heterogeneidade edáfica e sua capacidade de suporte, o que resultará em um clímax edáfico. Diferentemente, nas florestas tropicais de clímax climático, este mosaico seria definido pela dinâmica de clareiras (Bechara, 2006). Assim, a escolha das diferentes técnicas de nucleação a ser utilizada na restauração ecológica deverá ser planejada e adaptada seguindo as especificidades do ecossistema degradado.

Restaurar a vegetação é, atualmente, um desafio ainda maior para o cerrado do que para florestas, devido à escassez de conhecimentos básicos que possam facilitar o planejamento das ações visando à restauração. Boa parte do conhecimento já acumulado sobre recuperação dos ecossistemas florestais não se aplica a vegetação de cerrado, sendo necessárias muitas pesquisas para esclarecer desde mecanismos reprodutivos e de regeneração, ciclo de vida, processos de sucessão secundária e técnicas de produção de mudas e cultivo das espécies (Durigan, 2003b, p.187).

Desta forma, qualquer intenção de restauração da vegetação do domínio de cerrado exige como ponto de partida o conhecimento da vegetação original, assim como seus fatores condicionantes.

Um observador ao lançar-se à compreensão da complexidade vegetacional envolvida nos domínios do bioma cerrado, notará acima da superfície do solo fisionomias e composição florística variáveis que, basicamente, se resumem a dois estratos: o estrato lenhoso, constituído por árvores, arvoretas e arbustos e o outro, o estrato herbáceo constituído por ervas (gramíneas, cipós etc) e subarbustos. Bastante diversificados, nos dois grupos predominam espécies com comportamento heliófilos, demandando grande incidência luminosa para o seu desenvolvimento. Assim, o adensamento da vegetação lenhosa que pode promover o estabelecimento de uma fisionomia florestal, acaba em grande parte eliminando o estrato herbáceo típico dos ambientes savânicos (KLEIN, 2002).

Se a primeira vista, a estrutura aérea do cerrado caracteriza-se como uma vegetação rala, com ervas graminóides cespitosas, de estrato lenhoso esparsa com aparência retorcida e de casca grossa, é abaixo do solo que localiza-se seu grande reservatório de biomassa. Segundo Castro & Kauffmann (1998), a maior parte da biomassa do cerrado está no subsolo, podendo constituir até 70% da biomassa total, dependendo da vegetação dominante.

Por este motivo, o cerrado se destaca por sua enorme capacidade de resistir às perturbações e rapidamente, sem a intervenção do homem, recuperar sua estrutura e riqueza de espécies. No geral, de acordo com Durigan *et al.* (2011), as plantas do cerrado apresentam estruturas subterrâneas muito desenvolvidas, tais como, raízes, tubérculos e xilopódios, motivo

pelo qual, após eventos de degradação (corte, fogo ou geada) pode ser observado uma rápida e vigorosa rebrota. Ou seja, a recomposição natural do cerrado após distúrbios depende muito menos da dispersão e germinação de sementes do que às espécies típicas de floresta. Corrêa *et al.* (1998) avaliando a resiliência de cavas mineradas mediante a rebrota de espécies do cerrado em áreas de corte no Distrito Federal verificou a ocorrência de regeneração até a profundidade de 2,15 metros, sendo a espécie *Dalbergia miscolobium* a mais frequente.

Inúmeras pesquisas do passado relataram que as características do solo parecem desempenhar grande influência como condicionante da vegetação do cerrado. Estando em sua grande maioria situada sobre latossolos de textura geralmente arenosa, o domínio do cerrado está associado à solos distróficos, álicos e ácidos, com o pH entre 4,0 a 5,5 (DURIGAN, 2003b).

Reatto *et al.* (1998) descreveu que os teores de Al no solo seriam um dos fatores de grande influência na determinação do gradiente fisionômico do cerrado, sendo observado maior concentração sobre as formações campestres do que no cerradão. Ribeiro e Walter (1998) afirmam que há uma tendência atual de associar o aspecto geral da vegetação como o produto de uma ação conjunta de clima, biota e solo. No geral o clima do cerrado caracteriza-se pelo inverno seco e verão chuvoso.

Segundo Klein (2002), apesar do bioma cerrado estar distribuído em área onde há o predomínio de clima tropical sazonal, os principais fatores que limitam a sua vegetação seriam a fertilidade do solo e o fogo, conforme pode ser observado na figura 5.

O clímax climático do domínio do cerrado não é o cerrado, por estranho que possa parecer, mas sim a mata mesófila de interflúvio, sempre verde, que hoje só existe em pequenos relictos, sobre solos férteis, tipo terra roxa legítima. As diferentes formas de cerrado são, portanto, pedoclimaxes ou píroclimaxes, dependendo de ser o solo ou o fogo o seu fator limitante. Claro que certas formas abertas de cerrado devem esta sua fisionomia às derrubadas feitas pelo homem para a obtenção de lenha ou carvão (KLEIN, 2002, p. 82-83).

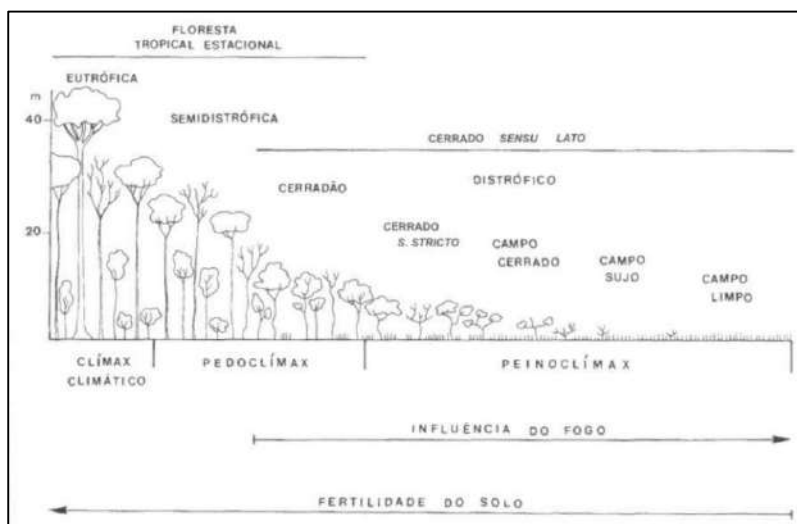


Figura 5. Ecoclinio floresta-campo e fatores condicionantes.

Fonte: Coutinho (1978).

Estudos mais recentes desenvolvidos por Durigan et al. (2003a), sugere que as distribuições das áreas de cerrado paulista em grupos fitogeográficos distintos são estabelecidas primeiramente em função do clima e em segundo lugar, em função da fertilidade dos solos. Neste sentido, a ocorrência do cerradão e vegetação ecotonal cerrado/floresta situada do centro para o oeste do Estado, teriam grande influência do clima mais frio e úmido. Já a fisionomia campestre cerrado sensu lato, encontrado do centro para o leste do Estado, estaria adaptado a um clima mais quente e seco.

Porém, os mesmos autores relatam que uma precisa identificação dos fatores que determinam os diferentes padrões fitogeográficos não é tarefa fácil. Inclusive destacam que padrões distintos podem ser reconhecidos em diferentes escalas, havendo ainda, uma inversão na hierarquia dos condicionantes em cada uma das escalas de observação.

Ainda que não se compreendam exatamente os fatores que levam a diferenciação, reconhecer a existência de padrões fitogeográficos distintos é essencial para a definição de estratégias para conservação e mesmo para a restauração da vegetação do cerrado (DURIGAN et al., 2003a, p.49).

Algumas outras representações esquemáticas, elaboradas por Durigan (2003a) e Durigan *et al.* (2011), buscaram demonstrar quais fatores naturais e antrópicos atuariam na determinação do gradiente fisionômico da vegetação do cerrado. Assim, fatores como maior fertilidade do solo, disponibilidade hídrica e aumento do pH favoreceriam o desenvolvimento de fisionomias mais fechadas ou florestais, já outros fatores como saturação hídrica, saturação de Al, maiores incidências de fogo, pastoreio e extração de lenha atuariam para ocorrência de fisionomias savânicas ou campestres, conforme figura 6.

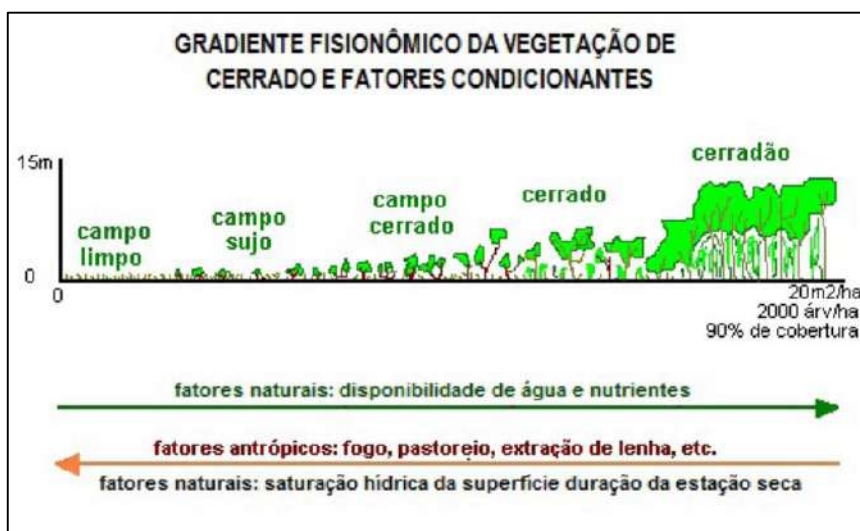


Figura 6. Fatores condicionantes ao gradiente de biomassa do cerrado.

Fonte: Durigan *et al.*, (2011).

Em função das pressões antrópicas poderem atuar diretamente como fatores condicionantes deste gradiente fisionômico, a escolha da técnica empregada à restauração do cerrado deve ser precedida de uma análise do histórico de uso e ocupação da área. Geralmente, impactos severos e recorrentes, como por exemplo, atividades agrícolas que realizam o revolvimento constante do solo, tendem a inviabilizar o potencial de rebrota das estruturas subterrâneas do cerrado, assim como, dificultar a regeneração natural.

De acordo com o “Manual para recuperação da vegetação do cerrado” (DURIGAN *et al.*, 2011) a recuperação da cobertura vegetal do cerrado, após o isolamento da área e interrupção dos fatores de perturbação, pode ser realizado mediante a aplicação de três técnicas: regeneração natural, enriquecimento ou plantio convencional.

Seguindo as recomendações do Art. 5º da Resolução SMA 64/2009, deve-se sempre que possível utilizar-se de técnicas que estejam pautados na facilitação dos processos naturais de regeneração da vegetação do cerrado. Destarte, o potencial de regeneração deverá ser avaliado após um período mínimo de um ano de pousio, sendo a sua viabilidade atestada em razão da quantificação dos parâmetros: densidade de indivíduos regenerantes e riqueza de espécies típicas do cerrado. Paralelamente, a quantificação da abundância de espécies invasoras deverá ser analisado.

Segundo Durigan *et al.* (2011), a recuperação da vegetação do cerrado poderá ser realizada apenas com a retirada dos agentes de perturbação quando a regeneração natural apresentar densidade e diversidade suficientes. Os mesmos autores, definem que pode ser considerada suficiente a densidade de pelo menos 500 plantas lenhosas por hectare, pertencentes a, no mínimo, 30 espécies. Em circunstâncias como esta, havendo a abundância de gramíneas de espécies invasoras (gêneros *Brachiaria*, *Melinis*, *Panicum* etc), a restauração seria alcançada apenas mediante o controle destas gramíneas, seja com o uso de herbicida de baixo impacto (glifosato) ou ainda, com o pastoreio controlado (< 0,5 cabeça/ha).

Já em áreas de cerrado degradado com a presença de biomassa regenerante, porém com valores de densidade e riqueza de espécies inferiores aos tidos como “suficientes”, recomenda-se o plantio de enriquecimento. Critérios como densidade e espaçamento do plantio deverá ser compatível com a fitofisionomia original da região da área objeto da restauração. Com base nesta informação, a recomendação de densidade seria alcançar um mínimo de 500 plantas até o máximo de 2.000 plantas por hectare. Já quanto à diversidade de espécie, a sugestão é alcançar o maior número possível de espécies de ocorrência regional. Durigan *et al.* (2011) orienta que, visando o sucesso e pegamento das mudas do enriquecimento, algumas ações de manutenção

poderão ser necessárias, tais como: controle das gramíneas invasoras, coroamento das mudas e controle de formigas cortadeiras.

A indicação do plantio convencional, somente é recomendado nos locais onde há histórico de cultivos intensos envolvendo grande revolvimento do solo e aplicação de corretivos e fertilizando à longa data. Segundo Durigan *et al.* (2011) nestes casos, não se tem registros de recuperação de vegetação de cerrado a partir do banco de sementes do solo ou ainda, trazidas pelo vento ou animais. Contudo, a aplicação de técnicas silviculturais convencionais à restauração do cerrado requer algumas adaptações em razão das características destes ecossistemas.

Primeiramente, maior atenção deverá ser dada ao preparo do solo e controle das enxurradas, pois geralmente, os solos das regiões de cerrado apresentam grande suscetibilidade à erosão. Outra questão importante é a suspensão da aplicação de calcário, já que a grande maioria das espécies do cerrado estão adaptadas a presença do alumínio no solo. No mais, recomenda-se que o plantio de mudas do cerrado não seja fertilizado agronomicamente, já que Ab'Sáber (2003 p.37) cita que “não existe comunidade biológica mais flexível e dotada de poder de sobrevivência em solos pobres do que os cerrados”.

Muito aplicado nas metodologias de restauração das florestas tropicais, a classificação sucessional das espécies não se aplica ao cerrado. Ou seja, o conceito de sucessão secundária típico das matas, com a substituição de espécies ao longo do tempo não ocorre no cerrado, com exceção do cerradão que possui algumas espécies que se desenvolvem à sombra. Portanto, o processo sucessional que ocorre no cerrado trata-se de uma alteração de fisionomias mais abertas para fisionomias mais densas, que segundo diversos autores, resulta em um clímax que é determinado pela capacidade de suporte do meio (COUTINHO, 1982).

Apesar das técnicas de produção comercial de mudas estarem voltadas a um número reduzido de espécies arbóreas nativas em sua grande maioria originárias das matas tropicais, a recuperação do cerrado mediante introdução de mudas, exigiria não só o plantio de espécies arbóreas típicas do seu gradiente fisionômico, como também o plantio de espécies heliófitas herbáceas e arbustivas deste bioma.

Visando apoiar a escolha das espécies para compor os plantios em áreas de cerrado, Durigan *et al.* (2011) indica uma relação de espécies que ocorrem neste bioma e que são passíveis de serem encontradas nos viveiros comerciais. Além disso, tal relação retrata a abundância de cada espécie na natureza, norteador não só a composição das espécies, como a quantidade de cada uma delas em função de serem raras ou comuns nestes ecossistemas.

De modo geral, nota-se que independentemente da técnica ou técnicas a serem selecionadas para restauração do cerrado, todas elas destacam a necessidade de ações de controle das gramíneas invasoras, as quais pela rusticidade e agressividade no processo de colonização da área podem inibir o processo de regeneração natural do cerrado. Pela praticidade e efetividade neste controle, os herbicidas de baixo impacto, a base de glifosato, se apresentam como uma boa estratégia. Entretanto, a restauração de áreas de cerrado dentro do contexto urbano das cidades e nas proximidades das Áreas de Preservação Permanente pode representar um risco de contaminação ao recursos hídrico, fauna e comunidade do entorno.

Diante disso, entende-se que o planejamento das atividades envolvidas com a restauração no meio urbano deverá buscar métodos alternativos de controle que evitem o uso de herbicidas. Sendo assim, a utilização de adubação verde associada a técnica de nucleação denominada semeadura direta no solo, seja mediante o uso de espécies nativas ou exóticas não invasoras, poderá substituir a utilização de herbicidas, e além disso, melhorar as condições edáficas da área degradadas, permitindo a instalação de espécies mais exigentes no local.

Paralelamente, a técnica de nucleação chamada de plantio de mudas em ilhas, também denominado grupos de Anderson (1953), poderia ser associada, formando pequenos núcleos de plantas de diferentes sinúsias com precocidade para florir e frutificar, o que atrairá predadores, polinizadores, dispersores e decompositores, ou seja, promovendo maior diversidade biológica para as áreas degradadas.

Pinheiro & Monteiro (2008), realizando estudos para elaboração de hipóteses sobre mecanismos de ocupação de fitocenoses florestais por espécies savânicas no interior da reserva de vegetação natural do Jardim Botânico Municipal de Bauru (JBMB), destacam que a ocorrência de espécies savânicas ou generalistas, não estariam apenas associadas a proximidade de formações savânicas, mas sobretudo, pela existência de condições propícias para que estas espécies se estabeleçam e se desenvolvam, mesmo que por um reduzido período de tempo.

Estas alegações corroboram e fortalecem a ideia de que, em regiões localizadas em ecótono savânico-florestal, cabe ao restaurador promover “gatilhos ecológicos” que ativem o próprio potencial de auto-regeneração da comunidade e ainda, propiciar a criação de microhabitats que propiciem o estabelecimento de diferentes formas de vida, sejam elas das fitocenoses florestais e/ou savânicas.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A definição do recorte espacial objeto desta pesquisa foi estabelecido seguindo o traçado do afluente da margem direita do córrego Água da Ressaca, onde há o interesse público na criação de um Parque Municipal.

De posse destas informações delimitou-se a microbacia hidrográfica deste trecho do afluente como sendo a unidade territorial do presente estudo, conforme as recomendações da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 (Figura 7).

Destarte, foram pesquisados dados secundários que expressam as características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrografia, vegetação nativa e uso e cobertura da terra, as quais possibilitam uma visão global da área, assim como, auxiliam na definição das fragilidades, potencialidades e conflitos de usos, imprescindíveis para compreensão da realidade local e estabelecimento de políticas públicas.

A criação de um roteiro metodológico seguiu como ponto de partida a metodologia empregada por Leal (1995) e Dibieso (2007) para elaboração de um plano ambiental composto pelas etapas de Inventário, Diagnóstico Ambiental, Prognóstico e Propostas. Contudo, o presente estudo realizou adequações nesta metodologia visando o alcance dos objetivos da pesquisa.

Considerando a existência de um TAC que determina a criação de um Parque Municipal nos fundos de vale desta microbacia, foi suprimido deste trabalho a etapa de Prognóstico que consistiria na definição de hipóteses de cenários futuros.

A Figura 8 evidencia o roteiro metodológico aplicado nesta pesquisa, almejando a obtenção de uma visão integrada da região de estudo e assim, por meio do diagnóstico ambiental indicar os conflitos de uso ali existentes e definir o rol de técnicas nucleadoras que subsidiarão a proposta de restauração ecológicas para as áreas degradadas.

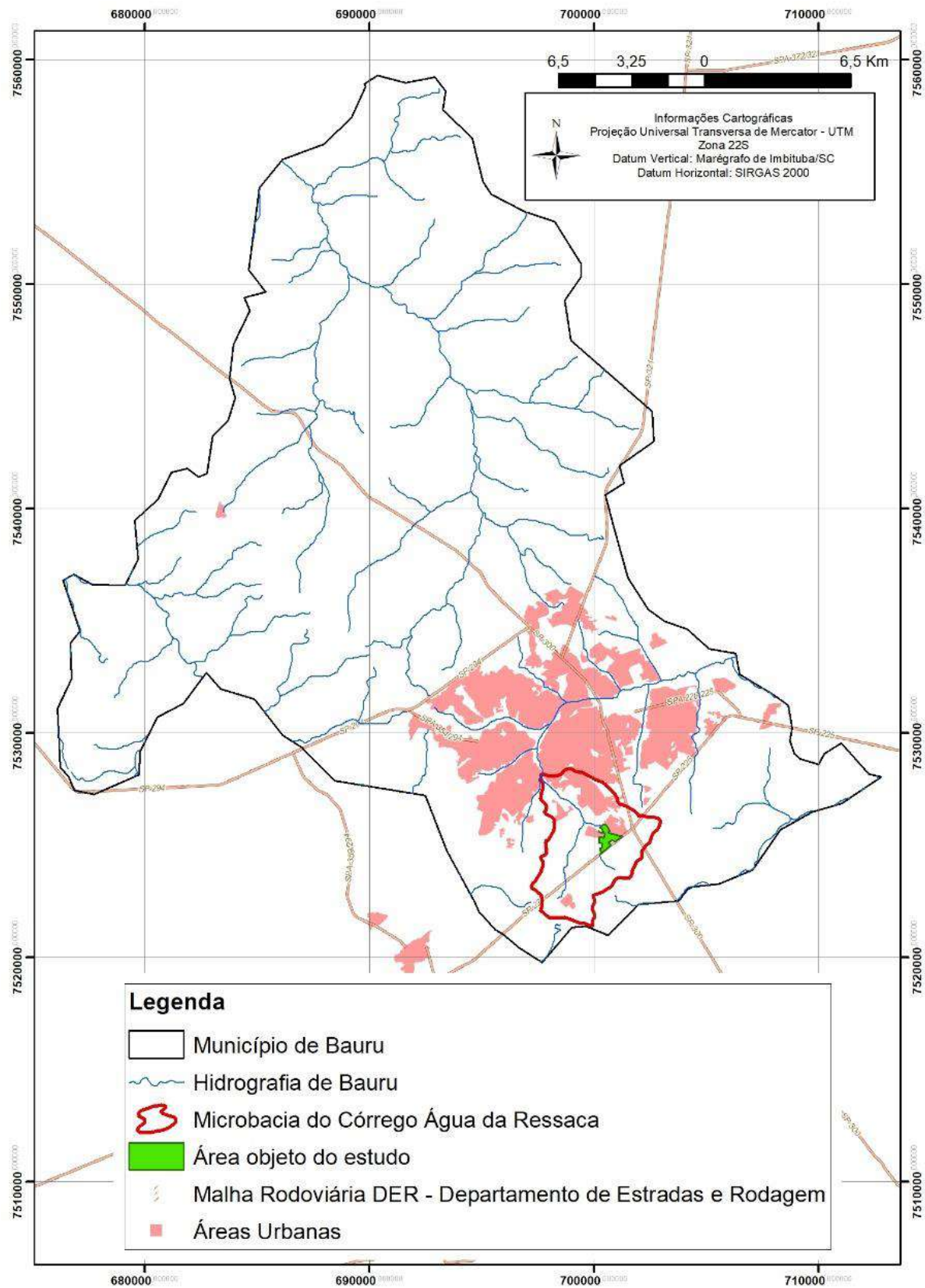


Figura 7. Microbacia do córrego Água da Ressaca e a área objeto do estudo.

Fonte: Autor (2018).

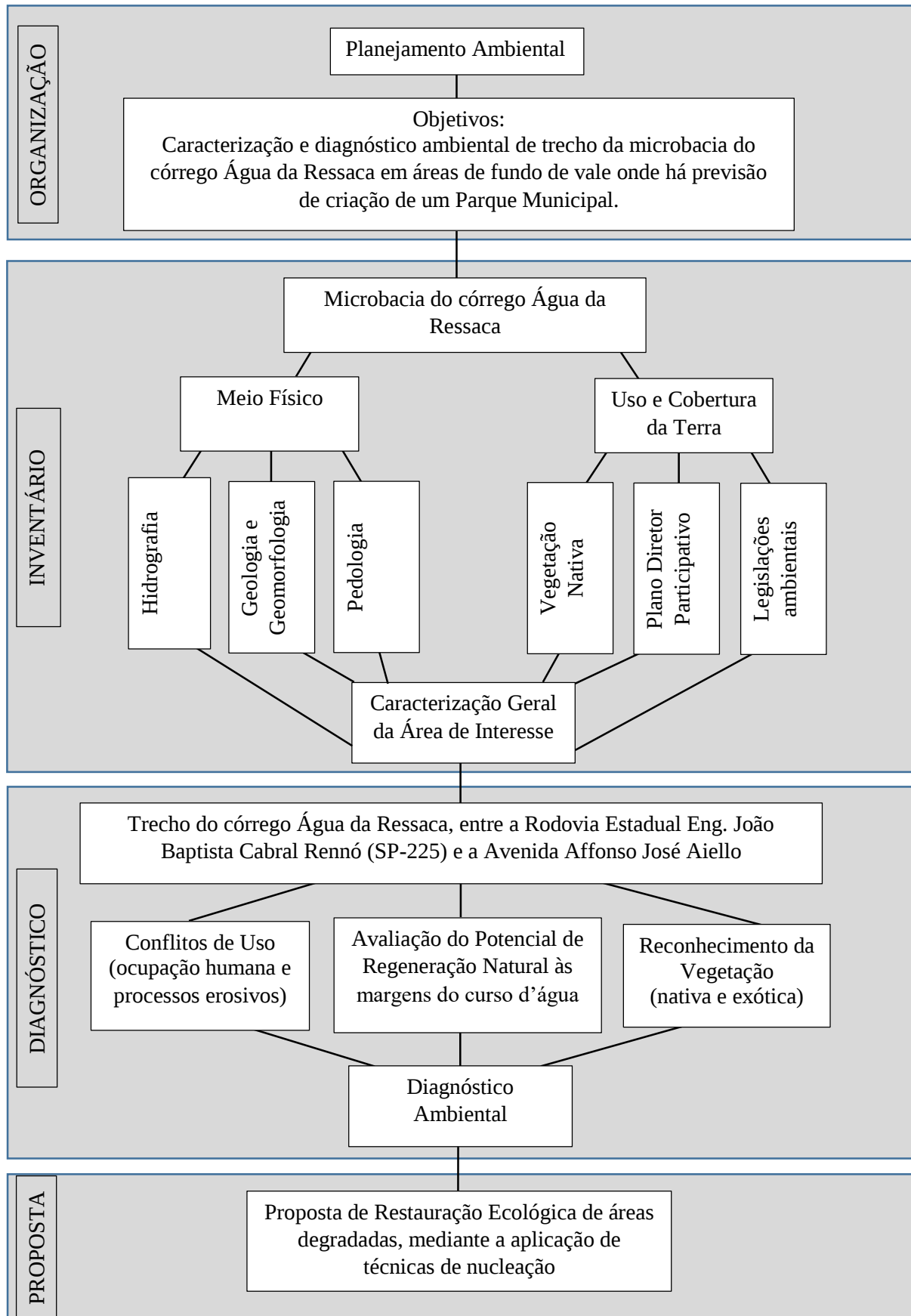


Figura 8. Roteiro metodológico da pesquisa.

Fonte: Autor (2018).

4.1 INVENTÁRIO

Visando obter uma maior aproximação e compreensão da realidade local, a etapa de Inventário envolveu o levantamento de dados secundários envolvendo aspectos naturais e sociais do espaço geográfico que compreende a microbacia objeto deste estudo. Esta etapa é fundamental para se obter a caracterização geral da área de interesse e auxiliar as etapas seguintes do diagnóstico ambiental e o estabelecimento das propostas de intervenção. No geral, foram utilizados dados disponíveis em sites públicos oficiais e ainda, houve a cessão de alguns arquivos provenientes da Secretaria Municipal de Meio Ambiente-SEMMA e do Departamento de Água e Esgoto-DAE

Foram utilizados os seguintes equipamentos: 1) Computador Laptop Dell com alta capacidade de processamento Intel®Core™i7, 16GB de memória RAM, sistema operacional de 64bits, Windows 10 Pro; 2) GPS Map 76CSx Garmin; 3) Software Mapsource e 5) Google Earth Pro.

4.2 DIAGNÓSTICO

Mateo Rodriguez (1994) estudando a concepção do planejamento ambiental e propondo algumas fases para sua execução em uma dada região, define que a fase de diagnóstico envolve a avaliação do potencial dos recursos, do estado e a deterioração geoecológica, os riscos, a avaliação da eficiência de uso e impacto atual, e a identificação dos problemas ambientais.

Neste sentido, a etapa de diagnóstico auxilia na identificação e avaliação dos principais problemas da área, assim como, na definição de soluções e intervenções futuras para corrigi-los. Segundo Leal (1995), “trata-se de um trabalho complexo, pois depende de nossa capacidade de percepção, observação, interpretação e sistematização dos vários processos sociais e naturais presentes”. Vale salientar que muitos destes processos possuem causas, efeitos e abrangências que transcendem na maioria das vezes a área de estudo. Em grande parte, tais situações requerem conhecimento de "outras ciências" na sua compreensão.

De posse das informações coletadas, sistematizadas e organizadas na etapa anterior, foram planejadas vistorias de campo e análises específicas que subsidiassem o diagnóstico ambiental. Assim, buscou-se apontar conflitos de uso que impactam e interferem diretamente na integridade do canal fluvial, suas faixas marginais de preservação e na proteção dos remanescentes de vegetação nativa existentes no contexto da área central de interesse para criação do Parque Municipal, compreendendo o trecho do córrego Água da Ressaca localizado

entre a Rodovia Estadual Eng. João Baptista Cabral Rennó (SP-225) e a Avenida Affonso José Aiello.

A delimitação desta porção central seguiu aspectos como a legislação ambiental, áreas públicas e limites físicos do histórico de ocupação urbana.

Para verificação dos conflitos de uso foram avaliados aspectos como: processos erosivos, eficiência de sistemas de drenagem das águas pluviais, ocupação humana e infestação de espécies vegetais exóticas e invasoras.

Durante as vistorias de campo, foram realizadas anotações e marcações de pontos de GPS. Além disso, foi realizada análise multitemporal de imagens aéreas disponíveis no acervo do software Google Earth Pro.

Visando o reconhecimento da cobertura vegetal existente na área foram planejadas campanhas de reconhecimento e levantamento da vegetação nativa considerando duas metodologias distintas. Primeiramente, para o reconhecimento da cobertura vegetal realizou-se o levantamento florístico caminhando por todo trecho estudado.

Já no trecho da Área de Preservação Permanente que envolve parte das Áreas Verdes (AV) e Institucionais (AI) dos Residenciais Villaggios II e III, instituídas e aprovadas no passado junto ao poder público municipal, foram implantadas parcelas amostrais. A implantação das parcelas em campo seguiu como referência a metodologia descrita no Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica, conforme estabelece a Portaria CBRN nº 01/2015.

Nesta pesquisa foram implantadas 06 parcelas amostrais, cada uma delas com área de 100 metros quadrados. A implantação de cada parcela em campo considerou a definição de uma linha amostral ou transecto de 25 metros de comprimento, sendo utilizada uma trena. Após esta definição, fixou-se a largura lateral de 2 metros de cada lado da linha amostral (25 x 4 metros). A amostragem buscou levantar a vegetação existente na APP em um trecho do curso d'água em estudo com cerca de 250 metros de extensão, onde são avistadas situações distintas na margem direita e esquerda do córrego, em termos de fisionomia e desenvolvimento da vegetação. Desta forma, em cada uma das margens foram posicionadas 3 parcelas amostrais.

Paralelamente, buscou-se reconhecer eventuais diferenças florísticas e estruturais em ambas margens, e ao final, obter um rol de espécies nativas que nortearão a escolha da composição florística que poderá ser indicada nos projetos de restauração ecológica que se destinam a recomposição das áreas degradadas dentro do Parque Municipal.

A aplicação desta metodologia possibilitou a obtenção de indicadores ecológicos que deverão ser monitorados durante todo acompanhamento da restauração. Conforme o Protocolo,

a coleta de dados em campo para aferição destes indicadores deve envolver: 1) cobertura do solo com vegetação nativa; 2) densidade de indivíduos nativos regenerantes; e 3) número de espécies nativas regenerantes. Contudo, tendo em vista a presença de espécies exóticas na região de estudo, os mesmos indicadores acima foram também direcionados para análise das espécies alóctones.

Ademais, foram identificados e levantados os exemplares arbóreos adultos presentes nas parcelas, mediante a coleta dos valores de altura e DAP do tronco do espécime vegetal a altura de 0,30m acima da superfície do solo (DAP>0,05m). Nas mesmas parcelas procedeu-se com a determinação de densidade arbórea (ind./ha) e área basal (m²/ha), parâmetros estes utilizados na caracterização da vegetação do cerrado, conforme Lei Estadual nº 13.550/2009 e Resolução SMA 64/2009.

No campo foram registradas a localização com GPS de cada transecto instalado na área, permitindo a posterior representação espacial das parcelas em imagem de satélite. Os dados coletados em campo permitiram a análise de densidade e riqueza de espécies em cada uma das parcelas e posteriormente, agrupando os resultados em cada uma das margens do curso d'água (direita e esquerda). A diversidade de espécies herbáceas presentes nas parcelas também foi levantada como um indicador ecológico complementar.

As espécies vegetais identificadas em campo foram organizadas em uma listagem florística por família botânica. As grafias dos nomes científicos das espécies relacionadas e das abreviações dos nomes dos autores foram conferidas no endereço eletrônico <http://www.theplantlist.org/>, do Jardim Botânico de Missouri, St. Louis, E.U.A.

O trabalho contou ainda com o apoio do Herbário do Departamento de Ciências Biológicas, da Faculdade de Ciências, do Câmpus de Bauru, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. As plantas que não puderam ser identificadas em campo, tiveram seus ramos coletados, para posterior análise junto do acervo do herbário.

A foto 1 mostra o momento de identificação botânica no herbário da Unesp. O estudo contou com literaturas específicas, a aplicação de chaves de identificação e consultas ao acervo de exsicatas.



Foto 1. Ação de identificação de espécies e consultas no herbário da Unesp.

Fonte: Autor.

4.3 PROPOSTA

Sob a perspectiva do Paradigma Contemporâneo para a ecologia da restauração e na ideia de sucessão estocástica, descritas por Bechara (2005) e Reis *et al.* (2006), o estudo se lança a proposição de um projeto de restauração ecológica indicando algumas técnicas nucleadoras voltadas a recuperação do ecossistema do cerrado em áreas de tensão ecológica (transição mata-cerrado). A proposta tem como objetivo à criação de um mosaico de microhabitats que favorecerá o estabelecimento de diversas sinúsias vegetais, capaz de garantir o estabelecimento de comunidades heliófitas, em especial, aquelas típicas do cerrado.

Apesar da proposta envolver parte das Áreas Verdes e Institucionais dos Residenciais Villaggios II e III, a mesma poderá ser replicada e ajustada às diferentes situações de degradação existentes na área do Parque Municipal. Acredita-se que o presente estudo poderá contribuir futuramente nas tomadas de decisão e no planejamento ambiental que visam a aplicação de uma série de medidas de reabilitação e infra-estrutura, de proteção e conservação, e sócio-políticas.

Algumas das orientações técnicas contidas neste projeto, fazem parte da experiência do autor na implantação e condução de diversos projetos de restauração ecológica, durante sua atuação profissional.

5. MATERIAIS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área objeto do estudo está inserida na microbacia do córrego Água da Ressaca, porção sudeste do município de Bauru, interior do estado de São Paulo. De acordo com o Censo de 2010, publicado pelo IBGE, a população residente no município foi estimada para o ano de 2015 em 366.992 habitantes. O território do município de Bauru contempla 667,684 km², resultando em uma densidade demográfica de 515,12 hab/km² (IBGE, 2014).

Segundo a classificação climática de Köppen, a região de Bauru encontra-se dentro da faixa tropical e é influenciada pelo clima mesotérmico (Cwa) de inverno seco e verão chuvoso, sendo que a sua pluviosidade anual atinge cerca de 1.300 milímetros (SETZER, 1966; CEPAGRI, 2014).

O recorte espacial objeto do estudo está inserida na zona sul da malha urbana de Bauru. Na região das cotas mais altas e pontos de cumeeira a microbacia do córrego Água da Ressaca é atravessado pelas rodovia Marechal Rondon e a Eng. João Baptista Cabral Rennó. No contínuo fluvial há algumas estruturas que interceptam o curso d'água, como por exemplo, a Avenida Affonso José Aiello e dois barramentos.

A figura 9 evidencia a situação atual da área objeto do estudo, a qual envolve parte do polígono de interesse público para criação de um Parque Municipal. Já a figura 10 retrata o posicionamento desta área na microbacia do córrego Água da Ressaca e as curvas de nível de cinco em cinco metros.

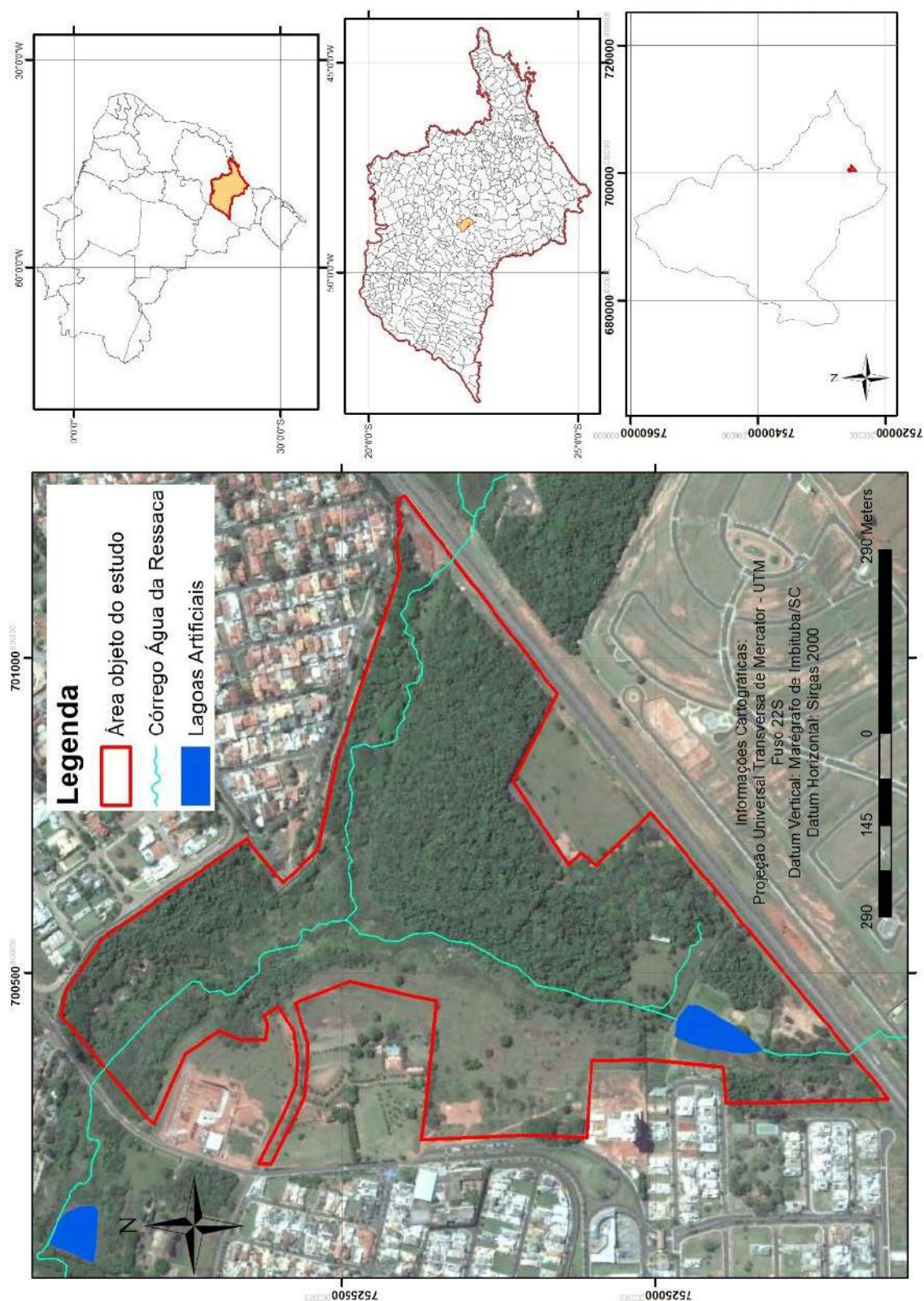


Figura 9. Área objeto do estudo, envolvendo uma parte do polígono do futuro Parque Municipal.

Fonte: Autor (2018).

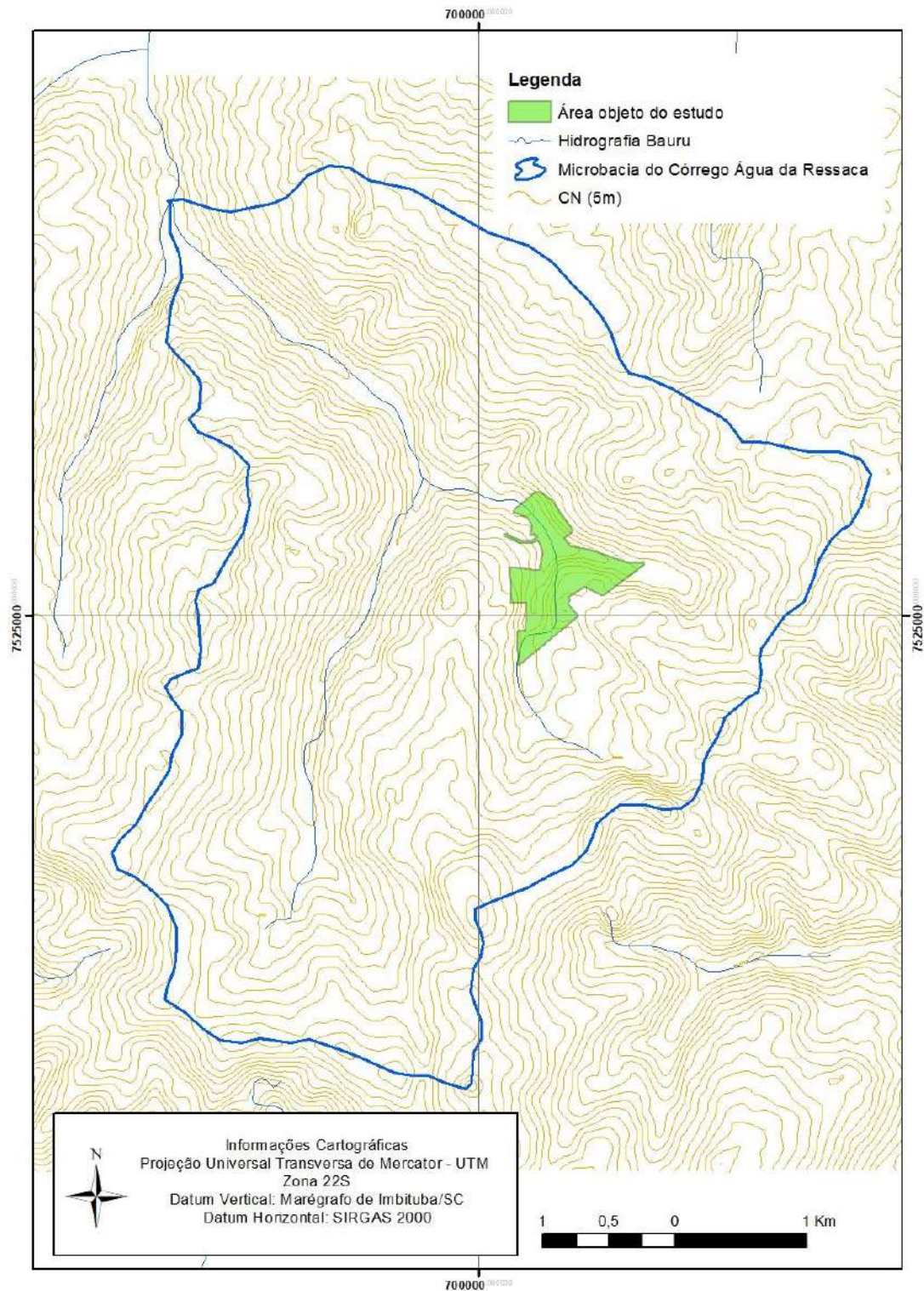


Figura 10. Posicionamento do local da pesquisa em relação à microbacia do Córrego Água da Ressaca.

Fonte: Autor (2018).

Atualmente, está em curso o cumprimento de um Termo de Ajustamento de Conduta – TAC em razão de um inquérito civil público do Ministério Público Federal que detectou, dentre outras questões, a ocupação ilegal de imóvel da União (área de leito ferroviário pertencente a extinta RFFSA, situado nas proximidades do córrego Água da Ressaca) por parte dos Condomínios Residenciais Villaggios I, II e III. Destaca-se que o município de Bauru é parte integrante deste TAC considerando a construção da Avenida Affonso José Aiello e a autorização municipal para edificação e comercialização dos citados empreendimentos residenciais, os quais geraram interferências, algumas delas irreversíveis, em uma extensa área de terras da União.

Na assinatura do referido TAC, os aludidos condomínios residenciais propuseram a compensação integral mediante a doação de uma gleba de terra não edificada contígua à um destes loteamentos, onde a Prefeitura Municipal teria interesse em edificar uma avenida dupla capaz de interligar a Avenida Affonso José Aiello e a Avenida José Vicente Aiello, solucionando um estrangulamento de trânsito existente nesta região. Na ocasião, a Prefeitura Municipal de Bauru externou sua pretensão em receber as áreas remanescentes da União, na forma de doação, para implantação de uma outra avenida nesta região e a criação de um Parque Ambiental de conservação no fundo de vale.

O Parque Municipal envolveria um trecho ferroviário remanescente em forma de arco que cruza com o córrego Água da Ressaca. Segundo o TAC, a criação deste parque contemplaria áreas de cerrado em ótimo estado de conservação, matas brejosas, áreas alagadas, Áreas de Relevante Interesse Ecológico - ARIEs e faixas de APPs (preservadas e degradadas), englobando para isto, outras áreas recentemente doadas pela União, com os mesmos fins junto do Jardim Europa.

Este conjunto de áreas de relevante função ambiental formariam um Parque Municipal (Parque Linear) que, segundo a Prefeitura, há o interesse de edição de um futuro decreto regulamentador para criação de uma única ARIE que envolva e garanta a proteção de todas estas áreas. Outro fator relevante, é que a aludida área possibilitará a dispersão de energias das águas pluviais advindas de toda a região lindeira, minimizando os riscos de inundações em áreas críticas à jusante.

Em 2016, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA elaborou um mapa desta região de Bauru, onde a mesma ficou compromissada a instituir o Parque até o ano de 2018. A figura 11 possibilita compreender a região envolvida no TAC, o fundo de vale junto ao córrego Água da Ressaca, os condomínios que estão contíguos, as ARIE's e a área remanescente da União, em forma de arco.

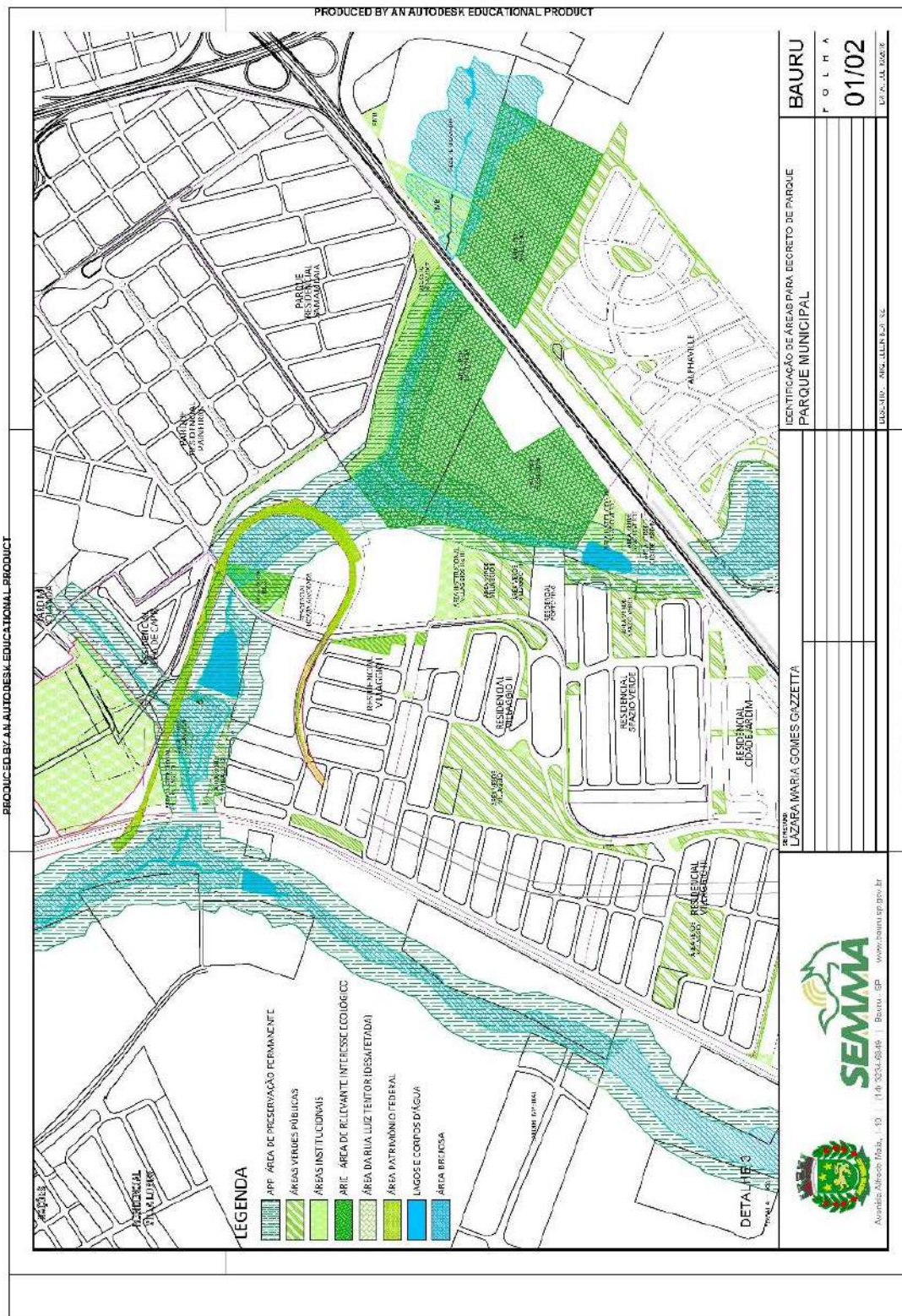


Figura 11. Identificação de áreas para o Decreto de Parque Municipal.

Fonte: Prefeitura Municipal de Bauri.

Segundo informações, a elaboração deste mapa da municipalidade objetivou subsidiar as discussões da Prefeitura Municipal junto com o Ministério Público Federal, para que se pudesse criar critérios técnicos e legais no estabelecimento dos limites do parque. Neste mapa a Prefeitura traz uma projeção para as áreas de preservação permanente, contudo, em se tratando de uma área com ocupação humana de longa data, há que se considerar a temporalidade destas ocupações e as legislações ambientais aplicadas em cada época.

Apesar do fundo de vale da microbacia do córrego Água da Ressaca envolver uma área total que, dependendo dos critérios adotados, poderá suplantiar 100 hectares, o presente estudo esteve focado em sua porção central no trecho do córrego entre a Rodovia Estadual Eng. João Baptista Cabral Rennó (SP-225) e a Avenida Affonso José Aiello.

Com base no mapa da Prefeitura Municipal de Bauru, utilizou-se do Google Earth Pro para definir uma proposta de polígono para criação do Parque Municipal, considerando uma projeção aproximada da área de preservação permanente de 50 metros do leito do córrego (Resolução COMDEMA 002/2002), os limites físicos existentes (muros, viários etc), áreas verdes públicas, remanescentes de vegetação nativa e as ARIEs. Buscou-se manter a continuidade do córrego neste trecho, como elemento imprescindível na preservação do meio biótico do Parque (fauna e flora). Não foi objeto deste estudo o levantamento fundiário.

Importante destacar que não há um comprometimento deste trabalho com a precisão na demarcação dos limites do fundo de vale, APPs e as áreas de interesse para criação do Parque. Todavia, entende-se que a sua definição final por parte da Prefeitura Municipal, e em comum acordo com o Ministério Público Federal, deverá ser precedida de um levantamento topográfico e fundiário. Mesmo assim, é indicado uma estimativa da área central, visando auxiliar nas tomadas de decisão.

A figura 12 mostra uma projeção aproximada do córrego Água da Ressaca onde situam-se os fundos de vale que poderão envolver o perímetro final do Parque Municipal. Nota-se a porção central deste fundo de vale, local onde foi direcionada toda a atenção deste trabalho. O polígono apresentado, localizado entre a Rodovia Estadual Eng. João Baptista Cabral Rennó (SP-225) e a Avenida Affonso José Aiello, possui uma área estimada de 51 hectares e perímetro total com cerca de 5 quilômetros.



Figura 12. Córrego Água da Ressaca e em destaque a área objeto da pesquisa.

Fonte: Autor (2018).

5.2 CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO

5.2.1 Caracterização Hidrográfica

Segundo Vidágua (2017), o município de Bauru drena suas águas para duas bacias hidrográficas distintas. Assim, dentro dos seus limites administrativos, cerca de 75% da área municipal situam-se na Bacia Hidrográficas do Tietê-Batalha – UGRHI 16, e os 25% restantes, localizam-se na Bacia Hidrográficas do Tietê-Jacaré – UGRHI 13.

Conforme descrito por Almeida Filho (2000), o município de Bauru envolve 4 sub-bacias hidrográficas denominadas: Ribeirão Água Parada, Rio Batalha, Rio Bauru e Ribeirão do Campo Novo.

A microbacia do córrego Água da Ressaca está inserida na Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (UGRHI 13), na região das cabeceiras da sub-bacia do Rio Bauru, junto dos divisores de água ou pontos de cumeeiras entres as sub-bacias vizinhas do Rio Batalha e Ribeirão do Campo Novo (vide figura 7).

O maior adensamento populacional do município de Bauru situa-se na sub-bacia que leva o mesmo nome da cidade. Logo, representa a região com a maior incidência de problemas associados às inundações e enchentes. Importante ressaltar que o ponto de origem da cidade e todos os sentidos da expansão e crescimento urbano do município ocorreram sobre as porções de terra do alto e médio curso do rio Bauru e seus afluentes. Consequentemente, quase que a totalidade desta rede hidrográfica se encontra impactada e alterada pelo processo histórico de ocupação humana.

Historicamente, o início da cidade deu-se com a chegada das estradas de ferro no início do século XIX. O centro da cidade desenvolveu-se na margem direita do rio Bauru nas proximidades do ribeirão das Flores, que nasce no Parque Vitória Régia, percorre canalizado por baixo da Avenida Nações Unidas e deságua no rio Bauru junto da Avenida Nuno de Assis. A região da foz deste ribeirão, nas proximidades da rodoviária, compreende o ponto de maior problemática quanto às inundações e enchentes que avassalam a cidade de Bauru a longa data.

De modo geral, todos os afluentes do rio Bauru dentro da cidade, possuem nomes específicos. Inclusive, da forma como se convencionou chama-los, o trecho do alto curso do rio Bauru está formado pelos córregos Água da Forquilha e Água da Ressaca. Desta forma, a denominação rio Bauru passa ser dada a partir da confluência destes dos córregos citados acima.

No caso do córrego Água da Ressaca, consagrou-se denomina-lo em dois trechos dos leitos principais dos corpos d'água formadores de sua bacia, sendo uma de suas nascentes localizadas no interior do Residencial Lago Sul e a outra, nas proximidades do trevo da Rodovia Eng. João Baptista Cabral Rennó.

A figura 13 mostra a malha urbana da cidade de Bauru que está predominantemente inserida na bacia hidrográfica do rio Bauru e a localização do córrego Água da Ressaca, onde há interesse para criação do Parque Municipal.



Figura 13. Córrego Água da Ressaca em relação a malha urbana de Bauru.

Fonte: Autor (2018).

Como resultado do processo de desenvolvimento da cidade, parte dos afluentes do rio Bauru situam-se canalizados, em canalizações abertas ou fechadas. Além disso, parte de suas faixas marginais encontram-se ocupadas por viários, linhas férreas ou abandonados e degradados, podendo ocorrer em pontos específicos, a deposição irregular de lixo e resíduos. Contudo, nas últimas décadas há uma busca da administração pública em promover a despoluição do rio Bauru e seus afluentes.

De acordo com informações disponíveis no site do Departamento de Água e Esgoto de Bauru, a cidade joga todo o seu esgoto in natura no Rio Bauru e seus 10 afluentes, que são: Córrego Água da Ressaca e Córrego Água da Forquilha, Córrego Água do Sobrado, Córrego da Gramma, Córrego Água do Castelo, Córrego das Flores, Córrego Barreirinho, Córrego da Água Comprida, Córrego Vargem Limpa, Ribeirão da Vargem Limpa.

Para reverter tal situação, a Prefeitura Municipal de Bauru vem implantando um Sistema de Tratamento do Esgoto Doméstico visando a despoluição total das 10 microbacias formadoras da bacia de drenagem do rio Bauru, do próprio rio Bauru e do rio Batalha. Segundo DAE (2017), o sistema projetado prevê a execução das obras em quatro fases: 1) afastamento dos esgotos da população e a despoluição dos corpos d'água por meio do recolhimento deles em interceptores nos fundos de vale; 2) construção da Estação de Tratamento - ETE Candeia (já implantada),

com capacidade para atendimento de 30.000 habitantes; 3) construção da ETE Vargem Limpa (em execução) e o atendimento no seu primeiro módulo de 125.000 habitantes e 4) construção dos demais módulos da ETE Vargem Limpa para atender até 500.000 habitantes.

A gravidade do impacto gerado pelo município de Bauru em toda Bacia do Tietê-Jacaré, foi publicado no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, o qual apontou em 2012 que o aludido município, sendo o mais populoso da UGRHI 13, contribuía com 43,8% do total da carga orgânica poluidora doméstica de poluentes gerada em toda Bacia. O mesmo relatório, destacou que naquela época a cidade contribuía com 89,8% do total de resíduos dispostos em instalações inadequadas, conforme o índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR). Tal fato evidencia a necessidade de investimentos do poder público municipal na melhoria das condições de disposição dos resíduos de Bauru (SÃO PAULO, 2014).

Como reflexo desta situação, no ano de 2012, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi classificado como “Ruim” no ponto de confluência do rio Bauru com o ribeirão Grande, corpo receptor do esgoto não tratado de Bauru. Quanto ao aumento da demanda de água subterrânea para o abastecimento público, houve um aumento de 24,5% entre os anos de 2010 e 2012 colocando a Bacia em situação Crítica de demanda em relação a reserva explotável. Se não bastasse, monitoramento das águas subterrâneas, realizado no mesmo período, indicou desconformidade para o nitrato, ultrapassando assim, o valor de prevenção nos poços de captação de água do aquífero Guarani.

Segundo o DAE (2017), Bauru tem 100% da cidade abastecida por água tratada. São 34 poços profundos que produzem mais de 2 milhões de metros cúbicos por mês, responsáveis pelo abastecimento de 62% da população. Já os 38% restantes, provêm da captação do rio Batalha que representa o manancial superficial da cidade.

5.2.2 Geologia e Geomorfologia

Dentro da Bacia Sedimentar do Paraná, o espaço geográfico que compreende o município de Bauru encontra-se no Planalto Ocidental, mais especificamente, inserido no Planalto Arenítico-Basáltico. Formações que datam a era Mesozóica (167 milhões de anos), no período Cretáceo Superior, originaram-se de grande atividade vulcânica e formação de bacias sedimentares.

Neste contexto, a distribuição dos principais tipos de rochas do Grupo Bauru surgiu recobrando rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. O Grupo Bauru é representado pelas formações Adamantina e Marília.

Na região do município de Bauru, a Formação Adamantina é encontrada no vale do rio Batalha, aflorando ainda, nos vales do rio Bauru e Ribeirão Grande (porção leste da cidade). De modo geral, constituem-se de arenitos argilosos avermelhados com manchas esbranquiçadas e alguns níveis de seixos esparsos, formando bancos maciços homogêneos de até 2 metros (ALMEIDA FILHO, 2000). No que diz respeito a sua origem, as frequentes estruturas hidrodinâmicas mostram que a Formação Adamantina foi depositada por rios meandantes com extensas planícies de inundação, onde eram comuns as lagoas. Os bancos de arenito foram depositados por canais e os bancos de siltitos em planícies de transbordamento, baixo de inundação e lagoas (FERREIRA, 1991).

Já a Formação Marília ocorre de forma generalizada nas partes mais altas, dispostos em bancos de 1 a 3 metros de espessura. Bastante lixiviado, esta formação é composta por arenitos, pardacentos, creme ou róseos, ocorrendo como as cornijas do “Planalto de Bauru”, envolvendo ainda, as cabeceiras do rio Batalha na cidade vizinha de Piratininga, no relevo escarpado da Serra da Jacutinga (ALMEIDA FILHO, 2000). Segundo os autores Suguio *et al* (1975) e Soares & Landim (1975), quanto à origem desta formação, atribuem um ambiente de leques aluviais, justificando através da litologia, granulometria e estruturas sedimentares.

Almeida Filho (2000) estudando as formações geológicas nas sub-bacias do município de Bauru, constatou uma distribuição equilibrada das Formações Adamantina e Marília na sub-bacia do rio Bauru, sendo respectivamente 51% e 49%. Ambas formações são constituídas de solos muito arenosos, possuindo elevada porosidade, sendo facilmente erodíveis e extremamente friáveis. A característica deste substrato geológico, justifica a alta suscetibilidade a erosão da região de Bauru e a ocorrência de grandes boçorocas.

De acordo com Ferreira (1991), na região de Bauru ainda são encontradas as Formações Cobertura Cenozóica e Aluviões, ambas formadas no Quaternário. A Cobertura Cenozóica, quando presente, são sedimentos inconsolidados de difícil distinção dos solos residuais (areias de granulometria diversificada, pouco coerentes e mal selecionadas). Os Aluviões já ocorrem nas planícies de inundação e leitos dos atuais cursos de água, sendo constituídos por areias e cascalhos inconsolidados e, localmente argilosos.

Quanto a geomorfologia do Planalto Ocidental Paulista pode-se dizer que, geologicamente, possui relevos provenientes de derrames basálticos sobre as unidades sedimentares do ciclo de deposição da Bacia do Paraná e, acima do basalto, coberturas

sedimentares depositadas na Bacia Bauru. Assim, na região do município de Bauru há o domínio de colinas amplas ocupando porções elevadas do platô de Bauru. Já na transição do platô junto à borda ocorrem relevos muito movimentados, como por exemplo, escarpas, morretes (alongados e isolados) e colinas médias.

Conforme Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo publicado por Ponçano et al. (1981), na bacia do rio Bauru predomina o relevo Colinoso, com baixas declividades de até 15%, onde se destacam as colinas amplas, com interflúvios superiores a 4 Km² de área, topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Com drenagem de baixa densidade e padrão dendrítico, notam-se vales abertos e planícies aluviais interiores restritas (ALMEIDA FILHO, 2000). Tais características associadas ao substrato arenítico, proporciona grande suscetibilidade aos processos erosivos quando mal manejadas as águas pluviais. Segundo Salomão (1994), a concentração de ravinas e boçorocas nestes sistemas de relevo pode ser justificado pela existência de fundo de vales preenchidos por depósitos coluvionares arenosos que são altamente suscetíveis ao desenvolvimento dos processos erosivos do tipo de reativação de drenagens naturais.

5.2.3 Pedologia

Segundo o Manual técnico de pedologia do IBGE (2015), os latossolos são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Ocupando amplas superfícies e ocorrendo em quase todas as regiões do país, este tipo de solo pode ser subdividido em quatro classes distintas ao nível de subordem no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, sendo elas: Latossolos Brunos, Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos. No geral, esta diferenciação de coloração dos latossolos está diretamente relacionada com os teores de óxidos de ferro no solo.

De acordo com o Mapa pedológico do Estado de São Paulo, publicado pela Embrapa Solos (OLIVEIRA et al., 1999), no município de Bauru preponderam o Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho e o Argissolo Vermelho-Amarelo.

Almeida Filho (2000), descreve que nesta região, a cobertura latossólica corresponde a solos minerais não hidromórficos profundos, com horizonte B latossólico de coloração vermelha e que a sua textura média está relacionada com o material de origem, os arenitos pertencentes à Formação Marília e a Formação Adamantina, podendo ocupar toda vertente (desde o topo até a sua porção inferior no fundo de vale).

Diversos trabalhos científicos das décadas passadas identificaram na cidade de Bauru sérios problemas de erosão acelerada de grandes dimensões no contexto urbano. Esta maior suscetibilidade do solo a erosão está associada a cobertura pedológica da região, em especial, em razão da textura arenosa dos solos.

Vale salientar que toda malha urbana de Bauru se instalou e estendeu-se historicamente sobre a porção sudeste do município, na bacia do rio Bauru onde há uma grande mancha pedológica constituída por Latossolo Vermelho-Amarelo.

Cavaguti (1993) estudando as feições dos processos erosivos na região de Bauru, concluiu que sobre os latossolos há o desenvolvimento de boçorocas de maior dimensão, apesar dos argissolos apresentarem maior tendência de desenvolvimento de erosão linear. Abaixo, Almeida Filho caracteriza o latossolo típico da região de Bauru e sua suscetibilidade aos processos erosivos, frente a uma má conservação do solo.

São solos espessos, porosos e bem drenados, bastante homogêneos, facilitam a absorção e circulação das águas pluviais, atenuando o escoamento superficial e a consequente formação de erosões, que ocorrem quando induzidas pela ação antrópica. Em virtude da textura média, por vezes arenosa, e das longas rampas onde ocorrem estes solos, a erosão laminar é bastante intensa, sendo comum a formação de sulcos. Ocorrem ainda ravinas de grande porte e até mesmo boçorocas, quando as erosões atingem o lençol freático. Neste compartimento, o nível d'água subterrânea forma um lençol praticamente contínuo, localizado a poucos metros de profundidade, o que possibilita a formação de frequentes boçorocas derivadas de ravinas mais profundas (ALMEIDA FILHO, 2000, p.46)

5.3 USO E COBERTURA DA TERRA

Uma breve retrospectiva sobre o processo de ocupação do território bauruense nos leva à meados do século XIX, quando o antigo vilarejo denominado Vila de Bauru passa integrar o famoso “picadão”, o qual tratava-se de um traçado para construção de uma ferrovia, definido pelos Governos das Províncias de São Paulo e Mato Grosso, que possibilitaria a integração econômica destes dois Estados e paralelamente, impulsionaria a formação de novos núcleos de ocupação (PREFEITURA MUNICIPAL DE BAURU, 1977).

A fecundidade dos sertões de Bauru e a interiorização do processo de ocupação do território, consagrou a chegada de famílias de imigrantes e desbravadores ao pequeno vilarejo. Ainda naquela época, vivia-se uma fase de grande recessão dada a decadência da mineração e declínio do ciclo do ouro, fato este que favoreceu o deslocamento de mineiros para o interior paulista motivados pela expansão da cultura do café (FERREIRA, 2016).

Estes acontecimentos atuaram como a mola propulsora de transformação da paisagem local. Assim, em nome do tão desejado “desenvolvimento”, as matas seculares foram sendo derrubadas, a fauna presente foi perdendo seu habitat e populações indígenas que ali residiam foram massacradas. Em razão da resistência que os nativos impunham aos colonos recém-chegados, foram organizados grupos armados e criadas inúmeras expedições chamadas “dadas” (LIMA, 1978) encarregadas de eliminar aldeias indígenas inteiras. Segundo Fernandes (2015), era comum os fazendeiros desta região contratarem matadores denominados “bugreiros”, para expulsar os indígenas e ocupar suas terras.

Contudo, o progresso da chamada Boca do Sertão e vila de Bahuruz (grafia original) confirmou-se já na primeira década do século XX, com a chegada dos trilhos da Estrada de Ferro Sorocabana, que ligou definitivamente a cidade interiorana à capital paulista, e ainda, pela criação da Companhia de Estradas de Ferro Noroeste do Brasil encarregada por implantar a linha férrea que atravessaria o extremo oeste do Estado (Zona pouco conhecida) sentido Mato Grosso (BAURU, 2017).

Apoiada no desenvolvimento tecnológico e científico que marcou o século XX, o município de Bauru vivenciou 100 anos de progresso e crescimento, os quais foram batizadas pela implantação em seu território de um dos mais importantes entroncamentos ferroviários da América do Sul. Situação que induziu um boom na ocupação rural de toda sua região, no desenvolvimento de grandes culturas agrícolas, iniciando-se pelo café e sendo substituída posteriormente pela cana-de-açúcar e pastagens.

O mesmo boom fora vivido pelo pequeno aglomerado urbano denominado vila de Bauru. Inicialmente, seu crescimento ocorreu no plano Norte-Sul, nas proximidades da capela junto da estrada que ligava a cidade aos distritos de Fortaleza e Lençóis, onde se constituiu a Rua Araújo Leite. Com a instalação do aparato ferroviário, houve uma transferência desse eixo de ocupação para o sentido Leste-Oeste. De qualquer forma, toda sua concentração urbana ocorreu sobre a bacia do Rio Bauru, iniciando este processo nas proximidades do córrego das Flores, onde atualmente existe a Avenida Nações Unidas.

Quanto ao modelo econômico que prosperou na cidade, destacam-se os comércios e serviços. Tornou-se assim, um “chão de passagem” marcado por uma população flutuante, com inúmeros trabalhadores das estradas de ferro e chegada de novos moradores em busca de oportunidades (BAURU, 2017). Influenciada pelo declínio da cultura café, dados do IBGE registraram para o período de 1960-1970 que a cidade apresentava uma perda da população total, enquanto observou no mesmo período um crescimento da população urbana (LOSNAK, 2015).

De acordo com o Plano Diretor Participativo de 2008, se na década de 40 a população do município de Bauru dividia-se metade no campo e metade nas áreas urbanas, já nos anos de 2000, o censo apontou que 98% da população vivia na sua malha urbana (PLANO, 2008).

Segundo o saudoso geógrafo Milton Santos, nos países do Terceiro Mundo, o fenômeno da urbanização foi avassalador em meados da década de 80, com surpreendente proliferação de grandes cidades nos países pobres. Neste contexto, a população urbana do Brasil é praticamente multiplicada por 5 entre os anos de 1953 e 1988. Com este processo, a paisagem cultural substitui a paisagem natural. Mudanças quantitativas, qualitativas e estruturais passam a criar um meio geográfico cada vez mais artificial, além de interferir diretamente na articulação tradicional e histórica da comunidade. Sobre os ditames de uma vasta anarquia mercantil, o uso do solo torna-se especulativo, marcado pela luta sem tréguas entre os diversos tipos de capital que ocupam a cidade e o campo. Nas palavras deste autor, “deixamos de entreter a natureza amiga e criamos a natureza hostil” (SANTOS, 2014 p.48).

Senhor do mundo, patrão da natureza, o homem se utiliza do saber científico e das invenções tecnológicas sem aquele senso de medida que caracterizou as suas primeiras relações com o entorno natural. O resultado, estamos vendo, é dramático (SANTOS, 2014 p.48-49).

Dados do diagnóstico do Plano Diretor Participativo do município de Bauru, retratam que o crescimento da cidade criou um bolsão de riqueza cercado de ampla extensão de exclusão. Ou seja, enquanto a zona centro-sul da cidade usufrui de infraestrutura e demais serviços, assegurando melhor qualidade de vida aos domicílios com renda maior que 15 salários mínimos, nas regiões periféricas da cidade, a população com menor renda carece de serviços de infraestrutura urbana, de transporte, de escolas e serviços de saúde (PLANO, 2008).

Situada na zona sul de Bauru, a região em estudo apresenta um histórico de chegada da ocupação urbana que data da primeira metade do século passado. Sob grande influência da expansão do centro da cidade no sentido sul, a ocupação urbana em toda bacia do córrego da Água da Ressaca, a partir da sua confluência com o córrego da Forquilha, ocorreu concentrada nas vertentes da margem direita desta bacia, em linhas gerais, delimitada pela linha ferroviária Sorocabana e por corredores comerciais formados pela Avenida Comendador José da Silva Martha e Avenida Getúlio Vargas. Sendo assim, expansão da área urbana provém das cotas mais baixas (exutório) sentido cabeceiras (no entroncamento viário entre as rodovias Marechal Rondon e Eng. João Batista Cabral).

Neste contexto, os bairros mais antigos envolvem o Jardim Estoril, Jardim Aeroporto, Jardim Europa, Vila Aviação e os condomínios residenciais Paineiras e Samambaia. Fato de importância histórica e cultural nesta porção do território municipal foi a fundação do

Aeroclube de Bauru em 08 de abril de 1939. Dados do site oficial da instituição, destacam que o Aeroclube de Bauru foi construído em estilo “art-déco”, projetado pelos mesmos engenheiros da estrada de ferro Noroeste do Brasil. Considerado um dos primeiros aeroclubes e aeroportos do interior paulista, há anos ocupa o primeiro lugar no ranking nacional do Voo a Vela (AEROCLUBE, 2017).

Nos últimos 20 anos, iniciou-se uma nova fase de expansão do perímetro urbano desta região. Mediante intensas e consecutivas movimentações de terra, foram implantados diversos condomínios residenciais de alto padrão e, ainda, a criação da Avenida Affonso José Aiello, a qual, parte da Avenida Getúlio Vargas, intercepta o córrego Água da Ressaca no fundo de vale e se estende até a Rodovia SP-225.

Por volta do ano de 2000 foram criados os residenciais Lago Sul e Villaggio I. Desta data até o ano de 2005, surgiram ainda, os residenciais Villaggio II e III, Ilha de Capri e Spazio Verde. Por volta de 2010 surge o Leville Residence e, em 2013, foram implantados os condomínios Alphaville e Murano – Ilhas do Mediterrâneo, mesma época em que se iniciaram as obras de duplicação da SP-225 e implantação dos dispositivos viários na confluência das Avenidas José Vicente Aiello e Affonso José Aiello com a aludida rodovia. A partir de 2014, deram-se início as implantações dos condomínios Cidade Jardim e Tamboré. Atualmente, está em curso as obras dos empreendimentos residenciais Vivaz e Porto Fino, além da construção das marginais no trecho urbano da rodovia Marechal Rondon.

Vale ressaltar que, em grande parte, as áreas institucionais e áreas verdes destes condomínios foram criadas nos fundos de vale desta bacia, envolvendo parte das APPs do córrego Água da Ressaca. Ocorre que, atualmente, parte destas áreas encontram-se abandonadas e desprovidas de cobertura arbórea. Em alguns destes trechos, observa-se indícios evidentes de processos erosivos que, na maioria das vezes, podem estar associados à ineficiência dos sistemas de drenagem dos condomínios, viários e rodovias situadas à montante dos fundos de vale. Em alguns pontos, como por exemplo, na Vila Aviação e Jardim Europa os processos erosivos acelerados são favorecidos pela carência de infraestrutura urbana.

Na região nota-se a presença da linha férrea Sorocabana que, adentra o município em sua divisa com Agudos, passa ao lado do residencial Lago Sul e atrás do residencial Villaggio e segue sentido centro da cidade. Neste trecho, consta uma área remanescente de leito ferroviário em forma de arco pertencente a extinta RFFSA (Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima), situado no contexto do córrego Água da Ressaca, junto da Avenida Affonso José Aiello. Conforme destacado anteriormente, a ocupação ilegal de parte deste remanescente (imóvel da União), foi o fator que provocou a instauração do Termo de Ajustamento de Conduta

– TAC do Ministério Público Federal, que determina a obrigatoriedade de criação do Parque Municipal no fundo de vale do córrego Água da Ressaca.

5.3.1 Plano Diretor Participativo de Bauru

Um fator positivo para o estabelecimento de políticas públicas que possibilitem o manejo sustentável das águas em seu território foi a abordagem trazida pelo Plano Diretor Participativo de Bauru (Lei Municipal nº 5.631/2008), o qual subdivide os setores da cidade em unidades de planejamento e gestão urbano-ambiental em função das bacias hidrográficas que compõem a sua área administrativa.

A região objeto do estudo está localizada no SPU-2 – Bacia do Córrego Água da Ressaca. Situada no eixo centro-sul da cidade, o SPU-2 representa uma das regiões de maior especulação imobiliária e valorização do metro quadrado. Neste diapasão, encontra-se provida, em grande parte, de infraestrutura e demais serviços que asseguram melhor qualidade de vida das pessoas. Em meio a este bolsão de riqueza na cidade são observadas algumas favelas em pontos de grande desigualdade na distribuição de renda e na escolaridade da população.

Considerando o Mapa de Macrozoneamento de Bauru, na microbacia do córrego da Água da Ressaca há uma diversidade de macrozonas que incidem ao longo dos canais fluviais.

Neste sentido, as nascentes localizadas nas cabeceiras desta microbacia, onde há interceptação da Rodovia Eng. João Baptista Cabral Rennó (SP-225) e Rodovia Marechal Rondon (SP-300), estão classificadas como Zona de Indústria, Comércio e Serviços e Zona de Interesse Ambiental, conforme definições abaixo trazidas pela Lei Municipal nº 5.631/2008.

Art.34- A Zona de Indústria, Comércio e Serviço é caracterizada por faixas localizadas ao longo das rodovias e ferrovias, incluindo os distritos industriais, destinadas à instalação de indústrias, comércio, serviço e uso institucional, infra-estrutura deficitária, falta de acessibilidade.

No trecho do médio e baixo curso deste afluente, o macrozoneamento indica ao longo do traçado do curso d'água a denominação de Zona de Expansão Controlada. De acordo com o Art. 31, esta zona está “caracterizada por grandes glebas vazias, loteamentos com baixa densidade, população predominantemente de baixa renda, pequenas áreas de ocupação irregular, difícil acesso, falta de infra-estrutura, dificuldade de abastecimento de água e problemas de drenagem”. No seu entorno imediato são observados loteamentos fechados e condomínios exclusivamente residenciais de alto padrão com infraestrutura completa (Zona Exclusivamente Residencial).

Na região do baixo curso do afluente em estudo, observa-se a presença de um outro afluente localizado na divisa entre os loteamentos Vila Aviação e Jardim Europa, o qual conflui suas águas para o exutório da aludida microbacia, onde situam-se a linha férrea (E.F. Sorocabana) e as áreas verdes de alguns condomínios fechados. No mapa de macrozoneamento, a nascente deste afluente recebe a classificação de Zona de Adensamento Controlado (Art. 29). Além do mais, nesta região do exutório, ocupando a mesma vertente do Jardim Europa, o Plano Diretor Participativo indica a presença de algumas Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS – 1, 2 e 3).

Em seu Art. 36, o município estabeleceu as suas Áreas de Interesse Ambiental, as quais são caracterizadas por ocorrências ambientais isoladas, tais como remanescentes de vegetação, fundos de vale e paisagens naturais notáveis, áreas de proteção de mananciais, ocupações irregulares, processos erosivos.

Neste prisma, o Art. 66 define o conceito de Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE da cidade de Bauru, enquadrada como unidade de conservação de uso sustentável conforme estabelece o Artigo 16 da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

Art. 16 A Área de Relevante Interesse Ecológico é uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.

§ 1 A Área de Relevante Interesse Ecológico é constituída por terras públicas ou privadas.

§ 2 Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Relevante Interesse Ecológico.

O Plano Diretor reforça que a criação da ARIE no território municipal tem como objetivo manter e conectar os ecossistemas naturais, sendo ainda, vedado o desmatamento nestas áreas. Tendo em vista tratar-se de uma unidade de conservação passível de ser criada em áreas privadas, o Poder Público municipal estabeleceu alguns mecanismos passíveis de compensar seus proprietários, tais como, o exercício do direito de preempção, autorização de transferência do direito de construir, dentre outros. Corroborando, permite que a ARIE componha reserva legal, área verde ou sistema de lazer em projetos de parcelamento do solo, mesmo que localizados em outra bacia hidrográfica.

Segundo o Art. 70 do Plano Diretor ficou estabelecido que quando a ARIE for transferida ao Poder Público deverão ser recategorizadas de acordo com o Art. 8º da Lei Federal nº 9.985/2000, ou seja, ser enquadrada em algumas das modalidades de unidade de conservação de proteção integral: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento

Natural ou Refúgio de Vida Silvestre. Já o Art. 71 define que deverão ser reservadas áreas destinadas a formar corredores ecológicos entre fragmentos de vegetação nativa, ficando submetidas ao regime especial de conservação.

O aludido instrumento básico da política de desenvolvimento do município de Bauru estabelece que para o desenvolvimento equilibrado das Áreas de Interesse Ambiental deverão ser seguidas as seguintes diretrizes: 1) programas de preservação e recuperação ambiental; 2) programas específicos para remoção das favelas situadas em APP e áreas de risco; 3) desenvolvimento dos projetos e implantação dos parques lineares de fundo de vale, com atividades de recreação e lazer, e serviços públicos, podendo ser utilizada a operação urbana consorciada; 4) implantação das barragens de contenção de águas pluviais; 5) rigorosa fiscalização inibindo a ocupação e degradação das áreas; e 6) desenvolvimento de ações específicas com relação à ocupação irregular visando à preservação.

O aludido Plano Diretor destaca também que deverão ser implementados os parques naturais, parques lineares de fundo de vale e áreas verdes, devendo o Poder Público elaborar um Plano Diretor de Parques e Áreas Verdes capaz de orientar a urbanização e a manutenção adequada das áreas verdes e sistemas de lazer do município, bem como a criação de novos espaços. Coordenado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, este plano deverá integrar os Planos Urbanísticos Setoriais e ainda, ser criado no prazo máximo de 2 anos da entrada em vigor desta Lei (Art. 75).

Art.79 - Os instrumentos urbanísticos abaixo relacionados poderão ser utilizados nas áreas definidas como unidades de conservação conforme SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação, em especial nas ÁRIE e Parques Naturais, nos Parques urbanos e demais áreas verdes, áreas reservadas às represas de contenção de águas pluviais e áreas de alagamento/represamento:

I - Transferência do Direito de Construir;

II - Direito de Preempção;

III - Outorga onerosa;

IV - Operações urbanas consorciadas.

No que diz respeito as diretrizes gerais urbanas, o Plano Diretor indica dentre as prioridades ambientais do município, a recuperação e restauração das áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água e nascentes, criação e manutenção de áreas protegidas e áreas verdes, implementação de uma política eficiente de educação ambiental nas escolas, conservação da fauna e flora, recuperação e controle de erosões, e mapeamento e estudo de viabilidade de tombamento de toda cobertura do cerrado em área urbana.

Quanto às políticas municipais direcionadas para equacionar a drenagem e a absorção de águas pluviais no meio urbano, o Plano Diretor informa que deverão ser combinados elementos naturais e construídos para garantir o equilíbrio entre absorção retenção e

escoamento de águas pluviais e diminuir o processo de impermeabilização do solo. Assim, dentre as ações previstas para o alcance destes objetivos, destaca-se a recuperação e revitalização das APP em áreas de fundos de vale, transformando-as em Parques Urbanos Lineares.

5.3.2 Legislações Ambientais do Município de Bauru

Com um amplo aparato de legislações que tratam das questões ambientais, o município começou a tratar do tema legalmente no ano de 1982. Destarte, ao longo destes anos foram criados o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Bauru – COMDEMA (Lei nº 2.514/1984), Códigos Sanitário Ambiental do município, assim como, diversas leis e decretos que dentre outras questões, proporcionaram maior proteção de áreas de preservação permanente e ainda, criaram um rol de unidades de conservação no território municipal.

Apesar de revogada, a Lei Municipal nº 4.126, de 12 de setembro de 1996 (antigo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Bauru), criou os chamados Setores Especiais de Conservação de Fundo de Vale – SEC's. Conforme definição trazida por esta mesma lei, os SEC's são faixas de terreno localizadas ao longo dos cursos de água que, pelas suas características ambientais, hidrográficas, topográficas e inserção no tecido urbano, configuram-se como elementos estratégicos na estruturação física e no desenvolvimento das funções sociais da cidade. Nestas áreas deveriam ser implantados os Planos de Parques e Áreas Verdes, Viário e de Macro-Drenagem. Neste antigo Plano Diretor de 1996, no mapa das Unidades de Conservação Ambiental, os SEC's envolvem praticamente todos os cursos d'água e drenagem que compõe a bacia hidrográfica do Rio Bauru, dentro do território municipal.

Naquela ocasião, esta lei citava ainda que deveriam ser concedidos incentivos aos proprietários dos terrenos dentro das SEC's, para que mantivessem intacta a vegetação ou recuperassem as matas ciliares dos córregos e rios existentes, numa faixa mínima de 100 metros de cada lado. No Plano Diretor Participativo de 2008 (vigente), os fundos de vale deixaram de ser denominados como SEC, entretanto, algumas legislações ambientais da década passada ainda denominam os fundos de vale como tal.

A Lei Municipal nº 4.362, de 12 de janeiro de 1999, disciplinou o Código Ambiental do município, estabelecendo o zoneamento ambiental e a criação de espaços territoriais protegidos como sendo alguns dos instrumentos da sua Política de Meio Ambiente. Desta forma, a

aplicação desta lei exige a definição de áreas do território municipal que, em razão de suas características e atributos, poderão ser definidas: 1) Zonas de Unidades de Conservação, 2) Zonas de Proteção Ambiental, Zonas de Proteção Paisagística, Zonas de Recuperação Ambiental e Zonas de Controle Especial. Em cada uma delas, deverão ser regulamentadas atividades e definidas ações de proteção e melhoria da qualidade do ambiental.

Artigo 10 - As Zonas de Unidades de Conservação são áreas sob regulamento das diversas categorias de manejo, as quais serão elaboradas individualmente de acordo com suas características peculiares.

Artigo 11 As Zonas de Proteção Ambiental são áreas protegidas por instrumentos legais diversos.

Artigo 12 As Zonas de Proteção Paisagística são áreas de proteção da paisagem com características excepcionais de qualidade, fragilidade e beleza cênica.

Artigo 13 As Zonas de Recuperação Ambiental são áreas em estágios significativos de degradação, onde será exercida a proteção e desenvolvidas ações visando a reabilitação induzida ou natural do ambiente, com o objetivo de integrá-lo às zonas de proteção ou quaisquer outras.

Artigo 14 As Zonas de Controle Especial são as demais áreas do Município submetidas a normas próprias de controle e monitoramento ambiental, em função de suas características peculiares.

Em seu Art. 17, os Setores Especiais de Fundo de Vale – SEC's passam a ser considerados áreas de preservação permanente para efeitos dos dispositivos da Lei Federal nº 7803/89. De acordo com o Art. 100, competirá a SEMMA delimitar e propor as SEC's, assim como, propor normas para regulamentação de quais seriam seus usos adequados.

Artigo 99 - No tocante ao uso do solo, os Setores Especiais de Fundos de Vale deverão sempre atender, prioritariamente, à implantação de parques lineares destinados às atividades de recreação e lazer, à proteção das matas nativas, à drenagem, e a conservação de áreas críticas.

Por intermédio da Resolução COMDEMA 002/2002, o município criou diretrizes específicas para o parcelamento do solo e para construções em condomínio nas Bacias dos córregos Água da Ressaca e Água da Forquilha, ambos, compõe as cabeceiras da Bacia Hidrográfica do Rio Bauru, no extremo sul da malha urbana da cidade.

Art.1º [...]

Parágrafo único. Entende-se como Córrego da Ressaca para fins desta resolução, os dois trechos dos leitos principais dos corpos d'água formadores de sua Bacia, desde as nascentes, localizadas respectivamente uma na área verde do Residencial Lago Sul e outra nas proximidades do trevo da Rodovia Bauru-Ipauçu até a sua foz com o Córrego Água da Forquilha, sendo que seus demais contribuintes passam a ser considerados afluentes.

Segundo o Art 4º fica proibido nestas bacias, o desmatamento de vegetação nativa nos estágios sucessionais médio e avançado sejam elas das formações do Cerrado ou Mata Estacional Semidecidual. Além do mais, deverão ser previstas a aplicação de soluções estruturais de drenagem capazes de promover o retardamento dos escoamentos de água, o

amortecimento dos picos de cheias e minimização do escoamento de água, mediante melhoria nas condições de infiltração do solo.

Art.3º - Nessas Bacias Hidrográficas, dentro dos princípios constitucionais que regem o direito de propriedade não serão permitidos:

I – As atividades que venham a causar danos ou degradação do meio ambiente, perigo para a população ou para a biota;

II – O desmatamento de áreas naturais;

III – O exercício de atividade capazes de provocar erosões das terras e/ou assoreamento dos recursos hídricos;

IV – A instalação de indústrias ou outras atividades potencialmente poluidoras;

V – O exercício de atividades que ameacem extinguir as espécies da biota regional;

VI – O parcelamento de solo nas áreas de setores especiais de fundo de vale- SEC, definidos ainda como áreas de preservação permanente, num raio de 50 metros no entorno das nascentes e numa faixa de 50 metros de cada lado das margens dos córregos Água da Ressaca e Água da Forquilha e numa faixa de 30 metros de cada lado das margens de seus afluentes, sendo quem as mesmas deverão ser entregues ao Poder Público devidamente recuperadas conforme exigências do órgão ambiental responsável.

Em 06 de fevereiro de 2002, o Poder Público Municipal instituiu a Lei nº 4.796 que dispõe sobre o controle de erosões nos terrenos erodíveis e erodidos de Bauru, em especial, durante a execução de obras que promovam movimentações de terra, alteração da topografia e da superfície do terreno e de sistemas de drenagem natural. Por esta lei, as obras consideradas potencialmente causadoras de processos erosivos e que carecem de prévia licença da prefeitura são: implantação de loteamentos e condomínios, retirada de qualquer tipo de cobertura vegetal (nativa e exótica), asfaltamento de vias públicas, implantação de redes de água, esgoto e galerias de águas pluviais. Destaca ainda que, o Poder Executivo deverá regulamentar esta lei, no que diz respeito aos processos de licenciamento de tais obras.

Em seu Art. 4º, os terrenos erodidos de forma linear passam a ser considerados danos ambientais, sua correção é obrigatória e de responsabilidade do proprietário do terreno (gleba ou lote) ou do responsável pelo dano (quando o causador estiver fora dos limites do terreno erodido), os quais deverão executar em 90 dias, as obras de recuperação ou prevenção de erosão necessárias à regularização da situação. O não atendimento sujeitará os infratores às penalidades previstas no Código Ambiental do Município.

Art. 9º Visando disciplinar o uso do solo em terrenos localizados em SEC's – Setores Especiais de Conservação de Fundo de Vale, áreas de várzeas ou alagadiças e atenuas os efeitos de inundações, o Poder Público Municipal poderá exigir cotas específicas para o nível de soleira nesses terrenos, com base nos estudos hidrológicos das respectivas bacias de drenagem.

A lei estabelece que o licenciamento dos projetos de engenharia somente será concedido quando atenderem às normas técnicas ABNT e as recomendações do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Nos cálculos hidrológicos que envolvem a delimitação das chamadas “bacias de contribuição” deverá ser considerada a impermeabilização mínima de 70%. O Art.

19 diz que os pontos finais de despejo das águas pluviais deverão estar localizados junto ao leito do córrego, rio ou lagoa, contemplando sistema dissipador de velocidade/energia, visando não causar problemas erosivos.

Art. 20 O município manterá cadastro atualizado de suas erosões urbanas e de seus respectivos dados técnicos, que orientará futuras construções e loteamentos, bem como as ações estratégicas na área de combate e prevenção de erosões.

Em seu Art. 22, a legislação estabelece que os SEC's deverão ser obrigatoriamente revegetados com a utilização de espécies nativas. Ademais, define que os Setores Especiais de Conservação dos Fundos de Vale se constituirão de faixa mínima de 50 metros de largura no entorno de nascentes, lagos, lagoas e margens dos cursos d'água localizados na bacia hidrográfica do rio Bauru.

Nota-se que o Poder Público Municipal, em cumprimento ao Art. 30 da Constituição Federal de 1988, criou em 2003, a Lei Municipal nº 4.969 que garante maior proteção às faixas marginais dos córregos, quando comparado aos limites atuais definidos pela Lei Federal nº 12.651/2012. Desta forma, o município proporciona maior proteção dos recursos naturais mediante limitações administrativas de uso, sem retirar a propriedade do particular (MEIRELLES, 1977).

Em 2015, durante as comemorações do Dia Nacional do Cerrado foi assinado um termo de cooperação entre a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e a Fundação SOS Mata Atlântica com o objetivo de realizar ações conjuntas pelos Planos Municipal da Mata Atlântica (PMMA) em todo estado. Naquela ocasião, a Prefeitura Municipal de Bauru apresentou a proposta do seu PMMA-Cerrado, onde de forma inédita inseriu o bioma cerrado nas ações estratégicas deste instrumento de gestão.

Em linhas gerais, o PMMA-Cerrado, publicado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), apresenta um diagnóstico da vegetação nativa com sistematização e situação dos fragmentos de Mata Atlântica e Cerrado no município. Além disso, o documento lança uma relação de 09 (nove) áreas prioritárias onde são propostas estratégias e ações para conservação e recuperação destes fragmentos.

Importante destacar que uma das áreas indicadas neste plano, refere-se a microbacia objeto deste estudo. Denominada de "Fragmento Samambaia-Paineiras", este remanescente contempla uma ARIE, citada no Plano Diretor Participativo, e ainda, as APPs de tributários do córrego Água da Ressaca.

Segundo o PMMA-Cerrado, a área possibilita a conectividade para alguns grupos de animais e vegetais de importantes fragmentos florestais adjacentes, representando um relevante

corredor ecológico na região, já que envolve matas ciliares de APPs e remanescentes florestais adjacentes.

O fragmento é localizado em uma matriz urbana que ainda guarda considerável vegetação nativa, embora bastante fragmentada. A vegetação é típica de área transicional entre Mata Estacional Semidecídua e Cerrado, em estádios médio a avançado de regeneração ecológica, evidenciado por um sub-bosque rico em espécies, presença de espessa camada de serrapilheira, dossel em torno de 12 metros, e considerável diversidade biológica.

A área está delimitada ao norte pelos loteamentos residenciais Samambaia e Paineiras, ao norte e oeste por tributários do córrego Água da Ressaca, e ao oeste, leste e sul por propriedades rurais. Em escala de paisagem, é possível observar diferentes fitofisionomias próximas à área do fragmento florestal, como a formação de brejo a oeste e formação de mata ciliar às margens do fragmento por onde passa o córrego acima mencionado (PMMA-Cerrado, 2015, p.45-46).

Compreendendo áreas de domínio público e particular, o PMMA-Cerrado estabelece diferentes níveis de prioridade para diferentes modalidades de áreas protegidas em seu território. O quadro 03, retrata o nível de prioridade para cada uma das áreas protegidas do município, conforme proposta do PMMA-Cerrado. Para cada um dos níveis prevê-se a criação de estratégias e ações distintas de conservação e recuperação ambiental

Quadro 3. Áreas protegidas do município de Bauru.

Prioridade	Áreas Protegidas	Domínio
Extremamente Alta	-Área de Proteção Ambiental - APA	Público e Particular
Extremamente Alta	-Áreas de Relevante Interesse Ecológico – ARIE; -Parques Naturais	Público
Muito Alta	-Áreas de Relevante Interesse Ecológico – ARIE; -Parques Naturais	Particular
Alta	-APPs que interligam os fragmentos de maior importância do município (corredores ecológicos)	Público e Particular
Moderadamente Alta	-Demais APPs e fragmentos de menor relevância	Público e Particular

Fonte: PMMA-Cerrado (2015).

5.3.3 Cobertura vegetal de Bauru

Como já fora discutido nos capítulos anteriores, a bacia hidrográfica do Rio Bauru onde se estabeleceu o desenvolvimento da cidade, representa um ecótono, com a presença de grandes remanescentes de cerrado/cerradão e áreas de contato Savana/Floresta Estacional Semidecídua.

Segundo o Inventário Florestal, o município de Bauru é formado por um mosaico de vegetação dos domínios cerrado e mata atlântica (IF, 2010). A figura 14 retrata os principais fragmentos no município, com destaque para SPU-2 – Bacia do córrego Água da Ressaca. Já a figura 15 evidencia os remanescentes de vegetação no contexto da área pesquisa.

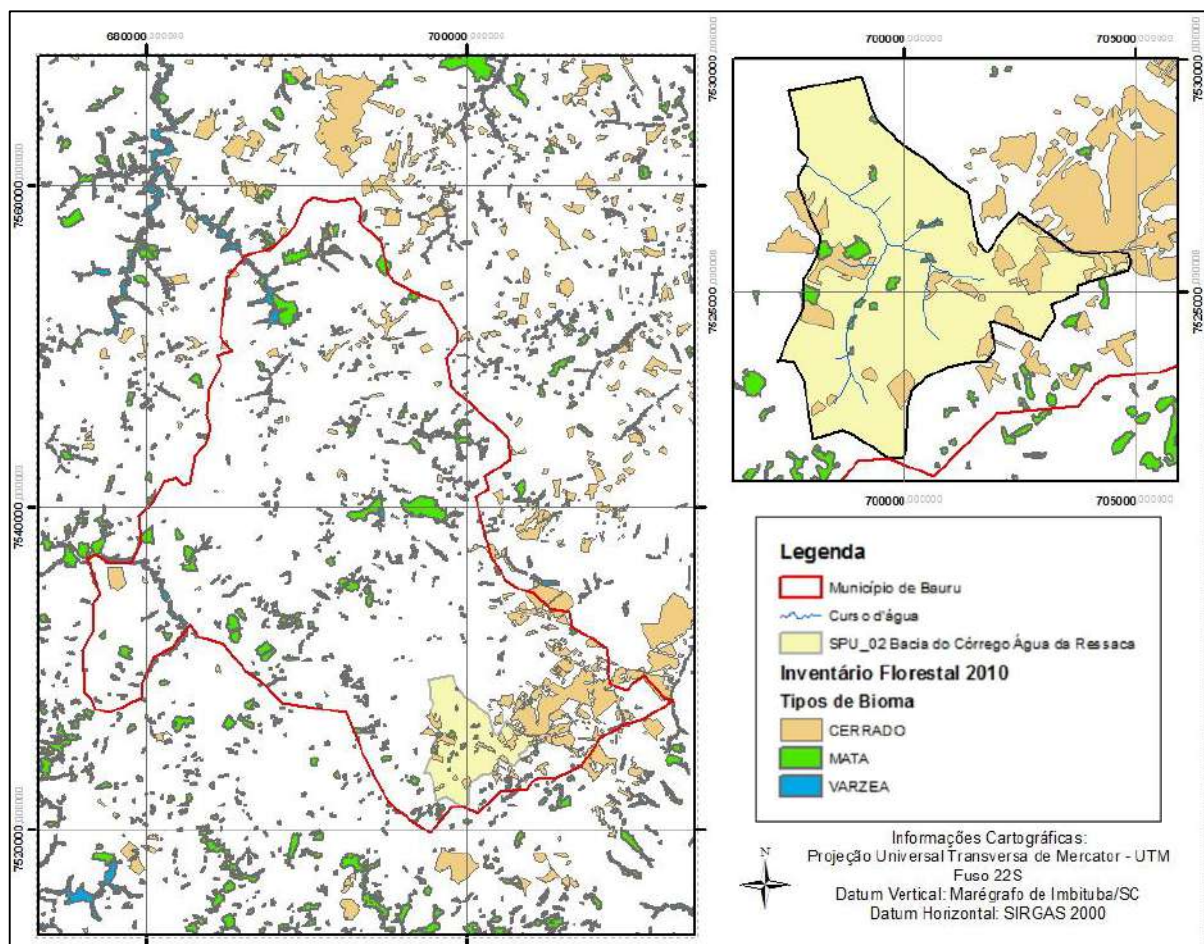


Figura 14. Inventário Florestal do município de Bauru.

Elaboração: Autor (2018). Fonte: IF (2010).

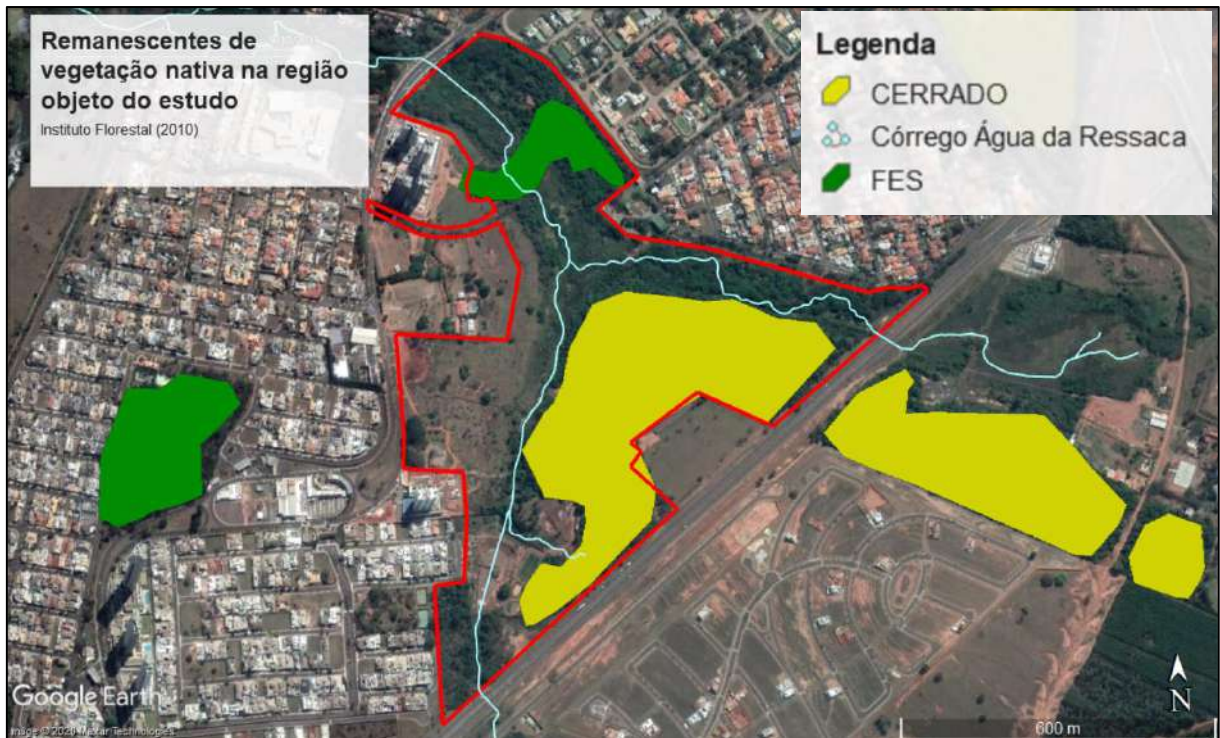


Figura 15. Fragmentos florestais cadastrados pelo Estado, na região estudada.

Elaboração: Autor (2018). Fonte: IF (2010).

Destaca-se que na figura anterior, os grandes remanescentes florestais de domínio do cerrado, nas duas margens da Rodovia Eng João Batista Cabral Renó, são classificados como ARIEs pelo Plano Diretor Participativo. De acordo com o Mapa de Biomas do Estado de São Paulo instituído pela Resolução SMA 146/2017 (Figura 16), o município de Bauru está inserido em uma grande zona de tensão, onde podem ser encontrados remanescentes de vegetação típica da Floresta Estacional Semidecidual (FES) e do Cerrado, ou ainda, o contato entre os seus fronteiros denominados de ecótono.



Figura 16. Bauru em relação ao Mapa de Biomas do Estado de São Paulo.

Fonte: DataGeo (2017).

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com o roteiro metodológico da pesquisa, o presente capítulo explana os resultados alcançados pela etapa do Diagnóstico, os quais foram direcionados à análise dos conflitos de uso (efeitos nocivos da presença humana), avaliação do potencial de regeneração natural e o reconhecimento da cobertura vegetal (nativa e exótica). Posteriormente, é apresentada a etapa final com uma proposta metodológica para restauração ecológica das áreas degradadas inseridas na região de interesse à criação do Parque Municipal.

6.1 PRESSÃO HUMANA

Por meio de consecutivas vistorias de campo foi possível identificar a presença de pressão humana na área de interesse para criação do Parque, situações estas que carecerão de um planejamento do Poder Público para solucioná-los a curto e médio prazo.

Dentre os impactos observados, destacam-se: processos erosivos (ravina, voçoroca, assoreamento etc) decorrentes da ineficiência dos sistemas de drenagem das águas pluviais e indícios de lançamento irregular de esgotamento sanitário, descarte irregular de lixo, ocupação humana em áreas públicas e a infestação de espécies exóticas e invasoras (bambus e arbóreas).

6.1.1 Conflitos de Uso

O presente tópico estará focado no apontamento de áreas onde há efeitos nocivos da presença humana nas proximidades do córrego e contígua com os remanescentes de vegetação natural. Entende-se que tais questões deverão ser monitoradas pelo poder público municipal visando minimizar os riscos de desmatamento sobre os fragmentos preservados e a degradação do recurso hídrico.

Vale ressaltar a importância do desenvolvimento futuro de levantamentos fundiários no fundo de vale, visando identificar o domínio das mesmas e reconhecer a presença de população em situação de risco social. Notou-se que a região apresenta limitações de acessos, como a presença de cercas, porteiros e muros perimetrais de condomínios residenciais que dificultam ou até impedem a circulação e o acesso em trechos deste fundo de vale.

O quadro 4 retrata as pressões humanas identificadas ao longo da área de estudo, acompanhadas de suas respectivas coordenadas UTM.

Quadro 4. Conflitos de uso identificados em campo.

Ponto	Conflito de Uso	Coordenadas UTM - Zona 22K
1	Ocupação humana de longa data junto da mata e APP do córrego, envolvendo áreas públicas (arco da linha férrea)	700508.71 m E; 7525801.12 m S
2	Ruínas de um prédio abandonado (antiga empresa de envasamento de água), no interior da ARIE.	700560.64 m E; 7524994.56 m S
3	Antigo motel desativado, com edificações contígua aos limites da ARIE e indícios de circulação de pessoas pela mata.	700669.86 m E; 7525137.67 m S
4	Muros de divisa de condomínio residencial que limitam a continuidade da APP do córrego Água da Ressaca	700416.69 m E; 7524971.97 m S
5	Ocupação humana e movimentações de terra em áreas de uso público contíguo à mata da ARIE e junto da APP do córrego	700430.92 m E; 7524759.76 m S

Fonte: Autor (2018).

A primeira área levantada envolve uma ocupação pontual de longa data, localizada na margem direita do córrego nas proximidades da Avenida Affonso José Aiello e os limites do Parque Residencial Paineiras (Ponto 1). Em meio a vegetação nativa e trecho da faixa marginal do córrego, avistou-se algumas edificações e um agrupamento arbóreo formado por pomar e um antigo plantio de eucalipto. Esta ocupação humana se estende sobre a área da União que forma o arco remanescente da linha férrea. Em campo constatou-se que o aludido arco avança até a margem esquerda do córrego. Esta área se encontra cercada e com o desenvolvimento de atividades agrícolas, dentre elas, o plantio de milho, mandioca e bananeiras.

Nas proximidades da Rodovia Eng. João Batista Cabral Renó e junto do remanescente florestal que compõe a ARIE, outras ocupações pontuais são avistadas. Uma delas se refere às ruínas de um prédio abandonado que se encontra atualmente desocupado e que evidencia indícios de uma antiga empresa de envasamento de água (Ponto 2). Inserida nas bordas do fragmento, no seu entorno foram identificados pontos antigos de descarte irregular de galões no meio da mata.

A outra área ocupada, trata-se de um antigo motel desativado que se chamava “Motel do Bosque” (Ponto 3). Sua área constitui-se de uma clareira cercada nos fundos e laterais pelos limites do fragmento florestal da ARIE e com testada para rodovia. Nos prédios deste antigo

empreendimento verificou-se indícios da presença humana e indícios de trilhas e da circulação de pessoas pela mata.

Em um dos condomínios residenciais da região, nota-se a presença de muros de divisa que limitam a continuidade da APP do córrego. No local houve a implantação de um reservatório artificial que decorre do barramento do córrego Água da Ressaca que, segundo informações, provêm de uma exigência da Prefeitura Municipal para minimização das cheias, quando da aprovação do empreendimento. Tais áreas integram o conjunto de áreas verdes e áreas institucionais do condomínio (Ponto 4).

Na APP da margem direita do córrego, encravada entre a ARIE e a rodovia, há um pequeno trecho que integra as áreas de uso público do aludido condomínio residencial, onde foram avistados sinais de ocupação humana e movimentações de terra, com indícios de interferência na integridade da vegetação nativa (Ponto 5).

Em síntese, a figura 17 mostra a localização dos pontos de conflitos de uso e pressão humana sobre bens e serviços ambientais a proteger nas áreas de interesse para criação do Parque Municipal. Tais pressões interferem na preservação da biodiversidade, assim como, podem prejudicar o fluxo gênico de fauna e flora. As fotos 2 a 5 retratam algumas das situações de conflito de uso na área de estudo.



Figura 17. Pontos de conflito de uso na região do futuro Parque.

Fonte: Autor (2018).



Foto 2. Ruínas de antiga empresa na ARIE.

Fonte: Autor



Foto 3. Descarte de galões na mata.

Fonte: Autor



Foto 4. Ocupação de áreas públicas.

Fonte: Autor



Foto 5. Muro de divisa junto ao córrego.

Fonte: Autor

6.1.2 Processos erosivos acelerados

Conforme relatado anteriormente, a microbacia do córrego Água da Ressaca passou por uma intensificação na implantação de loteamentos de alto padrão nestas últimas décadas. Sucessivas ações de movimentação de terra provenientes das atividades de parcelamento do solo, obras de duplicação da rodovia e implantação de dispositivos viários proporcionaram o aporte constante de material alóctone para o interior dos corpos hídricos da microbacia em estudo.

Pode-se afirmar que esta associação de diversos fatores contribuiu historicamente para o drástico atulhamento e degradação do canal fluvial do córrego Água da Ressaca. Dentre eles, podemos citar a negligência de medidas de controle e fiscalização das obras no que diz respeito aos sistemas provisórios de controle do escoamento superficial, além disso, muitas das movimentações de terra, terraplanagem e abertura de viário nos empreendimentos citado acima ocorreram concomitantemente nos períodos de maior índice pluviométrico. Em alguns casos, a problemática foi agravada em razão da ineficiência de sistemas de drenagem das águas pluviais

implantados, tais como, bacias de amortecimento, canais de escoamento e dissipadores de energia que vieram a ruir etc.

Todo este cenário propicia “cicatrizes” históricas no fundo de vale e nos canais fluviais, como por exemplo, processos erosivos acelerados (boçorocas e ravinas), perda de solo, assoreamento dos cursos d’água, soterramento de comunidades aquáticas e florísticas ribeirinhas.

Paralelamente, observa-se um drástico atulhamento de ambientes aquáticos semi-lênticos, os quais são resultados de ações humanas de quebra do contínuo fluvial, como a implantação de reservatórios artificiais provenientes do barramento do curso d’água e/ou travessias do sistema viário. Nestes pontos há um acúmulo de material alóctone proveniente de empreendimentos pretéritos que foram instalados à montante, junto das vertentes que convergem suas águas superficiais para os canais fluviais nos fundos de vale.

Na área de estudo, compreendendo o trecho do córrego Água da Ressaca, entre a Rodovia Estadual Eng. João Baptista Cabral Rennó (SP-225) e a Avenida Affonso José Aiello, foram identificados dois pontos de grande assoreamento no corpo hídrico, onde historicamente há o acúmulo de sedimentos, sendo eles:

- 1) *reservatório artificial no interior do Residencial Spazio Verde e*
- 2) *córrego Água da Ressaca a montante da travessia junto da Av. Affonso José Aiello.*

No primeiro deles, a gravidade do problema pode ser constatada mediante análise multitemporal de imagens aéreas do acervo do Google Earth Pro, datadas do ano de 2010 e 2015 (figuras 18 e 19). A situação alarmante é evidenciada pelas fotos 6 e 7 dos mesmos períodos.



Figura 18. Imagem aérea de 2010.

Fonte: Google Earth Pro.



Foto 6. Lagoa em 2010.

Fonte: Autor (2018).



Figura 19. Imagem aérea de 2015.

Fonte: Google Earth Pro.



Foto 7. Lagoa em 2015.

Fonte: Autor (2018).

Em linhas gerais, a chegada abrupta de sedimentos na lagoa ocorreu diante de empreendimentos e obras à montante. Consecutivas movimentações de terra para abertura de viários, na implantação de condomínios residenciais dentro e fora da área de estudo, e obras de grande porte para duplicação da rodovia favoreceram este cenário. Tal fato propiciou demandas judiciais que ainda estão em curso, as quais objetivam apontar os responsáveis pelo assoreamento da lagoa.

O segundo ponto de acúmulo de sedimentos, está localizado nas cotas mais baixas da área do estudo, nas proximidades da Avenida Affonso José Aiello. Assim, a canalização de um pequeno trecho do córrego que passa por debaixo da avenida associada às condições geomorfológicas do terreno favorece o acúmulo de material alóctone advindo da sua bacia de contribuição.

Destaca-se que a quantidade de sedimentos é tamanha que tem proporcionado o soterramento total de comunidades vegetais herbáceas, bem como da base do caule dos exemplares arbóreos. No local, verificou-se que esta situação tem gerado o estresse e a mortandade de árvores do fragmento ali existente. As fotos 8 e 9 elucidam as condições atuais deste ponto de assoreamento do córrego



Foto 8. Grande quantidade de material alóctone impactando a mata.

Fonte: Autor (2018).



Foto 9. Soterramento da vegetação nativa próxima a avenida que intercepta o córrego.

Fonte: Autor (2018).

Além das regiões destacadas anteriormente, nas vistorias foram observados pontos onde se estabeleceram ravinas e boçorocas que carecem de tratamento e um urgente plano de controle. Uma destas erosões situa-se nas Áreas Verdes e Áreas Institucionais do Residencial Villaggio II e III, nas proximidades da Avenida Affonso José Aiello.

Historicamente, a vertente da Margem Esquerda do córrego Água da Ressaca, no trecho que envolve a APP até a Avenida Affonso Aiello, destinava-se no passado à atividade pecuária, quando por volta do ano 2000 foram instituídos os loteamentos acima descritos. De acordo com o acervo de imagens de satélite do Google Earth Pro, há indícios de que houve uma série de movimentações de corte do terreno no ano de 2004. Tal situação foi comprovada em campo, quando observou-se que no passado realizaram a patamarização desta vertente.

Atualmente, notou-se a existência de uma boçoroca de grandes dimensões que, analisando as imagens pretéritas do acervo do Google Earth, foi constatado que no seu ponto havia sido implantada uma bacia de retenção. Partindo desta bacia foi construído um canal de drenagem aberto, concebido para conduzir as águas pluviais até o seu lançamento no córrego Água da Ressaca.

Entretanto, foi verificado que este canal e o seu dissipador também estão comprometidos pelos processos erosivos que se estabeleceram ao longo do seu traçado. A figura 20 mostra o sistema de drenagem que ruiu, onde atualmente observam-se processos erosivos acelerados. As fotos 10 a 12 apresentam a situação atual destes dispositivos, comprometidos por boçoroca e ravinas na margem esquerda do córrego.



Figura 20. Imagem aérea de 2004, retratando o sistema de drenagem das águas pluviais.

Elaboração: Autor (2018). Fonte: Google Earth Pro.



Foto 10. Processo erosivo agressivo formado pelo rompimento da bacia de retenção.

Fonte: Autor (2018).



Foto 11. Dissipador comprometido.

Fonte: Autor (2018).



Foto 12. Canal aberto com erosão lateral.

Fonte: Autor (2018).

Na margem direita do córrego, em trecho da APP junto do muro de fechamento dos condomínios Parque Residencial Paineiras e Parque Residencial Samambaia, verifica-se uma área com histórico de processos erosivos, em especial, decorrentes de problemas no manejo das suas águas pluviais dos condomínios a montante. No local pode ser observado diversos pontos onde foram executadas medidas pretéritas que visam dissipar a energia das águas pluviais que são direcionadas no corpo hídrico. Nas proximidades do muro perimetral de divisa entre os dois condomínios, foi avistada uma ravina de longa data que se estende no interior do fragmento, morro abaixo e dentro dos limites da APP do córrego Água da Ressaca (Fotos 13, 14 e 15).



Foto 13. Ravina de grande comprimento ao longo da mata.

Fonte: Autor (2018).



Foto 14. Erosão sob as raízes lenhosas.

Fonte: Autor (2018).



Foto 15. Profundidade de 1,70 metros.

Fonte: Autor (2018).

Além dos pontos retratados acima, outras regiões do fundo de vale em estudo, carecem de atenção quanto a suscetibilidade no estabelecimento de erosões e acúmulo de sedimentos no canal fluvial. Todos os pontos de lançamento de águas pluviais que chegam de loteamentos, avenidas e rodovias a montante, necessitam de constante monitoramento, fiscalização e manutenção periódicas.

Neste sentido, ganha destaque uma região de grande suscetibilidade aos processos erosivos, localizado no contexto do córrego Água da Ressaca onde este é interceptado pela Rodovia Eng. João Batista Cabral Renó, em ponto que coincide com a chegada de um canal de drenagem das águas pluviais advindas da Rodovia Marechal Rondon.

Apesar de terem sido implantadas medidas estruturais e não estruturais (estruturas em gabião e o plantio de bambu), nota-se que o final de uma das estruturas, no seu ponto de lançamento das águas pluviais no córrego, apresenta rupturas, possibilitando erosões e a queda de alguns exemplares arbóreos da borda do fragmento que compõe a ARIE (foto 16). O quadro 5 elenca os processos erosivos identificados em campo e suas respectivas coordenadas UTM.



Foto 16. Ruptura do dispositivo e queda de árvores.

Fonte: Autor(2018).

Quadro 5. Identificação de processos erosivos acelerados.

Ponto	Processos erosivos	Coordenadas UTM - Zona 22K
A	Drástico atulhamento do reservatório artificial proveniente do barramento do curso d'água, localizado no interior do residencial Spazio Verde.	700399.77 m E; 7524916.72 m S
B	Assoreamento do córrego Água da Ressaca a montante do ponto da travessia onde a Avenida Affonso José Aiello intercepta o curso d'água.	700358.08 m E; 7525848.21 m S
C	Rompimento de bacia de retenção e desenvolvimento de boçoroca de grandes dimensões nas Áreas Verdes e Institucionais do residencial Villaggio II e III.	700286.81 m E; 7525218.91 m S
D	Formação de ravinas e o comprometimento do sistema de drenagem das águas pluviais nas Áreas Verdes e Institucionais do residencial Villaggio II e III.	700373.11 m E; 7525237.21 m S
E	Problemas no manejo das águas pluviais dos condomínios Parque Residencial Paineiras e Parque Residencial Samambaia, promovendo o desenvolvimento de ravinas.	700656.49 m E; 7525632.08 m S
F	Ineficiência de dispositivos de drenagem da rodovia, ruptura em estrutura de concreto e queda de alguns exemplares arbóreos na borda do fragmento da ARIE.	7525632.08 m S; 7525344.08 m S

Fonte: Autor (2018).

Quanto aos impactos destes processos erosivos sobre o ecossistema aquático local, é provável que o carreamento de grande carga de material alóctone tenha promovido o soterramento de comunidades bentônicas, associadas à zona hiporréica do canal fluvial.

Ademais, o aumento exagerado de partículas em suspensão na coluna d'água compromete a qualidade da água e, conseqüentemente, promove desequilíbrios na abundância e biodiversidade da biota aquática, característica de ambientes lóticos e semi-lênticos (híbridos). Dentre as comunidades afetadas nestes ambientes podemos citar as macrófitas, os fitoplânctons, os zooplânctons, os zoobentos e a ictiofauna.

No mais, quanto ao ecossistema terrestre pode-se dizer que este cenário prejudica o estabelecimento de comunidades vegetais, em especial, às espécies que se situam nas faixas ribeirinhas e que possuem afinidade com as áreas brejosas. Todavia, as erosões têm proporcionado a supressão de espécimes vegetais na área de interesse para criação do Parque Municipal, seja pelo solapamento de suas bases e o seu tombamento, quer pelo soterramento da base das árvores. A figura 21 elucida o posicionamento de cada um dos pontos de erosão identificados na área de estudo.



Figura 21. Pontos de erosão acelerada identificados na região do futuro Parque.

Fonte: Autor (2018).

6.2 RECONHECIMENTO DA VEGETAÇÃO

Além das pressões humanas já relatados anteriormente, em toda extensão do fundo de vale pesquisado, foram observadas diferenciações de estrutura e espécies na cobertura vegetal que, em grande parte, situam-se nas proximidades do córrego Água da Ressaca.

Em função da fisionomia da vegetação e composição florística, envolvendo a presença de espécies nativas da região e espécies alóctones, foi possível reconhecer e agrupar o mosaico da vegetação em quatro distintos grupos:

- 1) Vegetação Nativa: fisionomia florestal fechada com composição florística típica de áreas de transição (mata-cerrado),
- 2) Vegetação Exótica: fisionomia florestal fechada com a dominância de poucas espécies alóctones introduzidas e/ou invasoras.
- 3) Reflorestamento Heterogêneo: plantios recentes e pretéritos compostos por espécies nativas comumente encontradas em viveiros comerciais e
- 4) Vegetação paludosa: fisionomia herbáceo-arbustiva com espécies típicas de terrenos com encharcamento permanente. Presença de espécies nativas típicas de mata de brejo e grande infestação de *Hedychium coronarium* J.Koenig.

A figura 22 retrata a representação gráfica do mosaico vegetacional existente no interior da área de estudo. Importante ressaltar que não há nenhum comprometimento do autor em relação aos limites exatos destas subdivisões, carecendo de levantamentos topográficos para tal. Assim, esta estimativa tem como objetivo um reconhecimento inicial da área visando apoiar o Poder Público Municipal nas tomadas de decisão para criação e gestão do Parque Municipal.

O quadro 6 mostra a estimativa de área em hectares para cada uma das subdivisões. A denominação “Outros” refere-se a usos diversos, envolvendo áreas degradadas com árvores isoladas, pastagem abandonadas, estruturas diversas, dentre outros.



Figura 22. Mosaico vegetal reconhecido durante os levantamentos de campo.

Fonte: Autor (2018).

Quadro 6. Reconhecimento da vegetação no interior da área de estudo.

Mosaico Vegetacional	Área Estimada (ha)
Vegetação Nativa	26,16
Vegetação Exótica	5,75
Vegetação Paludosa	7,40
Reflorestamento Heterogêneo	1,68
Outros	10,21
Área de Estudo (TOTAL)	51,20

Fonte: Autor (2018).

Nas cotas mais altas da área de estudo próximas à rodovia, o canal fluvial encontra-se encaixado, enquanto que após a confluência dos dois tributários observa-se a formação de uma grande área úmida. Esta diferenciação é acompanhada por distinções de formações vegetais que acompanham o córrego Água da Ressaca.

Entretanto, além das questões morfológicas do relevo interferirem na cobertura vegetal, um fator de grande importância é o histórico de intervenções humanas em todo este contexto.

O fragmento mais preservado nesta região é o remanescente da ARIE, o qual apresenta fisionomia florestal composto por espécies típicas do Cerradão de Bauru.

Na margem direita do tributário próximo aos muros dos condomínios Parque Residencial Samambaia e Paineiras nota-se uma cobertura florestal com o predomínio de espécies alóctones. Segundo informações, há anos muitos moradores destes condomínios criaram o costume de plantar ali espécies diversas, na maioria das vezes frutíferas.

Assim, no local são avistadas inúmeras espécies arbóreas nativas típicas de outras regiões do Brasil, além de grande quantidade de espécies exóticas frutíferas. Nesta margem, foi verificado agrupamentos de espécies invasoras compostos por jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels, pínus (*Pinus elliottii* Engelm.) e leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit).

Na margem direita do córrego, entre o arco da antiga linha férrea, o muro do condomínio residencial e a Avenida Affonso José Aiello, consta a presença de uma casa próxima ao córrego onde foram implantados pomares e alguns exemplares de espécies comerciais do gênero *Eucalyptus* sp. Já na margem esquerda do córrego, nas proximidades da referida avenida, aonde há o predomínio de gramíneas invasoras, foi identificado a presença de um exemplar arbóreo de espécie típica de mata, *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., corroborando para a interpretação que a região é um ecótono.

Em alguns pontos foram identificados reflorestamentos heterogêneos recentes, em grande parte, relacionados com a revegetação das áreas verdes de condomínios residenciais. Estes plantios arbóreos estão compostos por espécies típicas da Mata Atlântica, comumente encontradas em viveiro comerciais. Na diversidade implantada constam: *Centrolobium tomentosum* Benth., *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, *Ormosia arborea* (Vell.) Harms, *Hymenaea courbaril* L., *Caesalpinia echinata* Lam, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.), *Myroxylon peruiferum* L.f., dentre outras.

Contudo, foi encontrado um reflorestamento de longa data ao redor da antiga empresa desativada de envase de água, porém, seus limites se confundem com a vegetação natural da ARIE. Apesar de estar composto por espécies que não são nativas da região de Bauru, foi percebido a presença de um sobosque regenerante com grande densidade e riqueza de espécies nativas da região.

Para melhor compreensão são apresentadas uma seleção de fotos que possibilitam compreender a complexidade e o mosaico vegetacional existente no interior da área de estudo (Fotos 17 a 24).



Foto 17. Cerradão preservado na ARIE.

Fonte: Autor (2018).



Foto 18. Fisionomia florestal.

Fonte: Autor (2018).



Foto 19. Bosque de jambolão.

Fonte: Autor



Foto 20. Exemplares adultos de pinus.

Fonte: Autor



Foto 21. Áreas úmidas (*Hedychium* sp).

Fonte: Autor (2018).



Foto 22. *Thypha domingensis*.

Fonte: Autor (2018).



Foto 23. Reflorestamento heterogêneo.

Fonte: Autor (2018).



Foto 24. Plantio florestal.

Fonte: Autor (2018).

Durante as vistorias pode-se perceber que a utilização de espécies de bambu-taboca ou bambu-alastrante (família Poaceae) para conter alguns processos erosivos às margens da rodovia representam riscos à preservação do grande fragmento da ARIE. Tal fato pode ser comprovado nas bordas da mata, aonde o bambu tem se alastrado e ampliado seus limites para dentro da vegetação natural. Pela sua rusticidade e rapidez na propagação vegetativa tem o potencial de suprimir espécies nativas que não apresentam condições de competição com a agressividade da gramínea.

Apesar de ser uma alternativa interessante para conter os processos erosivos, segundo Lorenzi (2000), seu controle é difícil por meios mecânicos, podendo, contudo, ser erradicado pelo uso de herbicidas específicos. Entretanto, entende-se que a utilização de barreiras físicas com profundidades superiores a 60 centímetros poderá garantir que o mesmo permaneça somente nas áreas de interesse, como cobertura para o controle dos processos erosivos.

A Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB, define que a "espécie exótica" é toda espécie que se encontra fora de sua área de distribuição natural. Já a "Espécie Exótica Invasora", por sua vez, é aquela que ameaça ecossistemas, habitats ou espécies. Por suas vantagens competitivas e favorecidas pela ausência de inimigos naturais têm capacidade de se proliferar e invadir ecossistemas, sejam eles naturais ou antropizados (MMA, 2018).

Em virtude da agressividade e capacidade de excluir as espécies nativas, diretamente ou pela competição por recursos, as espécies exóticas invasoras apresentam o potencial de transformar a estrutura e a composição dos ecossistemas, homogeneizando os ambientes e destruindo as características peculiares que a biodiversidade local proporciona. Por esta razão, são consideradas como sendo a segunda maior causa de perda de biodiversidade, após a perda e degradação de habitats. (MMA, 2018).

Por esta razão, entende-se que o controle e o monitoramento da expansão dos limites da população de bambus serão imprescindíveis para garantir a integridade do fragmento da ARIE e consequentemente a preservação da biodiversidade envolvida no futuro Parque Municipal.

A figura 23 indica os locais onde foi identificado a presença de moitas de bambu-alastrante e que representam focos de expansão da espécie indesejada para dentro do Parque Municipal (Focos I e II). A foto 25 confirma os efeitos negativos da espécie invasora sobre o cerradão, em um dos trechos onde o córrego Água da Ressaca é interceptado pela rodovia.



Figura 23. Focos do bambu-alastrante sobre a mata preservada.

Fonte: Autor (2018).



Foto 25. Bambu invasor se alastrando no interior da mata.

Fonte: Autor (2018).

6.3 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL

Partindo do pressuposto que o potencial de regeneração natural representa o ponto de partida à proposição de um projeto técnico de restauração ecológica, os trabalhos de campo propiciaram a avaliação da resiliência da vegetação em um trecho do córrego Água da Ressaca. Os dados coletados visam subsidiar as futuras tomadas de decisão e escolha das técnicas ou estratégias de restauração.

A amostragem envolveu a implantação de 6 parcelas amostrais nas duas margens de um trecho do curso d'água onde foram constatadas duas situações distintas em termos de fisionomia, preservação e desenvolvimento da vegetação.

Contíguo ao canal fluvial observou-se uma faixa de largura variável onde o solo e a vegetação existente evidenciam o afloramento do lençol freático (área úmida). A partir dos limites da área úmida foi projetada a APP de 50 metros de largura, conforme indicado na legislação municipal. Para melhor compreensão, o quadro 7 à seguir, mostra a caracterização de cada uma destas situações distintas e o número de parcelas utilizadas.

Quadro 7. Local das parcelas para avaliação do potencial de regeneração natural.

Local	Nº de parcelas	Estado de conservação (análise prévia)
Margem esquerda	03	<i>APP degradada</i> : integram as Áreas Verdes (AV) e Institucionais (AI) dos Residenciais Villaggios II e III, onde se observa um trecho de vegetação típica de início de sucessão, com fisionomia aberta e cobertura do solo marcada pelo predomínio de gramíneas invasoras (<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf).
Margem direita	03	<i>APP preservada</i> : fragmento que compõe a ARIE municipal com fisionomia florestal fechada, onde há pontos com vegetação arbórea exótica e um grande remanescente de cerradão.

Fonte: Autor (2018).

Para este trabalho o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica (Portaria CBRN nº 01/2015) foi adaptado, sendo utilizados parâmetros complementares para avaliação da vegetação exótica presente nas parcelas. Neste sentido, foi possível a obtenção dos seguintes indicadores ecológicos:

- 1) *cobertura do solo com vegetação nativa e exótica;*
- 2) *densidade de indivíduos nativos e exóticos regenerantes e*
- 3) *número de espécies nativas e exóticas regenerantes.*

Em ambas as margens buscou-se posicionar as parcelas em locais que apresentavam grande quantidade de indivíduos regenerantes, no sentido de reconhecer o potencial máximo em termos de densidade e riqueza de espécies.

Na margem direita, pode-se perceber variações na composição das espécies nativas em função da maior ou menor distância do fragmento em relação ao canal fluvial. Notou-se que espécies exclusivas do cerrado possuem afinidade por terrenos bem drenados. Tal fato, comprova que em áreas de tensão ecológica, em regiões de transição Cerrado-Mata Atlântica, a tendência de se preservar a vegetação nativa exclusivamente nas faixas marginais dos córregos (APP), poderia estar privilegiando espécies típicas do Bioma Mata-Atlântica e consequentemente, favorecendo o desaparecimento do cerrado.

O quadro 8 indica as coordenadas UTM de cada uma das parcelas amostrais implantadas em campo. Já a figura 24 apresenta a disposição delas às margens do trecho do córrego Água da Ressaca.

Quadro 8. Coordenadas UTM das parcelas amostrais.

Parcela	Margem	APP	Coordenadas UTM - Zona 22K
1	Esquerda	Degradada	700418.00 m E; 7525052.00 m S
2	Esquerda	Degradada	700431.00 m E; 7525105.00 m S
3	Esquerda	Degradada	700448.00 m E; 7525166.00 m S
4	Direita	Preservada	700509.00 m E; 7525071.00 m S
5	Direita	Preservada	700500.00 m E; 7525108.00 m S
6	Direita	Preservada	700533.00 m E; 7525211.00 m S

Fonte: Autor (2018).

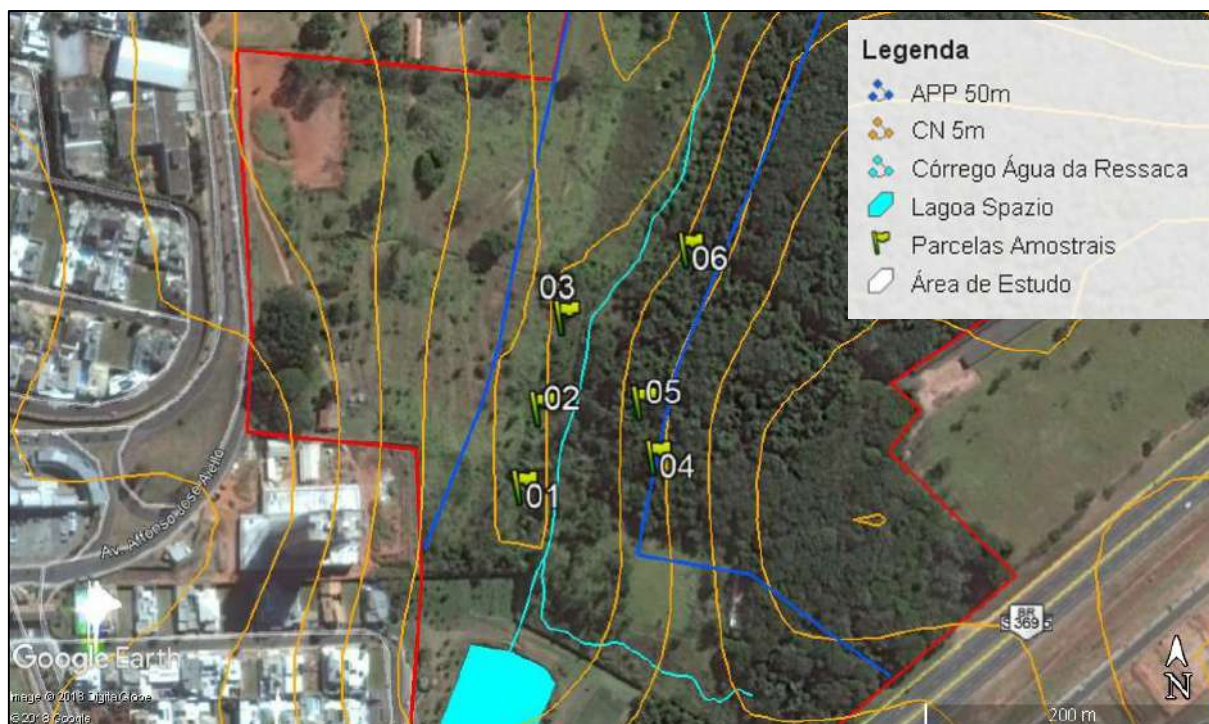


Figura 24. Localização das parcelas amostrais nas margens direita e esquerda.

Fonte: Autor (2018).

No trecho da APP da margem esquerda, onde se nota uma vegetação com cobertura florestal aberta, com pequenos agrupamentos arbóreos de espécies alóctones e nativas e grande infestação de gramíneas invasoras. A presença espécies típicas de mata de brejo e cerradão estão associadas às condições de encharcamento e drenagem do terreno.

Nesta região foi constatada a presença de carvão no súber das árvores, o que evidencia a ocorrência de incêndios recentes. De modo geral, em toda margem esquerda há uma infestação das gramíneas: *Rhynchospora exaltata* Kunth e *Brachiaria decumbens* Stapf. Todavia, notou-se uma alta incidência de espécies herbáceas das famílias Asteraceae e Solanaceae, com destaque para os gêneros *Vernonanthura* e *Solanum*, respectivamente. Dentre as trepadeiras identificadas em campo, podemos destacar: *Smilax polyantha* Griseb., *Ipomoea virgata* Meisn., *Passiflora cincinnata* Mast., *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers. Em alguns pontos foi encontrado populações das espécies *Forsteronia glabrescens* Mu" ll.Arg e *Ludwigia elegans* (Cambess.) H.Hara.

Em manchas do terreno aonde há maior incidência de umidade notou-se a formação de uma comunidade vegetal específica formada pelas espécies: *Miconia chamissois* Naudin, *Andropogon bicornis* L., *Hedychium coronarium* J.Koenig e *Eryngium horridum* Malme. No local, ainda foi verificado uma diversidade de espécies da família Pteridaceae. Compondo o

estrato arbóreo, no terreno encharcado foi identificado: *Cedrela odorata* L., *Tapirira guianensis* Aubl., *Cecropia pachystachya* Tre´cul e *Erythrina speciosa* Andrews.

Nos seguimentos da vertente onde o terreno apresenta boa drenagem há pouca diversidade de espécies arbóreas esparsas, sendo identificado: *Xylopia aromática* (Lam.) Mart., *Inga affinis* DC., *Machaerium aculeatum* Raddi e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. Notou-se uma quantidade significativa de exemplares de diversas idades das espécies exóticas *Pinus elliottii* Engelm. e *Syzygium cumini* (L.) Skeels. Partindo das cotas mais baixas sentido o topo da vertente, na faixa que vai até a Avenida Affonso José Aiello a vegetação vai perdendo sua fisionomia florestal aberta e torna-se uma grande área degradada com histórico de grande movimentação de terra e predomínio de gramíneas invasoras na cobertura da terra.

Já na margem oposta (APP da margem direita) a situação da vegetação é bastante diferente, evidenciando uma mata bem desenvolvida e preservada. Todavia, nas proximidades do canal fluvial, aonde há trechos de grande umidade do solo, avistou-se uma comunidade vegetal com o predomínio de espécies exóticas invasoras, formada por árvores de grande porte da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels e o estrato herbáceo com *Hedychium coronarium* J.Koenig. Nas imediações da linha limítrofe entre os terrenos com encharcamento permanente e com solo bem drenado verificou-se a presença de árvores de diversas idades de *Pinus elliottii* Engelm.

Nesta mesma margem, partindo das cotas mais baixas sentido às cotas mais altas do terreno (interflúvio), há um fragmento bem preservado de savana florestada (cerradão), o qual compreende quase que a totalidade da ARIE. No geral a cobertura arbórea que compõe dossel da floresta é contínua, com mais de 80% de cobertura da área do solo, salvo em algumas clareiras e nas bordas da mata. A camada de serapilheira é bastante espessa podendo ter mais de 3 centímetros, com indicadores de organismos decompositores (fungos, artrópodes etc) o que caracteriza ecossistemas em equilíbrio com ciclagem de nutrientes.

A submata apresentava plântulas do componente lenhoso do estrato regenerativo e espécies típicas daquele ambiente sombreado. Algumas espécies de epífitas da família Bromeliaceae foram observadas, tanto em forófitos de espécies lenhosas de cerrado (como por exemplo, *Billbergia zebrina* (Herb.) Lindl.), como na composição do estrato herbáceo na cobertura do solo dentro da floresta (*Bromelia balansae* Mez). Também foram identificadas no interior do fragmento espécies da família Orquidaceae, dentre elas, *Catasetum fimbriatum* (C.Morren) Lindl. Tais constatações permite concluir que a complexidade de interações é antiga nesta vegetação.

No local avistou-se trepadeiras lenhosas (lianas) e vinhas. No estrato herbáceo arbustivo identificou-se *Smilax polyantha* Griseb., *Brosimum gaudichaudii* Tre´cul e *Forsteronia glabrescens* Mu¨ ll.Arg. e *Psychotria carthagenensis* Jacq. No estrato arbóreo da mata, além das espécies identificadas nas parcelas e que estarão descritas a seguir, podemos destacar ainda *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn., *Terminalia argentea* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman.

Em meio a mata, nas proximidades da empresa de envasamento de água, observou-se um trecho de um antigo reflorestamento heterogêneo, composto por espécies nativas que não são de ocorrência regional, como por exemplo, *Caesalpinia echinata* Lam. Neste reflorestamento ainda foram identificadas as espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Mangifera indica* L. e *Syzygium cumini* (L.) Skeels. Junto da biomassa regenerante notou-se grande densidade da espécie *Siparuna guianensis* Aubl.

Nesta mesma região da empresa abandonada, percebeu-se a presença de um agrupamento arbóreo em meio a mata composto predominantemente por espécies exclusivas de cerrado, tais como, *Andira vermifuga* Mart. ex Benth., *Qualea grandiflora* Mart., *Aspidosperma tomentosum* Mart., *Dimorphandra mollis* Benth., *Diospyros hispida* A.DC., dentre outras. Destaca-se a presença de exemplares da espécie *Caryocar brasiliense* Cambess. no estrato regenerante. Esta mancha da mata evidencia sinais de perturbação pretérita, tais como, desmate e deposição de lixo e resíduos.

Na sequência são elencadas uma seleção de fotos que visam retratar as diferenciações de fisionomia, estrutura e espécies em cada uma das margens amostradas. As fotos 26, 27 e 28 expressam as condições da margem esquerda (APP degradada). Já as fotos 29, 30 e 31 retratam a vegetação da margem direita do córrego, no interior da ARIE.



Foto 26. Mata paludosa ao redor do canal fluvial.

Fonte: Autor (2018).



Foto 27. Fisionomia aberta e pínus.

Fonte: Autor (2018).



Foto 28. Espécies típicas do cerrado.

Fonte: Autor (2018).



Foto 29. Trecho da mata onde se estabeleceram espécies exclusivas do cerrado.

Fonte: Autor (2018).



Foto 30. Antigo reflorestamento e rico sobosque.

Fonte: Autor (2018).



Foto 31. Cerradão, fragmento da ARIE.

Fonte: Autor (2018).

A compilação de todas as informações coletadas em campo permitiu a elaboração de tabelas sínteses, relacionando os indicadores ecológicos para cada uma das parcelas amostrais (Tabelas 1 e 2). Como pode ser observado, optou-se pelo agrupamento das parcelas em cada uma das margens, o que possibilita a comparação e definição de estratégias específicas para cada um dos casos. Os indicadores ecológicos envolvendo espécies nativas e exóticas foram analisados independentemente para que não ocorressem interpretações equivocadas.

Cumpre-nos informar que nas 6 parcelas amostrais (600 m²) foram registradas 68 diferentes espécies arbóreas no estrato regenerante. Aquelas que não puderam ser identificadas em campo foram levadas para análise no herbário. Deste total, 71% foram identificadas a nível de gênero e espécies, porém, em 29% delas não foi alcançado a identificação. Esta dificuldade, justifica-se em razão de provirem da biomassa regenerante, o que impossibilita a coleta de ramos bem desenvolvidos e a análise clara de aspectos característicos das espécies, como por exemplo, morfologia, súber etc. Em algumas delas, a impossibilidade de identificação no herbário relaciona-se com o comprometimento do material coletado em campo, que por tratarem-se de ramos jovens, se decompôs rapidamente. Todavia, mesmo não tendo sido alcançada a identificação, tais plantas foram consideradas no cômputo final das parcelas, em termos de densidade e riqueza de espécies.

O resultado final dos indicadores ecológicos da margem esquerda (APP degradada), pertinente a cobertura vegetal e parâmetros dos indivíduos regenerantes, são estão demonstrados a seguir na tabela 1.

Tabela 1. Indicadores ecológicos das parcelas amostrais, margem esquerda (APP degradada).

Nº da Parcela	Cobertura vegetal nativa (%)	Cobertura vegetal exótica (%)	Densidade Regenerantes de Esp. Nativas (ind/ha)	Nº de Esp. Nativas Regenerantes	Densidade Regenerantes de Esp. Exóticas (ind/ha)	Nº de Esp. Exóticas Regenerantes
1	50	50	5000	5	1700	1
2	50	50	1600	6	1700	1
3	56	44	3600	15	0	0
Média	52,00	48,00	3400	9	1133	1
Desv.Pad.	3,46	3,46	1709	6	981	1

Fonte: Autor (2018).

De forma global, nas três parcelas da margem esquerda foram amostrados 136 indivíduos regenerantes distribuídos em 20 espécies (19 nativas e 1 exótica) presentes em 11 famílias botânicas. A densidade média absoluta foi de 4.400 plantas regenerantes por hectare, sendo 3.267 ind./ha para espécies nativas e 1.133 ind./ha de uma única espécie exótica (*Syzygium cumini* (L.) Skeels).

Na amostragem da margem esquerda, as famílias com maior número de exemplares nativos regenerantes foram Anacardiaceae (45 indivíduos), Fabaceae (15 indivíduos), Myrtaceae (12 indivíduos), Urticaceae (11 indivíduos). Neste computo, não foi contabilizado a espécie exótica (*Syzygium cumini* (L.) Skeels).

As espécies com maior número de indivíduos regenerantes na amostragem foram *Tapirira guianensis* Aubl. (44 indivíduos), *Syzygium cumini* (L.) Skeels - exótica (34 indivíduos), *Cecropia pachystachya* Trécul (11 indivíduos), *Psidium guajava* L. (10 indivíduos), *Albizia niopoides* (Benth.) Burkart (9 indivíduos) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (6 indivíduos).

Na região das parcelas, o percentual de cobertura da terra entre espécies nativas e exóticas é bastante similar, atingindo valores médios de 52% e 48%, respectivamente.

Vale ressaltar que as parcelas na margem esquerda foram alocadas bastante próximas da linha limítrofe entre o terreno encharcado e bem drenado. Nesta faixa encontra-se a situação melhor em termos de cobertura florestal e indivíduos regenerantes. Ou seja, os resultados obtidos por estas três parcelas não refletem a realidade de toda vertente à montante, sendo que, quanto maiores as cotas topográficas, menor a incidência de uma biomassa regenerante e maior será a cobertura da terra por gramíneas exóticas invasoras.

Os valores de referência utilizados para atestar a recomposição, trazidos pela Resolução SMA 32/2014 (Anexo II), indicam que, para mata ciliar em região de cerrado, a cobertura da terra com vegetação nativa deve estar acima de 80% e o número de espécies nativas regenerantes acima de 30. Conclui-se assim que a situação da margem esquerda está aquém dos parâmetros mínimos estabelecidos pela norma, já que aonde a vegetação apresenta melhores condições, atingiu os valores médios de 52% de cobertura vegetal nativa e riqueza de 19 espécies nativas regenerantes. Diante disso, em termos de restauração ecológica desta margem, indica-se o monitoramento da área e a aplicação ações específicas que visem o alcance dos parâmetros mínimos.

Já na margem oposta, onde há fisionomia florestal fechada e APP preservada, o resultado final em termos de regeneração natural foi sintetizado e apresentado a seguir. A tabela

2 mostra os parâmetros de cobertura vegetal, densidade de regenerantes e a riqueza de espécies obtidos nas parcelas amostrais da margem direita do córrego Água da Ressaca.

Tabela 2. Indicadores ecológicos das parcelas amostrais, margem direita (APP preservada).

Nº da Parcela	Cobertura vegetal nativa (%)	Cobertura vegetal exótica (%)	Densidade Regenerantes de Esp. Nativas (ind/ha)	Nº de Esp. Nativas Regenerantes	Densidade Regenerantes de Esp. Exóticas (ind/ha)	Nº de Esp. Exóticas Regenerantes
4	94	6	6300	26	100	1
5	80	20	4400	24	0	0
6	100	0	9000	26	0	0
Média	91,33	8,67	6567	25	33	0
Desv.Pad.	10,26	10,26	2312	1	58	1

Fonte: Autor (2018).

A análise global das parcelas da margem direita indica que foram amostrados 198 indivíduos regenerantes distribuídos em 55 espécies (54 nativas e 1 exótica) presentes em 24 famílias botânicas. A densidade média absoluta atingiu 6.600 indivíduos por hectare, sendo 6.567 ind./ha para espécies nativas e 33 ind./ha de uma única espécie exótica (*Mangifera indica* L.).

Na margem esquerda, a amostragem apontou que as famílias com maior número de plantas regenerantes foram Myrtaceae (24 indivíduos), Siparunaceae (22 indivíduos), Rubiaceae (18 indivíduos), Lauraceae (18 indivíduos), Burseraceae (17 indivíduos), Fabaceae (13 indivíduos), Sapindaceae (10 indivíduos) e Erythroxylaceae (9 indivíduos).

As espécies com maior número de exemplares regenerantes na amostragem foram *Siparuna guianensis* Aubl. (22 indivíduos), *Ocotea pulchella* (Nees & Mart.) Mez (18 indivíduos), *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (17 indivíduos), *Myrsine umbellata* Mart. (16 indivíduos), *Calypttranthes lucida* Mart. ex DC. (14 indivíduos), *Matayba elaeagnoides* Radlk. (10 indivíduos) e *Erythroxylum pelleterianum* A.St.-Hil. (9 indivíduos).

Quanto aos valores de referência do Anexo II da Resolução SMA 32/2014 para mata ciliar em região de cerrado, nota-se que os de cobertura da terra com vegetação nativa suplantam o mínimo de 80% da norma, atingindo na média 91,33%. Da mesma forma, a riqueza de espécies regenerantes identificada nas 3 parcelas da margem direita é de 54 espécies nativas, sendo superior ao mínimo de 30 estabelecido pela referida norma. Conclui-se que de modo geral o cerradão ali existente está íntegro e com condições plenas de se perpetuar ao longo do tempo.

Em anexo são apresentadas as tabelas detalhadas de cada uma das margens do córrego estudadas, sendo especificada todas as espécies identificadas, quantidade e família.

6.4 CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO

Com o objetivo de ampliar o conhecimento da vegetação existente no contexto da área de interesse para criação do Parque Municipal, nas mesmas parcelas descritas no tópico anterior, realizou-se o levantamento dos exemplares arbóreos com diâmetro igual ou maior que 5 centímetros (medidos a 30 cm da superfície do terreno). Além da identificação das espécies nativas e exóticas, procedeu-se para cada uma delas com a determinação de densidade arbórea (ind./ha) e área basal (m^2/ha), parâmetros estes utilizados na caracterização da vegetação do cerrado, conforme Lei Estadual nº 13.550/2009 e Resolução SMA 64/2009.

Os valores médios obtidos junto das parcelas amostrais da margem esquerda (APP degradada) expressam uma densidade média de 267 ind/ha e a área basal média de 3,66 m^2/ha para as espécies nativas. Nesta margem, chama atenção os resultados dos mesmos parâmetros para as espécies exóticas, com densidade média de 200 ind/ha e área basal de 4,61 m^2/ha . Ou seja, as densidades são bastante similares e os valores de área basal expressam que os maiores diâmetros de caule são dos exemplares de espécies exóticas, em grande parte, influenciado por árvores de *Pinus elliottii* Engelm.

Quanto aos valores encontrados para margem direita, onde é avistada a vegetação mais íntegra, os resultados médios de densidade e área basal foram respectivamente, 1.267 ind/ha e 29,32 m^2/ha . Apesar de não terem sido cadastradas exemplares de espécies exóticas nestas parcelas, identificou-se alguns bosques nas proximidades do canal fluvial, formados por agrupamentos de *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Pinus elliottii* Engelm.

As tabelas 3 e 4 apresentam os parâmetros legais para caracterização da vegetação do cerrado nas margens direita e esquerda do córrego, segundo a Resolução SMA 64/2009.

Tabela 3. Parâmetros encontrados na margem esquerda (APP degradada).

Nº da Parcela	Espécies Arbóreas Nativas			Espécies Arbóreas Exóticas		
	Nº de Indivíduos Arbóreos (DAP>5cm)	Densidade (ind./ha)	Área Basal (m²/ha)	Nº de Indivíduos Arbóreos (DAP>5cm)	Densidade (ind./ha)	Área Basal (m²/ha)
1	0	0	0,00	2	200	0,75
2	5	500	6,22	0	0	0,00
3	3	300	4,76	4	400	13,09
Média	3	267	3,66	2	200	4,61
Desv.Padrão	2,5	252	3,25	2,0	200	7,35
Total	8	800	10,98	6	600	13,83

Fonte: Autor (2018).

Tabela 4. Parâmetros encontrados na margem direita (APP preservada).

Nº da Parcela	Espécies Arbóreas Nativas			Espécies Arbóreas Exóticas		
	Nº de Indivíduos Arbóreos (DAP>5cm)	Densidade (ind./ha)	Área Basal (m²/ha)	Nº de Indivíduos Arbóreos (DAP>5cm)	Densidade (ind./ha)	Área Basal (m²/ha)
4	9	900	28,95	0	0	0,00
5	19	1900	27,15	0	0	0,00
6	10	1000	31,85	0	0	0,00
Média	13	1267	29,32	0	0	0,00
Desv.Padrão	5,5	551	2,37	0,0	0	0,00
Total	38	3800	87,95	0	0	0,00

Fonte: Autor (2018).

Com base no Art. 3º da Resolução SMA 64/2009 é possível proceder com a classificação dos estágios sucessionais de regeneração do cerrado considerando os parâmetros de densidade de indivíduos e área basal por hectare. Portanto, considerando os valores obtidos em cada uma das margens do córrego, pode-se concluir que a margem esquerda e direita compreendem vegetação do Cerradão nos estágios inicial e avançado de regeneração, respectivamente. A seguir, transcreve-se o Art. 3º da Resolução SMA 64/2009, que dispõe sobre o detalhamento das fisionomias da vegetação de cerrado e de seus estágios de regeneração.

Artigo 3º - para fins de licenciamento e fiscalização a classificação dos estágios sucessionais de regeneração do cerrado na fisionomia Cerradão e Cerrado stricto sensu utiliza como referência a estrutura das fisionomias naturais e acompanha os seguintes descritores:

I - estágio inicial de regeneração: densidade entre 100 e 500 indivíduos de espécies lenhosas por hectare com diâmetro do caule igual ou superior a 5 cm na altura de 30 cm acima do nível do solo e ocupação de mais de 80% da área por gramíneas exóticas.

II - estágio médio de regeneração: 500 a 1.000 indivíduos de espécies lenhosas por hectare com diâmetro do caule igual ou superior a 5 cm na altura de 30 cm acima do nível do solo e menos de 80% da área ocupada por gramíneas exóticas.

III - Cerrado stricto sensu em estágio avançado de regeneração: densidade superior a 1.000 indivíduos de espécies lenhosas por hectare com diâmetro do caule igual ou superior a 5 cm (medido a altura de 30 cm acima do nível do solo), área basal entre 5 e 10 m² ha⁻¹, cobertura do solo por gramíneas nativas superior a 20% da área.

IV - Cerradão em estágio avançado de regeneração: densidade superior a 1.000 indivíduos de espécies lenhosas por hectare com diâmetro do caule igual ou superior a 5 cm na altura de 30 cm acima do nível do solo, área basal superior a 10 m² ha⁻¹ e ausência de gramíneas nativas.

Não se pode olvidar da presença das espécies exóticas invasoras *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Pinus elliottii* Engelm. O potencial invasor de cada uma delas pode ser comprovado pela presença de exemplares regenerantes na região do futuro Parque Municipal. Tais espécies deverão ser monitoradas e definidas estratégias claras visando a extinção destas no processo de restauração ecológica.

Tabela 5. Síntese da diversidade de espécies e origem, levantada nas parcelas amostrais.

Família/espécie	Origem
ANACARDIACEAE	
<i>Mangifera indica</i> L.	Exótica
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Nativa
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Nativa
ANNONACEAE	
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Nativa
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	Nativa
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Nativa
APIACEAE	
<i>Eryngium horridum</i> Malme.	Nativa
APOCYNACEAE	
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Nativa
<i>Forsteronia glabrescens</i> Mu. ll.Arg.	Nativa
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	Nativa
ARALIACEAE	
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	Nativa
ASTERACEAE	
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Nativa
<i>Vernonanthura</i> sp	Nativa
BIGNONIACEAE	
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Nativa
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	Nativa
BORAGINACEAE	

<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Nativa
BROMELIACEAE	
<i>Billbergia zebrina</i> (Herb.) Lindl.	Nativa
BURSERACEAE	
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Nativa
CELASTRACEAE	
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Nativa
CLUSIACEAE	
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	Nativa
COMBRETACEAE	
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	Nativa
CONNARACEAE	
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Nativa
CONVOLVULACEAE	
<i>Ipomoea virgata</i> Meisn.	Nativa
CYPERACEAE	
<i>Rhynchospora exaltata</i> Kunth	Nativa
EBENACEAE	
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	Nativa
ERYTHROXYLACEAE	
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	Nativa
EUPHORBIACEAE	
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Nativa
FABACEAE	
<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burkart	Nativa
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	Nativa
<i>Andira vermifuga</i> Benth.	Nativa
<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Nativa
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Nativa
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Nativa
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Nativa
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Nativa
LACISTEMATACEAE	
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	Nativa
LAURACEAE	
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	Nativa
MALPIGHIACEAE	
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	Nativa
MALVACEAE	
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Nativa
MELASTOMATACEAE	
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	Nativa
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Nativa
MELIACEAE	
<i>Cedrela odorata</i> L.	Nativa
MORACEAE	

<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	Nativa
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Tre´cul	Nativa
MYRTACEAE	
<i>Calyptanthus lucida</i> Mart. ex DC.	Nativa
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	Nativa
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Nativa
<i>Myrcia bella</i> Cambess.	Nativa
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Nativa
<i>Psidium guajava</i> L.	Nativa
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Exótica
ONAGRACEAE	
<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H.Hara	Nativa
ORCHIDACEAE	
<i>Catasetum fimbriatum</i> (C.Morren) Lindl.	Nativa
PASSIFLORACEAE	
<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	Nativa
PERACEAE	
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Nativa
PINACEAE	
<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	Exótica
POACEAE	
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Nativa
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Exótica
POLYGONACEAE	
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Nativa
PRIMULACEAE	
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Nativa
PTERIDACEAE	
<i>Adiantum</i> sp	Nativa
RUBIACEAE	
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Nativa
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Benth. & Hook.f. ex Müll.Arg.	Nativa
<i>Psychotria capitata</i> Ruiz & Pav.	Nativa
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Nativa
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	Nativa
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	Nativa
RUTACEAE	
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Nativa
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A.Juss. ex Mart.	Nativa
SAPINDACEAE	
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Nativa
SMILACACEAE	
<i>Smilax polyantha</i> Griseb.	Nativa
SIPARUNACEAE	
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Nativa
SOLANACEAE	

<i>Solanum</i> sp	Nativa
URTICACEAE	
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Nativa
VOCHYSIACEAE	
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Nativa
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Nativa
ZINGIBERACEAE	
<i>Hedychium coronarium</i> J.Koenig	Exótica

Fonte: Autor (2018).

7. PROPOSTA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Após as etapas de diagnóstico de trecho do córrego Água da Ressaca, o estudo apresenta uma proposta metodológica para restauração ecológica que poderá apoiar o poder público nas ações de recuperação das áreas degradadas dentro do polígono de interesse para instituição do Parque Municipal.

Considerando a nucleação como o paradigma da restauração (REIS *et al*, 2006), a seguir são alvitadas diversas ações e atividades que atuarão como “gatilhos ecológicos”, proporcionando uma série de fluxos naturais e criando uma diversidade de espaços como oportunidade para a regeneração natural.

Apesar da presente proposta estar direcionada à restauração ecológica de áreas inseridas na região das Áreas Verdes e Institucionais dos Villaggios II e III, estas recomendações poderão ser facilmente adaptadas para outras áreas do Parque.

Na sequência, a figura 25 retrata a representação gráfica de cada uma das áreas propostas para restauração.

O quadro 9 destaca tais áreas especificando a sua localização, fisionomia, situação atual, tamanho das áreas e, por fim, a estratégia de restauração ecológica adotada. Optou-se por ações e atividades que poderão ser empregadas rapidamente, sem exigir períodos prévios de preparo.

A figura 26, demonstra vistas de cada uma destas áreas (ID), localizadas nas margens direita e esquerda do córrego Água da Ressaca.

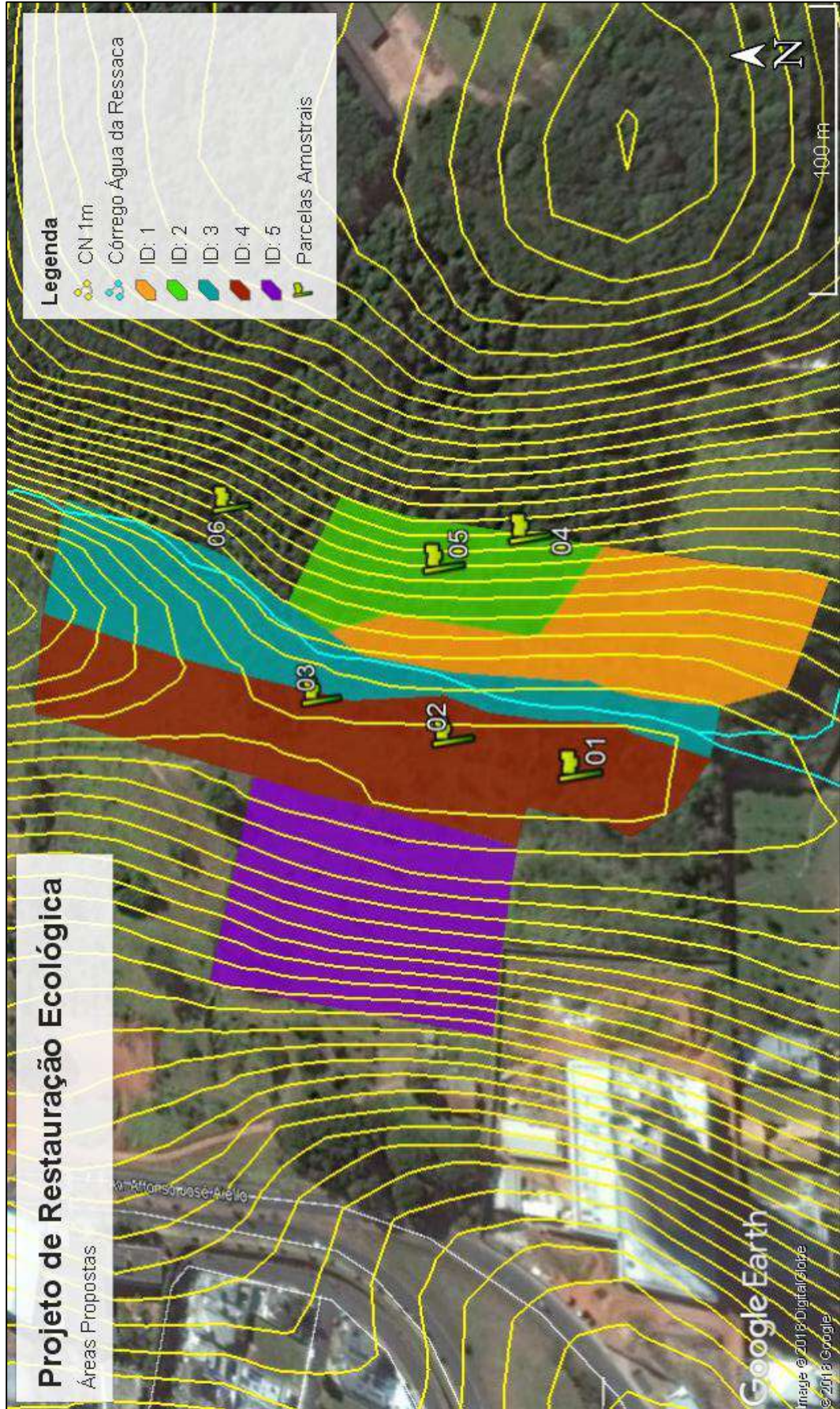


Figura 25. Representação gráfica das diferentes Áreas (ID) propostas à restauração.

Elaboração: Autor (2018). Fonte: Google Earth Pro.

Quadro 9. Áreas e respectivas estratégias adotadas à restauração ecológica.

Margem	ID	Local	Fisionomia	Situação Atual	Área (hectare)	Estratégia
Direita	1	APP / ARIE	Aberta / Fechada	Exemplares arbóreos de grande porte (pínus e jambolão), infestação de gramíneas exóticas e ausência de regeneração natural ou sub-bosque	0,63	Morte em pé (anelamento) dos agrupamentos de pínus e jambolão; nucleação (ilhas de diversidade) e adubação verde
	2	ARIE	Fechada	Reflorestamento heterogêneo pretérito, sobosque regenerante com grande densidade e riqueza de espécies nativas típicas do Cerradão e espessa camada de serapilheira	0,50	Coleta de solo, serapilheira e banco de sementes para sua transposição
Esquerda	3	APP / AV e AI	Aberta / Fechada	Mata de brejo com estrato herbáceo predominante e exemplares arbóreos de espécies nativas e exóticas	1,04	Isolamento e Corte total dos indivíduos juvenis de pínus e jambolão
	4	APP / AV e AI	Aberta	Elevada infestação de gramíneas exóticas, com expressiva regeneração natural e indivíduos juvenis de espécies arbórea-arbustivas (nativos e exóticos)	1,35	Corte total dos indivíduos juvenis de pínus, leucena e jambolão; nucleação (ilhas de diversidade); adubação verde; condução da regeneração natural, núcleos de galharia
	5	AV	Aberta	Solo exposto, com elevada infestação de gramíneas exóticas, ausência de regeneração natural e presença de exemplares arbóreos esparsos (nativos e exóticos)	1,11	Descompactação do solo (subsolador); Corte total dos indivíduos juvenis de pínus, leucena e jambolão, transposição de solo, serapilheira e banco de sementes; nucleação (ilhas de diversidade), adubação verde, núcleos de galharia
Total:					4,63	

Fonte: Autor (2018).

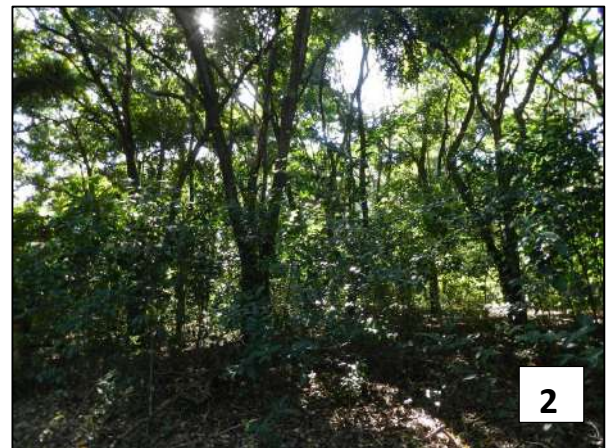


Figura 26. Vistas das diferentes áreas (ID) envolvidas na proposta de restauração ecológica.

Fonte: Autor (2018).

7.1 ISOLAMENTO

Toda intenção de recuperar uma área deve ser precedida de uma análise dos fatores de perturbação que evitam ou prejudicam a dinâmica natural de alcance de sua revegetação. Assim, o isolamento da área evitando-se a circulação de pessoas e animais, na maioria das vezes, torna-se determinante para o sucesso da empreitada.

No caso em tela, durante todo trabalho de campo não foi observado indícios recentes de circulação de pessoas ou animais na faixa restaurada. Entretanto, como medida de precaução poderá ser executado o cercamento da área, visando minimizar as chances de degradação, pisoteio e/ou depredação. Tal medida poderá ser aplicada na delimitação de toda área do Parque Municipal.

Recomenda-se a utilização de mourões de eucalipto tratado com diâmetro entre 6 a 10 cm e o uso de arame liso (5 a 8 fios), fixados com grampos-de-cerca. O espaçamento entre mourões poderá ser de 2,20 x 2,20 metros.

7.2 CONDUÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL

Conforme apresentado ao longo deste trabalho, a avaliação da regeneração natural é o primeiro reconhecimento que se faz de uma área qualquer, quando há o interesse de se alcançar a sua restauração ecológica.

Destarte, quando se prevê a aplicação de diversas técnicas de restauração que envolvam grande circulação de pessoas, equipamentos, insumos e o trânsito de maquinários na área, o reconhecimento e a preservação da biomassa regenerante possibilita maiores chances deste potencial natural de reabilitação se manifestar.

De acordo com a literatura, a condução da regeneração natural faz-se simplesmente pelo controle periódico das plantas competidoras, tais como, gramíneas exóticas e lianas em desequilíbrio. Este controle pode ser feito de forma mecânica ou químico. Nesta proposta, a recomendação é que esta condução seja feita mediante o coroamento dos indivíduos regenerantes. O raio capinado deverá ter a dimensão de 0,5 a 1 metro ao redor da planta, dando-se muita atenção para que outras espécies nativas sejam poupadas (Foto 32).

Ações complementares também poderão ser desenvolvidas, tais como o tutoramento das plantas e a adubação de cobertura, que de forma convencional, compreende a aplicação de adubo granulado, como por exemplo, 200 gramas/muda da fórmula NPK 20-00-20. A foto 33 retrata a operação de adubação da muda.



Foto 32. Coroamento da regeneração.

Fonte: Autor (julho/2012).



Foto 33. Adubação de cobertura.

Fonte: Autor (dezembro/2011).

Apesar desta atividade estar sendo indicada para áreas que demonstram expressiva regeneração natural, é recomendável que esta ação se estenda para todas as áreas inseridas na proposta de restauração, já que, apesar de existirem áreas com ausência biomassa regenerante, pode ocorrer que até o início desta atividade já tenham surgido alguns exemplares. Vale lembrar que não somente as plantas arbóreas juvenis deverão ser conduzidas, como também, as plantas herbáceas e arbustivas de espécies nativas.

7.3 CORTE E MORTE DAS ÁRVORES EM PÉ / FORMAÇÃO DE NÚCLEOS DE GALHARIA E POLEIROS PARA AVIFAUNA

Visando a retirada total dos povoamentos arbóreos exóticos com potencial invasor, nas áreas destinadas à restauração, serão indicados procedimentos para o anelamento ou corte destas árvores. A diferenciação de qual destas técnicas aplicar em campo está diretamente relacionada com o porte de cada uma destas árvores e a presença ou não de regeneração natural no seu entorno. Assim, a tomada de decisão sempre deverá ser precedida de uma análise que busque minimizar os impactos e danos à regeneração natural ali presente.

Para este projeto prioriza-se o anelamento e a morte em pé das árvores exóticas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. *Pinus elliottii* Engelm e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., existentes na Margem Direita do córrego Água da Ressaca, no trecho da ARIE. Por este povoamento de arvores exóticas, próximos ao canal fluvial, estar adjunto ao grande fragmento de Cerradão, tal medida evitará danos relevantes à comunidade nativa regenerante do sobosque. Aliás, esta técnica impedirá mudanças repentinas no dossel destas áreas e no regime de luz, que por consequência, poderá favorecer uma rápida infestação por gramíneas invasoras.

O anelamento das árvores exóticas indesejadas poderá ser realizado utilizando-se de machado, facão ou motosserra, mediante a remoção da casca externa e interna em toda volta da árvore, em largura usual de 30 centímetros. Já a profundidade desta remoção da casca sobre o lenho da árvore poderá ser variável considerando principalmente, o diâmetro do caule, evitando assim, riscos de acidentes pela queda da árvore. Para exemplares de grande porte e diâmetros superiores a 40 centímetros, o anelamento poderá alcançar de 5 a 10 centímetros de profundidade no lenho.

De acordo com Brancalion et al. (2015), a retirada de uma parte da seção transversal do tronco onde se encontra o floema, impedirá a condução de seiva elaborada das folhas para as raízes da planta, o que acarretará em sua morte. Com a execução do anelamento, espera-se que após cerca de 3 meses, as árvores já tenham suas folhas amareladas e em processo de queda. A morte em pé das árvores exóticas permitirá que estas sirvam de poleiros para avifauna regional.

Em razão da área em restauração estar localizada em uma região de tensão ecológica entre fisionomias típicas de Áreas de Contato e Cerrado, entende-se que o anelamento total em um único momento possibilitará o estabelecimento de espécies típicas do cerrado, já que em grande parte, suas espécies são heliófitas.

Nos anos subsequentes à realização do anelamento deve-se evitar a circulação de pessoas pela área em dias onde haja incidência de ventos e ventanias. Tal precaução se deve ao maior risco de queda de troncos e das próprias árvores aneladas, as quais iniciarão processo de senescência e apodrecimento.

Já na Margem Esquerda, os exemplares arbóreos indesejados apresentam seu desenvolvimento em estágios mais juvenis e amplitude diamétrica entre 5 e 25 centímetros. Nesta faixa, indica-se que todos os exemplares arbóreos sejam cortados a uma altura de 30 centímetros da superfície do solo (corte raso). Recomenda-se que nestas ações já sejam cortadas também todas as plântulas e pequenos indivíduos regenerantes das espécies invasoras (pínus, leucena e jambolão).

Paralelamente, o material lenhoso proveniente do corte destas árvores poderá ser utilizado para formação de núcleos de galharias. Para isto, os galhos e troncos deverão ser enleirados até uma altura de 0,5 metros, formando pequenos abrigos artificiais para fauna. Segundo Reis et al. (2003) e Bechara (2006), o enleiramento de galharias, além de fornecer abrigo e alimentação para animais, promove a atuação de decompositores, tendo grande potencial para recuperação de solos após a formação de húmus, ou seja, potencializa a geração de cadeias tróficas e contribui para restauração da área. Os núcleos de galharia poderão ser

formados sobre o próprio toco da árvore abatida, isto poderá facilitar o monitoramento da rebrota das espécies arbóreas indesejáveis.

As fotos 34 e 35 retratam vistas do procedimento de anelamento das árvores de grande porte e o enleiramento de galharias proveniente do abate das árvores com potencial invasor.



Foto 34. Anelamento do caule.
Fonte: Drezza (2009).



Foto 35. Núcleo de galharia.
Fonte: Minella (2013).

7.4 DESCOMPACTAÇÃO DO SOLO

De acordo com a literatura, deve ser evitada ações de movimentação de terra em áreas típicas de cerrado. Tal fato está relacionado com suas estruturas subterrâneas que desempenham importante função na rebrota e restauração de áreas degradadas. Entretanto, para alguns casos esta técnica poderá ser indicada, em especial, quando o solo se encontra em condições de grande compactação e, após 10 anos de abandono, não evidenciar indícios de sua regeneração natural.

No caso em tela, como fora discutido anteriormente, as Áreas Verdes dos Villaggios II e III, no trecho compreendido entre os limites da APP e a Avenida Affonso Aiello, há sinais evidentes de que houve uma série de movimentações de corte do terreno no ano de 2004 (patamarização). Considerando que desta data até os dias atuais a área esteve abandonada, entende-se que todo potencial de expressão da regeneração natural já tenha sido revelado na paisagem atual.

Nas vistorias este trecho apresenta faixas de solo exposto, grande infestação de gramíneas invasoras do gênero *Brachiaria*, ausência de biomassa regenerante e exemplares arbóreos esparsos, compostos por espécies nativas e exóticas. Certamente, o histórico de movimentação do solo nesta região, além de afetar as estruturas subterrâneas intrínsecas do cerrado, promoveu a perda de horizontes e as camadas superficiais do solo ricas em matéria orgânica (horizontes O e A).

O horizonte A é a camada pedogenética mineral que possui mais húmus e, portanto, é mais rica do ponto de vista de nutrientes e micro-organismos. Sua degradação, por erosão ou por manejo inadequado – como aqueles que utilizam o fogo, que destrói a biota e boa parte do húmus já incorporado -, leva a um decréscimo acentuado da produtividade do ecossistema. Isso porque a maioria dos solos tropicais possui, em sua composição, argilas oxídicas e caulinita, com baixos valores de capacidade de troca de íons. Assim, com a degradação (ou eliminação) desse horizonte, a maior parte das cargas elétricas concentradas no húmus do solo se perde, o que implica a redução da CTC e a alteração de propriedades físicas importantes, como a infiltração da água (LEPSCH, 2011, p.203).

Visando reverter tal situação, indica-se a descompactação do solo através de uso de um trator agrícola 4x4 e o implemento agrícola denominado subsolador. A subsolagem é uma técnica que promove o rompimento de eventuais camadas compactadas do solo, facilitando o desenvolvimento radicular das mudas e aumentando a infiltração de água. Nesta ação, poderá ser usado o subsolador de 3 ou 4 hastes que atinjam uma profundidade média de cinquenta centímetros.

A subsolagem deverá ser executada em nível, ou seja, perpendicular a declividade do terreno. Assim, serão formadas faixas de subsolagem com dez metros de distância uma da outra. Importante destacar que a execução desta ação deverá ser monitorada para que não sejam prejudicados os exemplares arbóreos esparsos, ou seja, o traçado das linhas deverá ser interrompido quando coincidir com agrupamentos ou indivíduos arbóreos de espécies nativas. A foto 36 retrata o preparo de uma área com o uso de um trator agrícola e subsolador (composto por quatro hastes).



Foto 36. Execução de subsolagem.

Fonte: Autor (janeiro/2011).

7.5 ADUBAÇÃO-VERDE

A técnica da adubação-verde está associada a criação de uma cobertura com espécies anuais que comumente é utilizada para preservar e/ou melhorar a fertilidade das terras agrícolas (CHAVES & CALEGARI, 2001). A sua utilização consorciada com as ações de restauração florestal tem ganhado importância, pois em síntese, visa:

- *proteger o solo contra o super aquecimento provocado pela irradiação direta do sol;*
- *reduzir a infestação das gramíneas invasoras;*
- *proteger o solo contra o impacto direto das chuvas;*
- *aumentar o sistema radicular vertical e horizontal das plantas na área do plantio favorecendo a infiltração de água no solo;*
- *fornecer biomassa para o solo, auxiliando na sua bio-estruturação e na ciclagem de nutrientes;*
- *fornecer nitrogênio orgânico e substância de crescimento às mudas nativas;*
- *aumentar a biodiversidade local, tanto pela diversificação das culturas plantadas como pela atração de fauna (microflora do solo e agentes polinizadores) etc.*

Segundo PRIMAVESI (1987), o solo grumoso é aquele que apresenta substâncias agregantes fornecidas pela matéria orgânica, com bioestrutura estável à ação das chuvas. Neste solo o calor superficial provoca a ascensão de água à superfície. Entretanto, em solo adensado e encrostado, onde a infiltração é deficiente, a seca é total e o calor é pronunciado. Quanto maior o calor que alcança o solo, tanto mais prejudicial para a raiz, que não consegue desenvolver-se nessa camada do solo por falta absoluta de água. Consequentemente, a absorção de água e nutrientes é prejudicada e a parte aérea da planta acompanha a raiz tendo rendimento reduzido. Crostas superficiais impedem a infiltração da água. Onde a água não infiltra, ou em uma pequena quantidade, ela escorre. Como destaca Ana Primavesi “não é a água que cai da chuva, mas a água que infiltra no solo que faz as plantas crescer”.

Os solos tropicais apresentam naturalmente uma pequena fração de matéria orgânica, daí a importância da incorporação de materiais externos, como adubos orgânicos e adubos verdes a estes solos. A matéria orgânica do solo é o produto da acumulação de resíduos de plantas e animais parcialmente decompostos e re-sintetizados. Esses materiais, em ativo estado

de decomposição, são submetidos ao ataque contínuo de microrganismos, gerando a ciclagem dos nutrientes. Assim, trabalha-se o solo como um organismo vivo.

Dentre as diversas espécies anuais passíveis de serem utilizadas como adubo-verde, as plantas leguminosas têm ganhado preferência entre seus praticantes e uma das principais razões é a fixação de N² atmosférico pela ação nitrificante das bactérias, especialmente do gênero *Rhizobium*, que se associam com as raízes destas plantas, fornecendo-lhe o nitrogênio e recebendo o carboidrato em troca. O nitrogênio é tido como o nutriente que mais limita o crescimento de plantas nos trópicos, por isso é um dos principais alvos da adubação verde (PERIN *et. al.* 2004).

As leguminosas também produzem grande quantidade de biomassa e suas raízes são pivotantes, favorecendo a captura de nutrientes presentes em camadas profundas do solo. Após o processo de decomposição da biomassa destas leguminosas, os nutrientes serão disponibilizados para o desenvolvimento das mudas de árvores nativas.

Neste projeto, a utilização desta técnica é indicada nas áreas de grande infestação de gramíneas invasoras e ainda, nas áreas onde o solo se encontra compactado, degradado e desprovido de matéria orgânica. Destarte, a técnica será direcionada para os locais onde a fisionomia da vegetação é aberta, e a infestação de gramíneas invasoras suplanta 50% da superfície do solo. A aplicação desta técnica na presente proposta de restauração ecológica se dará de duas maneiras.

A primeira delas consiste no plantio da espécie feijão-guandu (*Cajanus cajan*) nas linhas onde ocorrerá a subsolagem (espaçamento de 10 metros entre linhas). Neste caso, as sementes deverão ser plantadas ao longo de cada linha, sendo colocada uma semente a cada 7 centímetros. O feijão-guandu é uma planta leguminosa arbustiva anual ou semiperene, com caule lenhoso e uma raiz principal pivotante que pode penetrar profundidades superiores a um metro (HAAG, 1986). Capaz de romper camadas adensadas do solo, esta espécie é denominada “pé de arado”, característica esta que lhe garantiu a denominação de “arado biológico” (NENE & SHEILA, 1990).

Além de todos os benefícios já citados acima, o preenchimento destas linhas com o feijão-guandu criará linhas de até 200 metros de comprimento, formando uma cortina verde na paisagem que poderá suplantiar dois metros de altura, servindo de quebra-vento e de poleiros para a avifauna, e ainda, atraindo consumidores e polinizadores.

A segunda aplicação da adubação verde na área consiste na formação de um coquetel de espécies anuais que será implantado em faixas de 4 x 50 metros (200 m²), conforme Bechara

(2006). O mesmo autor define que para restauração em larga escala é recomendado a implantação de 5 faixas de coberturas anuais por hectare, ou seja, um total de 1000 m²/hectare.

A quantidade de sementes nesta proposta foi definida com base na experiência profissional do autor, tendo sido observado em outros plantios que 100 quilogramas de sementes seria o suficiente para cobertura do solo de 1 hectare. Considerando que a ação de adubação verde foi indicada como estratégia para restauração das áreas denominadas 1, 4 e 5 e que estas três juntas representam uma área total de 3,09 hectares, dos quais, 3000 m² receberão o tratamento com o coquetel de espécies de adubação verde para cobertura do solo, estima-se que serão necessários 37 kg de sementes. Para composição deste coquetel são indicadas as espécies: temoço-branco (*Lupinus albus*), crotalária (*Crotalaria ochroleuca*), girassol (*Helianthus annuus*) e milheto (*Pennisetum glaucum*).

Em função da época de execução da adubação verde e disponibilidade destas no mercado, a composição de espécies poderá ser alterada. O quadro 10 retrata as espécies recomendadas nesta proposta e suas respectivas quantidades.

Quadro 10. Coquetel de adubação verde.

Nome popular	Nome científico	Família	Qtde. (Kg)	Aplicação
tremoço-branco	<i>Lupinus albus</i>	Leguminosae	10	Faixas de cobertura do solo
crotalária	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	Leguminosae	7	Faixas de cobertura do solo
girassol	<i>Helianthus annuus</i>	Asteraceae	7	Faixas de cobertura do solo
milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	Graminea	6	Faixas de cobertura do solo
feijão-guandu	<i>Cajanus cajan</i>	Leguminosae	7	Linhas de subsolagem

Fonte: Autor (2018).

As faixas de cobertura com adubação verde (faixas de 4 x 50 metros) devem ser alocadas, preferencialmente nas manchas sem regeneração e sua implantação deve ser precedida da ação de capina seletiva de gramíneas exóticas invasoras. Esta capina poderá ser realizada manualmente com o uso de enxadas ou mecanizada, mediante o gradeamento destas faixas com o uso de um trator agrícola e uma grade dentada. Havendo quaisquer plantas regenerantes de espécies arbóreas, arbustivas, herbáceas e trepadeiras nas faixas, estas deverão ser preservadas e poupadas da capina.

Após a etapa de capina, o coquetel de sementes deverá ser imediatamente misturado em um recipiente e na sequência, a semeadura deverá ser executada à lanço. Ou seja, as faixas

deverão ser percorridas lançando as sementes e buscando o melhor recobrimento de cada um dos trechos capinados. Recomenda-se que a semeadura ocorra em períodos chuvosos, favorecendo sua germinação. Vale ressaltar que a diversidade de espécies anuais forrageiras no sistema, minimizará o ataque de formigas cortadeiras nas mudas arbóreas implantadas.

As fotos 37 a 40 demonstram a preparação do coquetel de adubo verde, a execução da semeadura à lanço, a germinação do tremoço-branco e a cobertura do solo com espécies anuais após 4 meses do plantio.



Foto 37. Sementes de adubo verde.
Fonte: Autor (março/2012).



Foto 38. Semeadura à lanço.
Fonte: Autor (março/2012).



Foto 39. Germinação de tremoço-branco.
Fonte: Autor (abril/2012).



Foto 40. Cobertura com espécies anuais.
Fonte: Autor (julho/2012).

7.6 TRANSPOSIÇÃO DE SOLO, SERAPILHEIRA E BANCO DE SEMENTES

Considerando o grau de degradação do solo observado na margem esquerda do córrego Água da Ressaca, o que envolve um histórico de movimentações de terra e perda da camada orgânica, é indicado nestes pontos a aplicação da técnica de transposição de solo, serapilheira e banco de sementes.

Nesta técnica, busca-se restaurar a biota do solo (micro, meso e macro fauna/flora), propiciando diversas formas de vida vegetal e animal na área. Assim, são resgatadas sementes, propágulos, microorganismos, fungos, bactérias, minhocas, algas, advindos de fragmentos de vegetação da região (REIS *et al.*, 2006).

Para aplicação desta técnica, indica-se a coleta de 20 porções de solo de 1 m²/cada junto de áreas naturais conservadas. Nesta proposta recomenda-se que as coletas ocorram no interior da ARIE (margem direita), nas proximidades da antiga empresa desativada de envase de água, onde atualmente há um grande fragmento de cerradão e um trecho de plantio heterogêneo pretérito. Dentro da mata, deve-se considerar uma distância média de 5 metros entre os pontos de coleta. Segundo Bechara (2006), em cada porção deverá ser retirado os primeiros 5-8 centímetros de camada superficial do solo e serapilheira, camada esta onde se concentram a maioria dos propágulos do banco de sementes.

Após a coleta das porções de terra, o material deverá ser imediatamente levado e depositado na superfície do solo da área restaurada (margem oposta do córrego). Não se pode olvidar que o material transposto é originário de condições climáticas díspares do local de destino. Assim, modificações bruscas na luminosidade e insolação poderá resultar na destruição da biota do solo, reduzindo a eficácia da técnica (MINELLA, 2013). Por esta razão é recomendado que a deposição do material coletado na área objeto da restauração ocorra na superfície do solo, sob as copas de árvores isoladas e esparsas no terreno, o que aumentará as chances de sobrevivência da microbiota do solo e os macroinvertebrados transpostos que poderão incrementar o processo de ciclagem de nutrientes. A foto 41 mostra a serapilheira no interior do fragmento da ARIE. Já a foto 42 evidencia o aspecto de uma transposição de solo recém executada.



Foto 41. Serapilheira no interior da mata.

Fonte: Autor (junho/2017).



Foto 42. Aspecto da transposição de solo.

Fonte: Minella (2013).

7.7 PLANTIO DE ÁRVORES EM GRUPOS DE ANDERSON

Dentre as técnicas de nucleação, quando se objetiva a introdução de mudas de árvores, a formação de grupos de Anderson (1953) é a técnica mais difundida e aplicada nos projetos de restauração. Trata-se de um modelo onde cinco mudas são plantadas adensadas (espaçamento 0,5 x 0,5 metros), formando pequenos grupos em formato de “+” (REIS et al., 2006).

Considerando que a região estudada se situa em uma área de tensão ecológica entre áreas de transição e cerrado, e ainda, tendo em vista o gradiente fisionômico do cerrado apresentado em capítulos anteriores, entende-se que quaisquer iniciativas de restauração devam privilegiar a formação de fisionomias mais abertas do cerrado. Tal decisão faz-se necessário para que não ocorra o sombreamento precoce da área e, conseqüentemente, não sejam saltadas as primeiras fases serais de formação da comunidade vegetal, compostas por diferentes sinúsias de comportamento heliófilo.

Diante disso, a tomada de decisão, no que concerne a quantidade de grupos de Anderson a ser implantada e o respectivo espaçamento entre grupos, apoiou-se no item I do Art. 3º da Resolução SMA 64/2009. Neste sentido, entende-se que a introdução de mudas no ambiente não poderá superar a densidade típica do estágio inicial de regeneração, ou seja, entre 100 e 500 indivíduos de espécies lenhosas por hectare.

Neste prisma, foi elaborada o quadro 11 que traz a quantidade de grupos de Anderson por hectare, a área ocupada por cada um dos grupos e proposta de espaçamentos que poderão ser utilizados em campo, visando atender a densidade característica do estágio inicial do cerrado.

Quadro 11. Grupos de Anderson aplicados para restauração do cerrado.

Densidade (mudas/ha)	Nº de grupos com 5 mudas	Área (m²) ocupada por cada grupo de Anderson em 1 hectare	Espaçamento aprox. entre grupos
100	20	500	22 x 22 m
200	40	250	16 x 16 m
300	60	167	13 x 13 m
400	80	125	11 x 11 m
500	100	100	10 x 10 m

Fonte: Autor (2018).

Nesta proposta, será recomendada a implantação de 100 grupos de Anderson por hectare, ou seja, um grupo a cada 100 metros quadrados (espaçamento 10 x 10 m), o que equivale a densidade de 500 mudas/ha. Sugere que estes grupos sejam mistos, o que significa implantar cinco diferentes espécies em um único grupo de Anderson.

Considerando que três áreas da restauração ecológica contemplarão a implantação dos grupos de Anderson (Áreas: 1, 4 e 5) e que estas perfazem um total de 3 hectares, conclui-se que serão necessárias 1.500 mudas, ou seja, o equivalente a 300 grupos de Anderson.

A escolha da diversidade utilizada nos grupos de Anderson seguiu o “*Quadro de Espécies recomendadas para plantio visando à recuperação da vegetação de cerrado no Estado de São Paulo*”, conforme Durigan *et al* (2011). Neste sentido, foram priorizadas as espécies classificadas como “raras” em termos de abundância na natureza.

Tais espécies foram identificadas na listagem das espécies do Anexo V da antiga Resolução SMA 08/2008. Assim, foram privilegiadas as espécies de ocorrência natural no ecossistema do cerrado (CER) e típicas da região ecológica do centro do Estado (CE). Ademais, são indicadas a categoria de ameaça e síndrome de dispersão (vide Quadro 12). Observa-se o predomínio de espécies frutíferas, o que auxiliará na atração da fauna silvestre.

Havendo a indisponibilidade de algumas destas espécies nos viveiros comerciais, a listagem poderá sofrer alterações, se apoiando nas espécies identificadas na área em estudo ou na diversidade indicada por Durigan *et al.* (2011). Da mesma forma, poderá ser consultada a lista das espécies da flora vascular do cerrado de Bauru, conforme publicação de Cavassan & Weiser (2015).

As mudas que serão implantadas deverão proceder de viveiros registrados, tendo ainda que atender os requisitos mínimos referente à qualidade da muda, como por exemplo: sistema radicular bem desenvolvido; sem a ocorrência de estiolamento; ter passado pelo processo de rustificação, cultivada a pleno sol, pelo período mínimo de 60 dias e ter parte aérea com porte mínimo de aproximadamente 0,5 metro.

Após a marcação do posicionamento de cada um dos grupos de Anderson no campo (espaçamento de 10 x 10 metros), deverá ser realizada uma capina seletiva em um quadrante de 1,5 m x 1,5 m. A abertura das cinco covas seguirá o espaçamento de 0,5 m x 0,5 m, especializadas em formato de “+” (vide foto 44).

As covas deverão ter dimensões mínimas de 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m (abertura manual com o uso de enxada ou cavadeira). Para as mudas de espécies de cerrado não se faz necessário a aplicação de adubos no plantio, entretanto, caso o executor opte pela sua utilização, com as mudas já distribuídas em campo, a adubação de base pode ser realizada com a aplicação de 110 gramas de adubo químico, formulação NPK 4-28-6 (Cu = 3%; Zn = 0,7%). Neste caso, o adubo deverá ser misturado com a terra retirada na abertura da cova e que voltará para o preenchimento da cova no ato do plantio. Paralelamente, poderão ser utilizados colares protetores (produzidos com material reciclável) visando evitar a infestação de gramíneas ao redor das mudas (Foto 43).



Foto 43. Colar protetor.

Fonte: Bechara (2006).



Foto 44. Grupo de Anderson.

Fonte: Minella (2013).

Na marcação dos 300 grupos de Anderson em campo, alguns deles poderão coincidir com as faixas de cobertura com espécies anuais (coquetel de adubos verdes). Nestes casos, deverá ser evitado a utilização de colar protetor nas mudas, já que o desenvolvimento das plantas anuais ao redor da muda conterà a infestação de gramíneas invasoras. É recomendado que realize o tutoramento das mudas implantadas que, além de minimizar a possibilidade de quebra do caule pelo vento, auxiliará na localização das mudas durante todo acompanhamento da restauração ecológica. Os tutores poderão ser feitos com hastes de bambu de diâmetro máximo de 3 centímetros e comprimento médio de 1,8 metros.

Anualmente, poderá ser desenvolvida a adubação de cobertura das mudas no grupo de Anderson. Para isto, recomenda o uso de adubo granulado na formulação NPK 20-00-20 ou outro similar (de 100 a 200 gramas por muda). Ademais, o coroamento das mudas nos primeiros anos de desenvolvimento auxilia a sobrevivência das mudas em meio ao abafamento e competição com as gramíneas invasoras.

Após os primeiros 12 meses pós plantio, indica-se que seja realizado uma avaliação do sucesso de todas as atividades e ações aplicadas. A partir disso, poderão ser propostas ações complementares ou apenas a manutenção das técnicas já empregadas, tais como, coroamento, adubação de cobertura, reposição das mudas mortas, dentre outras.

Não é indicado o controle de formigas, pois não há base ecológica para que encaremos sua superpopulação como um desequilíbrio. Entende-se que estes animais consumidores desempenham importante função na formação dos solos e concentração de matéria orgânica em camadas mais profundas. Segundo Bechara (2006, p.87), “no decorrer da sucessão, após cumprir seu papel de reciclador, as formigas, poderiam tender a reduzir suas populações de grupos ecológicos mais pioneiros e passariam a apresentar uma outra diversidade de espécies, menos abundantes”.

7.8 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

O cronograma proposto refere-se apenas a etapa de implantação das técnicas de nucleação voltadas à restauração ecológica. Entende-se que o acompanhamento do plantio deverá ocorrer trimestralmente ou semestralmente, buscando-se observar a efetividade de cada uma das técnicas empregadas e planejando as ações futuras ou atividades complementares.

Neste sentido, as atividades de implantação ocorrerão em um período de 3 meses, sendo representada o número de semanas em cada um dos meses. Subdividida em 5 diferentes áreas, o trecho a ser restaurado envolve um total de 4,63 hectares, 1.500 mudas arbóreas, 37 Kg de sementes de adubo verde e 165 Kg de adubo NPK 4-28-6 (Cu = 3%; Zn = 0,7%). Para execução das atividades recomenda-se a formação de uma equipe compacta de até 3 trabalhadores e um coordenador. O quadro 13 apresenta o cronograma de implantação da restauração ecológica.

Quadro 13. Cronograma de implantação.

Atividades	1º Mês				2º Mês				3º Mês			
	Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Isolamento da área / implantação de cercas	X	X										
Identificação, coroamento e condução da regeneração natural			X	X								
Corte ou morte das árvores em pé das árvores de espécies exóticas					X							
Formação de núcleos de galharia ou poleiros para avifauna					X							
Mecanização com subsolador / descompactação do solo						X						
Plantio das espécies anuais de adubação-verde						X						
Transposição de solo, serapilheira e banco de sementes							X	X	X			
Plantio de árvores em grupos de Anderson										X	X	X

Fonte: Autor (2018).

Durante todo primeiro, segundo e terceiro ano a restauração ecológica deverá ser acompanhada. No entanto, semestralmente deverão ser avaliadas a efetividade das ações propostas e verificada a necessidade de ações complementares ou adequações na proposta inicial. É recomendável que a cada 12 meses sejam implantadas parcelas amostrais distribuídas pela área para aplicação do protocolo de restauração ecológica (Portaria CBRN 01/2015) e avaliação dos indicadores ecológicos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme Milton Santos (2014), nos países de Terceiro Mundo, o fenômeno da urbanização foi avassalador, havendo uma substituição da paisagem natural pela paisagem cultural, onde o meio urbano torna-se cada vez mais artificial em um processo quase que irreversível.

De acordo com o jornalista americano Richard Louv, a concentração de populações em áreas urbanas e o estilo de vida adotado por boa parte da sociedade têm afastado os seres humanos do contato com a natureza, o que traz consequências para sua saúde física, mental e emocional. Há uma tendência em associar o tempo em que uma pessoa passa em contato com a natureza, com a sua felicidade familiar e saúde mental (LOUV, 2008).

Segundo o jornalista, à medida que as crianças passam menos tempo em áreas naturais, seus sentidos ficam limitados, no sentido fisiológico e psicológico. Esta situação pode reduzir a capacidade da criança se autorregular e gerar o chamado “transtorno de déficit de natureza”. Apesar de não ser um diagnóstico médico, estes transtornos estariam relacionados com os custos da alienação da natureza, que poderiam estar associados com a obesidade adulta e infantil, a deficiência de vitamina D, a dificuldades de atenção e, até mesmo, a doenças mentais (LOUV, 2008).

Diante deste cenário e ainda, considerando a Lei Municipal nº 4.362, de 12 de janeiro de 1999, que disciplina o Código Ambiental de Bauru e estabelece em seu Artigo 7º, a educação ambiental e o plano de manejo como um dos instrumentos de sua Política de Meio Ambiente, entende-se que após a criação do Parque Municipal deverá ser definido um plano de manejo que envolva, não só a recuperação e preservação do meio físico e biótico, como também, a participação de crianças do ensino básico, fundamental e médio na construção deste ambiente, por meio de programas de educação ambiental.

Insta salientar a existência de materiais didáticos, como por exemplo, o catálogo denominado “*Conhecendo Botânica e Ecologia do Cerrado*” (CAVASSAN, 2009), o qual tem por objetivo oferecer um material de apoio complementar aos professores de Biologia que atuam em ambientes de ocorrência do cerrado. Além deste, outros projetos científicos apoiados pela Fapesp/BIOTA e inúmeros trabalhos de iniciação científica do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências da UNESP, Campus de Bauru, poderão ser utilizados e envolvidos no desenvolvimento de programas de educação ambiental e no despertar de cidadãos bioeticamente sensíveis.

Aliás, a possibilidade das Áreas Institucionais e Verdes do Villaggio II e III estarem envolvidas como parte integrante do Parque Municipal, permitiria a criação de uma “Casa da Natureza” e de um Viveiro Municipal, voltados para o desenvolvimento de pesquisas científicas e programas de educação ambiental, corroborando assim, para o maior conhecimento e sensibilização dos cidadãos sobre as características da vegetação natural típica do município de Bauru.

O fragmento que compõe a ARIE apresenta condições favoráveis para implantação de trilhas de educação ambiental, sendo ainda, um local potencial para programas de coleta de sementes e exemplares regenerantes, voltados à futuras ações de restauração ecológica no município.

A transformação da área objeto do estudo em um Parque Municipal, não enfrentaria grandes dificuldades com o isolamento da área, já que todos os limites norte, leste e sul, estão bem delimitados por muros de condomínios residenciais, rodovias e avenidas. No sentido contrário, maior atenção deve ser dada a face oeste, pois ali, situam-se as áreas degradadas e com maior potencial para receber fatores de perturbação do meio urbano.

Sugere-se a realização de novos estudos científicos que busquem monitorar a recuperação das áreas abertas do parque e a fauna silvestre que circula pela região. Considerando a presença de remanescentes de vegetação nativa contíguo a área de estudo e que estes são interceptados por rodovia e avenida, deve ser avaliado a necessidade de implantação de passagens de fauna, em especial, passagens aéreas que propiciem a circulação de primatas. Outras medidas complementares poderiam ser associadas visando evitar o atropelamento de vertebrados terrestres, como por exemplo, a implantação de redutores de velocidade e de placas de sinalização da fauna silvestre, principalmente, próximos aos pontos aonde o viário intercepta o córrego Água da Ressaca.

Ademais, o andamento de obras no entorno do Parque Municipal, sejam para implantação de infraestrutura urbana ou de novos condomínios, requer por parte da Prefeitura Municipal de Bauru a exigência de apresentação de Planos de Controle e de Fiscalização Ambiental de obras, para que seja minimizada a chegada de material alóctone no corpo hídrico, o qual, historicamente, já vem sendo afetado. Tal preocupação não deve estar restrita ao período de implantação do loteamento, mas também, às obras dentro de cada um dos lotes destes condomínios.

As espécies exóticas invasoras no contexto do Parque também deverão ser monitoradas e aplicadas ações de extermínio das mesmas. Como descrito anteriormente, a agressividade de algumas delas pode colocar em risco a integridade e preservação do remanescente de vegetação que compõe a ARIE.

Paralelamente, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB poderiam criar um pacto no município de Bauru, de modo que quaisquer licenças ambientais que autorizem intervenções em vegetação natural, em especial, em regiões típicas do cerrado, vinculem a exigência de apresentação de um estudo técnico de diagnóstico da vegetação que, apoiando-se na metodologia da Portaria CBRN 01/2015, levante indicadores ecológicos em termos de densidade de indivíduos regenerantes e riqueza de espécies (arbóreas, arbustivas, herbáceas, bromélias, orquídeas etc), e que ao final, proponha um projeto executivo de resgate de flora, com vistas a coleta de espécimes de plântulas e exemplares jovens de diversas sinúsias vegetais, e ainda, coleta das camadas superficiais de solo (banco de sementes e serapilheira).

Segundo Drumont *et al.* (2013), o resgate de flora tem como objetivo mitigar a perda de espécies com a destruição de habitats, contribuindo assim para a redução da extinção de espécies. Mediante essa prática, é possível propagar espécies raras, produzir mudas, formar coleções e realização de trabalhos de enriquecimento ambiental e recuperação de áreas degradadas.

Faraco (2007), estudando a composição florística e estrutura fitossociológica de uma área de cerrado pertencente ao Campus de Bauru da Universidade Estadual Paulista – UNESP, chegou-se a densidade de 6.264 indivíduos por hectare, desinentes ao componente arbóreo e arbustivo. Já a riqueza de espécies atingiu 96 espécies.

O presente trabalho retrata uma pequena amostra da riqueza de espécies que ainda são possíveis de serem encontrados em áreas urbanas de regiões de vegetação típica de transição mata-cerrado. Assim, em áreas degradadas caracterizadas como vegetação em estágio inicial atingiu-se a densidade média de 3.200 indivíduos regenerantes por hectare e diversidade de 20 espécies. Todavia, no interior da mata preservada, caracterizada como vegetação em estágio avançado, foi encontrada uma densidade média de 6.600 indivíduos regenerantes por hectare, envolvendo um total de 55 espécies. Importante ressaltar que estes valores consideraram apenas espécies arbóreas, sendo agregado ainda, diversas espécies de epífitas (bromélias e orquídeas), trepadeiras e herbáceas diversas.

Todo este potencial botânico da região de Bauru, frente às diversas situações de pressões humanas sobre remanescentes de vegetação nativa em áreas urbanas, destacam a importância de ações de resgate da flora como medida mitigadora obrigatória durante o licenciamento ambiental, sendo um mecanismo que objetiva minimizar a perda do patrimônio natural regional. Os propágulos coletados nestas áreas poderiam ser direcionados ao Viveiro Municipal para produção de mudas e posterior utilização em projetos de restauração ecológica ou na arborização de espaços públicos no meio urbano (praças, calçadas etc).

9. CONCLUSÕES

As afirmações científicas de que a região oeste do estado de São Paulo esteve no passado predominantemente ocupada por Cerrado e que, no último milênio se iniciou um processo de avanço da Mata Atlântica sobre estes espaços naturais, desafia ainda mais a ciência na busca por estratégias efetivas que propiciem a restauração de ecossistemas de formação vegetacional típica de cerrado.

Conforme apresentado, o estado de São Paulo evoluiu muito seu arcabouço de normas relacionadas com as ações de recuperação ambiental. Todavia, estes regramentos são fortemente influenciados por pesquisas desenvolvidas junto às florestas tropicais (Cerradão, Florestas Ombrófilas e Estacionais). Da mesma forma, a evolução do mercado de mudas de viveiros florestais especializou-se na produção de um coquetel de mudas nativas do Brasil, de um grupo de espécies comumente encontrada nas matas, sejam das florestas ombrófilas estacionais ou ainda, amazônicas.

Nota-se ainda, que apesar de inúmeros avanços nos regulamentos e normas que norteiam as ações de recuperação ambiental e restauração ecológica no estado de São Paulo, na prática, o cumprimento de muitos termos de compromissos de recuperação ambiental tem sido focado no modelo determinístico, onde se busca alcançar uma comunidade florestal, apenas pelo fechamento das copas das árvores. Em muitos casos, a falta de informação tem resultado na formação de fragmentos insólitos e desconexos da vegetação original.

Neste sentido, mostra-se viável a aplicação conjunta de diferentes técnicas de nucleação, que favoreçam fenômenos eventuais dentro da dinâmica do ecossistema e que aumentem as probabilidades da sucessão natural se expressar em todas suas fases. Associada a condução da regeneração natural, os projetos de restauração ecológica, para regiões de cerrado ou ecótono, que optem pelo plantio de mudas, deveriam propor a utilização de espécies do cerrado, em densidade de indivíduos lenhosos compatível com as formações campestres ou *strito sensu*.

Para isto, há que se atentar para manutenção da luminosidade no sistema, já que o cerrado é formado por sinúsias vegetais heliófitas. Assim, a criação de vazios e interstícios entre os agrupamentos arbóreos possibilita a colonização de comunidades herbáceas e arbustivas que atraem animais polinizadores e consumidores da fauna local, e que naturalmente, resultam em uma maior dispersão de sementes pela área.

De acordo com Anexo III da Resolução SMA 32/2014, a restauração deve considerar o mínimo de 80 espécies nativas de ocorrência regional, sendo que, o número de espécies arbustivas e arbóreas deve contemplar o mínimo 70% do número total de espécies utilizadas (56 espécies). Fato este que demonstra a compreensão do legislador quanto a necessidade de utilização de espécies de outras sinúsias vegetais nos projetos de restauração ecológica. Ou seja, poderiam ser utilizadas 24 espécies nativas (30% do total) de outros grupos vegetais (gramíneas, leguminosas, orquídeas, bromélias etc). Todavia, esta possibilidade tem sido pouco aplicada, quer pela falta de conhecimento dos profissionais da área, quer pela falta de opções e disponibilidade de mudas e sementes em viveiros comerciais.

Paralelamente, outro fator importante na preservação do cerrado diz respeito a sua maior ocorrência nos interflúvios da paisagem. Ao observar o modelo de produção do espaço urbano constata-se uma preferência no direcionamento da preservação ambiental para os fundos de vale, às margens dos corpos hídricos. Em larga escala estaríamos privilegiando os locais onde a mata encontra melhores condições de desenvolvimento e no sentido contrário, avançando a ocupação humana sobre as áreas típicas de cerrado.

Destarte, em regiões de ocorrência do cerrado deve-se dar maior atenção na criação de espaços abertos e áreas vegetadas no meio urbano que, além de propiciar o manejo sustentável das águas pluviais, possibilite a conservação da biodiversidade exclusiva do cerrado. Portanto, as praças e áreas verdes situadas no interflúvio, fora das faixas marginais dos córregos, deveriam ser planejados para introdução de espécies exclusivas da savana campestre e florestada.

A ciência tem comprovado que em regiões do cerrado, as incidências do fogo e intervenções antrópicas, dentro de certos limites, favorecem o aparecimento e a conservação da biodiversidade deste bioma. Neste sentido, há que se definir quais seriam estes limites, aproveitando o potencial do cerrado de suportar tais perturbações e incorporando a sua presença no ambiente urbano e na produção agrícola, como por exemplo, em sistemas agrosilvipastoris.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AEROCLUBE DE BAURU. **Institucional**. 2017. Disponível em: <http://www.aeroclubebauru.com.br/o-aeroclube/institucional/>. Acesso em: 13 dez. 17.

ALMEIDA FILHO, G. S. **Diagnóstico de processos erosivos lineares associados a eventos pluviosos no município de Bauru, SP**. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil. Campinas, SP: [s.n.], 2000.

ANDERSON, M.L. **Spaced-Group planting**. 1953. Unasylva: 7(2). Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en> Acesso em: 17 mai. 2018.

BAURU (Município). Lei Municipal 4126, de 12 de setembro de 1996. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Bauru sob a coordenação da secretaria municipal do planejamento obriga os agentes privados, mistos e públicos no exercício de suas atividades e na prestação de seus serviços, em todas as áreas de interesse da coletividade. **Diário Oficial de Bauru**. de 12-09-96. Bauru: Prefeito Municipal, 1996.

BAURU (Município). Lei Municipal 4362, de 12 de janeiro de 1999. Disciplina o Código Ambiental do Município e dá outras providências. **Diário Oficial de Bauru**. P. 32958/96. Bauru: Prefeito Municipal, 1999.

BAURU (Município). Lei Municipal 5631, de 22 de agosto de 2008. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Bauru. **Diário Oficial de Bauru**. de 26-08-08. Bauru: Prefeito Municipal, 2008.

BAURU (Município). Lei nº 2514, de 24 de outubro de 1984. Cria o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente – COMDEMA. **Diário Oficial de Bauru**. DE 26-10-84. Bauru: Prefeito Municipal, 1984.

BAURU (Município). Lei nº 4.796, de 06 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o controle e o combate de erosões e sobre a execução de obras nos terrenos erodíveis e erodidos do Município de Bauru e dá outras providências. **Diário Oficial de Bauru**. P. 34022/01. Bauru: Prefeito Municipal, 2002.

BAURU (Município). Lei nº 4969, de 22 de abril de 2003. Dispõe sobre limites de áreas de preservação permanente. **Diário Oficial de Bauru**. P. 9861/03. Bauru: Prefeito Municipal, 2003.

BAURU (Município). Resolução COMDEMA 002, de 09 de agosto de 2002. Determina diretrizes ambientais ao parcelamento do solo e para construções em condomínio nas Bacias dos Córregos Água da Ressaca e Água da Forquilha. **Diário Oficial de Bauru**. DE 14-08-02. Bauru: Prefeito Municipal, 2002.

BAURU. **Prefeitura Municipal de Bauru**. 2017. Disponível em: <http://www.bauru.sp.gov.br> Acesso em: 20 fev. 2017.

BECHARA, F.C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. Tese. Curso de Pós-Graduação em Recursos Florestais, ESALQ-USP, Piracicaba, 2006.

BECHARA, F.C.; CAMPOS FILHO, E.M.; BARRETO, K.D.; ANTUNES, A.Z.; REIS, A. Nucleação de diversidade ou cultivo de árvores nativas? Qual paradigma de restauração? In: SIMPOSIO NACIONAL E CONGRESSO LATINO-AMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005. Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2005. p. 355-363.

BITENCOURT, M. D.; MENDONÇA, R. R. **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2004.

BRANCALION, P. H. S; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**. 191-A DE 05-10-88, P.1. Brasília: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Decreto Federal nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o código florestal que com este baixa. **Coleção de Leis do Brasil**. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1934.

BRASIL. **Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934**. Aprova o código florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm. Acesso em: 22/09/2017.

BRASIL. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**. de 24-11-08. Brasília: Presidência da República, 2008.

BRASIL. Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. DE 11-02-93. Brasília: Presidência da República, 1993.

BRASIL. Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. DE 26-12-06, P. 1. Brasília: Presidência da República, 2006.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 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 nº 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. **Diário Oficial da União**. DE 28-05-12, P. 1. Brasília: Presidência da República, 2012.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**. DE 16-09-65, P. 9529. Brasília: Presidência da República, 1965.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. DE 02-09-81, P. 16509. Brasília: Presidência da República, 1981.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. DE 09-01-97, P. 470. Brasília: Presidência da República, 1997.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. DE 19-07-00, P. 1. Brasília: Presidência da República, 2000.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nos 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. de 03-03-06, P. 1. Brasília: Presidência da República, 2006.

BRASIL. Lei nº 7.511, de 7 de julho de 1986. Altera dispositivos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**. DE 08-07-86. Brasília: Presidência da República, 1986.

BRASIL. Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. **Diário Oficial da União**. de 20-07-89, P. 1. Brasília: Presidência da República, 1989.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. DE 25-08-01, P. 1. Brasília: Presidência da República, 2001.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 10, de 1 de outubro de 1993. Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**. DE 03-11-93, SEÇÃO I, PAG. 16497-16498. Brasília: Presidência da República, 1993.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. 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. **Diário Oficial da União**. DE 29-03-06, SEÇÃO I PAG. 150 – 151. Brasília: Presidência da República, 2006.

BRASIL. Resolução Conjunta SMA IBAMA – 001, de 17 de fevereiro de 1994. Orienta os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado de São Paulo. **Diário Oficial da União**. DE 03-02-1994 SEÇÃO I P. 1. Brasília: Poder Executivo, 1994.

CARDOSO, J. P. Exploração dos Rios Feio e Aguapeí. **Revista do Instituto Geográfico e Geológico**. São Paulo, v. 10, n. 3 e 4, p. 19-81, jul./dez., 1952.

CASTRO, E. A.; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, 14, p. 263-283, 1998.

CAVAGUTI, N. Degradação do solo urbano por erosão e assoreamento em Bauru, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 7, 1993, Poços de Caldas. **Anais...** São Paulo: ABGE. v. 3, 1993.

CAVASSAN, O. Bauru: terra de cerrado ou floresta? **Revista Ciência Geográfica Bauru**, v. 17, n. 1, p. 45-53, jan./dez., 2013.

CAVASSAN, O. **Conhecendo botânica e ecologia no cerrado**. Bauru: Joarte Gráfica e Editora, 2009.

CAVASSAN, O.; WEISER, V. de L. **Vascular flora of the cerrado of Bauru-SP**. Biota Neotrop., 15(3): 1–14, 2015.

CENTRO DE PESQUISA METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. 2017. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br/index.html>. Acesso em: 08 set. 2017.

CHAVES, J.C.D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.212, p. 53-60. 2001.

CORRÊA, R.S.; LEITE, L.L.; BASTOS, E.K.A. **A dinâmica da degradação e da regeneração**. In: CORRÊA, R.S. & MELO FILHO, B. (Org.) Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado. Brasília, DF. Paralelo 15, p. 49-63, 1998.

COUTINHO, L M. O conceito de cerrado. **Rev. Brasil. Bot.**, n.1, p.17-23, 1978.

COUTINHO, L.M. Ecological effects of fire in Brazilian cerrado. **Ecological Studies**, n.42, p. 272-291, 1982.

DATAGEO. **Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo**. 2017. Website. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: 28 set. 2017.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO (DAE), 2017. Disponível em: <http://www.daebauru.com.br/2014/empresa/empresa.php?secao=historia&pagina=8> Acesso em 24 jun. 2017.

DIBIESO, E.P. **Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Cedro – Presidente Prudente/SP**. Dissertação. UNESP/FCT, Presidente Prudente, SP, 2007.

DRUMOND, J. C. P.; AZAMBUJA, C. A. P.; RAMOS, F. T.; MAGALHÃES, J. E. S.; KNEGT, R. A. P.; MOTA, R. C. Técnicas aplicadas em resgate de flora no empreendimento Angloamerican. Conceição do Mato Dentro – MG. **Anais...** Belo Horizonte: 64º Congresso Nacional de Botânica, 2013.

DURIGAN, G. Bases e diretrizes para a restauração da vegetação de cerrado. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F.

B. (Org.) **Restauração Ecológica de ecossistemas naturais**. FEPAF, Botucatu. p.185-204, 2003b.

DURIGAN, G., RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. **Hoenea**, v. 30, 2003a.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. de; MAX, J. C. M.; VILAS BOAS, O.; CONTIERI, W. A.; RAMOS, V. S. **Manual para recuperação da vegetação do cerrado**. 3 ed. São Paulo: SMA, 2011.

DURIGAN, G.; RAMOS, V. S.; IVANAUSKAS, N. M.; FRANCO, G. A. D. C. **Espécies indicadoras de fitofisionomias na transição cerrado-mata atlântica no estado de São Paulo**. SMA/CBRN. São Paulo. 146p. 2012.

FARACO, A. G. **Composição florística e fitossociologia de uma área de cerrado na Reserva Legal do Campus de Bauru da Unesp – SP**. (Ciências Biológicas (Botânica)) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2007.

FERNANDES, E. Bugreiros massacraram os índios. **Jornal da Cidade**, Bauru, 27 set. 2015. Disponível em: <<http://www.jcnet.com.br/Regional/2015/09/bugreiros-massacraram-os-indios.html>> Acesso em: 26 out. 2015.

FERREIRA, C. A. B. V. **Preservação do cerrado e ocupação humana: estudo de caso sobre conflitos existentes na região sudeste do município de Bauru-SP**. (Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Campus de Ourinhos. 83p. 2016.

FERREIRA, C.V. (1991) **Caracterização Geotécnica do Solo de uma Área da Cidade de Bauru-SP**. São Carlos-SP, 1991. 160p. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FOLONI, F. M.; CONSTANTINO, N. R. T. Estudo de transformações da paisagem e seus impactos nas águas urbanas. In: CONSTANTINO, N. R. T.; BIERNATH, K. G.; MATTOS, K. A. (Org.) **Espaços livres de uso público na cidade contemporânea**. Tupã: ANAP, 2016.

FRANKS, S.J. Facilitation in multiple life-history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 168, p. 1-11, 2003.

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

HAAG, H. P. **O guandu como planta forrageira**. In: **Forragens na seca: algaroba, guandu e palma forrageira**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 25-104.

INSTITUTO AMBIENTAL VIDÁGUA. 2017. Disponível em: <http://www.vidagua.org.br/>. Acesso em: 02 fev. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. In: **Manuais técnicos de geociências**. n. 1, 2 ed. Rio de Janeiro, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350600&search=sao-paulo|bauru>> Acesso em 08 fev. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2015. Manual técnico de pedologia. In: **Manuais técnicos de geociências**. n. 4, 3 ed. Rio de Janeiro, 2015.

INSTITUTO FLORESTAL (IF). **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/>. Acesso em: 19 out. 2017.

JARDIM BOTÂNICO DE MISSOURI. 2018. St. Louis, E.U.A. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/>> Acesso em: 15 jan. 2018.

KLEIN, A. L. Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois. São Paulo: Editora UNESP; **Imprensa Oficial do Estado**, 2002.

LEAL, A.C. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca – Campinas/SP. Dissertação**. UNESP/IGCE. Rio Claro, SP, 1995.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LIMA, J. F. T. de. **Ocupação da terra e destruição dos índios na região de Bauru**. Dissertação. FFLCH-USP, São Paulo, 1978.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.

LOSNAK, C. J. **Polifonia urbana: imagens e representações**. Bauru: Edusc, 2004. 286p.

LOUV, R. **Last child in the woods: saving our children from nature-deficit disorder**. New York: Workman Publishing Company, 2008. 392p.

MATEO RODRIGUEZ; J. M. Planejamento Ambiental como campo de ação da Geografia. in: **Anais...** do V C.B.Geógrafos, 1994, p.583-84.

MEIRELLES, H. L. **Direito Municipal Brasileiro**. 3. Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1977.

MINELLA, G. M.; BÜNDCHEN, M. **Técnicas de Nucleação aplicadas na recuperação de áreas degradadas**. Monografia (Especialização) - Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Chapecó/SP, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>> Acesso em: 21 mar. de 2018.

NENE, Y.L.; SHEILA, V.K. Pigeonpea: geography and importance. In: NENE, Y.L.; HALL, S.D.; SHEILA, V.K (Eds.). **The Pigeonpea**. Cambridge: CAB International/ ICRISAT, 1990. p.1- 14.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: Legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônômico/Embrapa Solos, 1999.

PARKET, S.T.A. & PICKETT, S.T.A. Restoration as an ecosystem process: implications of the modern ecological paradigm. In: URBANSKA, K.; WEBB, N.; EDWARD, P. (Ed.) **Restoration Ecology and Sustainable Development**. Cambridge University Press. 1999.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. 2004. Produção de Fitomassa, Acúmulo de Nitrogênio por Adubos Verdes em Cultivo Isolado e Consorciado. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.1, p.35-40

PICKETT, S.T.A.; PARKER, V.T.; FIEDLER, L. The new paradigm in ecology: Implications for conservation biology above the species level. In: FIEDLER, L.; JAIN, S.K. (Ed.). **Conservation biology: the theory and practice of nature conservation and management**. New York: Chapman and Hall, 1992. p.65-68.

PINHEIRO, M. H. O.; MONTEIRO R. Florística de uma Floresta Estacional Semidecidual, localizada em ecótono savânico-florestal, no município de Bauru, SP, Brasil. **Acta bot. bras.** 22(4): 1085-1094. 2008.

PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO. 2008. Prefeitura Municipal de Bauru. Disponível em: <<http://hotsite.bauru.sp.gov.br/planodiretor/etapas.aspx?i=4>> Acesso em: 23 jan. 2017.

PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA E DO CERRADO (PMMA-Cerrado). Disponível em: http://www.bauru.sp.gov.br/arquivos2/arquivos_site/sec_meioambiente/plano_mata_atlantica.pdf. Acesso em 14 dez. 2017.

PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M. DE; PRANDINI, F.L. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. 1981. 94 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BAURU. **Bauru: Edição Histórica**. São Paulo: Editorial Focus. 1977. 102p.

PRIMAVESI, A.M. **Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel. 1987. 549p.

RANGEL de ALMEIDA, E. M.; TONIATO, M. T. Z.; DURIGAN, G. (coord.). **Estação Ecológica de Bauru: plano de manejo**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Fundação Florestal, Instituto Florestal, 2010.

REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.T. Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (ed). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF. EMBRAPA-CPAC, P. 47-86, 1998.

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 28-36, abr. 2003.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”. In: **Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitossociologia do bioma cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (ed). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF. EMBRAPA-CPAC, p. 89-166, 1998.

RICKLEFS, R. E. **A econômica da natureza: um livro texto em ecologia básica**. 3 ed. Guanabara/Koogan. Rio de Janeiro, p.357-358, 1996.

SALOMÃO, F. X. de T. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. 1994. 200f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

SANTOS, M. **Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia**. 6. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014. 136 p.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. DE 25-06-10 PAG. 1. Governador do Estado, 2010.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13.550, de 2 de junho de 2009. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Cerrado no Estado, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. DE 03/06/2009 - SEÇÃO I - PÁG. 01. São Paulo: Governador do Estado, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Portaria CBRN 01, de 17 de janeiro de 2015. Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. DE 17-01-15 SEÇÃO I PAG. 45-46. São Paulo: Poder Executivo, 2015.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA - 146, de 08 de novembro de 2017. Institui o Mapa de Biomas do Estado de São Paulo, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. DE 10-11-2017 SEÇÃO I PÁG 42. São Paulo: Governador do Estado, 2017.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA - 32, de 03 de abril de 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. DE 05-04-2014 SEÇÃO I PÁG 36-37. São Paulo: Governador do Estado, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA - 55, de 13 de outubro de 1995. Fica criado, na Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais CPRN, um Grupo Técnico de apoio às unidades de licenciamento, com atribuição de analisar e emitir pareceres técnicos. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1995_Res_SMA_55.pdf. **Diário Oficial do Estado de São Paulo** Acesso em: 02 jun. 17.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA - 7, de 18 de janeiro de 2017. Dispõe sobre os critérios e parâmetros para compensação ambiental de áreas objeto de pedido de autorização para supressão de vegetação nativa, corte de árvores isoladas e para intervenções em Áreas de Preservação Permanente no Estado de São Paulo. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. DE 20-01-2017 SEÇÃO I PÁG.54/57. São Paulo: Governador do Estado, 2017.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA - 8, de 31 de janeiro de 2008. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. **Diário Oficial**

do Estado de São Paulo. DE 01-02-08 SEÇÃO I PAG. 31. São Paulo: Governador do Estado, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA-064, de 10 de setembro de 2009. Dispõe sobre o detalhamento das fisionomias da Vegetação de Cerrado e de seus estágios de regeneração, conforme Lei Estadual nº13.550, de 2 de junho de 2009, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo.** DE 11-09-09 SEÇÃO I PAG. 59-60. São Paulo: Governador do Estado, 2009.

SÃO PAULO. **Situação dos recursos hídricos no Estado de São Paulo: ano base 2012 /** Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, Coordenadoria de Recursos Hídricos. – 4. ed. – São Paulo: Coordenadoria de Recursos Hídricos, 2014.

SENADO (BRASIL). **Jornal “Em Discussão”.** Disponível em: <https://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/codigo-florestal/senado-oferece-um-projeto-equilibrado-para-o-novo-codigo-florestal-brasileiro/codigo-florestal-de-1934.aspx>. Acesso em: 28 mar. 2017.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: Comissão Internacional da Bacia do Rio Paraná-Uruguai. 1966.

SOARES, P.C. & LANDIM, P.M.B. Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and margin basins in South Brazil. **Anais...**, São Paulo, Academia Brasileira de Ciências, 1975, v.48 (supl.), p. 313-324.

SOUZA, F.M.; BATISTA, J.L.F. Restoration of seasonal semideciduous Forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, Cambridge, v. 196, p. 275-285, 2004.

SUGUIO, K.; BERENHOLC, M. & SALATI, E. Composição Química e isotópica dos calcários e ambiente de sedimentação da Formação Bauru. **Boletim do Instituto de Geociências**, USP, 6, p.55-75, 1975.

TANNUS, R. N. **Funcionalidade e sazonalidade sobre Cerrado e sobre ecótono Floresta-Cerrado: investigação com dados micrometeorológicos de energia e CO₂.** Dissertação. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP, 2004.

VELOSO, H. P. Sistema fitogeográfico. In: **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 1992.

YARRANTON, G.A.; MORRISON, R.G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.

11. ANEXO

CADASTRO TOTAL DE REGENERANTES - MARGEM ESQUERDA - PARCELAS 1, 2 e 3			
FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	QTDE.
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Nativa	44
MYRTACEAE	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Exótica	34
URTICACEAE	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Nativa	11
MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i> L.	Nativa	10
FABACEAE	<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burkart	Nativa	9
FABACEAE	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Nativa	6
ASTERACEAE	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Nativa	2
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i> L.	Nativa	2
MYRTACEAE	N/I - 04	Nativa	2
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Nativa	2
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Nativa	1
MORACEAE	<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	Nativa	1
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Nativa	1
PRIMULACEAE	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Nativa	1
SAPINDACEAE	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Nativa	1
-	N/I - 01	Nativa	1
-	N/I - 03	Nativa	1
-	N/I - 05	Nativa	1
-	N/I - 06	Nativa	1
-	N/I - 07	Nativa	1
TOTAL:			132
DENSIDADE DE ESPÉCIES NATIVAS REGENERANTES:		3267 ind./há	
NÚMERO DE ESPÉCIES NATIVAS REGENERANTES		19 espécies	
DENSIDADE DE ESPÉCIES EXÓTICAS REGENERANTES:		1133 ind./há	
NÚMERO DE ESPÉCIES EXÓTICAS REGENERANTES		1 espécies	

CADASTRO TOTAL DE REGENERANTES - MARGEM DIREITA - PARCELAS 4, 5 e 6			
FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	QTDE.
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Nativa	22
LAURACEAE	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	Nativa	18
BURSERACEAE	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Nativa	17
PRIMULACEAE	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Nativa	16
MYRTACEAE	<i>Calyptanthes lucida</i> Mart. ex DC.	Nativa	14
SAPINDACEAE	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Nativa	10
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	Nativa	9
MYRTACEAE	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Nativa	7
LACISTEMATACEAE	<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	Nativa	6
RUBIACEAE	<i>Psychotria capitata</i> Ruiz & Pav.	Nativa	6
-	N/I - 32	Nativa	5
RUBIACEAE	<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Benth. & Hook.f. ex Müll. Ar.	Nativa	4
RUBIACEAE	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Nativa	4
FABACEAE	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Nativa	4
PERACEAE	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Nativa	4
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Nativa	3
ANNONACEAE	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Nativa	2
ARALIACEAE	<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schtdl.) Frodin & Fiaschi	Nativa	2
COMBRETACEAE	<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	Nativa	2
CONNARACEAE	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Nativa	2
RUBIACEAE	<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	Nativa	2
-	N/I - 11	Nativa	2
-	N/I - 14	Nativa	2
FABACEAE	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Nativa	2
FABACEAE	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Nativa	2
FABACEAE	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stelfeld	Nativa	2
ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i> L.	Exótica	1
ANNONACEAE	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Nativa	1
ANNONACEAE	<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	Nativa	1
APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	Nativa	1
ASTERACEAE	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Nativa	1
FABACEAE	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Nativa	1
FABACEAE	<i>Andira vermifuga</i> Benth.	Nativa	1
FABACEAE	<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burkart	Nativa	1
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	Nativa	1
MALVACEAE	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Nativa	1
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	Nativa	1
MYRTACEAE	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Nativa	1
MYRTACEAE	<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	Nativa	1
MYRTACEAE	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	Nativa	1
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Nativa	1
RUBIACEAE	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schtdl.) K.Schum.	Nativa	1
RUBIACEAE	<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Nativa	1
RUTACEAE	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A.Juss. ex Mart.	Nativa	1
-	N/I - 08	Nativa	1
-	N/I - 09	Nativa	1
-	N/I - 13	Nativa	1
-	N/I - 15	Nativa	1
-	N/I - 17	Nativa	1
-	N/I - 19	Nativa	1
-	N/I - 20	Nativa	1
-	N/I - 28	Nativa	1
-	N/I - 29	Nativa	1
-	N/I - 33	Nativa	1
-	N/I - 35	Nativa	1
TOTAL:			198
DENSIDADE DE ESPÉCIES NATIVAS REGENERANTES:		6600 ind./há	
NÚMERO DE ESPÉCIES NATIVAS REGENERANTES		54 espécies	
DENSIDADE DE ESPÉCIES EXÓTICAS REGENERANTES:		33 ind./há	
NÚMERO DE ESPÉCIES EXÓTICAS REGENERANTES		1 espécies	