

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL
NÚCLEO DE ESTUDOS EM POLÍTICAS AMBIENTAIS

ANA CAROLINA GALATI BARBOSA

**Critérios de alocação de áreas prioritárias para a
conservação em terras privadas.**

São Carlos
2012

ANA CAROLINA GALATI-BARBOSA

**CRITÉRIOS DE ALOCAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A
CONSERVAÇÃO EM TERRAS PRIVADAS.**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Carlos, para a obtenção de título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Victor
Eduardo de Lima Ranieri

São Carlos
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Galati Barbosa, Ana Carolina
G146c Critérios de alocação de áreas prioritárias para a
conservação em terras privadas. / Ana Carolina Galati
Barbosa; orientador Victor Eduardo Lima Ranieri. São
Carlos, 2012.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Engenharia Ambiental e Área de
Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2012.

1. Conservação.. 2. Áreas Prioritárias para a
Conservação. 3. Fitofisionomias . 4. Critérios
Locacionais . 5. SIG. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharel e Licenciada **ANA CAROLINA GALATI BARBOSA**.

Título da dissertação: "Critérios de alocação de áreas prioritárias para a conservação em terras privadas".

Data da defesa: 17/09/2012

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. **Victor Eduardo Lima Ranieri**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EEESC)

Prof. Titular **Marcelo Pereira de Souza**
(Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Ribeirão Preto/USP)

Dr. **Eduardo Humberto Ditt**
(Instituto de Pesquisas Ecológicas)

Resultado:

APROVADA

APROVADA

APROVADA

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental:
Prof. Dr. **Frederico Fabio Mauad**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

Dedico esse trabalho aos meus queridos avós Laércio e Noêmia e em
extensão a toda minha linda família.

AGRADECIMENTOS

À Maria Teresa Mariano Miguel por me apresentar o grupo de pesquisas e ao Prof. Dr. Marcelo Pereira de Souza pelo aceite como aluna especial e pela dedicação despendida aos alunos de mestrado e durante toda a elaboração e correção desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Marcelo Montañó pela ajuda e torcida.

Ao Dr. Eduardo Ditt pelas orientações tanto na qualificação, quanto na defesa.

Ao prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri pelo aceite e orientação.

Aos amigos e colegas de todo o período pela ajuda, pelas jantas, pelo convívio, enfim:
pela amizade.

À Érica Mendonça pelo auxílio durante minhas “brigas” estatísticas. E ao Fabiano pela ajuda na seleção da base cartográfica.

Aos meus queridíssimos amigos do NKD pelas horas de inspiração criativa, pelos incentivos e pelo apoio, em especial ao Rogério pela paciência e auxílios: “amocêis”.

À minha família, dedicada e parceira: obrigada pelo apoio, incentivo, puxões de orelha, leituras – né, Eliane Galati – e principalmente, obrigada pelo amor!!!!

À todos que por mim e comigo rezaram, obrigada Nossa Senhora pela intercessão.

Ao CNPQ pela concessão de bolsa.

RESUMO

GALATI BARBOSA, A.C. Critérios de alocação de áreas prioritárias para a conservação em terras privadas. (2012). Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

A elaboração de metodologias de seleção de áreas para proteção em terras privadas é considerado importante arcabouço teórico para subsidiar os órgãos gestores na implantação desses espaços. A maioria das metodologias sugere grande aporte de dados primários o que encarece os custos. Nesse sentido, alguns autores (RANIERI, 2004; MOREIRA, 2011) têm trabalhado com a seleção de metodologias baseadas em dados físicos de relevo para geração de cenários e suas aplicabilidades na alocação de áreas para a conservação em propriedades privadas. Entretanto, em seus estudos a vegetação nativa foi considerada única, não avaliando as fitofisionomias que seriam ou não protegidas em cada metodologia. O objetivo deste trabalho foi preencher estas lacunas e avaliar a possibilidade da conservação equitativa das diferentes fitofisionomias presentes na área de estudo. Além disso, comparou-se este estudo aos propostos anteriormente a fim de subsidiar o tomador de decisão na escolha do melhor cenário de seleção de áreas prioritárias de conservação. Para tanto, manteve-se o município de São Carlos como espaço amostral. Os resultados obtidos foram elencados de acordo com potencialidades de ação e fragilidades ambientais, deixando para o tomador de decisão a escolha definitiva destas áreas.

Palavras-chave: Conservação, Áreas Prioritárias para a Conservação, Fitofisionomias, Critérios Locacionais, SIG.

ABSTRACT

GALATI BARBOSA, A.C. Criteria for allocating priority areas to the conservation in private lands. (2012). Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

The development of methods for selecting areas for protection on private lands is an important theoretical framework to support the management agencies in the implementation of these spaces. Most methodologies suggests a large input of primary data which adds to the cost. In this sense, some authors (RANIERI, 2004; SMITH, 2011) have worked with the selection of methodologies based on physical data relevant to generate scenarios and their applicability in the allocation of areas for conservation on private property. However, in their studies the native vegetation was considered unique, not evaluating the physiognomies or not that would be protected in each methodology. The objective of this study was to fill these gaps and assess the possibility of equitable conservation of different vegetation types present in the study area. In addition, this study compared to previously proposed in order to support the decision maker in choosing the best scenario for selection of priority areas for conservation. Therefore, it remained the city of São Carlos as sample space. The results were listed according to potential for environmental action and weaknesses, leaving the decision maker the final choice of these areas.

Keywords: Conservation Priority Areas for Conservation, fisionomies Locational Criteria, SIG.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Diagrama de Holdridge.....	20
FIGURA 2 – Biomas de Whittaker definidos a partir da temperatura e precipitação anual.....	21
FIGURA 3 – Mapa Original BIOTA-FAPESP.....	37
FIGURA 4 – Mapa das Fitofisionomias de São Carlos.....	38
FIGURA 5 – Mapa “máscara”. Representa a área Rural de São Carlos.....	39
FIGURA 6 – Mapa de Classes de Declividade de São Carlos.....	41
FIGURA 7 – Mapa de Hipsometria de São Carlos.....	42
FIGURA 8 – Mapa Pedológico de São Carlos.....	43
FIGURA 9 – Cenário 1: Alargamento das Áreas de Preservação Permanente.....	44
FIGURA 10 – Cenário 2: Áreas de Maior declividade.....	46
FIGURA 11 – Cenário 3: Áreas de Maior suscetibilidade à erosão.....	47
FIGURA 12 – Distribuição das Fitofisionomias nas classes de declividade do município de São Carlos.....	53
FIGURA 13 – Gráfico da distribuição das áreas (em Km ²) das fitofisionomias nas diferentes classes de declividade do Município de São Carlos.....	54
FIGURA 14 – Gráficos da distribuição das áreas de cada classe de declividade nas diferentes fitofisionomias.....	55
FIGURA 15 – Distribuição das Fitofisionomias nas classes de altitude do município de São Carlos.....	59

FIGURA 16 – Gráfico da distribuição das áreas (em Km ²) das fitofisionomias nas classes de altitude (hipsometria) de São Carlos.....	60
FIGURA 17 – Gráficos da distribuição das áreas de cada classe de altitude nas diferentes fitofisionomias.....	61
FIGURA 18 – Distribuição das Fitofisionomias nos diversos tipos de solo do município de São Carlos.....	64
FIGURA 19 – Gráfico da distribuição das áreas(em Km ²) das fitofisionomias nos tipos de solo de São Carlos.....	66
FIGURA 20 – Gráficos da distribuição das áreas de cada tipo de solo nas diferentes fitofisionomias.....	67
FIGURA 21 – Distribuição das fitofisionomias no cenário 1.....	72
FIGURA 22 – Distribuição das fitofisionomias no cenário 2.....	73
FIGURA 23 - Distribuição das fitofisionomias no cenário 3.....	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Classificação dos Zonobiotomas de Walter (1986) com seus respectivos climas e tipos de vegetação zonal e a evaporação.....	19
TABELA 2 – Métodos propostos para testar diferentes possibilidades de localização de Reservas Legais, (MOREIRA, 2011).....	36
TABELA 3 – Classes de declividade. Adaptado de EMBRAPA (1999).....	40
TABELA 4 – Dados extraídos do IDRISI (comando AREA) com o valor das áreas (Km ²) para cada parâmetro.....	52
TABELA 5 – Distribuição das áreas (km ²) nas diferentes fitofisionomias (colunas) e nas classes de declividade (linhas).....	55
TABELA 6 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade de 0 a 3% (plano).....	56
TABELA 7 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade de 3 a 8% (suavemente ondulado).....	56
TABELA 8 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade de 8 a 20% (ondulado).....	56
TABELA 9 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade de 20 a 45% (fortemente ondulado).....	57
TABELA 10 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade superior a 45% (montanhoso).....	57
TABELA 11 – Dados extraídos do IDRISI (comando AREA) com o valor das áreas (em Km ²) para cada parâmetro.....	58

TABELA 12 – Distribuição das áreas (km ²) nas diferentes fitofisionomias (colunas) e nas classes de altitude (linhas).....	61
TABELA 13 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 500 a 600m.....	62
TABELA 14 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 600 a 700m.....	62
TABELA 15 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 700 a 800m.....	62
TABELA 16 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 800 a 900m.....	63
TABELA 17 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 900 a 1000m.....	63
TABELA 18 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 1000 a 1200m.....	63
TABELA 19 – Dados extraídos do IDRISI (comando AREA) com o valor das áreas (em Km ²) para cada parâmetro.....	65
TABELA 20 – Distribuição das áreas (km ²) nas diferentes fitofisionomias (colunas) e nos tipos de solo (linhas).....	68
TABELA 21 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Latossolo roxo.....	68
TABELA 22 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Latossolo vermelho escuro.....	69

TABELA 23 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Latossolo vermelho amarelo.....	69
TABELA 24 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Podzólico Vermelho-amarelo.....	69
TABELA 25 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Terra roxa.....	70
TABELA 26 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Areias quartzosas.....	70
TABELA 27 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de solos Litólicos.....	70
TABELA 28 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de solos hidromórficos.....	71
TABELA 29 – Diversidade, equabilidade e dominância do cenário 1.....	71
TABELA 30 – Diversidade, equabilidade e dominância do cenário 2.....	74
TABELA 31 – Diversidade, equabilidade e dominância do cenário 3.....	74
TABELA 32 – Diversidade, equabilidade e dominância dos cenários 1, 2 e 3.....	76
TABELA 33 – Influência do efeito de borda sobre os fragmentos de vegetação nativa na distribuição espacial obtida nos cenários 1, 2 e 3. Profundidade de efeito de borda definida em 50m do limite do perímetro dos fragmentos (modificado de MOREIRA, 2011).....	76

TABELA 34 – Métricas de paisagem calculadas para os três cenários testados
(fonte: MOREIRA, 2011).....77

TABELA 35 – Indicações de aplicação dos cenários.....88

LISTA DE SIGLAS

APC/R	Áreas Prioritárias para a Conservação e/ou Recuperação
APPs	Áreas de Preservação Permanente
CDB	Convenção da Diversidade Biológica
GSPC	Global Strategy for Plants Conservation
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RLs	Reservas Legais
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO:

1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. Áreas de conservação em terras privadas	20
2.2. Código Florestal e Reserva Legal	23
2.3. Convenção da Diversidade Biológica (CDB) e Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC).	26
2.4. Importância de estabelecer áreas protegidas	31
2.5. Fitofisionomias da área de estudo	41
2.6. Fatores que interferem na distribuição espacial da vegetação	43
2.6.1. Fatores fisiográficos	44
2.6.2. Fatores edáficos	44
2.7. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	48
3. OBJETIVO GERAL:	50
3.1. Objetivos específicos:	50
4. MATERIAIS E MÉTODOS	51
4.1. ÁREA DE ESTUDO:	51
4.2. MÉTODOS	52
4.2.1. Elaboração dos Mapas Temáticos:	53
4.2.2. Identificação das potenciais influências dos tipos de solo e relevo (altitude e declividade) sobre a distribuição das fitofisionomias no município de São Carlos	57
4.2.3. Cenários propostos por MOREIRA (2011) para priorização de áreas a serem protegidas no município de São Carlos	61
4.2.4. Análise das Paisagens	66
4.2.5. Comparação dos dados fitofisionômicos às métricas de paisagem	68
5. RESULTADOS:	70
5.1. INFLUÊNCIA DOS FATORES FÍSICOS NA DISTRIBUIÇÃO DAS FITOFISIONOMIAS	70
5.1.1. Classes de declividade:	70
5.1.2. Hipsometria:	77
5.1.3. Pedologia	83
5.2 ANÁLISE DOS CENÁRIOS:	91
5.2.1. Cenário 1	91
5.2.2. Cenário 2	93
5.2.3. Cenário 3	94

5.3. Comparação dos dados fitofisionômicos às métricas de paisagem	96
6. DISCUSSÃO	98
6.1. INFLUÊNCIA DOS FATORES FÍSICOS NA DISTRIBUIÇÃO DAS FITOFISIONOMIAS	98
6.1.1. Classes de declividade	98
6.1.2. Hipsometria	99
6.1.3. Pedologia	99
6.2. ANÁLISE DOS CENÁRIOS:	101
6.2.1. Cenário 1	101
6.2.2. Cenário 2	102
6.2.3. Cenário 3	102
6.3. COMPARAÇÃO DOS DADOS FITOFISIONÔMICOS ÀS MÉTRICAS DE PAISAGEM	103
6.3.1. Cenário 1	103
6.3.2. Cenário 2	104
6.3.3. Cenário 3	105
7. CONCLUSÕES.....	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108

1. INTRODUÇÃO

A fragmentação da paisagem é um dos principais desafios à conservação e manutenção da qualidade ambiental. Diversas atividades antrópicas e o crescimento econômico resultam na degradação de diferentes tipos vegetacionais e na perda de biodiversidade em todos os ecossistemas brasileiros.

O estabelecimento de áreas protegidas em terras privadas é uma importante ferramenta de suporte a conservação da biodiversidade no que tange ao aumento da conectividade da paisagem natural e fluxo gênico (AB'SÁBER, 2003). Áreas protegidas ou – conforme redação da Lei 6938/81 – espaços territoriais especialmente protegidos “são áreas de terra e/ou mar especialmente dedicadas à proteção e manutenção da diversidade biológica, e de seus recursos naturais e culturais associados, manejadas por meio de instrumentos legais ou outros meios efetivos” (MMA, 2011).

A legislação brasileira separa essas áreas protegidas em diferentes tipologias que são definidas e normatizadas por diferentes instrumentos legais: O Código Florestal protege as Áreas de Preservação Permanente, as APPs e as Reservas Legais, as RLs. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, Lei nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000) foi criado no intuito de organizar e gerenciar as áreas denominadas de Unidades de Conservação. Contudo, ainda assim, algumas tipologias de áreas protegidas ficaram à margem da nova lei – como por exemplo as Terras Indígenas, as Áreas Verdes Urbanas (CAMPOS, 2006; MILARÉ, 2003).

Mesmo com toda a polêmica do Novo Código Florestal brasileiro, a importância da existência de espaços de conservação inseridos nas matrizes rurais é elencada por diversos autores (METZGER, 2011; MORSELLO, 2008; PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Além disso, a conservação em terras privadas é parte integrante de ações à que o Brasil se comprometeu, quando assinou a Convenção da Diversidade Biológica, a CDB, e seus documentos acessórios (e.g. Estratégia Global para a Conservação das Plantas, a GSPC; estratégia global da biodiversidade).

Diversas são as metodologias e sugestões de ação para a implementação destes espaços de proteção, com maiores e menores graus de interferência humana, e.g. sistemas

agroflorestais, melhorias nas técnicas de manejo de uso do solo, averbação de Reservas Legais, criação de Reserva Particulares do Patrimônio Natural, etc.

A revisão das metodologias de seleção de critérios para alocação dessas áreas mostra que a maioria das recomendações de ação requer grande aporte de levantamentos de dados locais o que encarece os custos e dificulta a ação dos órgãos gestores pela falta de dados primários. Neste sentido, alguns autores (RANIERI, 2004; MOREIRA, 2011) têm trabalhado com a seleção de metodologias baseadas em dados físicos de relevo para geração de cenários e suas aplicabilidades na conservação da paisagem.

O trabalho de RANIERI (2004) consistiu em elaborar uma metodologia para a identificação de áreas prioritárias para a alocação de reservas legais nos municípios de São Carlos e Descalvado baseando-se na identificação de áreas com maior número de fatores favoráveis à conservação da biodiversidade, dos solos e da água. MOREIRA (2011) utilizou os critérios desenvolvidos por RANIERI (2004) para gerar dados de métricas da paisagem e avaliar a efetividade dos cenários na conservação da paisagem. Porém nesses estudos a vegetação nativa foi considerada como presente ou ausente sem se considerar as quais as diferentes fitofisionomias estão presentes na área e qual a proteção de cada uma nos cenários gerados. Portanto, o grau de proteção de cada tipo vegetacional encontrado na área de estudo não pode ser avaliado.

O presente trabalho, portanto, visa conhecer a distribuição das fitofisionomias presentes na área e a efetividade da conservação em cada cenário proposto pelos autores supracitados, comparando os resultados deste estudo aos obtidos pelos anteriores a fim de subsidiar o tomador de decisão na escolha do melhor cenário de ação frente às fragilidades e potencialidades de proteção das fisionomias vegetais de cada metodologia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Áreas de conservação em terras privadas

A perda da diversidade varia consideravelmente de acordo com o ecossistema afetado. As florestas tropicais, por exemplo, detêm grande parte das espécies e merecem especial atenção. (TABARELLI et al. 2005). Segundo SIMBERLOFF (1986) citado por PRIMACK & RODRIGUES (2001), se o desmatamento dessas áreas ocorresse até restarem apenas as Áreas Protegidas cerca de 2/3 de todas as espécies de pássaros e plantas se extinguiria. Além disso, os ecossistemas dessas florestas são frágeis visto que seus solos são frequentemente rasos e pobres em nutrientes.

Para a proteção da biodiversidade, uma das medidas mais polêmicas é a criação de áreas legalmente protegidas. O Brasil, detentor de uma das mais ricas diversidades do planeta, cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)¹. Porém as áreas instituídas perfazem um percentual muito pequeno do território nacional, sendo apenas uma parcela pequena dessas áreas destinadas à proteção integral. (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Além disso, algumas áreas protegidas encontram-se em terras de pouco valor econômico ou ambiental ou ainda encontram-se isoladas na paisagem (CAMPOS & COSTA FILHO, 2006). Nesse cenário, o Código Florestal Brasileiro, em tese, parece ter representado um bom instrumento para a conservação da vegetação nativa, já que prevê a proteção de significativa parcela do território nacional em todas as propriedades rurais (MEDEIROS et al, 2004).

Assim, além das Áreas de Preservação Permanente (APPs), o código inova ao impor a proteção da natureza através de espaços de conservação de domínio privado como as Reservas Legais (RLs). No total, abrangência geográfica das Reservas Legais, em termos quantitativos, acaba sendo muito maior do que o total do território protegido sob a forma de Unidades de Conservação.

¹ SNUC: A Lei nº **9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000**, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

Apesar das recentes alterações no Código Florestal Brasileiro elaboradas pelo congresso nacional e promulgadas pela Presidenta em 25 de maio de 2012, para efeitos desse projeto foram utilizados os parâmetros legais instituídos pela lei vigente na época dos delineamentos metodológicos: Código Florestal (Lei 4771/1965 e suas alterações).

Pode-se afirmar que o modelo de proteção da natureza, no Brasil, está centrado nestes dois dispositivos legais – o SNUC (Lei 9985/2000) e o Código Florestal (Lei 4771/1965 e suas alterações) (MEDEIROS et al, 2004).

No tocante às áreas protegidas em terras privadas, quanto ao grau de proteção das áreas tem-se:

Áreas destinadas à Preservação

O Protecionismo adveio de um movimento ambientalista radical que tinha como objetivo criar santuários naturais para a manutenção das espécies sem a interferência nociva do homem. Sua ideologia visa proteger a natureza da ação degradadora do homem. Não considera o ser humano como parte integrante do sistema natural e propõe a criação de espaços intocáveis, independente do valor econômico, social ou utilitário da área (PÁDUA, 2006).

Os espaços protegidos, normalmente, são áreas de fragilidade ambiental, nas quais o ambiente não pode ser alterado visando garantir a “preservação dos recursos hídricos, da estabilidade geológica e da biodiversidade, bem como o bem-estar das populações humanas” (ARAUJO, 2002).

Nessas áreas a maioria das atividades humanas é vetada. Algumas exceções se limitam à educação ambiental e turismo controlados. A supressão da vegetação só é permitida em casos de utilidade pública ou interesse social comprovados por meio de estudos e procedimentos regulamentados na legislação.

A maioria das áreas de proteção encontra-se sobre o domínio público, na forma de Unidades de Conservação de Proteção Integral. Algumas dessas podem estar localizadas tanto em áreas públicas como privadas.

São exemplos de áreas de preservação em terras privadas as Áreas de Preservação Permanente – APPs – regidas pelo Código Florestal e destinadas à manutenção dos corpos hídricos e da qualidade dos solos (ARAUJO, 2002; MORSELLO, 2008).

Áreas destinadas à Conservação

Já o conservacionismo contempla a espécie humana como parte integrante do meio e como tal deve zelar e gerir o patrimônio natural de forma a manter sua qualidade no espaço e no tempo. Como corrente ideológica, é o alicerce das políticas de desenvolvimento sustentável enfocando a necessidade das mudanças nos padrões de consumo, uso racional de matérias primas e energia, redução do crescimento populacional, controle e reutilização/reuso/reciclagem dos resíduos, etc. A criação de políticas públicas ambientais e inclusão das variáveis ambientais no processo decisório são princípios norteadores do movimento (PÁDUA, 2006).

No que diz respeito aos espaços protegidos, o conceito chave para as áreas destinadas à conservação é uso racional dos recursos ambientais conciliando desenvolvimento econômico com qualidade de vida. São espaços destinados à manutenção dos recursos e ciclos ambientais, qualidade de água e solo, abrigo e reprodução de espécies nativas, etc.

Devem ter planos de uso – planos de manejo – que assegurem à manutenção da qualidade ambiental. No domínio privado, temos como exemplo as Reservas Particulares do Patrimônio Natural – de iniciativa do proprietário rural – e as Reservas Legais – impostas pela legislação para garantir a função social da propriedade.

Áreas produtivas com Manejo Controlado

Este tipo de proteção se refere às terras produtivas; prioritariamente as destinadas à agricultura, pastoreio ou produção madeireira. Tem por objetivo incorporar ao sistema produtivo técnicas de cultivo voltadas ao aumento da diversidade genética e diminuição dos impactos adversos.

É elencada como estratégia de proteção pela Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC 2006, GSPC 2011). Seus exemplos mais significativos são os Sistemas Agroflorestais, os métodos de produção integrada, a agricultura de conservação e o manejo *on-farm* de recursos genéticos (GSPC, 2006).

Apesar de sua reconhecida importância - o manejo das áreas produtivas aumenta a permeabilidade da matriz nativa para diversas espécies, possibilita maior fluxo gênico entre áreas de vegetação – a conservação da diversidade neste sistema é direcionada às espécies do sistema produtivo sendo, portanto descartada de análise mais profunda neste trabalho.

2.2. Código Florestal e Reserva Legal

A preocupação em proteger parte das matas das propriedades rurais já era discutida na época do Brasil Colônia, porém o enfoque era garantir a manutenção da viabilidade dos produtos florestais na escala de tempo – por exemplo, a madeira e a lenha que eram as principais fontes de energia no meio rural. No Brasil, as primeiras diretrizes legais eram as Ordenações do Reino. Segundo MILARÉ (2005), o Brasil pré-republicano teve as ordenações transpostas para a formação de uma legislação nacional. As inspirações ambientais incorporadas à nova lei são atribuídas a José Bonifácio e seus estudos sobre a depredação dos solos. MILARÉ (2005) ainda afirma que o primeiro passo para a criação de normas mais ecológicas foi o código civil de 1916, com a “proteção de direitos privados na composição de conflitos de vizinhança”.

Essa incorporação do direito coletivo está presente em diversas matérias nesse período e é imperial na elaboração de diversos diplomas legais da época. A proteção do ambiente era entendida como princípio básico de todas as esferas governamentais (MEDEIROS et al, 2004). Para efetivar tal proteção, uma iniciativa de criação de uma legislação eficaz só surgiu por volta de 1920, com a formação de uma subcomissão para elaborar o anteprojeto do futuro Código Florestal. Em 1934, por fim, o projeto foi transformado no Decreto nº 23.793. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA, 1998 apud CASTAGNARA et. al 2007; MEDEIROS et al, 2004; MEDEIROS, 2006).

Em 1965 o projeto de lei foi reformulado e votado. Dentre as inúmeras inovações que o Código de 1965 (Lei nº 4771/65) trouxe, a mais ousada foi a que estabeleceu o limite do direito de uso da propriedade, com a reserva obrigatória de vinte e cinco por cento de vegetação nativa de cada propriedade rural. Porém, a denominação de Reserva Legal (RL) só ocorreu com a Lei 7.803, de 18 de julho de 1989, que introduziu, também, a exigência de averbação ou registro da RL à margem da inscrição da matrícula do imóvel, sendo vedada “a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou desmembramento da área” (art. 16 § 2).

Além disso, o Código Florestal sempre teve alterações, causadas pela dificuldade de conciliar o conflito entre máxima produção e proteção dos recursos naturais: ao longo do tempo, não apenas a dimensão da reserva legal foi alterada, mas também o modo como a sociedade a avalia. A redefinição do termo Reserva Legal é outro exemplo. Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001 passou a ser enunciada como: “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 nativa” que retira o caráter utilitarista da área e passa a dar ênfase aos benefícios ambientais prestados – por exemplo: ciclos naturais.

Se algum desses ciclos naturais cessar a população enfrentará sérias consequências sociais e econômicas. Segundo EHLERS (1999), citado por CASTAGNARA *et al.* (2007), o conhecimento e a habilidade do ser humano não podem substituir as funções desempenhadas pelos ciclos naturais, porém esse reconhecimento só acontece quando estes são interrompidos ou perdidos para sempre, como as florestas, cuja importância só foi entendida quando os índices de desmatamento alcançaram níveis críticos para o abastecimento dos recursos hídricos.

Analisando os desafios ambientais atuais e emergentes impostos à conservação da diversidade vegetal, por exemplo, observa-se que os esforços mundiais para remediar a perda de espécies vegetais não têm surtido resultados na velocidade desejada. (PEREIRA & COSTA, 2010). Apesar dos avanços na aquisição de conhecimento da biodiversidade nacional, grandes lacunas ainda persistem - como a falta de estudos de alguns grupos taxonômicos, habitats ou áreas geográficas.

Na tentativa de reverter essa situação, é necessário o desenvolvimento de políticas, planos e programas mundiais de proteção à biodiversidade. Nesse sentido, a Convenção da Diversidade Biológica (CDB) é o principal marco legal e político instituído tendo como pilares a “conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados do uso dos recursos genéticos” (MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES & MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006).

Sendo país signatário da CDB, o Brasil assume importante compromisso perante a comunidade científica internacional. Entre eles, destaca-se a implementação da Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC), que foi aprovada na decisão VI/9 da Conferência das Partes em 19 de abril de 2002 em Haia (FORZZA et. al, 2010).

Apontada como uma das maiores conquistas da CDB, a GSPC tem o objetivo conter a perda continuada da diversidade de plantas. Composto de dezesseis metas com ações claras e objetivas, esse documento estabelece objetivos e metas que tem orientado os governos no cumprimento de seus compromissos relativos à conservação da biodiversidade (CIBERAÇÃO, 2006). A maior dificuldade encontrada refere-se à tentativa de garantir a proteção das espécies nativas em seus habitats naturais (conservação *in situ*).

No Brasil, a Reserva Legal tem importante papel ambiental neste contexto contribuindo na conservação da biodiversidade e na manutenção do equilíbrio ecológico em terras particulares – quando instituídas. A conservação da RL na propriedade contribui para o ecossistema por proporcionar o abrigo; local para acasalamento e fonte de alimentos para as espécies silvestres; a proteção do solo contra a erosão e a perda de nutrientes e a manutenção da capacidade de água dos lençóis freáticos, havendo a necessidade de um conhecimento para manejá-la na paisagem rural.

2.3. Convenção da Diversidade Biológica (CDB) e Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC).

A julgar pela importância desse tema, a CDB e a GSPC trazem uma normativa internacional para a implantação dos espaços de conservação *in situ* em terras privadas em busca de soluções globais para problemas que afetam a conservação dos recursos vegetais vitais ao planeta.

No caso da CDB, o artigo 8 traz normativas para a conservação das espécies no ambiente natural, sem fazer referências ao tipo de proteção – público ou privado. É uma normativa mais ampla e dá diretriz a GSPC no que se refere às metas de implantação da CDB no que diz respeito à conservação de plantas.

A CDB preconiza:

“Conservação *in situ*

Cada Parte Contratante deve, na medida do possível e conforme o caso:

- a) Estabelecer um sistema de áreas protegidas ou áreas onde medidas especiais precisem ser tomadas para conservar a diversidade biológica;
- b) Desenvolver, se necessário, diretrizes para a seleção, estabelecimento e administração de áreas protegidas ou áreas onde medidas especiais precisem ser tomadas para conservar a diversidade biológica;
- c) Regulamentar ou administrar recursos biológicos importantes para a conservação da diversidade biológica, dentro ou fora de áreas protegidas, a fim de assegurar sua conservação e utilização sustentável;

d) Promover a proteção de ecossistemas, habitats naturais e manutenção de populações viáveis de espécies em seu meio natural;

e) Promover o desenvolvimento sustentável e ambientalmente sadio em áreas adjacentes às áreas protegidas a fim de reforçar a proteção dessas áreas;

f) Recuperar e restaurar ecossistemas degradados e promover a recuperação de espécies ameaçadas, mediante, entre outros meios, a elaboração e implementação de planos e outras estratégias de gestão;

g) Estabelecer ou manter meios para regulamentar, administrar ou controlar os riscos associados à utilização e liberação de organismos vivos modificados resultantes da biotecnologia que provavelmente provoquem impacto ambiental negativo que possa afetar a conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica, levando também em conta os riscos para a saúde humana;

h) Impedir que se introduzam, controlar ou erradicar espécies exóticas que ameacem os ecossistemas, habitats ou espécies;

i) Procurar proporcionar as condições necessárias para compatibilizar as utilizações atuais com a conservação da diversidade biológica e a utilização sustentável de seus componentes;

j) Em conformidade com sua legislação nacional, respeitar, preservar e manter o conhecimento, inovações e práticas das comunidades locais e populações indígenas com estilo de vida tradicionais relevantes à conservação e à utilização sustentável da diversidade biológica e incentivar sua mais ampla aplicação com a aprovação e a participação dos detentores desse conhecimento, inovações e práticas; e encorajar a repartição equitativa dos

benefícios oriundos da utilização desse conhecimento, inovações e práticas;

k) Elaborar ou manter em vigor a legislação necessária e/ou outras disposições regulamentares para a proteção de espécies e populações ameaçadas;

l) Quando se verifique um sensível efeito negativo à diversidade biológica, em conformidade com o art. 7, regulamentar ou administrar os processos e as categorias de atividades em causa; e

m) Cooperar com o aporte de apoio financeiro e de outra natureza para a conservação *in situ* a que se referem as alíneas a a l acima, particularmente aos países em desenvolvimento.(...)” (MMA, pags 10-11).

O presente estudo questiona como as metas de conservação de plantas podem ser aplicadas de forma a melhor atender a conservação das fisionomias vegetais presentes utilizando o ferramental de geoprocessamento. “A interface da ciência com os tomadores de decisão e com o público em geral é estratégica para promover uma cultura cada vez mais científica, humanista e zelosa com as riquezas ambientais” (PEREIRA & COSTA, 2010).

Para tanto, uma revisão das metas estabelecidas pela GSPC é importante no sentido de nortear o trabalho e dar embasamento às normas legais estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro:

“C. Metas (da GSPC):

(...)(b) Conservar a diversidade de plantas:

(iv) Pelo menos 10 por cento de cada região ecológica do mundo efetivamente conservada;

Condições e embasamento técnico

As áreas protegidas abrangem hoje cerca de 10% da superfície terrestre. Em geral, as florestas e as áreas montanhosas estão bem representadas em áreas protegidas, enquanto pastagens naturais (tais como pradarias) e ecossistemas costeiros e estuarinos, inclusive manguezais, são mal representados. Essa meta implicaria em: (i) aumentar-se a representação de diferentes regiões ecológicas em áreas protegidas, e (ii) aumentar-se a efetividade das áreas protegidas. Como algumas regiões ecológicas incluíram áreas protegidas que cobrirão mais de 10% de suas áreas, utiliza-se a qualificação “pelo menos”. Em alguns casos poderá ser necessário restaurar e reabilitar os ecossistemas. Quando se fala em conservação efetiva, subtende-se que a área seja manejada de modo a alcançar um estado de conservação favorável para as espécies e comunidades de plantas que ali existem. Podem ser utilizadas várias abordagens para a identificação de regiões ecológicas, baseadas nos principais tipos de vegetação. (...)

(...) (vi) Pelo menos 30 por cento das terras produtivas manejadas de forma compatível com a conservação da diversidade de plantas;

Condições e embasamento técnico

Para fins desta meta, o termo terras produtivas se refere a terras cuja finalidade primordial é a agricultura (inclusive horticultura), o pastoreio ou a produção de madeira. Compatível com a conservação da diversidade de plantas indica que uma série de objetivos se incorporam ao manejo de tais terras produtivas: a conservação da diversidade de plantas, que é parte integrante do próprio sistema produtivo: a conservação da diversidade de

plantas, que é parte integrante do sistema de produção (por exemplo, espécies de plantas agrícolas, de pastagem ou arbóreas e diversidade genética); a proteção de outras espécies de plantas na paisagem de produção que sejam únicas, ameaçadas ou de valor socioeconômico. O uso de práticas de manejo que evitem impactos adversos significativos sobre a diversidade de plantas em ecossistemas vizinhos, por exemplo, evitando-se a liberação excessiva de produtos agroquímicos e impedindo-se a erosão insustentável do solo. (...)” (GSPC, pag. 07)

Nesse sentido, este trabalho utiliza como valores mínimos de estabelecimento de áreas protegidas a meta (iv) da GSPC, ou seja, mínimo de 10 por cento das fitofisionomias protegidas nos cenários a serem averiguados. Já os valores ótimos são balizados pela normativa legal, o Código Florestal de 1965 e suas alterações, mínimo de 20 por cento das fitofisionomias protegidas.

Segundo revisão bibliográfica realizada por METZGER (2010), quando das discussões do projeto de lei que visava alterar o código florestal vigente, o valor mínimo para a proteção da biodiversidade na paisagem já fragmentada é de 30 por cento, para que haja a promoção da permeabilidade entre a matriz antropizada e a matriz nativa.

Se somarmos a média das áreas de preservação permanente existente na realidade brasileira – que segundo MIRANDA et al (2008) varia de 10 a 20% – à proteção de mais 20 por cento das áreas, como preconiza o código florestal de 1965, estaremos adotando “um limite mínimo de cobertura nativa que uma paisagem intensamente utilizada pelo homem deveria ter, permitindo conciliar uso econômico e conservação biológica” (METZGER, 2010).

2.4. Importância de estabelecer áreas protegidas

A finalidade de se estabelecer áreas protegidas foi modificada ao longo do tempo. O objetivo inicial era a proteção de recursos naturais específicos para a classe dominante, quer seja esta a nobreza (áreas de caça e florestas) ou a metrópole (bens econômicos das colônias e.g. recursos madeireiros). Com o crescimento científico aliado ao sentimento de coletividade incorporado aos valores da sociedade houve o nascimento das áreas de proteção destinadas a conservar áreas de grande relevância do ponto de vista paisagístico (monumentos naturais).

Posteriormente, um novo valor foi agregado ao surgimento das áreas protegidas: a necessidade de proteção e conservação dos fragmentos naturais devido à pressão e problemas causados pelas atividades produtivas antrópicas. Surge o conceito de desenvolvimento sustentável em que se consolida a importância da conservação da biodiversidade, neste cenário uma nova configuração de áreas protegidas é estabelecida priorizando o planejamento da paisagem biorregional e normativas que vislumbrem o gerenciamento integrado das áreas protegidas são instituídas. Porém, apesar de toda sua importância na manutenção da diversidade biológica e no fornecimento de diversos serviços florestais, a implantação e manutenção desses espaços protegidos é um grande desafio visto serem estes espaços considerados como limitadores do sistema produtivo.

Os critérios para a seleção de áreas protegidas em terras privadas, no Brasil, obedecem à legislação específica: o Código Florestal. No caso das áreas de preservação permanente, a lei é direta e objetiva na determinação das faixas de proteção – com exceção para os topos de morro que necessitaram de normativa posterior – a simples leitura da lei possibilita a aplicação da metodologia:

“Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.”

Já em se tratando das Reservas Legais a lei dá as diretrizes:

“Art. 16”. As florestas e outras formas de vegetação nativa, ressalvadas as situadas em área de preservação permanente, assim como aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica, são suscetíveis de supressão, desde que sejam mantidas, a título de reserva legal, no mínimo:

I - oitenta por cento, na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal;

II - trinta e cinco por cento, na propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia Legal, sendo no mínimo

vinte por cento na propriedade e quinze por cento na forma de compensação em outra área, desde que esteja localizada na mesma microbacia, e seja averbada nos termos do § 7º deste artigo;

III - vinte por cento, na propriedade rural situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do País; e

IV - vinte por cento, na propriedade rural em área de campos gerais localizada em qualquer região do País.

§ 1º O percentual de reserva legal na propriedade situada em área de floresta e cerrado será definido considerando separadamente os índices contidos nos incisos I e II deste artigo.

§ 2º A vegetação da reserva legal não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável, de acordo com princípios e critérios técnicos e científicos estabelecidos no regulamento, ressalvadas as hipóteses previstas no § 3º deste artigo, sem prejuízo das demais legislações específicas.

§ 3º Para cumprimento da manutenção ou compensação da área de reserva legal em pequena propriedade ou posse rural familiar, podem ser computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas.

§ 4º A localização da reserva legal deve ser aprovada pelo órgão ambiental estadual competente ou, mediante convênio, pelo órgão ambiental municipal ou outra instituição devidamente habilitada, devendo ser considerados, no processo de aprovação, a função social da propriedade, e os seguintes critérios e instrumentos, quando houver:

I - o plano de bacia hidrográfica;

II - o plano diretor municipal;

III - o zoneamento ecológico-econômico;

IV - outras categorias de zoneamento ambiental; e

V - a proximidade com outra Reserva Legal, Área de Preservação Permanente, unidade de conservação ou outra área legalmente protegida.” (grifo do autor)

Observa-se, em termos práticos que a determinação das RLs não ocorre de maneira integrada aos diversos planos institucionais e não é de aplicabilidade direta. Na maioria dos municípios não há integração entre os diversos planejamentos institucionais e a escolha das áreas destinadas às RLs se faz a partir de decisão dos órgãos ambientais.

Em muitos casos o processo de escolha desses locais tem seguido critérios muito mais políticos e econômicos do que razões de cunho científico que permitam uma adequada proteção da biodiversidade. São, em geral, áreas sem interesse para atividades agrícolas, áreas marginais ao processo de exploração econômica; enfim áreas que “sobraram” do processo de ocupação e expansão de fronteiras agrícolas resultam em recortes territoriais inapropriados e habitats inadequados para a proteção da biodiversidade (NOVAES et. al, 2003).

A base teórica de seleção das áreas de proteção, no entanto sugere que sejam averiguadas a maior quantidade de dados físicos e biológicos da área de estudo para melhor assegurar a viabilidade das áreas na proteção das espécies, táxons, comunidades ao longo do tempo. Porém esses estudos ambientais levam tempo e dinheiro e a base de dados pré-existente é bastante deficitária.

No que se refere aos dados bióticos, metodologias de proteção de espécies-bandeira (BROOKS E RYLANDS, 2005; KIERULFF ET AL, 2005; SERIO ET AL, 2004), espécies guarda-chuva (COELHO, 2001) ou ainda as raras, endêmicas ou ameaçadas (TABARELLI et al, 2005) ajustam as áreas de proteção às suas exigências de área de vida mínima viável. Para tanto, inventários biológicos dos diversos táxons de plantas e animais são necessários. Além disso, diversas espécies têm sua biologia desconhecida e seriam necessários anos de pesquisa para análise da área de vida para sua proteção.

A base metodológica que se utiliza dos dados abióticos está intimamente relacionada à ecologia da paisagem e a teoria do Equilíbrio da biogeografia insular (LANG & BLASCHKE, 2009). Neste contexto, a determinação do tamanho ideal das áreas, formato, quantidade e localização, isolamento, barreiras, percolação, conectividade e manutenção da qualidade dos ambientes são analisados.

Isso porque as características físicas do ambiente estão intimamente relacionadas à diversidade de paisagem, bem como são determinísticas na distribuição das espécies ao longo dos seus gradientes.

Segundo ODUM (1983) o ecossistema é a unidade funcional básica onde os fatores bióticos e abióticos influenciam as propriedades do outro e ambos são responsáveis pela manutenção da vida como a conhecemos:

...”Sistema ecológico ou ecossistema é qualquer unidade (biossistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não-vivas.”

Dependendo do predomínio das condições abióticas e da proporção das diferentes formas de vida que as compõem, as características do sistema ecológico se alteram:

“Embora não haja lugares que abriguem exatamente o mesmo conjunto de espécies, podemos agrupar unidades biológicas em categorias baseadas em formas vegetais dominantes, (...). Estas categorias são denominadas de biomas” (RICKLEFS, 2001).

O conceito de bioma foi desenvolvido por WALTER (1986) e é definido por uma área geográfica que apresente características ambientais constantes traduzidas a partir do macroclima, solo e altitude. As dimensões podem alcançar um milhão de quilômetros quadrados. (apud COUTINHO, 2006).

O conceito mais amplamente aceito de classificação climática é o sistema criado por Heinrich Walter, conhecido como Zona Climática e se baseia nas condições de estresse de umidade e frio – variações anuais de precipitação e temperatura (Tabela 1). A partir dessas variáveis abióticas é possível classificar a vegetação em Zonobiomas (RICKLEFS, 2003).

Tabela 1 - Classificação dos Zonobiomas de WALTER (1986) com seus respectivos climas e tipos de vegetação zonal e a evaporação.

Zona Climática	Tipo Climático	Vegetação Zonal
Equatorial	Úmido e quente, com grandes variações térmicas diurnas	Florestas pluviais tropicais sempre verdes
Tropical	Com chuvas de verão e inverno seco	Florestas tropicais estacionais ou savanas
Subtropical	Clima árido de deserto, precipitações esparsas	Vegetação de desertos subtropicais.
Mediterrâneo	Com chuvas de inverno e verão seco	Vegetação esclerofila lenhosa, sensível ao congelamento prolongado.
Temperado Quente	Sempre úmido	Florestas subtropicais sempre verdes
Temperado frio	Com inverno frio e curto	Florestas decíduas latifoliadas
Continental	Árido-moderado com inverno frio e curto	Estepes ou desertos
Boreal	Com verão frio e longo inverno	Florestas de coníferas (Taiga)
Polar	Verão muito curto	Tundras, ausência de árvores.

Alguns autores classificam as formações vegetais a partir de características abióticas do ambiente. Para HOLDRIDGE (1947) a classificação das formações vegetais do mundo é definida a partir da tríade de dados climáticos – evapotranspiração potencial e a chuva, a precipitação anual e a biotemperatura (FIGURA 1), construindo um diagrama triangular (COUTINHO, 2006).

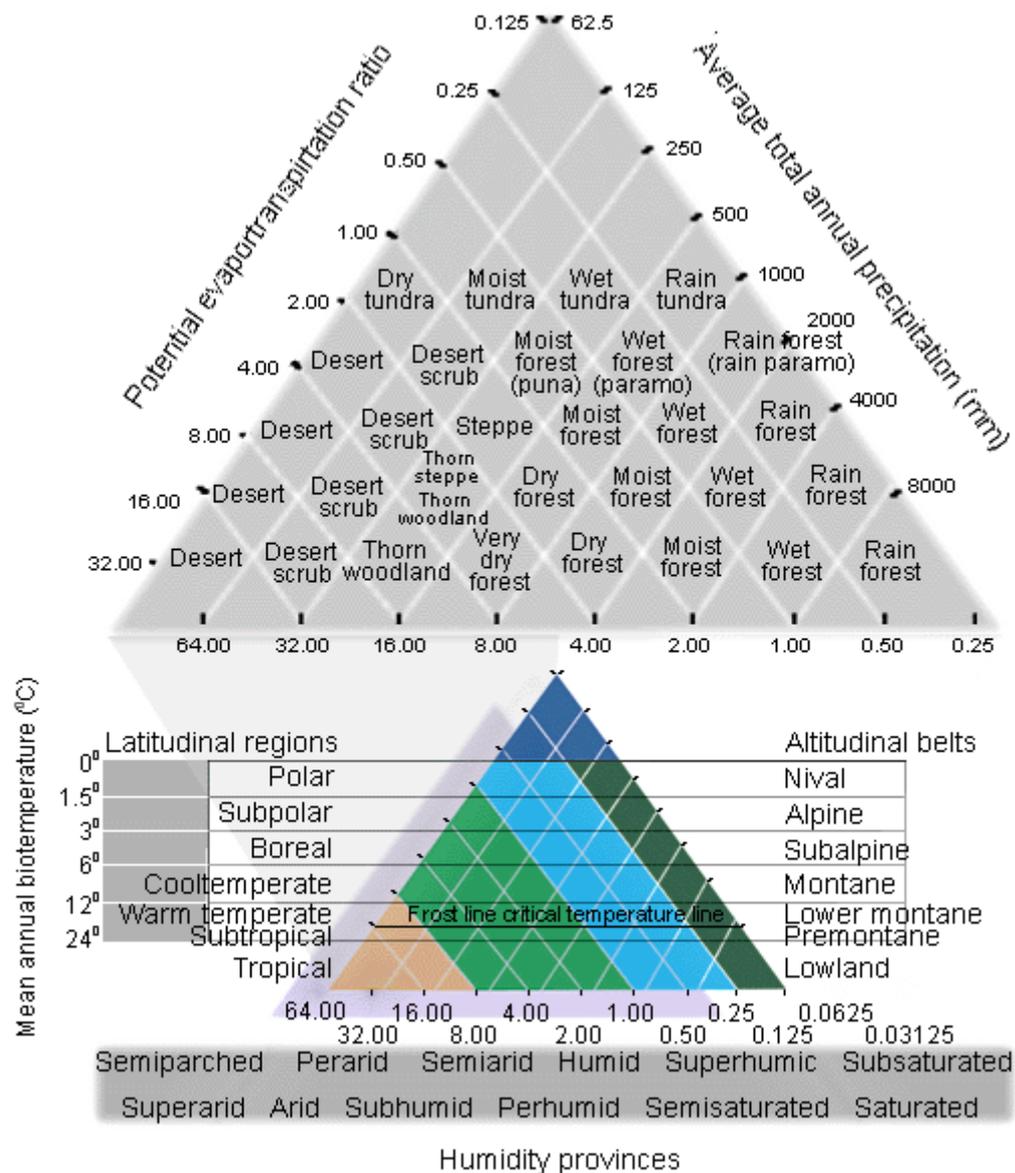


Figura 1 - Diagrama de Holdridge. Disponível em: <http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/klings/rainforest/rainforest.html>

WHITTAKER *apud* RICKLEFS (2003) considera que os fatores abióticos que determinam os biomas são temperatura e precipitação anual de chuva, limitando o conceito de bioma para cada continente. Para este autor, o termo bioma deve ser empregado quando identificamos plantas e animais de uma determinada formação (FIGURA 2).

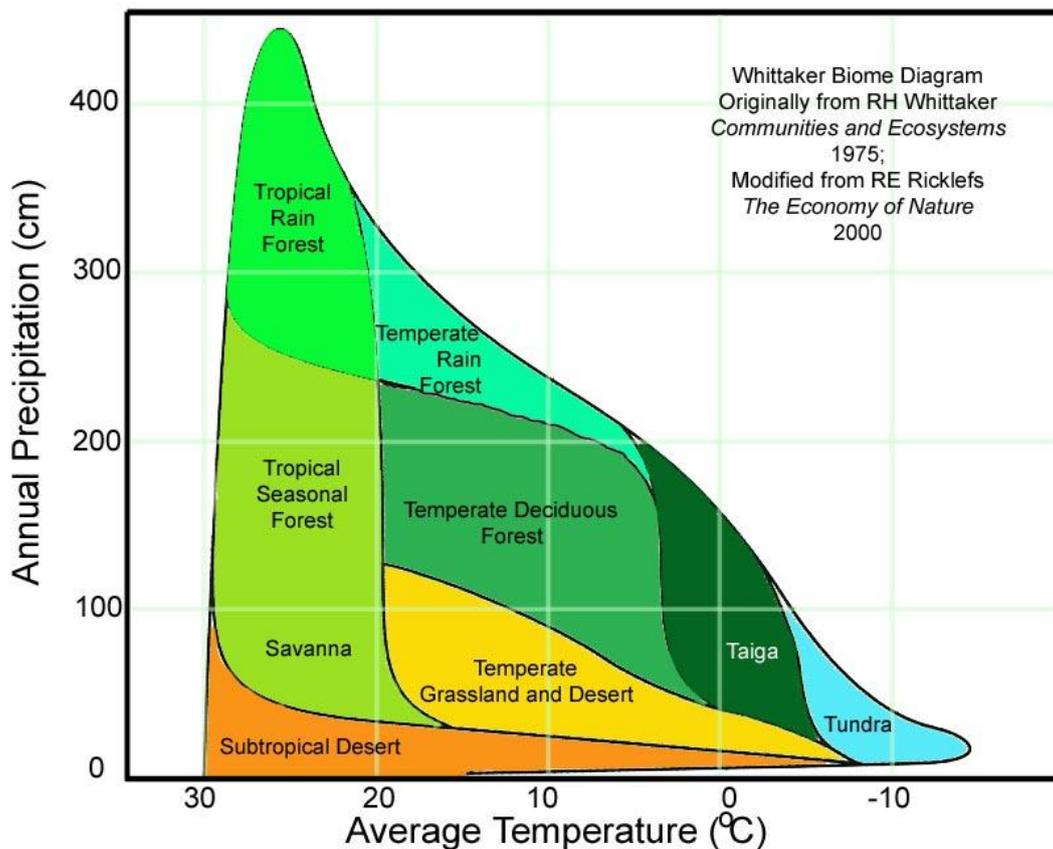


Figura 2 - Biomas de Whittaker definidos a partir da temperatura e precipitação anual.

Disponível em: http://www.marietta.edu/~biol/biomes/biome_main.htm

AB'SABER (1977) classifica os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos como as áreas nucleares com coerências nas feições do relevo, tipos de solo, forma da vegetação e das condições climático-hidrológicas. Podendo ter dimensões subcontinentais, de milhões até centenas de milhares de quilômetros quadrados. O autor reconhece seis grandes domínios paisagísticos e macroclimáticos no Brasil e todas as “ilhas de vegetação exótica” encontradas dentro das áreas nucleares são explicadas por exceções na litologia, hidrologia, topografia e/ou paleobotânica locais.

GENTRY (1988) considera que os gradientes de latitude, altitude, intercontinentalidade, precipitação anual e tipos de solo são os responsáveis pela riqueza de plantas lenhosas nas florestas tropicais.

Segundo LARCHER (2000), a zona climática condiciona a intensidade de radiação em função da latitude, o clima regional determina as características da precipitação e a topografia influencia, sobretudo, o grau de aquecimento, a distribuição das chuvas. Numa zona climática regional, há variações locais delimitadas por mudanças na topografia da paisagem – com destaque para o relevo – que exercem influências sobre fatores climáticos direcionais como a radiação e os ventos).

Já COUTINHO (2006) define bioma como um conjunto de fisionomias homogêneas controladas pelo macroclima que se agrupam, qualquer que seja sua composição florística da vegetação; ou seja o fator determinante é o macroclima local sendo que um mesmo bioma pode ter floras diferentes e biomas de diferentes similaridades florísticas.

Isso ocorre pela junção de uma “determinada fitofisionomia ou formação vegetal, de uma fauna e outros organismos vivos associados, e de outras condições ambientais, como a altitude, o solo, alagamentos, o fogo, a salinidade, entre outros. Estas características todas lhe conferem uma estrutura e uma funcionalidade peculiares, uma ecologia própria”.

SANTOS et al (2011) lembram a necessidade de conhecer e compreender a composição e a dinâmica dos processos internos do solo – interface de interação solo-planta – pois o solo é o meio onde ocorrem reações e processos determinantes do sucesso ou insucesso da recuperação ou estabelecimento de novo bioma.

COUTINHO (2006) considera ainda que a falta de estudos mais detalhados, principalmente aqueles de natureza ambiental, ecológica, para muitos dos biomas brasileiros, é a causa de tanta divergência na classificação e identificação desses ambientes. Estes estudos se fazem necessários para estabelecer quais os principais fatores determinantes dos tipos de ambientes.

Muitos trabalhos têm corroborado com a tentativa de determinar quais os fatores físicos que determinam a diversidade e a fisionomia vegetal nos diversos biomas brasileiros. O microclima é citado por alguns trabalhos: As variações locais do clima, determinadas pela variação de tipo de solo, regimes de umidade, formação geológica e altitude; é citado por BENINCASA et al. (1983) e BASNET (1992).

Já as variações locais das condições hídricas e fatores edáficos, associados à declividade e à topografia, em ambientes florestais foram estudadas por GARTLAN et al. (1986), OLIVEIRA FILHO et al. (1989, 1994b, 1998), VAN DEN BERG & OLIVEIRA FILHO (1999).

A velocidade da ciclagem de nutrientes no ambiente é alvo de estudo de TURNER et al. (1997), FISK et al. (1998) e LORETI & OESTERHELD (1996) que relacionam este fator às variações espaciais de umidade entre as áreas elevadas.

A variação dos ambientes dentro do Cerrado é uma função do solo já quer seja pelo escleromorfismo oligotrófico ou pelo xeromorfismo aluminotóxico sendo que a variação decresce do campo sujo para o cerradão, assim como a saturação de alumínio acontece em função inversa aos nutrientes - Carbono, Nitrogênio, Potássio e Fósforo- (GOODLAND, 1979; FERRI, 1980).

MORENO, & SCHIAVINI (2008) estudaram a distribuição dos gradientes florestais nos cerrados e concluíram que o solo associado à disponibilidade de água e à interferência da luz em regiões de borda são determinantes da distribuição da vegetação no gradiente estudado.

MOSCA & PAULA (2006) demonstraram a alta especificidade das plantas carnívoras do Brasil nos campos rupestres. Este tipo vegetacional é indicador da baixa qualidade do solo e se desenvolvem em locais onde a maioria das plantas considera inóspito.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES et al (2005) estudaram a determinação das fisionomias vegetais associadas aos padrões edáficos, a partir de uma localidade específica, usando o município de Ribeirão Preto como estudo de caso. No município, mais de 65% das espécies analisadas apresentaram ocorrência significativamente associada com algum tipo de solo, indicando que as características pedológicas têm influência na sua distribuição: mata mesófila semidecídua - Latossolo Roxo, mata decídua - Litossolo, mata paludícola - Solos Hidromórficos, cerrado - Latossolo Vermelho Escuro e Latossolo Vermelho Amarelo.

2.5. Fitofisionomias da área de estudo

O Estado de São Paulo é formado pelos Biomas Mata Atlântica e Cerrado, ambos presentes na lista de *HOTSPOTS* da biodiversidade (regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta) organizada pela *Conservation International* (BIOTA-FAPESP, 2010).

No Atlas do BIOTA-FAPESP (2010), os biomas são subdivididos em Macrorregiões com características vegetacionais bem distintas, as fitofisionomias. Para o Estado de São Paulo encontramos:

- Agrupamento: Floresta Ombrófila Densa
- Agrupamento: Floresta Ombrófila Mista
- Agrupamento: Floresta Estacional Semidecidual
- Agrupamento: Savana
- Ecótonos (áreas de contato entre dois agrupamentos).
- Mangue
- Restinga
- Várzea

Para a área de estudo, o município de São Carlos, foram encontrados quatro tipo fitofisionômicos, a saber:

- Floresta Estacional Semidecidual

VELLOSO et al (1991) descrevem esse tipo vegetacional como uma formação de transição entre as florestas ombrófilas a leste, e as formações não florestais de interior como as formações campestres ou as savanas. Marcado por forte alternância climática (floresta estacional) de períodos frios e secos e períodos quentes e úmidos que definem a sazonalidade e fenologia deste tipo vegetacional.

Caracterizada por indivíduos arbóreos que perdem as folhas (floresta semidecidual) durante o inverno, ou estação seca. A porcentagem de indivíduos caducifólios varia de 20 a 80% dependendo do autor a se considerar (IBGE, 1992; RIZZINI *et al.* 1988). O

estrato arbóreo é composto por uma mata densa, com altura das árvores entre 25 e 30 metros. Apresenta sub-bosque denso com espécies de bromélias, orquídeas, samambaias e diversas espécies de lianas.

A serrapilheira permanece úmida durante a maior parte do ano e é responsável pela rápida ciclagem de nutrientes e sua disponibilização para as plantas. Por baixo dela percebe-se uma grande diversidade de solos (FERRI, 1980). Para melhor visualização dos dados essa fitofisionomia será identificada como Floresta.

- Savana

Segundo bioma brasileiro em área é considerado *hotspots* da biodiversidade, possuindo a mais rica flora dentre as savanas do mundo (>7.000 espécies), com alto nível de endemismo (KLINK & MACHADO, 2005).

A Savana brasileira é mais comumente denominada cerrado. A vegetação varia de herbácea a arbórea e tem características xeromórficas, porém não há déficit hídrico. A aparência xeromórfica é causada por deficiências nutricionais ou excesso de alumínio no solo. Também se localiza em áreas de clima estacional, o solo é exposto sendo que a tomada de nutrientes se faz em camadas mais profundas. (FERRI, 1980; RIZZINI, 1979).

- Várzea

Não é o fator climático que melhor define este tipo vegetacional e sim a umidade dos solos onde esta vegetação está inserida. Localizada em áreas de solo encharcado, lençol freático aflorante e/ou solos com pouca drenagem é caracterizada pela presença de espécies que se adaptam a baixa quantidade de oxigênio nas raízes nos períodos de submersão. A planta que mais caracteriza essa formação vegetal é a taboa *Thypha* SP (FERRI, 1980; RIZZINI, 1979).

- Ecótono: Contato entre Floresta Estacional Semidecidual e Savana.

Ecótono é a região de contato entre as duas regiões ecológicas. Nesses locais as influências das fisionomias adjacentes se fundem criando novas interações ecológicas. As floras se interpenetram e criam novas comunidades (VELOSO et al, 1991).

2.6. Fatores que interferem na distribuição espacial da vegetação

Sabe-se que os processos biológicos necessários para manter as funções vitais dos organismos vivos - crescimento, alta-replicação e síntese de substâncias químicas complexas - são acompanhados por transferências de energia. Apenas as plantas verdes e certas bactérias, são capazes de converter energia solar em matéria orgânica e outros elementos que são vitais para a vida. Esses organismos são chamados autótrofos ou produtores primários e a base de praticamente de todas as funções dos ecossistemas é a habilidade de fixação de energia solar das algas e plantas. A biomassa produzida pelas plantas verdes é consumida pelos outros organismos, principalmente animais herbívoros, sendo passada adiante na cadeia alimentar para os carnívoros.

Ou seja, as plantas são componentes vitais da diversidade biológica mundial e um recurso essencial para o bem-estar humano. Além das plantas de usos agrícolas que nos fornecem alimento e fibras básicas, muitos milhares de plantas silvestres são de grande importância econômica e cultural e têm enorme potencial, podendo ser acrescido as fontes de alimento, medicamento, combustível, vestuário e abrigo para um número considerável de pessoas no mundo. Só a medicina tradicional chinesa faz uso de mais de 5.000 espécies de plantas e os medicamentos tradicionais da Índia baseiam-se em 7.000 plantas diferentes. As plantas também desempenham um papel fundamental na manutenção de funções básicas do ecossistema e são indispensáveis para a sobrevivência da vida animal em nosso planeta (REDE BRASILEIRA DE JARDINS BOTÂNICOS et. al, 2006).

Os principais fatores que influenciam a distribuição das formações vegetais são denominados fatores ambientais. Estes estão distribuídos em fatores bióticos e abióticos. Como fatores bióticos temos os seres vivos e suas interações (cadeias tróficas, simbioses, competições, etc.). O ambiente abiótico, ou as características físicas do ambiente, é composto de fatores climáticos, edáficos e fisiográficos (RIZZINI, 1976).

Para a efetiva conservação das plantas *in situ* é preciso antes de tudo conhecer sua verdadeira diversidade, grau de ameaça, seus usos e as áreas com recursos-chave para as

espécies endêmicas ou raras. Abaixo uma breve descrição dos fatores físicos avaliados na distribuição das fitofisionomias da área de estudo.

2.6.1. Fatores fisiográficos

São fatores que derivam das condições do relevo e, portanto modificam as condições do clima e solo localmente. As variações de declividade e altitude criam condições ecológicas distintas na paisagem as quais influenciam no tipo de cobertura vegetal: acumulando/dispersando nutrientes e água; aumentando/diminuindo a radiação solar que chega à superfície das plantas e solo; alterando o volume dos ventos e das chuvas, etc. (RIZZINI, 1976).

Os elementos fisiográficos analisados neste trabalho são a declividade e a altitude.

2.6.2. Fatores edáficos

A ação do clima sobre a rocha-mãe, suas alterações químicas e interações com a vegetação compõem os elementos edáficos. A rocha crua é corroída pela ação química das águas e ação dos intemperismos (variações da temperatura e ventos) formando fissuras e quebras. Também na rocha, a ação de organismos adaptados como líquens e musgos ajudam a absorver água e depositar matéria orgânica o que cria ambiente propício para o surgimento de outras espécies e táxons.

A contínua ação dos intemperismos aliada ao componente biótico degradam a rocha formando um substrato. Este atrai pequenos animais próprios do solo gerando nova rede de interações. Com substrato em camadas cada vez mais profundas, espécies maiores podem germinar e suas raízes começam a corroer partes mais profundas da rocha. Depois de iniciada a pedogênese, os ciclos são contínuos devido ao aporte cada

vez maior de matéria orgânica. O tipo de rocha mãe, clima e formação vegetal são responsáveis pelas características do solo formado. Para a região de estudo temos^{2,3}

Latossolos

São solos formados em áreas de elevada precipitação e elevadas temperaturas. A variação dos tipos de latossolos se dá principalmente pelo teor de ferro e pela coloração. O relevo de sua ocorrência é suave ondulado ou plano, sob vegetação de Cerrado e Floresta.

Segundo o EMBRAPA (2009), latossolos são solos bastantes intemperizados, com boa drenagem e profundos. São distribuídos amplamente por diversas regiões do país. Na área de estudo encontramos os seguintes tipos de latossolo:

Latossolo Roxo

Com coloração que varia de vermelho-escura a tonalidades arroxeadas, são solos profundos, friáveis ou muito friáveis, argilosos ou muito argilosos, não hidromórficos, porosos, permeáveis. Os teores de ferro são superiores a 18%.

Solos vermelhos, geralmente com grande profundidade, homogêneos, de boa drenagem e quase sempre com baixa fertilidade natural (necessitam correções químicas para aproveitamento agrícola). Ocorrem em praticamente todas as regiões do Brasil. Possuem boas características físicas e são intensamente usados na agricultura mecanizada.

² A descrição dos tipos de solos foi compilada dos seguintes textos: EMBRAPA (1999 e 2009); FERRI (1980); RIZZINI (1976).

³ A classificação dos solos adotada no texto foi a mesma dos mapas de pedologia.

Latossolo Vermelho-Escuro

Os teores de Fe_2O_3 estão entre 8 e 18%. São solos minerais, ácidos e distróficos, profundos, bastante intemperizados e de cor vermelho-escuro. Bem drenados e bastante permeáveis são resistentes à erosão de superfície.

Bastante usado na agricultura, desde que se atente às correções de acidez e fertilização.

Latossolo Vermelho-Amarelo

Caracterizados pela ocorrência de cores vermelhas a vermelho-amareladas, com teores de Fe_2O_3 iguais ou inferiores a 11% e normalmente maiores que 7%, (quando a textura é argilosa ou muito argilosa). São profundos, com boa drenagem e normalmente baixa fertilidade natural, embora se tenha verificado algumas ocorrências de solos eutróficos. Ocorrem em praticamente todo o território brasileiro, entretanto, são pouco expressivos nos estados nordestinos e no Rio Grande do Sul. Solos ácidos o que limita seu aproveitamento agrícola: Quando de textura argilosa são muito explorados com lavouras de grãos mecanizadas e quando de textura média são usados basicamente com pastagens. Suas características físicas, entretanto, são muito favoráveis: boa drenagem interna, boa aeração e ausência de impedimentos físicos à mecanização e penetração de raízes.

Terra roxa

Formada pela decomposição de rochas basálticas, é caracterizado pela sua aparência vermelho-roxeada inconfundível, devido à presença de minerais ferromagnesianos (teores de Fe_2O_3 relativamente elevados > 15%). Muito fértil, não-hidromórfico, com textura variando de argilosa a muito argilosa, o gradiente textural é baixo e a profundidade é mediana e grande porosidade muito apreciado para agricultura.

São solos com boas condições físicas e que apresentam como principais limitações ao uso agrícola sua ocorrência em relevo ondulado e forte ondulado, a elevada susceptibilidade à erosão e a presença de pedregosidade e rochosidade em algumas unidades.

Geralmente estão associados a formações florestais. Na Região do Cerrado, esse tipo de solo apresenta comportamento intermediário entre Terra Roxa Estruturada e Latossolo Roxo (presença de horizonte B latossólico logo abaixo do B textural).

Podzólico Vermelho-Amarelo

Este tipo de solo é formado em condições de clima moderado a quente, em locais de precipitação abundante e floresta heterogênea. Essa associação de clima e vegetação, na formação deste tipo de solo é a característica mais importante. São solos minerais, profundos, não hidromórficos, de cor vermelho-amarelada e distinta diferenciação entre os horizontes no tocante a cor, estrutura e textura, principalmente.

De uma maneira geral, são bastante susceptíveis à erosão, sobretudo quando há maior diferença de textura do A para o B, presença de cascalhos e relevo com fortes declividades. Em geral, bem drenados, moderadamente ácidos a ácidos, apresentam pedregosidade existente superfície e, mesmo, dentro do horizonte A. Possuem média e alta fertilidade natural, geralmente sustentada pela camada de matéria orgânica gerada pelas formações florestais.

Areias Quartzosas

Solos minerais arenosos, fortemente drenados, normalmente profundos ou muito profundos, essencialmente quartzosos, virtualmente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo.

Possuem textura nas classes areia e areia franca até pelo menos 2 metros de profundidade e são, normalmente, muito pobres.

Ocorrem geralmente em relevo que varia do plano ao ondulado, sob vegetação tanto de Cerrado quanto de Floresta. A textura muito arenosa condiciona uma baixa retenção de umidade e de eventuais elementos nutrientes aplicados, caracterizando-se como uma fortíssima limitação ao seu aproveitamento agrícola.

Solos Hidromórficos

Caracterizados principalmente pela restrição de drenagem, quer seja pelo lençol freático elevado, quer seja pelo perfil do solo que impossibilita a infiltração vertical da água. Neste último caso, esse tipo de solo está associado a áreas mais baixas ou planas. São solos minerais, e possuem uma fertilidade natural baixa. A vegetação associada a esse tipo de solos é bastante adaptada e varia de formações campestres a florestais (verm).

Solos Litólicos

O principal determinante na formação deste solo é o clima aliado à natureza dos seus materiais originários. Ocorrem de forma dispersa, porém em ambientes específicos: nos relevos muito acidentados de morrarias e serras.

São solos minerais não hidromórficos, pouco desenvolvidos, muito rasos ou rasos, com textura variável, frequentemente arenosa ou média, ocorrendo textura argilosa e raramente siltosa; heterogêneos quanto às propriedades químicas.

2.7. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

A utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) em práticas ambientais é bastante antiga, desde a década de 1980, sendo primeiramente utilizado como uma ferramenta para facilitar as exigências de planejamento como, por exemplo, fornecer dados cartográficos (mapas) de forma rápida e precisa (ÇABUK, 2010; EASTMAN, 2001).

SANTIAGO et. al (2001) definem os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como sendo “um conjunto de tecnologias que realizam o tratamento computacional de dados georreferenciados, descrevendo-os quanto aos seus atributos, relações espaciais e provendo um método consistente para análise e consulta. Permitem a aquisição, edição, armazenamento, atualização e análise de dados, assim como a geração de novas informações através do cruzamento entre dados espaciais e não-espaciais ou entre dados espaciais e espaciais (sobreposição de polígonos).”

Já segundo ALONSO et. al (2004) “um SIG inclui um conjunto de recursos tecnológicos, procedimentos e métodos de organização e uso de informação espacial que visam responder a necessidades ou aproveitar oportunidades por um grupo social concreto ou pela sociedade em geral”.

Em suma, o SIG é um sistema computadorizado, para aquisição, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos. É empregado na preparação de dados, análise espacial e apresentação dos resultados (EASTMAN, 2001).

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm sido crescentemente utilizados como ferramentas na área da conservação para avaliar a representatividade de áreas protegidas no intuito de que os resultados possam ajudar a traçar um quadro geral do sistema de áreas protegidas e subsidiar órgãos gestores nas decisões sobre estratégias eficientes para a conservação da biodiversidade (SANTOS et. al. 2007)

A integração do SIG em programas de conservação pode ajudar a aumentar a entrada de informações de dados a ser utilizado e as relações de produção que podem ser estabelecidas entre os dados. O uso do SIG para o desenvolvimento de um modelo de distribuição da vegetação em ações de conservação tem aumentado e diversificado nos últimos anos. No entanto, as características de cada caso concreto fazem com que cada abordagem seja única (DRAPER et. al. 2003).

3. OBJETIVO GERAL:

Contribuir para o aprimoramento de metodologias voltadas à identificação de áreas prioritárias para a conservação da natureza em terras privadas, considerando a diversidade de solos, fisiografia e fitofisionomias em escala local (municipal).

3.1. Objetivos específicos:

1 - Identificar as potenciais influências dos fatores fisiográficos (altitude e declividade) e edáficos (tipos de solo) sobre a distribuição das fitofisionomias em escala local, tendo o município de São Carlos como área de estudo.

2 - Avaliar se as diferentes fitofisionomias originalmente encontradas na área de estudo tendem a ser protegidas de forma a atingir os valores mínimos (10%) ou ótimos (20%), considerando três cenários propostos por MOREIRA (2011) para a indicação de áreas prioritárias para conservação em terras privadas.

3 - Apontar as potencialidades/fragilidades de cada cenário estudado a fim de proporcionar elementos para apoiar a tomada decisão sobre as áreas prioritárias para conservação por parte de proprietários e do poder público.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO:

A área de estudo - município de São Carlos (SP) - foi escolhida em virtude da realização de trabalhos anteriores sobre a temática utilizando o mesmo recorte territorial, o que permite a utilização da base de dados previamente elaborada e a comparação dos resultados. O município de São Carlos está situado entre 47°30'w e 48°30'w e 21°30's e 22°30's, na região central do Estado de São Paulo e possui área total de 1.141 Km² (IBGE, 2009).

A população total do município é de 221.963 habitantes (IBGE, 2010) e o crescimento demográfico de 2,4% ao ano. O PIB per capita anual é de R\$ 16.441,00 reais (IBGE, 2007) e o índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,841 (PNUD, 2000).

Possui dois distritos: Água Vermelha, com 3.296 habitantes, e Santa Eudóxia, com 3.034 habitantes. A área rural do município, alvo deste estudo, perfaz 106.713,32 ha, com população de 8836 habitantes (IBGE, 2010).

A altitude varia de 520m a 1000m em relação ao nível do mar. O clima, segundo o sistema Köppen, varia de WA a AW (tropical quente com inverno seco). A precipitação média anual é de 1468 mm, com predominância de chuvas entre novembro e fevereiro (SOARES et al, 2001).

A vegetação original da área de estudo era composta pelas formações de cerrado e de mata atlântica semidecidual, com presença de *Araucaria angustifolia* em locais de maior altitude. Porém, atualmente essas formações estão reduzidas a fragmentos na paisagem dominada por cultivos agrícolas e pastagens.

Originalmente, o Cerrado ocupava uma área total de aproximadamente 363,04 km² e a floresta estacional cobria 570,53 km². A Várzea é responsável por 23,19 km² e a vegetação ecotonal 109, 71 km² (BIOTA-FAPESP, 2010).

4.2. MÉTODOS

RANIERI (2004) propôs uma metodologia para identificação de áreas prioritárias para a alocação de reservas legais nos municípios de São Carlos e Descalvado. A metodologia do autor é baseada na identificação de áreas onde se sobrepõem maior número de fatores favoráveis à conservação da biodiversidade, dos solos e da água, considerando fatores como suscetibilidade à erosão, proteção de cabeceiras de bacias, aumento das faixas de proteção ao longo dos cursos d'água entre outros, tendo como meta promover a proteção de 20% do território com vegetação nativa (seja pela manutenção dos fragmentos existentes, seja pela recuperação de áreas ocupadas por atividades agrossilvopastoris), além das Áreas de Preservação Permanente.

O autor compara, por meio de métricas de paisagem, o cenário que considera mais adequado ao cumprimento desta meta com a distribuição real dos fragmentos de vegetação nativa na área no período da pesquisa, mostrando que a metodologia proposta, caso fosse aplicada na prática, poderia aumentar o tamanho médio dos fragmentos de vegetação nativa, reduzir o efeito de borda e diminuir a distância média entre os fragmentos, proporcionando, teoricamente, melhores condições para a conservação da biodiversidade.

MOREIRA (2011), comparando métodos voltados para a identificação de áreas prioritárias para a conservação da natureza no município de São Carlos, elaborou três cenários alternativos considerando critérios como priorização da proteção das margens dos cursos d'água, proteção de solos com maior suscetibilidade à erosão e áreas com maior declividade. Os critérios utilizados pelo autor para a geração dos cenários estão descritos na tabela 2

Tanto RANIERI (2004) quanto MOREIRA (2011) realizaram seus trabalhos em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o software IDRISI 32, desenvolvido pela *Clark University* (Massachusetts) (EASTMAN, 1999), o mesmo utilizado nesta pesquisa.

Tabela 2: Métodos propostos para testar diferentes possibilidades de localização de Reservas Legais, (MOREIRA, 2011).

Cenário	Descrição
1	Alargamento das faixas de APPs (RLs localizadas junto às faixas de APP de corpos d'água)
2	Classes de Declividade (RLs localizadas nas maiores classes de declividade)
3	Classes de Susceptibilidade à Erosão (RLs localizadas nas maiores classes de susceptibilidade à erosão)

4.2.1. Elaboração dos Mapas Temáticos:

A cartografia básica (hidrografia, topografia e solos) em formato vetorial foi gerada por RANIERI (2004) para os municípios de São Carlos e Descalvado. Para serem utilizados no presente trabalho, os arquivos gerados pelo autor foram recortados, de forma a excluir a porção correspondente ao território de Descalvado. A transformação dos arquivos do formato vetorial para matricial, bem como recorte da área de estudo foram realizados por MOREIRA (2011).

Para a identificação da distribuição das fitofisionomias do município de São Carlos gerou-se o mapa das fitofisionomias de São Carlos a partir do atlas do Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo, denominado **BIOTA-FAPESP**. Na área de estudo são de ocorrência natural apenas quatro tipo fitofisionômicos, a saber:

- Floresta Estacional Semidecidual
- Savana

- Várzea
- Ecótono: Contato entre Floresta Estacional Semidecidual e Savana.

Para isso, o mapa das fitofisionomias (figura 3) foi capturado em tela em formato BMP e transformado para o formato RST (do Idrisi), logo após o mesmo foi georreferenciado utilizando técnica de reamostragem para o sistema de projeção UTM, fuso 23s, utilizando-se da ferramenta *RESAMPLE*, do Idrisi.

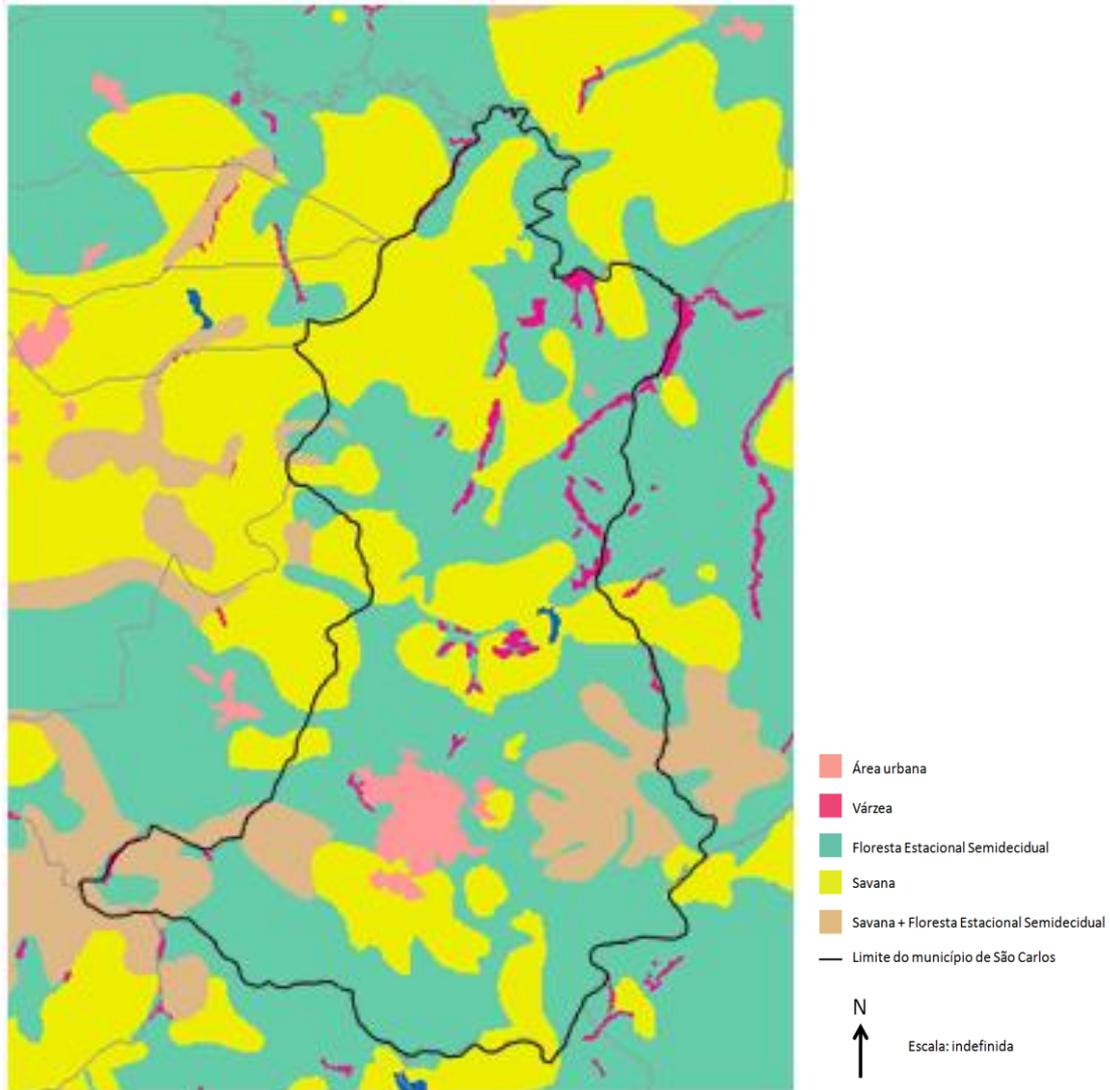


Figura 3 – Imagem capturada do Atlas do Programa Biota FAPESP indicando as fitofisionomias de ocorrência original no município de São Carlos.

Em seguida, foi realizada uma sequência de procedimentos de reclassificação de forma a atribuir identificadores numéricos diferenciados (valores inteiros de 1 a 4) para cada uma das fitofisionomias originais de ocorrência no município (Figura 4).

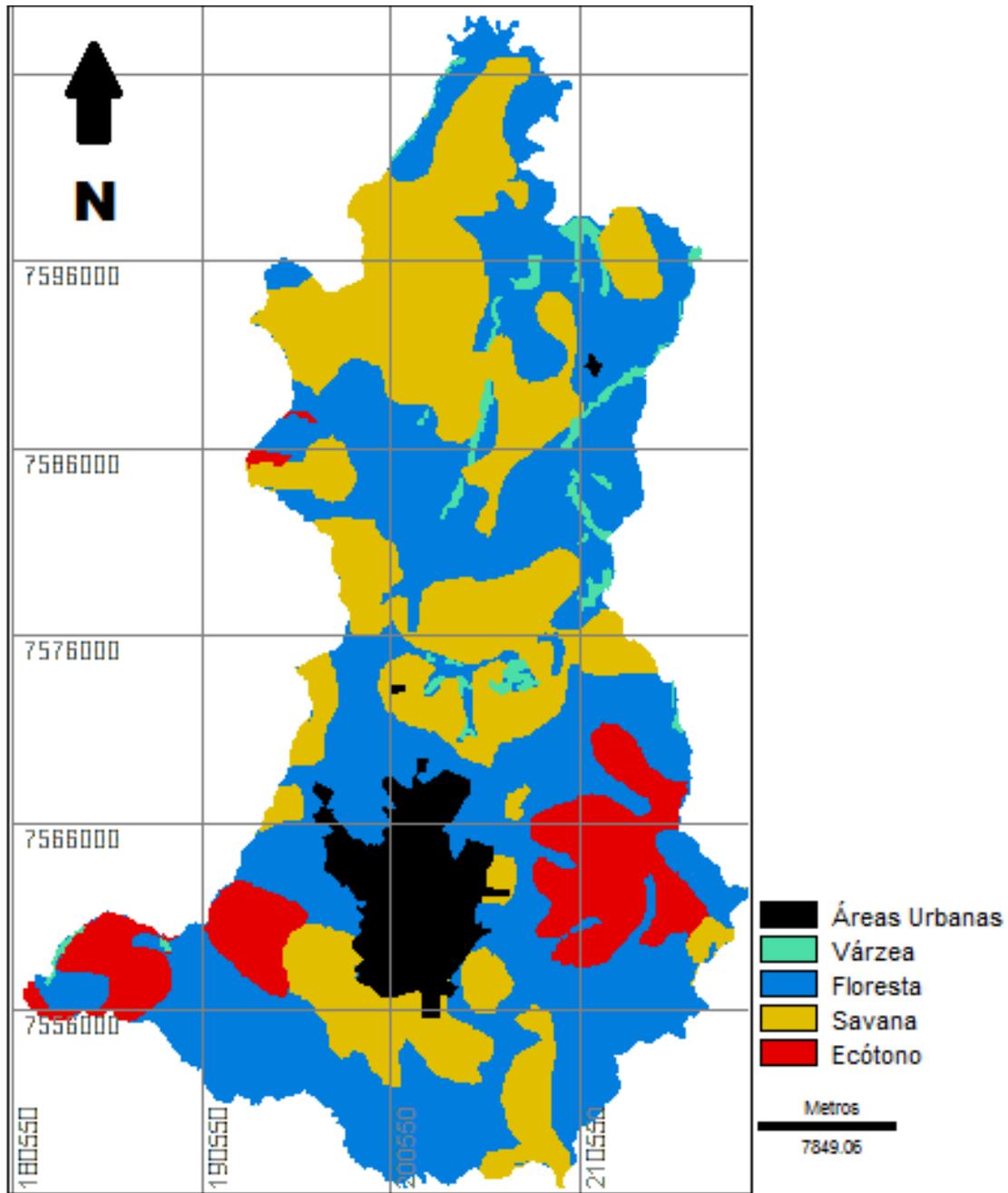


Figura 4 – Mapa das fitofisionomias de ocorrência original de São Carlos gerado em ambiente SIG a partir da imagem capturada do Atlas do Programa Biota FAPESP.

Como se nota na Figura 4, a área urbana da imagem é maior do que a do mapa original obtido do Atlas do Biota-FAPESP. Isso se deve ao fato de se ter optado por utilizar neste trabalho o limite da mancha urbana atualizada no trabalho de MOREIRA (2011), uma vez que os resultados deste trabalho foram comparados com os daquele autor.

Pelo mesmo motivo, também foi aproveitada do trabalho de MOREIRA (2011) a “máscara” do recorte do limite do município (Figura 5).

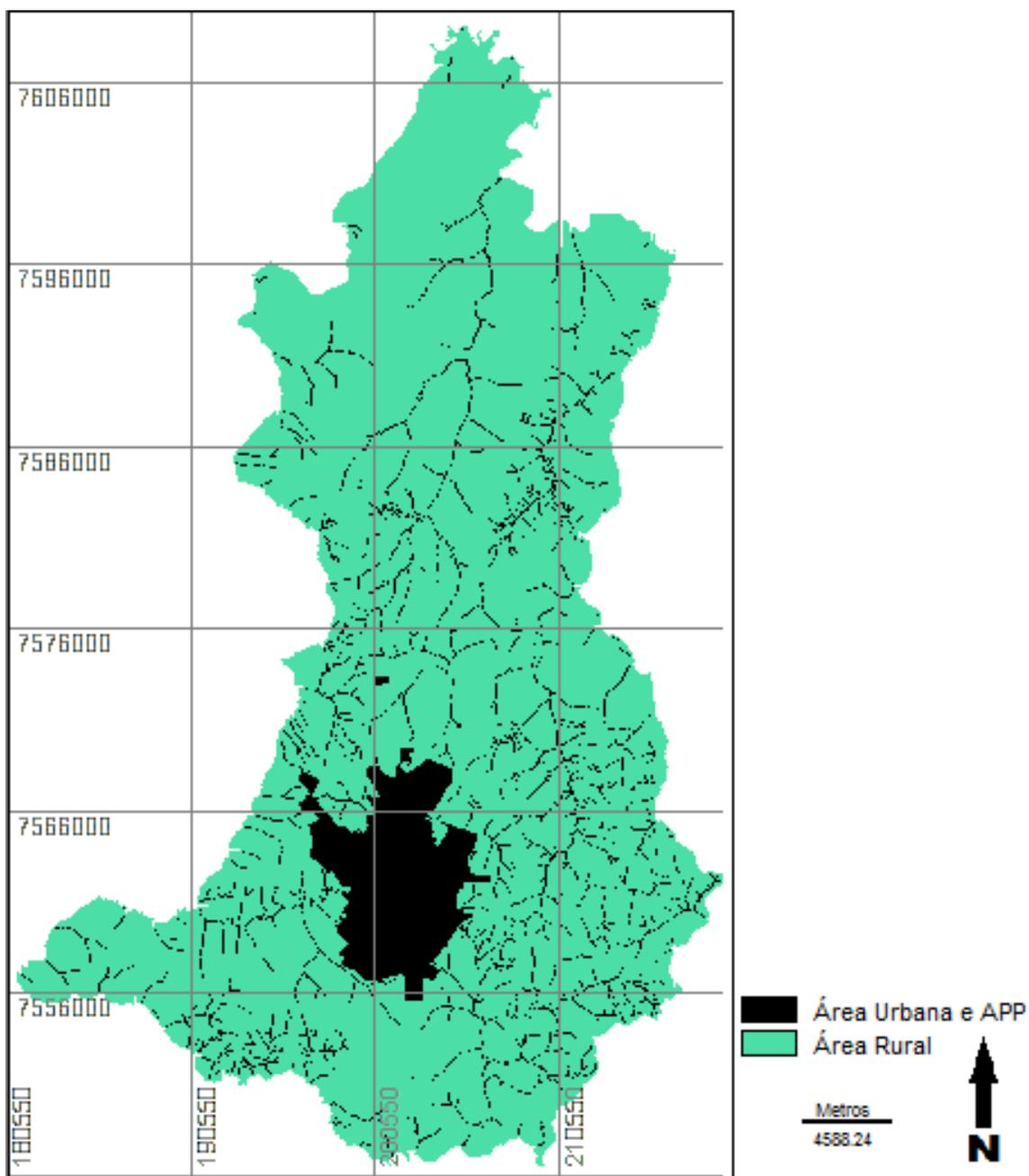


Figura 5 – Mapa “máscara”. Representa a área Rural de São Carlos.

4.2.2. Identificação das potenciais influências dos tipos de solo e relevo (altitude e declividade) sobre a distribuição das fitofisionomias no município de São Carlos

Para responder ao objetivo específico 1 (identificar se há correlação entre relevo e distribuição das fitofisionomias na área de estudo) foi necessário, inicialmente, gerar um mapa de classes de declividade e um mapa de intervalos de altitude. Para análise da influencia dos tipos de solo foi utilizado o mapa disponibilizado por MOREIRA (2011).

A informação básica para a geração do mapa de classes de declividade é proveniente das folhas Carta do Brasil, em escala 1:50.000, do IBGE, convertida para o formato digital vetorial por RANIERI (2004). A partir desta informação original, o referido autor gerou um modelo digital de elevação do terreno e um mapa de declividade, utilizados também por MOREIRA (2011). Para o presente trabalho, este mesmo mapa de declividade precisou ser reclassificado. Adotou-se a classificação adotada pela EMBRAPA (1999) e a partir do comando RECLASS as classes de declividade que estavam escalonadas de 1 em 1% foram escalonadas em áreas planas, suavemente onduladas, onduladas, fortemente onduladas ou montanhosas conforme tabela 3. As classes de declividade estão, portanto, assim distribuídas:

TABELA 3 - Classes de declividade (EMBRAPA, 1999).

Classes	Percentual	Descrição
1	0-3%	Plano
2	3-8 %	Suavemente Ondulado
3	8-20%	Ondulado
4	20-45%	Fortemente Ondulado
5	>45%	Montanhoso

A imagem resultante dessa classificação é apresentada na Figura 6.

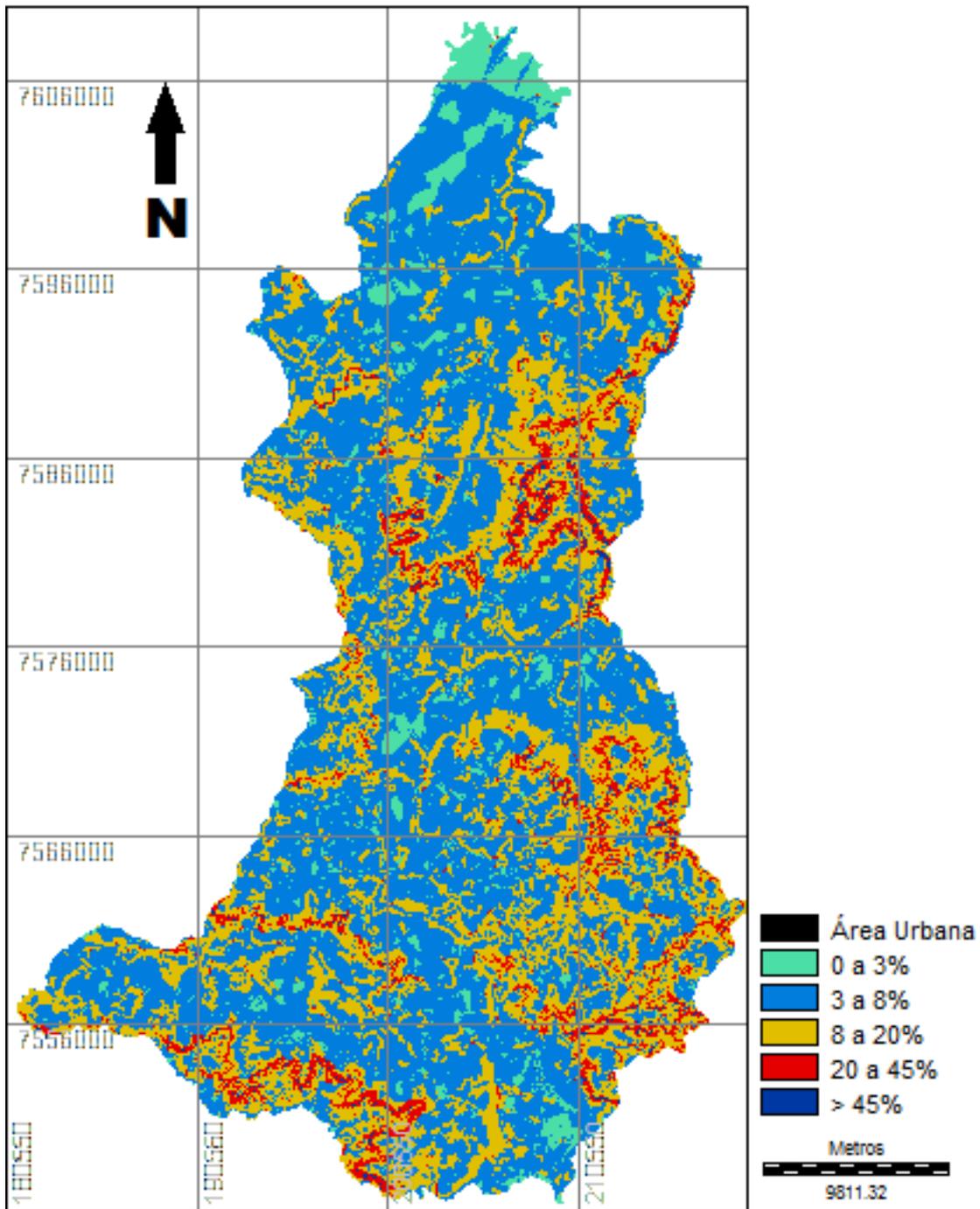


Figura 6 – Mapa de Classes de Declividade de São Carlos.

Para a geração do mapa de intervalos de altitude, foi utilizado o modelo digital de elevação elaborado por RANIERI (2004), sendo que o intervalo adotado foi 100m a partir da cota inicial presente no município (500 m). Foi aplicado o mapa “máscara” para selecionar a área de estudo (Figura 7)

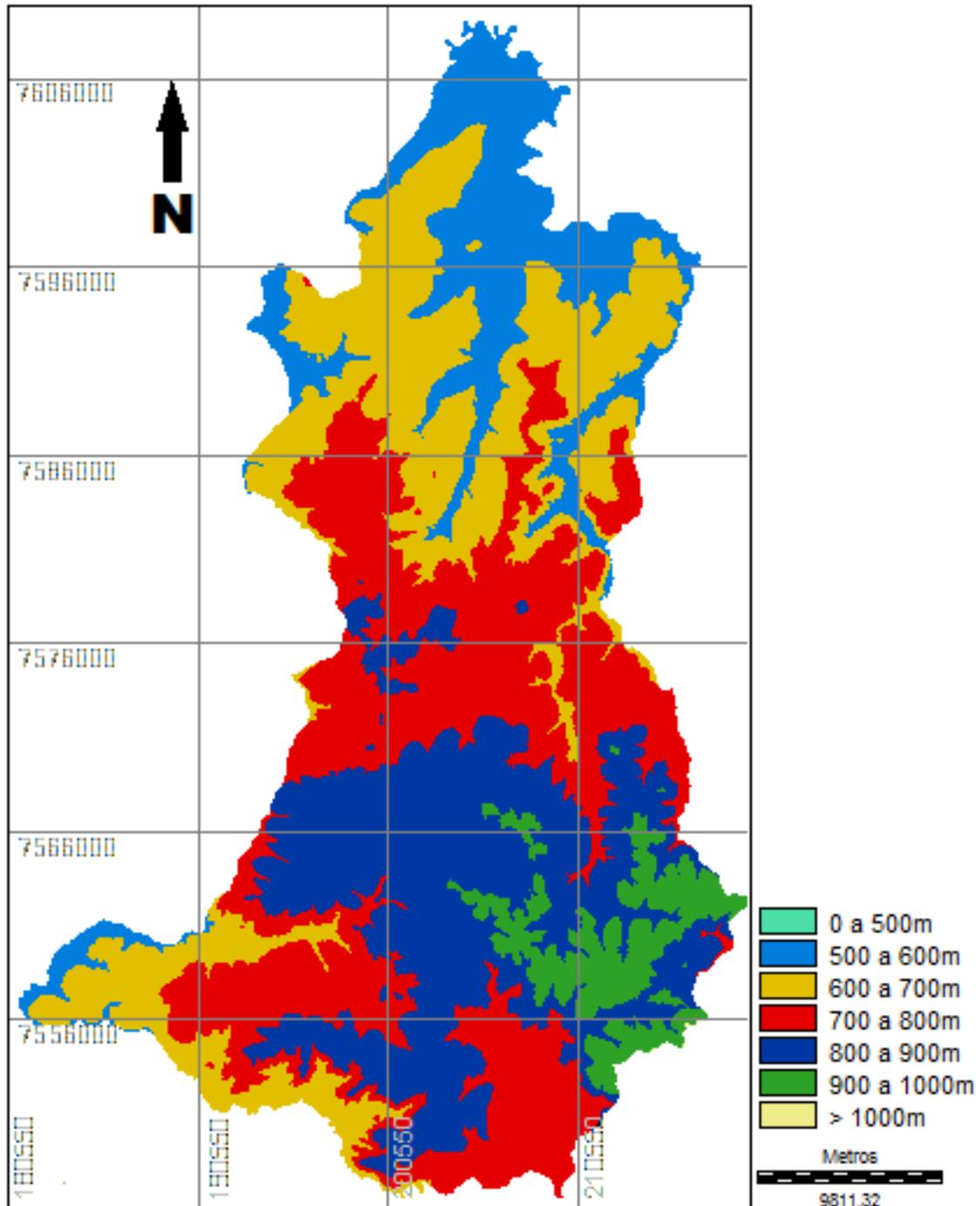


Figura 7 – Mapa de Classes de Altitude de São Carlos (Hipsometria).

Ao mapa de solos de RANIERI (2004) foi aplicada a máscara para o isolamento do município de São Carlos. (Figura 8)

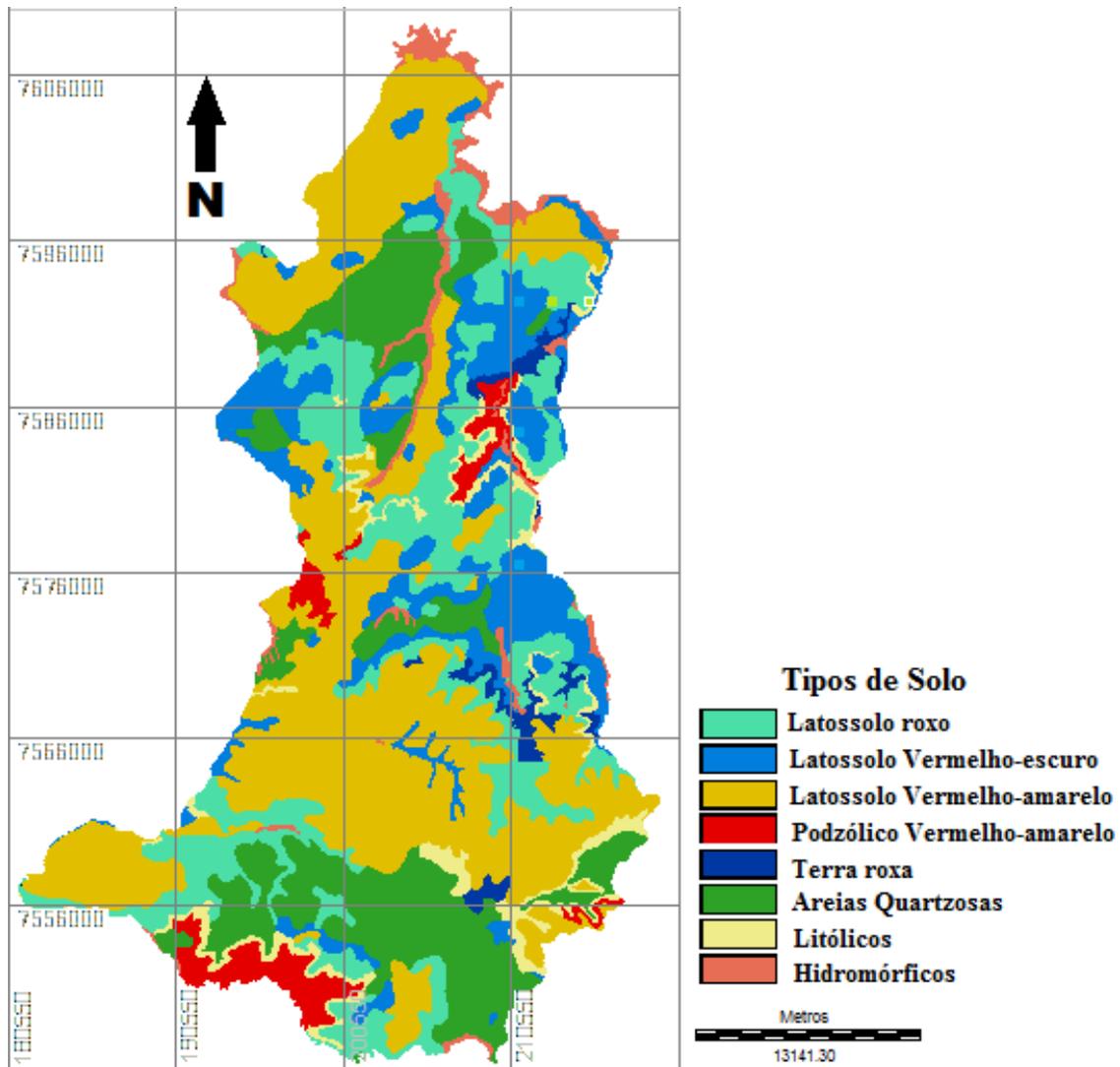


Figura 8 – Mapa pedológico de São Carlos.

Cada uma dessas imagens foi sobreposta com a imagem da distribuição das fitofisionomias de modo a identificar e, em seguida, quantificar a área de cada combinação possível (Classes de declividade x Fitofisionomias, Hipsometria x Fitofisionomias e Tipos de solo x Fitofisionomias).

4.2.3. Cenários propostos por MOREIRA (2011) para priorização de áreas a serem protegidas no município de São Carlos

Para avaliar se as diferentes fitofisionomias originalmente encontradas na área de estudo tendem a ser protegidas de forma a atender o valor mínimo e o valor ótimo (objetivo específico 2) considerando diferentes métodos de identificação de áreas prioritárias para conservação, foram considerando os três cenários alternativos propostos por MOREIRA (2011) para o município de São Carlos.

No ambiente IDRISI, para cada cenário proposto por MOREIRA (2011) foi sobreposto o mapa decuplo das fitofisionomias: BIOTA x10. Em seguida, o mapa foi reclassificado para deletar os valores nulos, ou seja, valores sem pixels correspondentes restando apenas as áreas das fitofisionomias que deverão ser protegidas. As áreas a ser protegidas em cada cenário analisado foram denominadas como áreas prioritárias para a conservação ou recuperação (APC/R).

Estes cenários são descritos a seguir:

Cenário 1 - alargamento das APPs de corpos de água:

Este cenário é resultado de sucessivos *BUFFERS* de 10 metros, a partir da Área de Preservação Permanente dos corpos hídricos, até que se atingisse, como área protegida, o valor mais próximo de 20% da área rural do município. O procedimento resultou em faixas de proteção de 110 m de largura em cada margem dos corpos de água (Figura 9).

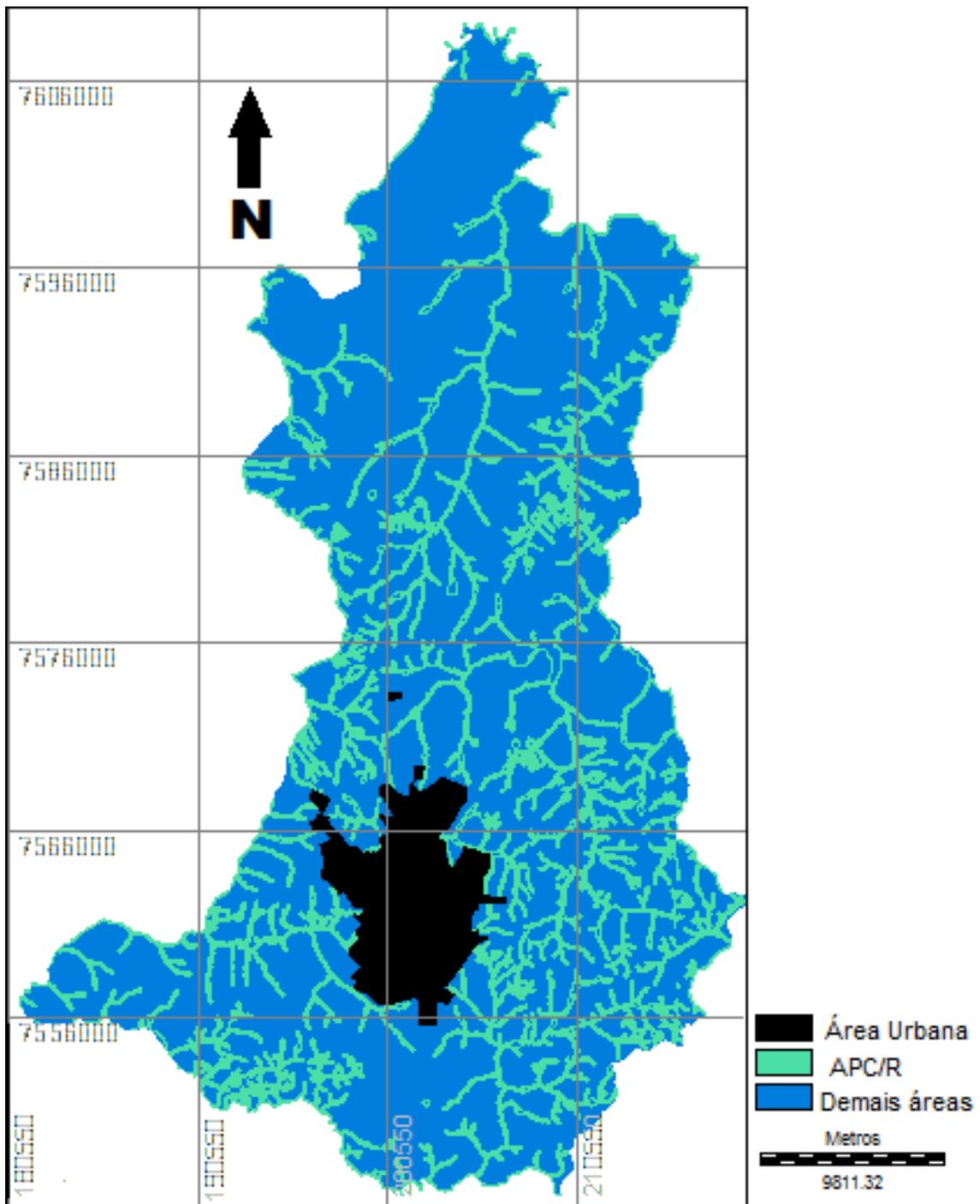


figura 9 – Cenário 1 gerado por MOREIRA (2011) indicando as áreas prioritárias para a conservação/recuperação (APC/R): faixas de 110 metros de largura além das APPs nas margens dos corpos d'água.

Cenário 2 - conservação de áreas com maiores declividades (abaixo de 100%):

Para a identificação das áreas prioritárias para conservação pelo critério da maior declividade, MOREIRA (2011) gerou sucessivos mapas nos quais foram identificadas as áreas com maiores declividades até obter um cenário no qual aproximadamente 20% da área rural fosse protegida. Neste cenário, as áreas destinadas à conservação tiveram declividades variando de 11% a 99%, conforme mostra a figura 10.

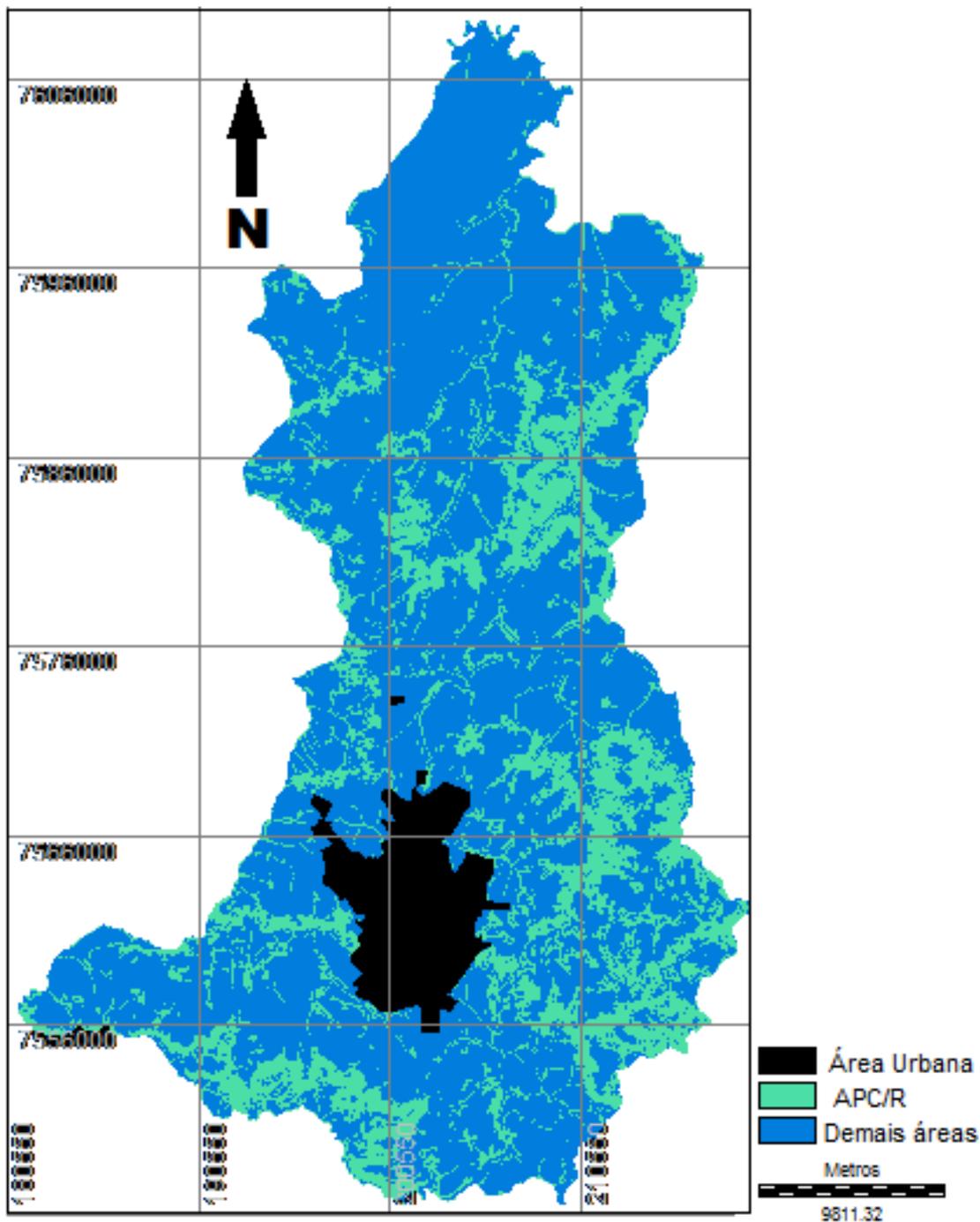


Figura 10 – Cenário 2 gerado por MOREIRA (2011) indicando como áreas prioritárias para a conservação/recuperação (APC/R) as áreas de maior declividade

Cenário 3 - Conservação de áreas com maior suscetibilidade à erosão:

Para a geração desse cenário, MOREIRA (2011) procedeu a sobreposição do mapa de classes de declividade com o mapa de solos. Após a sobreposição, as classes de suscetibilidade à erosão foram definidas utilizando metodologia proposta por RANIERI (1996). Para alocação das áreas prioritárias para conservação foram criados sucessivos mapas a partir das classes de maior suscetibilidade em direção às de média suscetibilidade até atingir os 20% do território como área a ser protegida. A distribuição dessas classes se dá conforme a figura 11.

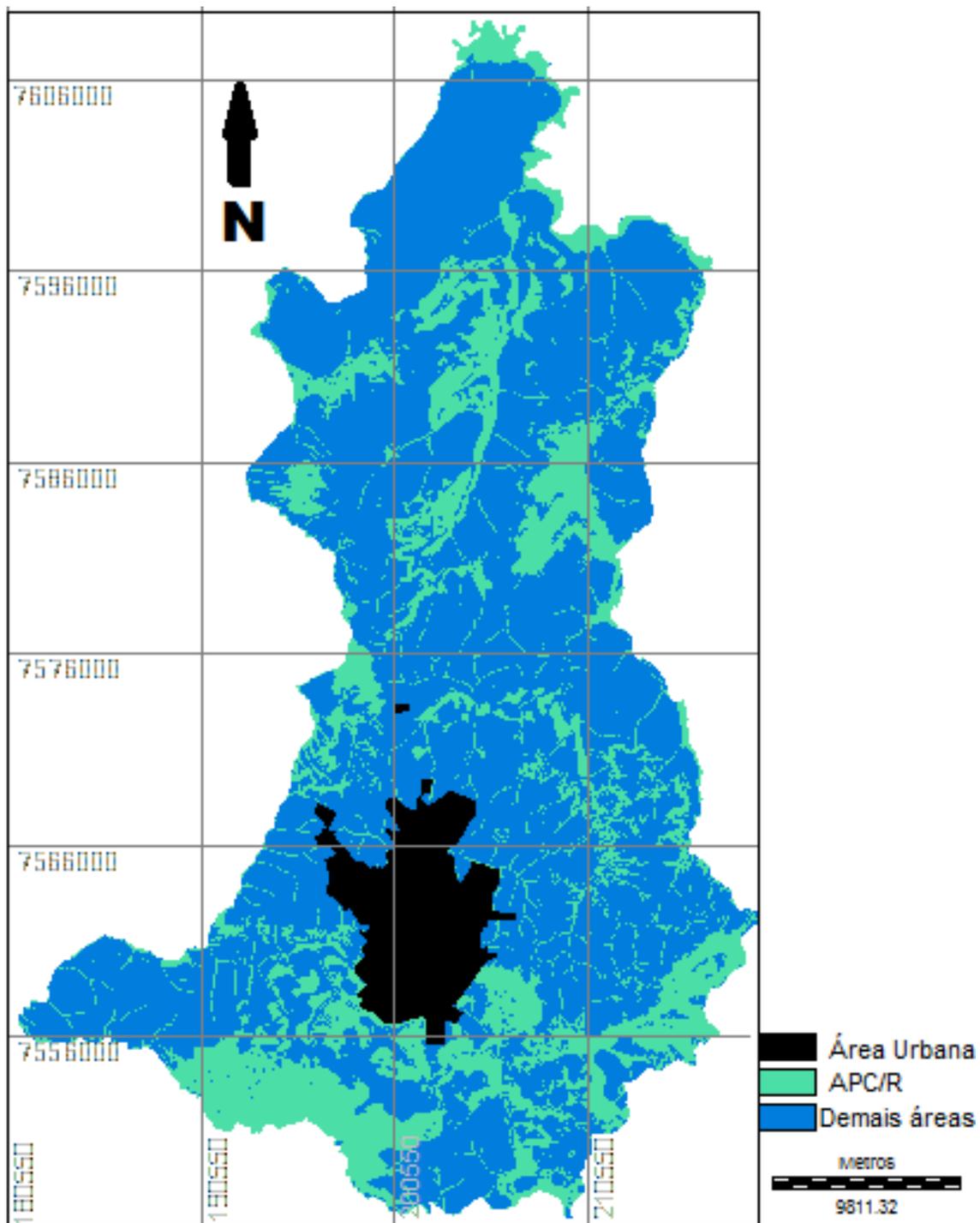


Figura 11 – Cenário 3 gerado por MOREIRA (2011) indicando como áreas prioritárias para a conservação/recuperação (APC/R) às áreas de maior suscetibilidade à erosão.

4.2.4. Análise das Paisagens

Para analisar se a proteção das fitofisionomias ocorreria de forma equitativa dentre os cenários, foi feito o cálculo da área correspondente da fitofisionomia de cada cenário, denominado percentual protegido (P). Para este cálculo em cada cenário foi feita a proporção da área protegida em cada fitofisionomia nos cenários em relação à área de vegetação nativa original. Primeiramente foi necessário calcular o tamanho de cada área (em Km²), com o uso do módulo (AREA) do *Idrisi*, a partir dos cenários a seguir:

- Mapa das fitofisionomias de ocorrência original de São Carlos
- Mapa da distribuição das fitofisionomias no cenário 1.
- Mapa da distribuição das fitofisionomias no cenário 2.
- Mapa da distribuição das fitofisionomias no cenário 3.

Após a obtenção dos valores foram realizados os cálculos com o uso da fórmula 1

Fórmula 1: $p(i) = \text{área final (i)} / \text{área original (i)}$,

Onde (i) se refere a cada fitofisionomia presente na área de estudo

Para efeitos de análise os valores de P(i) têm um limiar mínimo (0,1) e um ótimo (0,2) a serem atingidos, conforme discutido no item 2.3.

Para analisar se a distribuição das fitofisionomias ocorre de forma aleatória e equilibrada na paisagem foi utilizado como referência o trabalho de METZGER (2004), que analisa a distribuição da paisagem através dos índices de Diversidade (H_0), Equabilidade (E_0) e Dominância (D_0), em que a Diversidade mede a riqueza e a dispersão de unidades da paisagem. Por riqueza entende-se a quantidade de fitofisionomias presentes nas áreas de estudo. Na área de estudo a riqueza máxima é quatro, ou seja, várzea, floresta estacional semidecidual, savana e ecótono. A dispersão mede a forma com que as fitofisionomias se distribuem na paisagem, ou seja de forma

aleatória, agregada ou uniforme. Os índices de diversidade serão maiores onde a riqueza de paisagens for maior e a dispersão for maior.

A Diversidade de Paisagens (H_0) na amostra e é calculada a partir da fórmula 2:

Fórmula 2: $H_0 = - \sum p_i \cdot \ln(p_i)$

onde, p_i = proporção da unidade “i”

i = fitofisionomias da área de estudo

Quanto maior for o valor do H_0 (diversidade) maior a riqueza de unidades na amostra e/ou maior a igualdade da distribuição dessa riqueza na amostra; ou seja, esse índice não analisa a dispersão das unidades de paisagem. Não existe um valor de referência máximo para H_0 .

Por juntar riqueza e equabilidade na análise é importante que se meça a distribuição das unidades fitofisionômicas na paisagem para tanto utilizou-se os dados de Equabilidade. A Equabilidade (E_0) é dada pela Fórmula 3:

Fórmula 3: $E_0 = H_0 / H_{m\acute{a}x}$

onde $H_{m\acute{a}x} = \ln(n)$ e n = riqueza de unidades de paisagem.

No presente estudo n = 4, ou seja $H_{m\acute{a}x} = \ln(4) = 1,39$

A equabilidade mede o quanto uma ou mais paisagens é mais ou menos abundante em uma determinada área amostral. Quanto maior a abundância, menor o valor de E_0 .

Quanto maior o valor de E_0 mais equilibrada é a dispersão das unidades de paisagem. Na fórmula aplicada (form. 3), seu valor varia de 0 (zero) a 1 (um).

Outro parâmetro analisado foi o quão dominante é a amostra. A dominância (D_0) é medida pela fórmula 4:

Fórmula 4:
$$D_0 = H_{\text{máx}} - H_0$$

A dominância também mede o grau de abundância de uma determinada paisagem sobre as demais. Quanto maior o valor de D_0 maior a dominância de uma ou mais unidade de paisagens na amostra. O valor de D_0 varia de 0 (zero) – quando a diversidade da paisagem (H_0) é igual ao valor de $H_{\text{máx}}$ – até o valor de $H_{\text{máx}}$ – quando H_0 for igual a zero.

Para tanto, foi necessário calcular o tamanho de cada área (em Km^2) em formato tabular dos seguintes mapas:

- Mapa das fitofisionomias de ocorrência original de São Carlos
- Mapa da distribuição das fitofisionomias no cenário 1.
- Mapa da distribuição das fitofisionomias no cenário 2.
- Mapa da distribuição das fitofisionomias no cenário 3.
- Distribuição das Fitofisionomias nos diversos tipos de solo de São Carlos.
- Distribuição das Fitofisionomias nas classes de declividade de São Carlos.
- Distribuição das Fitofisionomias nas classes de altitude de São Carlos.

4.2.5. Comparação dos dados fitofisionômicos às métricas de paisagem

Para dar subsídios ao tomador de decisão em avaliar qual o melhor cenário a ser escolhido para a averbação das reservas legais é necessário que se obtenha o maior número possível de informações ambientais.

A função das áreas destinadas à conservação é a proteção da biodiversidade e dos ciclos naturais; portanto a decisão dos cenários se baseará no potencial de proteção dos solos, recursos hídricos e biodiversidade – no estudo em questão: as fitofisionomias - bem como análise das fragilidades e potenciais de cada cenário.

Para tanto, os dados de métricas de paisagem obtidos por MOREIRA (2011) serão incorporados aos obtidos neste trabalho a fim de aumentar o arcabouço teórico para subsidiar os órgãos competentes na escolha de métodos de alocação das áreas de conservação.

5. RESULTADOS:

Os resultados encontrados são os seguintes:

5.1. INFLUÊNCIA DOS FATORES FÍSICOS NA DISTRIBUIÇÃO DAS FITOFISIONOMIAS

Os fatores físicos considerados são: classes de declividade, hipsometria e pedologia, conforme exposto a seguir:

5.1.1. Classes de declividade:

Para a definição das áreas de cada classe de declividade de São Carlos, em cada uma das quatro fitofisionomias presentes no município, foi utilizado o comando AREA do IDRISI no mapa das sobreposições do mapa BIOTA x 10 ao de classes de declividade. Em seguida o mapa foi reclassificado para *deletar* as classes de valores sem *pixels* correspondentes. O resultado final está indicado na tabela 4.

A sobreposição dos mapas de fitofisionomias do município de São Carlos ao de Classes de declividade originou a Figura 12.

Tabela 4 - Dados extraídos do IDRISI (comando AREA) com o valor das áreas (em quilômetros quadrados) para cada parâmetro.

Classes de valores	Descrição	Área em Km ²
1	Várzea em terreno Plano	5,69
2	Várzea em terreno Suave ondulado	11,95
3	Várzea em terreno Ondulado	4,24
4	Várzea em terreno Forte ondulado	1,07
5	Várzea em terreno Montanhoso	0,24
6	Floresta em terreno Plano	69,11
7	Floresta em terreno Suave ondulado	265,65
8	Floresta em terreno Ondulado	188,12
9	Floresta em terreno Forte ondulado	42,48
10	Floresta em terreno Montanhoso	5,17
11	Savana em terreno Plano	45,77
12	Savana em terreno Suave ondulado	241,79
13	Savana em terreno Ondulado	71,90
14	Savana em terreno Forte ondulado	3,42
15	Savana em terreno Montanhoso	0,15
16	Ecótono em terreno Plano	10,63
17	Ecótono em terreno Suave ondulado	47,93
18	Ecótono em terreno Ondulado	42,02
19	Ecótono em terreno Forte ondulado	8,41
20	Ecótono em terreno Montanhoso	0,71

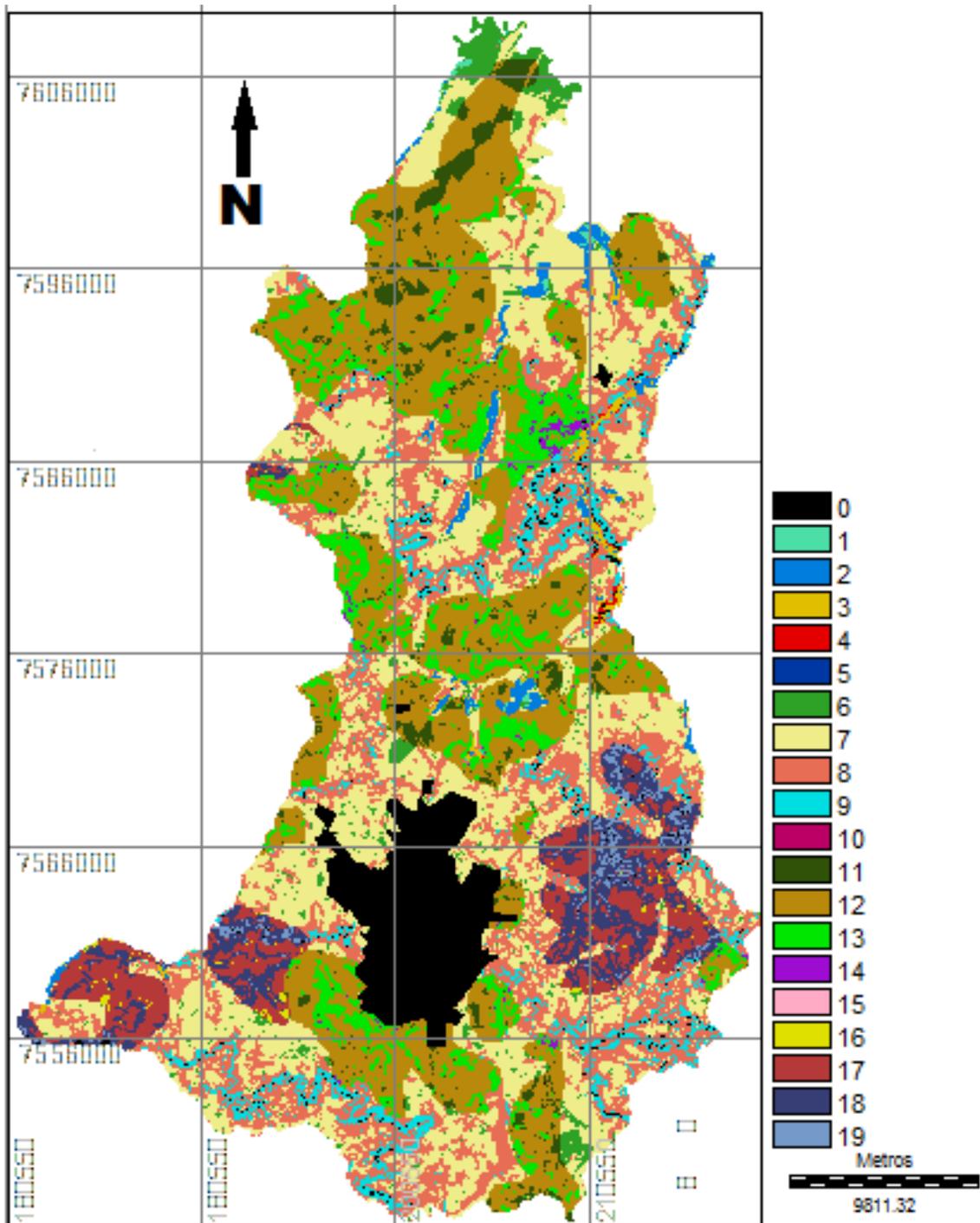


Figura 12 – Mapa da distribuição das fitofisionomias nas diferentes classes de declividade do Município de São Carlos. Legenda: 1- Várzea em terreno Plano; 2- Várzea em terreno Suave ondulado; 3- Várzea em terreno Ondulado; 4- Várzea em terreno Forte ondulado; 5- Várzea em terreno Montanhoso; 6- Floresta em terreno Plano; 7- Floresta em terreno Suave ondulado; 8- Floresta em terreno Ondulado; 9- Floresta em terreno Forte ondulado; 10- Floresta em terreno Montanhoso; 11- Savana em terreno Plano; 12- Savana em terreno Suave ondulado; 13- Savana em terreno Ondulado; 14- Savana em terreno Forte ondulado; 15- Savana em terreno Montanhoso; 16- Ecótono em terreno Plano; 17- Ecótono em terreno Suave ondulado; 18- Ecótono em terreno Ondulado; 19- Ecótono em terreno Forte ondulado.

A distribuição das áreas nas classes de declividade pode ser melhor visualizada no gráfico abaixo:

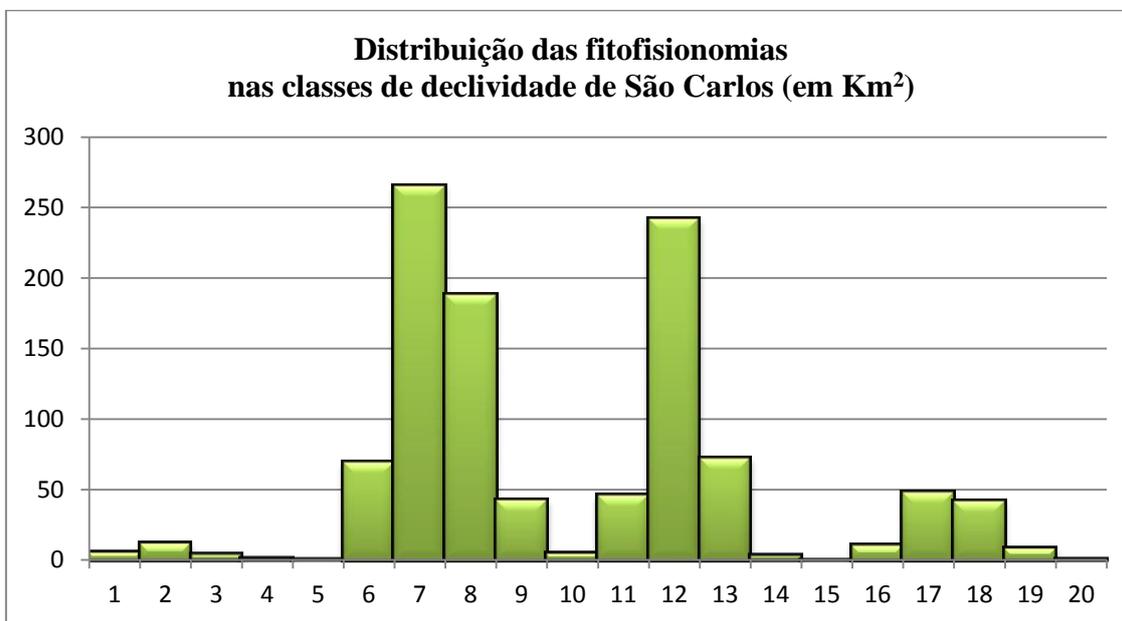


Figura 13 – Gráfico da distribuição das áreas (em Km²) das fitofisionomias nas diferentes classes de declividade do Município de São Carlos. Legenda: 1- Várzea em terreno Plano; 2- Várzea em terreno Suave ondulado; 3- Várzea em terreno Ondulado; 4- Várzea em terreno Forte ondulado; 5- Várzea em terreno Montanhoso; 6- Floresta em terreno Plano; 7- Floresta em terreno Suave ondulado; 8- Floresta em terreno Ondulado; 9- Floresta em terreno Forte ondulado; 10- Floresta em terreno Montanhoso; 11- Savana em terreno Plano; 12- Savana em terreno Suave ondulado; 13- Savana em terreno Ondulado; 14- Savana em terreno Forte ondulado; 15- Savana em terreno Montanhoso; 16- Ecótono em terreno Plano; 17- Ecótono em terreno Suave ondulado; 18- Ecótono em terreno Ondulado; 19- Ecótono em terreno Forte ondulado; 20- Ecótono em terreno Montanhoso.

Em São Carlos a maioria do terreno é suavemente ondulado a ondulado. A distribuição das fitofisionomias tem valor de equabilidade inferior a 0,8 em todas as classes de declividade analisadas:

Tabela 5 – Distribuição das áreas (km²) nas diferentes fitofisionomias (colunas) e nas classes de declividade (linhas).

Classes de Declividade	Várzea (km ²)	Floresta (km ²)	Savana (km ²)	Ecótono (km ²)
Plano	5,69	69,11	45,77	10,63
Suave ondulado	11,95	265,65	241,79	47,93
Ondulado	4,24	188,12	71,90	42,02
Forte Ondulado	1,07	42,48	3,42	8,41
Montanhoso	0,24	5,17	0,15	0,71

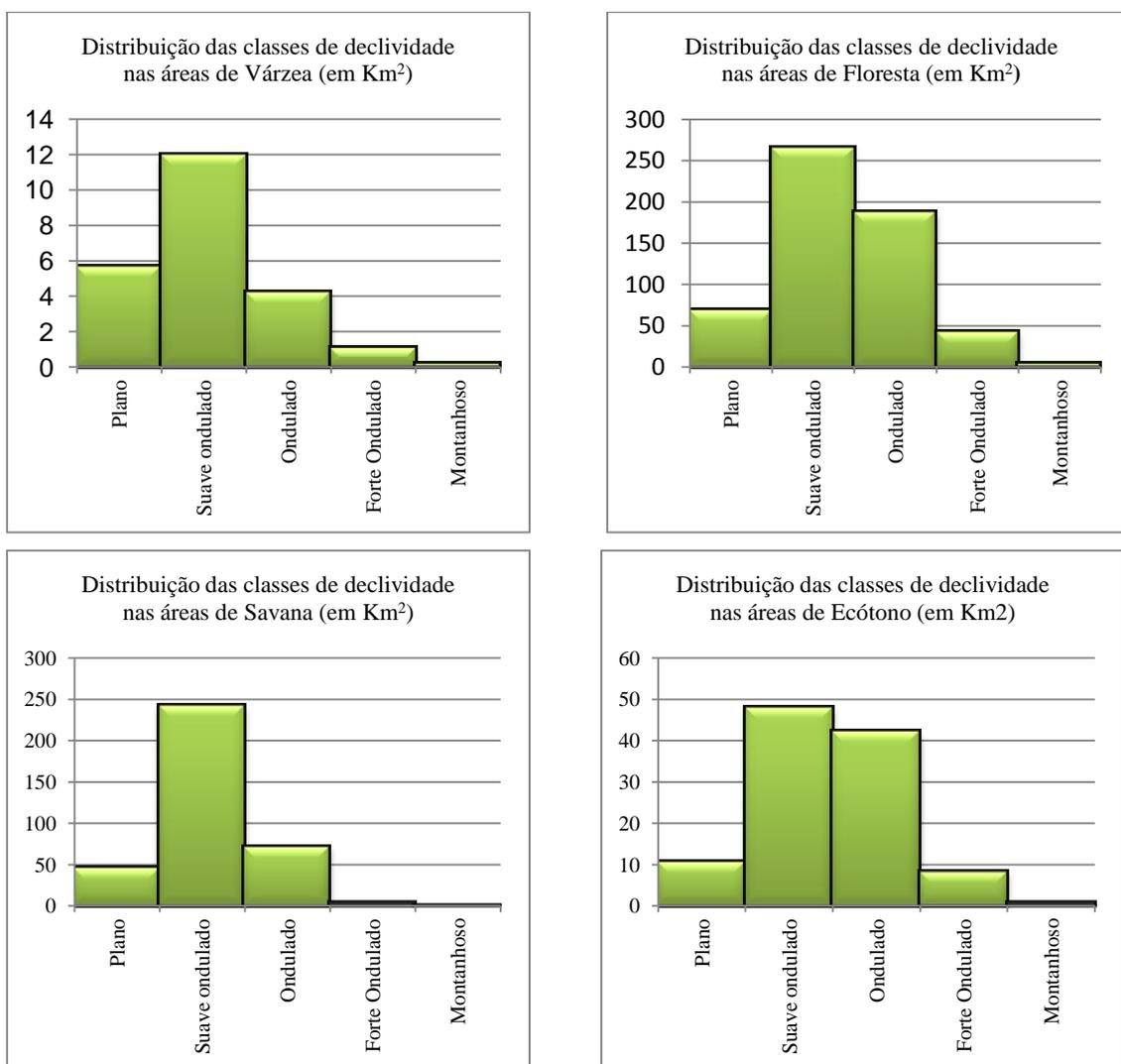


Figura 14 – Gráficos da distribuição das áreas de cada classe de declividade nas diferentes fitofisionomias.

Para analisar se as fitofisionomias se distribuem aleatoriamente ou se as classes de declividade influenciam na dispersão da vegetação no município foram utilizados os cálculos de diversidade, equabilidade e dominância da paisagem para cada classe de declividade presente na área de estudo, conforme estabelecido no item 4.2.4. deste trabalho, como se segue:

Tabela 6 – Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade de 0 a 3% (plano).

Plano	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	5,69	0,04	-0,14		
Floresta	69,11	0,53	-0,34		
Savana	45,77	0,35	-0,37	0,75	0,34
Ecótono	10,63	0,08	-0,20		
Total	131,20	1,00	1,04		

Tabela 7 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade de 3 a 8% (suavemente ondulado).

Suavemente ondulado	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	11,95	0,02	-0,08		
Floresta	265,65	0,47	-0,36		
Savana	241,79	0,43	-0,36	0,73	0,38
Ecótono	47,93	0,08	-0,21		
Total	567,32	1,00	1,01		

Tabela 8 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade de 8 a 20% (ondulado).

Ondulado	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	4,24	0,01	-0,06		
Floresta	188,12	0,61	-0,30		
Savana	71,90	0,23	-0,34	0,70	0,41
Ecótono	42,02	0,14	-0,27		
Total	306,28	1,00	0,97		

Tabela 9 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade de 20 a 45% (fortemente ondulado).

Forte ondulado	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	1,07	0,02	-0,08		
Floresta	42,48	0,77	-0,20		
Savana	3,42	0,06	-0,17	0,53	0,65
Ecótono	8,41	0,15	-0,29		
Total	55,37	1,00	0,74		

Tabela 10 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de declividade superior a 45% (montanhoso).

Montanhoso	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	0,24	0,04	-0,13		
Floresta	5,17	0,82	-0,16		
Savana	0,15	0,02	-0,09	0,45	0,76
Ecótono	0,71	0,11	-0,25		
Total	6,27	1,00	0,62		

5.1.2. Hipsometria:

Para a definição das áreas de cada classe de altitude de São Carlos, em cada uma das quatro fitofisionomias presentes no município, foi utilizado o comando AREA no mapa das sobreposições do mapa BIOTA x 10 ao de classes de altitude. O resultado final esta apresentado na tabela 11. A sobreposição dos mapas de fitofisionomias do município de São Carlos ao de Hipsometria originou a Imagem a seguir:

Tabela 11 - Dados extraídos do IDRISI (comando AREA) com o valor das áreas (em quilômetros quadrados) para cada parâmetro.

Classes de valores	Descrição	Área em Km ²
1	Várzea em altitude de 0 a 500m	0
2	Várzea em altitude de 500 a 600m	15,02
3	Várzea em altitude de 600 a 700m	3,22
4	Várzea em altitude de 700 a 800m	4,89
5	Várzea em altitude de 800 a 900m	0,07
6	Várzea em altitude de 900 a 1000m	0
7	Várzea em altitude superior a 1000m	0
8	Floresta em altitude de 0 a 500m	0
9	Floresta em altitude de 500 a 600m	75,12
10	Floresta em altitude de 600 a 700m	140,92
11	Floresta em altitude de 700 a 800m	184,70
12	Floresta em altitude de 800 a 900m	127,09
13	Floresta em altitude de 900 a 1000m	42,46
14	Floresta em altitude superior a 1000m	0,23
15	Savana em altitude de 0 a 500m	0
16	Savana em altitude de 500 a 600m	57,51
17	Savana em altitude de 600 a 700m	110,51
18	Savana em altitude de 700 a 800m	142,84
19	Savana em altitude de 800 a 900m	50,78
20	Savana em altitude de 900 a 1000m	1,40
21	Savana em altitude superior a 1000m	0
22	Ecótono em altitude de 0 a 500m	0
23	Ecótono em altitude de 500 a 600m	7,82
24	Ecótono em altitude de 600 a 700m	24,54
25	Ecótono em altitude de 700 a 800m	16,90
26	Ecótono em altitude de 800 a 900m	38,74
27	Ecótono em altitude de 900 a 1000m	21,70
28	Ecótono em altitude superior a 1000m	0

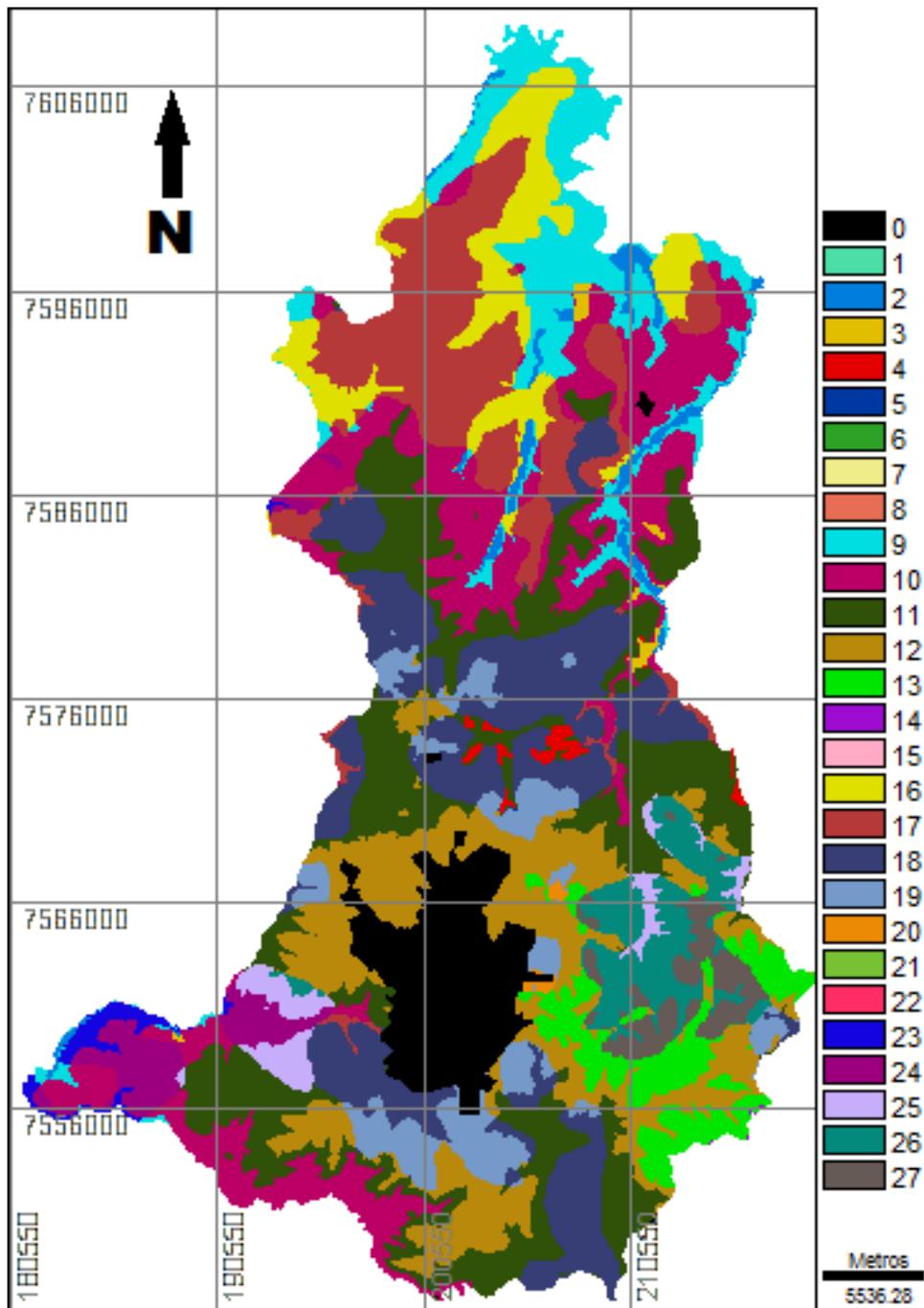


Figura 15 – Distribuição das fitofisionomias nas classes de altitude (hipsometria) de São Carlos. Legenda: 1- Várzea em altitude de 0-500m; 2- Várzea em altitude de 500-600m; 3- Várzea em altitude de 600-700m; 4- Várzea em altitude de 700-800m; 5- Várzea em altitude de 800-900m; 6- Várzea em altitude de 900-1000m; 7- Várzea em altitude de 1000-1200m; 8- Floresta em altitude de 0-500m; 9- Floresta em altitude de 500-600m; 10- Floresta em altitude de 600-700m; 11- Floresta em altitude de 700-800m; 12- Floresta em altitude de 800-900m; 13- Floresta em altitude de 900-1000m; 14- Floresta em altitude de 1000-1200m; 15- Savana em altitude de 0-500m; 16- Savana em altitude de 500-600m; 17- Savana em altitude de 600-700m; 18- Savana em altitude de 700-800m; 19- Savana em altitude de 800-900m; 20- Savana em altitude de 900-1000m; 21- Savana em altitude de 1000-1200m; 22- Ecótono em altitude de 0-500m; 23- Ecótono em altitude de 500-600m; 24- Ecótono em altitude de 600-700m; 25- Ecótono em altitude de 700-800m; 26- Ecótono em altitude de 800-900m; 27- Ecótono em altitude de 900-1000m.

A distribuição das áreas nas classes pode ser melhor visualizada no gráfico abaixo (figura 16):

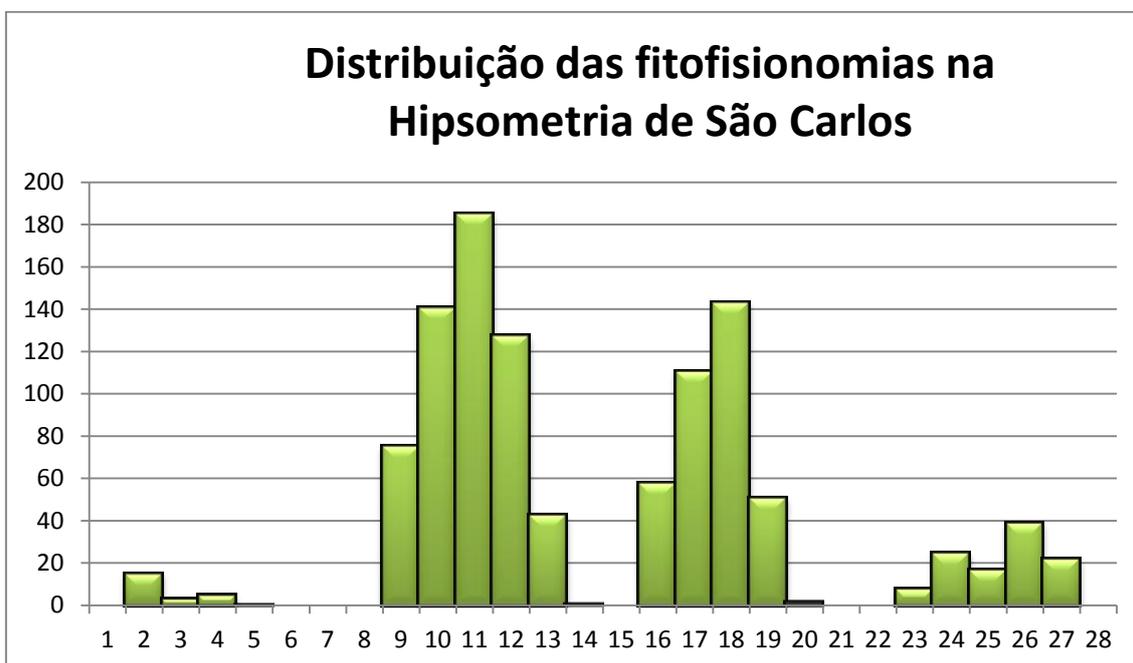


Figura 16 - Gráfico da distribuição das áreas (em Km²) das fitofisionomias nas classes de altitude (hipsometria) de São Carlos. Legenda: 1- Várzea em altitude de 0-500m; 2- Várzea em altitude de 500-600m; 3- Várzea em altitude de 600-700m; 4- Várzea em altitude de 700-800m; 5- Várzea em altitude de 800-900m; 6- Várzea em altitude de 900-1000m; 7- Várzea em altitude de 1000-1200m; 8- Floresta em altitude de 0-500m; 9- Floresta em altitude de 500-600m; 10- Floresta em altitude de 600-700m; 11- Floresta em altitude de 700-800m; 12- Floresta em altitude de 800-900m; 13- Floresta em altitude de 900-1000m; 14- Floresta em altitude de 1000-1200m; 15- Savana em altitude de 0-500m; 16- Savana em altitude de 500-600m; 17- Savana em altitude de 600-700m; 18- Savana em altitude de 700-800m; 19- Savana em altitude de 800-900m; 20- Savana em altitude de 900-1000m; 21- Savana em altitude de 1000-1200m; 22- Ecótono em altitude de 0-500m; 23- Ecótono em altitude de 500-600m; 24- Ecótono em altitude de 600-700m; 25- Ecótono em altitude de 700-800m; 26- Ecótono em altitude de 800-900m; 27- Ecótono em altitude de 900-1000m.

No município não há áreas com altitudes entre 0 a 500 metros, o que pode ser comprovado com os valores zero para as classes 1, 8, 15 e 22. Outros valores de categoria estão ausentes, o que indica que a vegetação analisada está ausente na altitude indicada; e.g. a categoria 6 se refere às áreas de várzea em altitudes variando de 900 a 1000m.

Tabela 12 - Distribuição das áreas (km²) nas diferentes fitofisionomias (colunas) e nas classes de altitude (linhas).

Hipsometria	Várzea (km ²)	Floresta (km ²)	Savana (km ²)	Ecótono (km ²)
0-500	0	0	0	0
500-600	150,18	75,12	57,51	7,82
600-700	32,18	140,92	110,51	24,54
700-800	48,89	184,70	142,84	16,9
800-900	0,07	127,09	50,78	38,74
900-1000	0	42,46	1,4	21,7
1000-1200	0	0,23	0	0

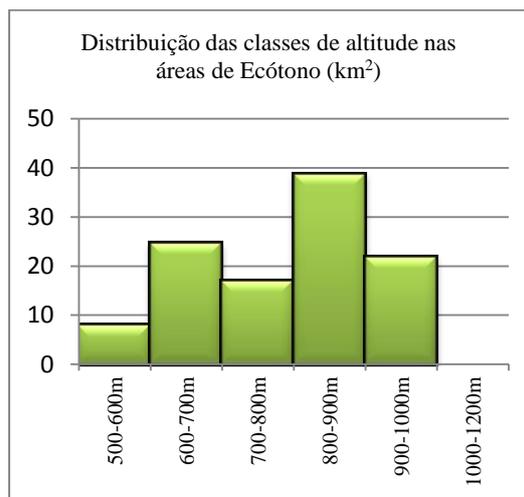
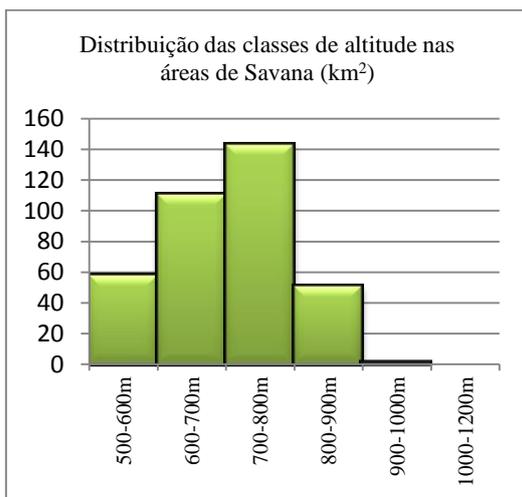
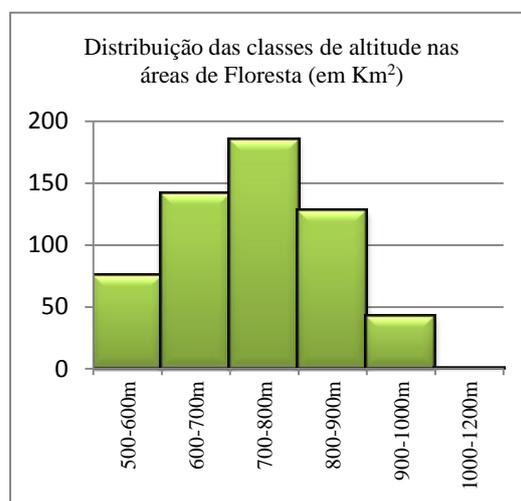
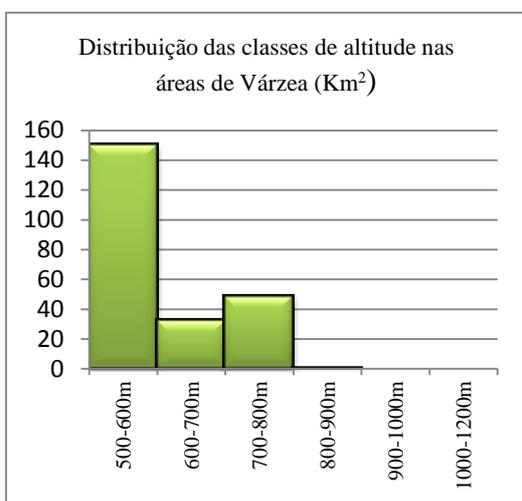


Figura 17 - Gráficos da distribuição das áreas de cada classe de altitude nas diferentes fitofisionomias.

Para analisar se as fitofisionomias se distribuem aleatoriamente ou se as classes de altitude influenciam na dispersão da vegetação no município foram utilizados os cálculos de diversidade, equabilidade e dominância da paisagem para cada classe de altitude presente na área de estudo, conforme estabelecido no item 4.2.4. deste trabalho, como se segue:

Tabela 13 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 500 a 600m.

500-600m	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	150,19	0,52	-0,34		
Floresta	75,12	0,26	-0,35		
Savana	57,51	0,20	-0,32	0,80	0,28
Ecótono	7,82	0,03	-0,10		
Total	290,64	1	1,11		

Tabela 14 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 600 a 700m.

600-700m	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	32,18	0,10	-0,24		
Floresta	140,92	0,46	-0,36		
Savana	110,51	0,36	-0,37	0,84	0,22
Ecótono	24,54	0,08	-0,20		
Total	308,15	1	1,16		

Tabela 15 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 700 a 800m.

700-800m	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	48,88	0,12	-0,26		
Floresta	184,70	0,47	-0,35		
Savana	142,84	0,36	-0,37	0,81	0,27
Ecótono	16,9	0,04	-0,14		
Total	393,32	1	1,12		

Tabela 16 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 800 a 900m.

800-900m	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	0,07	0,00	-0,00		
Floresta	127,09	0,59	-0,31		
Savana	50,78	0,23	-0,34	0,69	0,42
Ecótono	38,74	0,18	-0,31		
Total	216,68	1	0,96		

Tabela 17 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 900 a 1000m.

900-1000m	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	0	0	0		
Floresta	42,46	0,65	-0,28		
Savana	1,4	0,02	-0,08	0,53	0,66
Ecótono	21,7	0,33	-0,37		
Total	65,56	1	0,73		

Tabela 18 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de altitude de 1000 a 1200m.

1000-1200	Área (km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	0	0	0		
Floresta	0,23	1	0		
Savana	0	0	0	0	1,39
Ecótono	0	0	0		
Total	0,23	1	0		

5.1.3. Pedologia

Para a definição das áreas de cada tipo de solo de São Carlos, em cada uma das quatro fitofisionomias presentes no município, foi utilizado o comando AREA no mapa das sobreposições do mapa BIOTA x 10 ao de pedologia. O resultado final esta indicado na tabela 19:

Tabela 19 - Dados extraídos do IDRISI (comando AREA) com o valor das áreas (em quilômetros quadrados) para cada parâmetro.

Classes de valores	Descrição	Área em Km ²
1	Várzea em Latossolo roxo	1,59
2	Várzea em Latossolo Vermelho Escuro	2,16
3	Várzea em Latossolo Vermelho Amarelo	3,02
4	várzea em Podzólico Vermelho Amarelo	1,22
5	Várzea em Terra roxa	0,98
6	Várzea em Areias Quartzosas	4,4
7	Várzea em solos Litólicos	1,4
8	Várzea em solos Hidromórficos	8,44
9	Floresta em Latossolo roxo	132,9
10	Floresta em Latossolo Vermelho Escuro	89,83
11	Floresta em Latossolo Vermelho Amarelo	164,74
12	Floresta em Podzólico Vermelho Amarelo	37,51
13	Floresta em Terra roxa	12,58

Tabela 19 - Dados extraídos do IDRISI (comando AREA) com o valor das áreas (em quilômetros quadrados) para cada parâmetro.

Continuação

Classes de valores	Descrição	Área em Km ²
14	Floresta em Areias Quartzosas	69,72
15	Floresta em solos Litólicos	41,39
16	Floresta em solos Hidromórficos	21,86
17	Savana em Latossolo roxo	52,35
18	Savana em Latossolo Vermelho Escuro	55,34
19	Savana em Latossolo Vermelho Amarelo	129,21
20	Savane em Podzólico Vermelho Amarelo	2,57
21	Savana em Terra roxa	2,5
22	Savana em Areias Quartzosas	112,49
23	Savana em solos Litólicos	1,59
24	Savana em solos Hidromórficos	6,97
25	Ecótono em Latossolo roxo	34,24
26	Ecótono em Latossolo Vermelho Escuro	0
27	Ecótono em Latossolo Vermelho Amarelo	4,41
28	Ecótono em Podzólico Vermelho Amarelo	59,33
29	Ecótono em Terra roxa	5,02
30	Ecótono em Areias Quartzosas	2,38
31	Ecótono em solos Litólicos	4,06
32	Ecótono em solos Hidromórficos	0,27

A sobreposição dos mapas de fitofisionomias do município de São Carlos ao de tipos de solos originaram a figura 18:

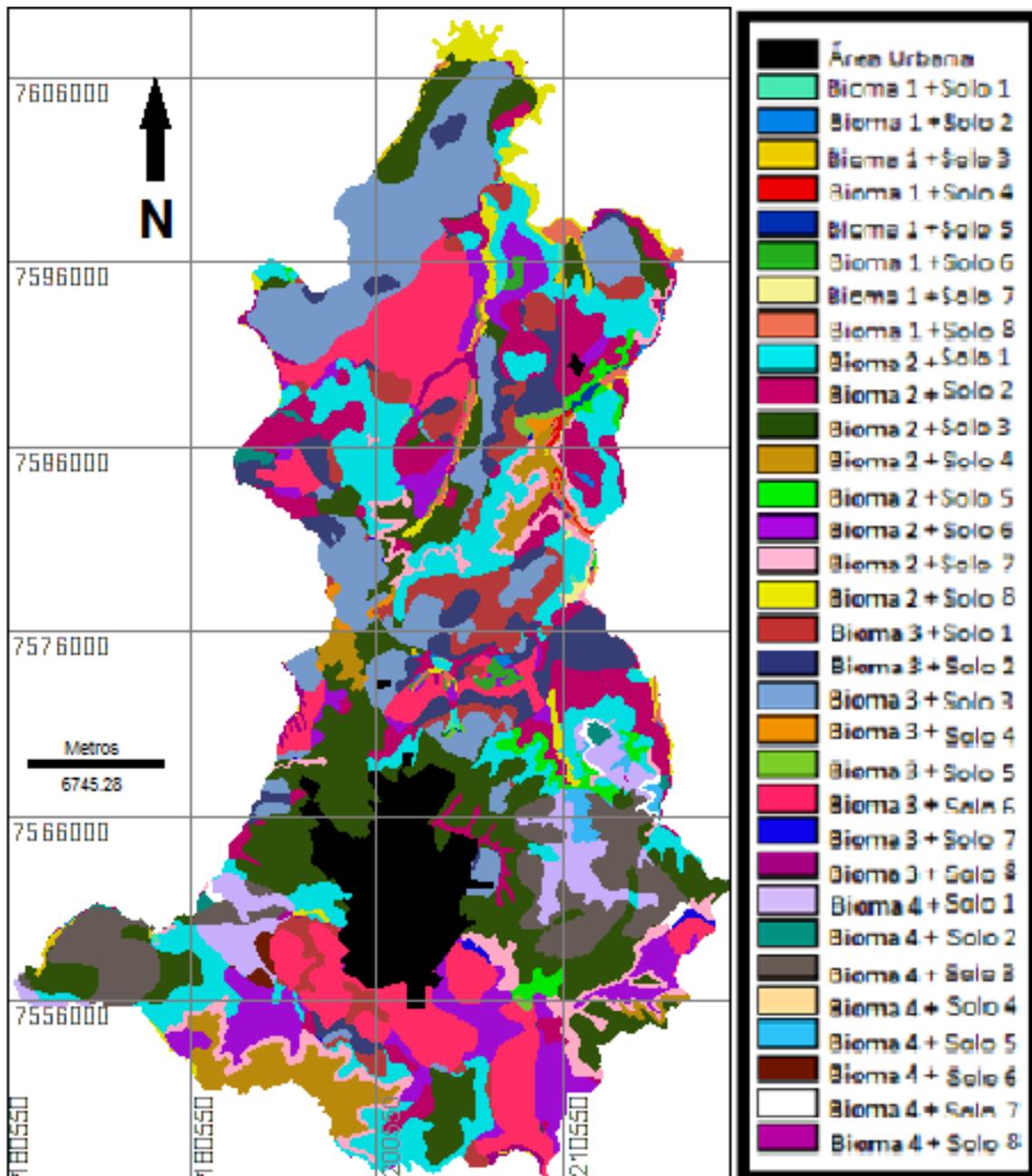


Figura 18 – Distribuição das Fitofisionomias nos diversos tipos de solo do município de São Carlos. Bioma 1 – Várzea; Bioma 2 – Floresta Estacional Semidecidual; Bioma 3 – Savana; Bioma 4 – Ecótono. Solo 1 – Latossolo roxo; Solo 2 – Latossolo vermelho-escuro; Solo 3 – Latossolo vermelho-amarelo; Solo 4 – Podzólico Vermelho-amarelo; Solo 5 – Terra roxa; Solo 6 – Areias quartzosas; Solo 7 – Litólicos; Solo 8 – Hidromórficos.

A distribuição das áreas nas classes pode ser melhor visualizada no gráfico abaixo (figura 19):

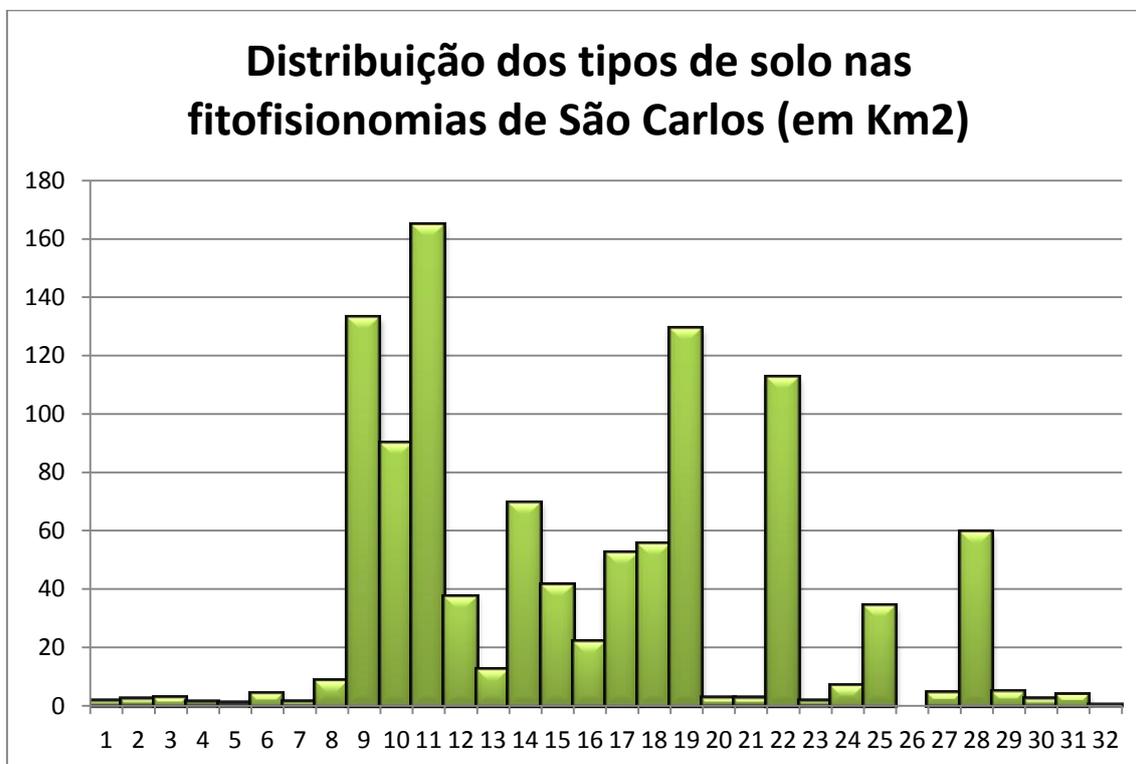


Figura 19 - Gráfico da distribuição das áreas (em Km²) das fitofisionomias nos tipos de solo de São Carlos. Legenda: 1- Várzea em Latossolo roxo; 2-Várzea em Latossolo Vermelho Escuro; 3 – Várzea em Latossolo Vermelho Amarelo; 4- Várzea em Podzólico Vermelho Amarelo; 5- Várzea em Terra roxa, 6- Várzea em Areias Quartzosas; 7- Várzea em solos Litólicos; 8- Várzea em solos Hidromórficos; 9- Floresta em Latossolo roxo; 10- Floresta em Latossolo Vermelho Escuro; 11- Floresta em Latossolo Vermelho Amarelo; 12- Floresta em Podzólico Vermelho Amarelo; 13- Floresta em Terra roxa; 14- Floresta em Areias Quartzosas; 15- Floresta em solos Litólicos; 16- Floresta em solos Hidromórficos; 17- Savana em Latossolo roxo; 18- Savana em Latossolo Vermelho Escuro; 19- Savana em Latossolo Vermelho Amarelo; 20- Savana em Podzólico Vermelho Amarelo; 21- Savana em Terra roxa; 22- Savana em Areias Quartzosas; 23- Savana em solos Litólicos; 24- Savana em solos Hidromórficos; 25- Ecótono em Latossolo roxo; 26- Ecótono em Latossolo Vermelho Escuro; 27- Ecótono em Latossolo Vermelho Amarelo; 28- Ecótono em Podzólico Vermelho Amarelo; 29- Ecótono em Terra roxa; 30- Ecótono em Areias Quartzosas; 31- Ecótono em solos Litólicos; 32- Ecótono em solos Hidromórficos.

No município não há a presença de oito tipos de solo. As quatro fitofisionomias estão presentes em todos os solos com uma única exceção: o ecótono não é encontrado em áreas de solo podzólico vermelho amarelo.

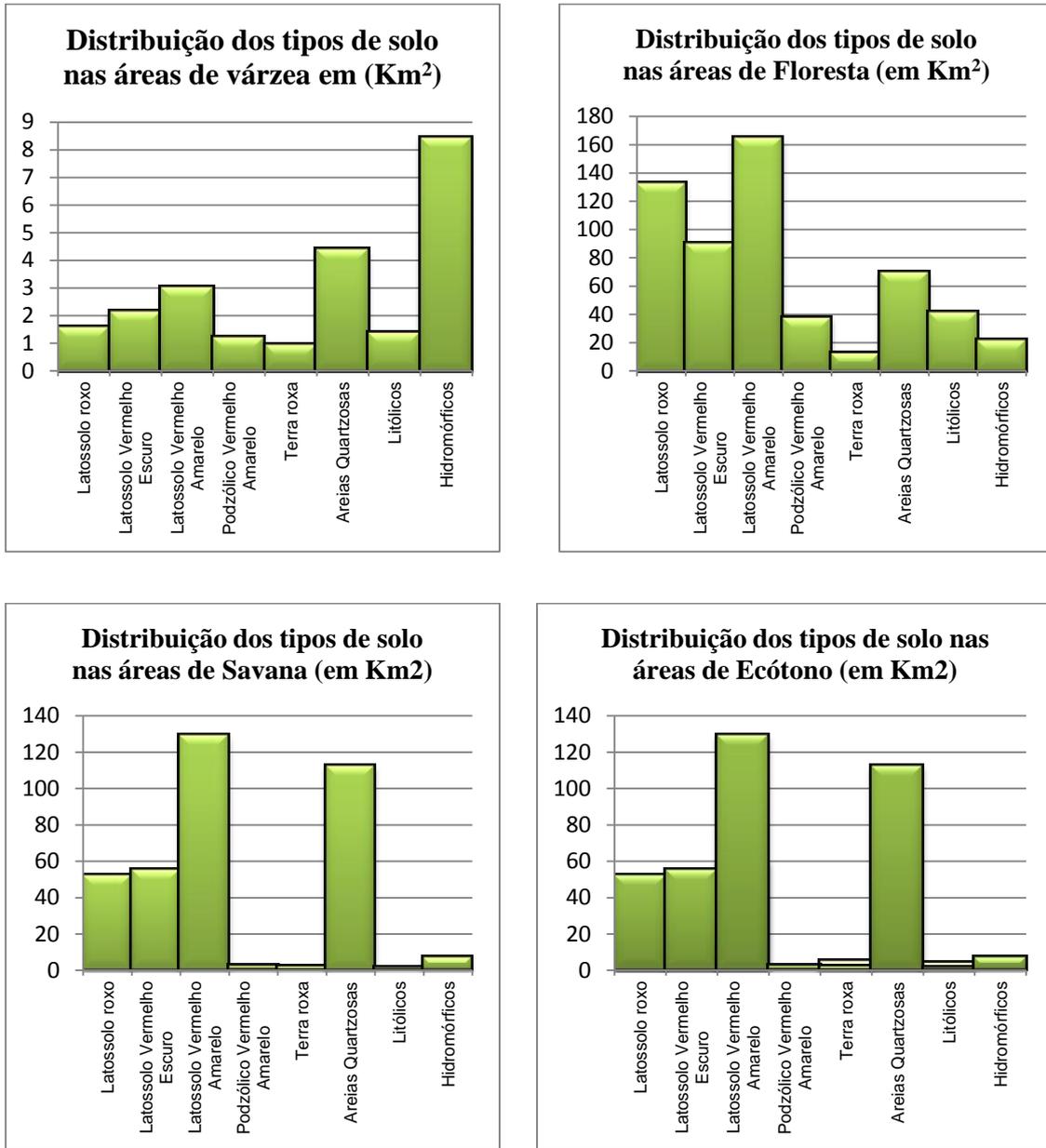


Figura 20 - Gráficos da distribuição das áreas de cada tipo de solo nas diferentes fitofisionomias.

Para analisar se as fitofisionomias se distribuem aleatoriamente ou se os nutrientes presentes nos diferentes tipos de solo influenciam na dispersão da vegetação no município foram utilizados os cálculos de diversidade, equabilidade e dominância da paisagem para cada tipo de solo presente na área de estudo, conforme estabelecido no item 4.2.4. deste trabalho, como se segue:

Tabela 20 – Distribuição das áreas (km²) nas diferentes fitofisionomias (colunas) e nos tipos de solo (linhas).

Tipos de solo	Várzea (km ²)	Floresta (km ²)	Savana (km ²)	Ecótono(km ²)
Latossolo roxo	1,58	132,9	52,35	34,24
Latossolo Vermelho Escuro	2,16	89,83	55,34	4,41
Latossolo Vermelho Amarelo	3,02	164,74	129,22	59,33
Podzólico Vermelho Amarelo	1,22	37,51	2,57	0
Terra roxa	0,98	12,58	2,5	5,02
Areias Quartzosas	4,4	69,72	112,49	2,38
Litólicos	1,4	41,39	1,59	4,06
Hidromórficos	8,44	21,86	6,97	0,27

Tabela 21 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Latossolo roxo.

Latossolo roxo	Área (Km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	1,58	0,01	-0,04		
Floresta	132,9	0,60	-0,31		
Savana	52,35	0,24	-0,34	0,70	0,42
Ecótono	34,24	0,15	-0,29		
Total	221,06		0,97		

Tabela 22 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Latossolo vermelho escuro.

Latossolo vermelho-escuro	Área (Km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	2,16	0,01	-0,06		
Floresta	89,83	0,59	-0,31		
Savana	55,34	0,36	-0,37	0,61	0,54
Ecótono	4,41	0,03	-0,10		
Total	151,75		0,84		

Tabela 23 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Latossolo vermelho amarelo.

Latossolo vermelho Amarelo	Área (Km ²)	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	3,02	0,01	-0,04		
Floresta	164,74	0,46	-0,36		
Savana	129,22	0,36	-0,37	0,77	0,32
Ecótono	59,33	0,17	-0,30		
Total	356,30		1,06		

Tabela 24 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Podzólico Vermelho-amarelo.

Podzólico vermelho Amarelo	Original	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	1,22	0,03	-0,10		
Floresta	37,51	0,91	-0,09		
Savana	2,57	0,06	-0,17	0,26	1,02
Ecótono	0	0,00	nulo		
Total	41,3		0,36		

Tabela 25 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Terra roxa.

Terra roxa	Original	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	0,98	0,05	-0,14		
Floresta	12,58	0,60	-0,31		
Savana	2,5	0,12	-0,25	0,75	0,34
Ecótono	5,02	0,24	-0,34		
Total	21,08		1,04		

Tabela 26 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de Areias quartzosas.

Areias quartzosas	Original	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	4,4	0,02	-0,09		
Floresta	69,72	0,37	-0,37		
Savana	112,49	0,60	-0,31	0,59	0,57
Ecótono	2,38	0,01	-0,06		
Total	188,99		0,82		

Tabela 27 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de solos Litólicos.

Litólico	Original	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	1,4	0,03	-0,10		
Floresta	41,39	0,85	-0,13		
Savana	1,59	0,03	-0,11	0,40	0,83
Ecótono	4,06	0,08	-0,21		
Total	48,44		0,56		

Tabela 28 - Diversidade, equabilidade e dominância das fitofisionomias em áreas de solos hidromórficos.

Hidromórfico	Original	p(i)	H ₀	E ₀	D ₀
Várzea	8,44	0,22	-0,34		
Floresta	21,86	0,58	-0,31		
Savana	6,97	0,19	-0,31	0,72	0,39
Ecótono	0,27	0,01	-0,04		
Total	37,54		1,00		

5.2 ANÁLISE DOS CENÁRIOS:

No tocante aos cenários de análise, os resultados são os seguintes:

5.2.1. Cenário 1

O mapa final do cenário 1 (figura 21) apresentou os resultados mostrados na tabela 29. Este cenário apresenta que o percentual de proteção de três das quatro fisionomias apresenta-se acima do valor ótimo esperado (0,20). O grau de proteção da Savana encontra-se acima do valor mínimo estabelecido (0,10), porém abaixo do valor ótimo (0,20).

TABELA 29 - Diversidade, equabilidade e dominância do cenário 1.

	Biota FAPESP	Cenário 1 (Km ²)	Percentual protegido	Diversidade da paisagem	Equabilidade da Paisagem	Dominância da paisagem
Várzea	23,19	9,73	0,42			
Floresta	570,53	122,56	0,21			
Savana	363,04	44,89	0,12			
Ecótono	109,71	27,18	0,25	1,06	0,76	0,33

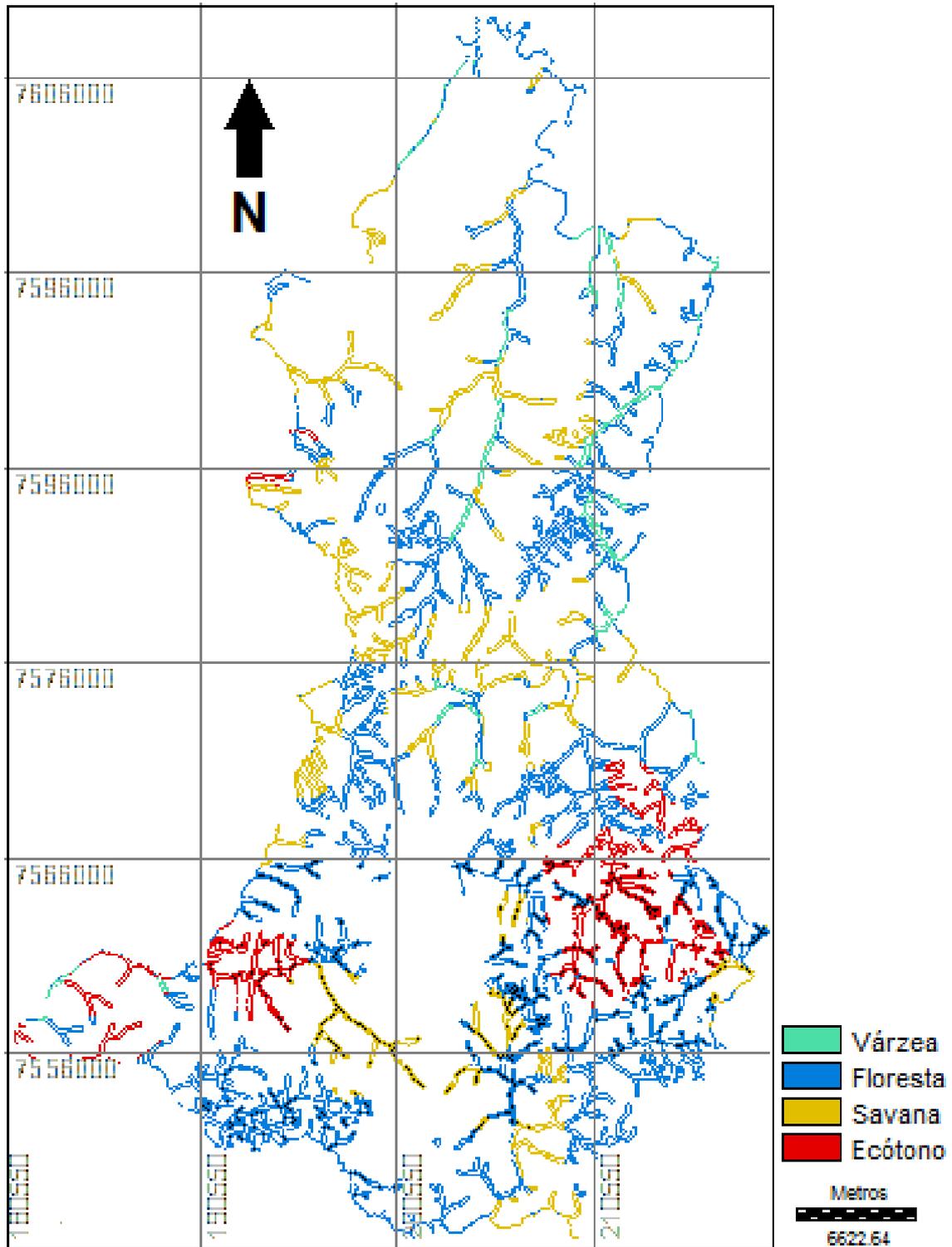


Figura 21 – Distribuição das fitofisionomias no cenário 1.

5.2.2. Cenário 2

O mapa final do cenário 2 (figura 22) apresentou os resultados mostrados na tabela 30.

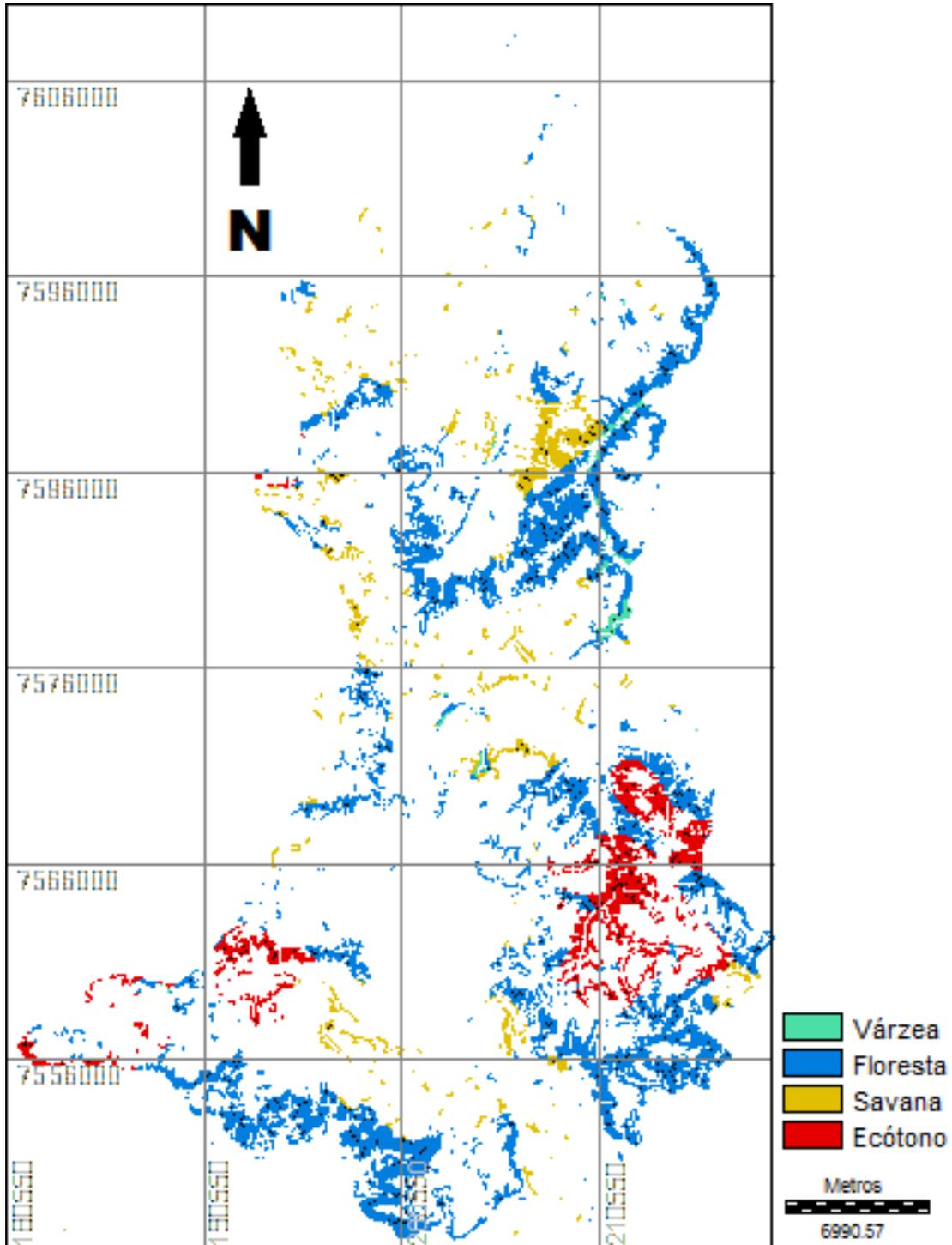


Figura 22 – Distribuição das fitofisionomias no cenário 2.

TABELA 30 – Diversidade, equabilidade e dominância do cenário 2.

	Biota - FAPESP	Cenário 2 (Km ²)	Percentual Protegido	Diversidade da paisagem	Equabilidade da Paisagem	Dominância da paisagem
Várzea	23,19	3,32	0,14			
Floresta	570,53	142,15	0,25			
Savana	363,04	27,87	0,08	0,88	0,63	0,51
Ecótono	109,71	31,62	0,29			

Este cenário apresenta percentual de proteção apenas duas das quatro fisionomias acima do valor ótimo esperado (0,20): as florestas estacionais e o ecótono. O grau de proteção da Várzea encontra-se acima do valor mínimo estabelecido (0,10), porém abaixo do valor ótimo (0,20). A savana possui proteção abaixo do mínimo estabelecido tendo apenas 8% da sua área original protegida.

5.2.3. Cenário 3

O mapa final (figura 23) bem como a tabela de resultados (tabela 31) são apresentados abaixo.

TABELA 31 – Diversidade, equabilidade e dominância do cenário 3.

	Biota - FAPESP	Cenário 3 (Km ²)	Percentual protegido	Diversidade da paisagem	Equabilidade da Paisagem	Dominância da paisagem
Várzea	23,19	10,54	0,45			
Floresta	570,53	144,15	0,25			
Savana	363,04	69,90	0,19	0,95	0,69	0,43
Ecótono	109,71	12,00	0,11			

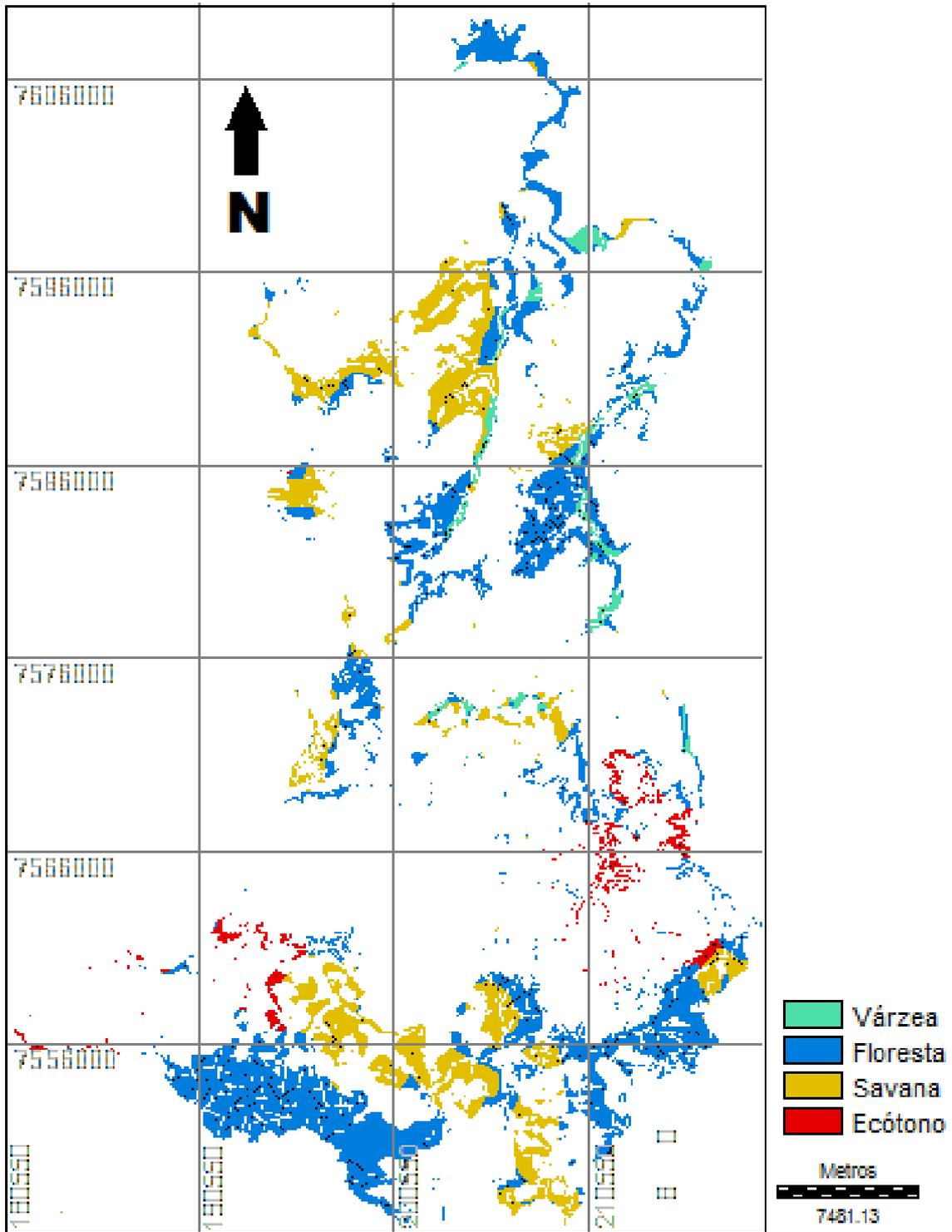


Figura 23 – Distribuição das fitofisionomias no cenário 3.

Este cenário apresenta percentual de proteção apenas duas das quatro fisionomias acima do valor ótimo esperado (0,20): as florestas estacionais e a várzea. O grau de proteção da Várzea encontra-se com o dobro do valor ótimo estabelecido. A savana possui valor acima do mínimo estabelecido (0,10) e bem próximo ao ótimo (0,19 de 0,20), é o cenário que melhor protege as savanas dos três analisados. O ecótono tem área protegida entre os valores mínimos e ótimos.

A Tabela 32 mostra os valores de cada parâmetro analisado nos três cenários:

TABELA 32 - Diversidade, equabilidade e dominância dos diversos cenários.

Cenários	Diversidade da Paisagem	Equabilidade da Paisagem	Dominância da Paisagem
Cenário 1	1,05	0,76	0,33
Cenário 2	0,88	0,63	0,51
Cenário 3	0,95	0,69	0,43

5.3. Comparação dos dados fitofisionômicos às métricas de paisagem

Este item tem como objetivo auxiliar o tomador de decisão na escolha da melhor metodologia a ser aplicada na área a ser averbada dependendo das características ambientais que mais necessitem de proteção no espaço amostral.

Os dados das métricas de paisagem obtidos por MOREIRA (2011) estão apresentados nas tabelas (33 e 34) que se seguem:

Tabela 33 - Influência do efeito de borda sobre os fragmentos de vegetação nativa na distribuição espacial obtida pelos métodos 1, 2 e 3. Profundidade de efeito de borda definida em 50 m do limite do perímetro dos fragmentos (modificado de MOREIRA, 2011).

Método	Área Total de Floresta (ha)	Área central de Floresta (ha)	Porcentagem de Área Central (%)	Percentual protegido do Efeito de borda(%)
Cenário 1	27.151	17.044	63	16
Cenário 2	27.212	12.328	45	12
Cenário 3	30.376	18.788	62	18

Em posse desses dados serão elencadas as fragilidades e potencialidades de cada cenário obtidas em ambos os estudos. Essa abordagem não tem o intuito de definir qual a melhor metodologia e sim, quais os elementos de análise para seleção metodológica pelo tomador de decisão a partir das características ambientais da área a ser averbada.

Tabela 34 – Métricas de paisagem calculadas para os três cenários testados (fonte: MOREIRA, 2011).

Métricas	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Área do conjunto de Fragmentos – ACF (ha)	27.151	27.212	30.376
Área média dos Fragmentos – AMF (ha)	494	22	39
Número de Fragmentos - NF	55	1.258	788
Índice do Maior Fragmento - IMF	18	17	11
Índice de Proximidade (100m) – IP100	14.568	59.393	34.193
Índice de Proximidade (500) – IP500	15.783	60.788	34.920
Índice de Área Central - InAC	31	3	2

6. DISCUSSÃO

6.1. INFLUÊNCIA DOS FATORES FÍSICOS NA DISTRIBUIÇÃO DAS FITOFISIONOMIAS

Todos os fatores físicos de relevo analisados interferem na distribuição das fitofisionomias na área de estudo. Algumas classes de valores apenas tiveram distribuição equitativa (acima de 0,80). As áreas de maior fertilidade do solo e, principalmente de maior altitude beneficiam a presença da floresta estacional. Já as áreas com solos pouco férteis favorecem a presença das savanas. As altitudes intermediárias (de 600 a 800m) tiveram distribuição mais equitativa das fisionomias vegetais (E0 variou de 0,80 a 0,84).

6.1.1. Classes de declividade

As classes de declividade usadas nessa análise foram as classes definidas pela EMBRAPA (1999). Os dados de equabilidade e dominância mostram que a distribuição das fitofisionomias não é ao acaso e há influências significativas da declividade na distribuição dos tipos vegetacionais.

Em terrenos de forte declividade a dominância das florestas estacionais semidecíduais aumenta consideravelmente.

A vegetação de várzea está associada a fatores que dificultem a drenagem e no contexto da declividade a terrenos de pequena inclinação e pouco permeáveis. Segundo FERRI (1980) este tipo vegetacional está associado à abundância de água no solo. A ausência de uma proporção de áreas significativas em uma determinada declividade pode estar associada à pequena área ocupada por esse tipo vegetacional.

As savanas variam muito em topografia mais têm preferência por terrenos planos (FERRI, 1980). A maior proporção de áreas de savana, no espaço amostral, está inserida em terrenos suavemente ondulados.

As áreas de floresta estacional semidecidual estão preferencialmente inseridas em terrenos ondulados ou fortemente ondulados (FERRI, 1980). Suas diversas denominações já sugerem sua presença em terrenos montanhosos.

A presença do ecótono, com valores aproximados para terrenos de suave a fortemente ondulados, está associada à sua transição de um tipo vegetacional ao outro.

6.1.2. Hipsometria

A influência da altitude na distribuição das fitofisionomias no município de São Carlos é observada para áreas com altitude superior a 800m

Para esses ambientes, a presença dominante das florestas semidecíduais aumenta com o acréscimo da altitude sendo que as áreas com altitudes superiores a 1000m esta formação é a única em todo o município (figura 13). É nestes locais, aliados à terrenos com alta fertilidade, que se acredita que a mata de araucárias (ou pinhais, cuja qual deu nome original ao município: São Carlos dos Pinhais) seja originária (DURIGAN, 2006).

6.1.3. Pedologia

Em todos os tipos de solo, a distribuição das fitofisionomias foi tendenciosa (equabilidade menor de 0,8), o que demonstra que existe influência local dos tipos de solo na distribuição dos tipos vegetacionais.

Apesar das Fitofisionomias de Savana e Mata Atlântica se adaptarem a uma grande diversidade de solos (Ferri, 1980; Ab`Saber, 1977 Silva, 2002; Rizzini, 1976), na região

de São Carlos as áreas de Floresta Estacional Semidecidual estão localizadas preferencialmente nas áreas de solos mais férteis (Latosolos, Terra roxa, Podzólicos, Litólicos e Hidromórficos).

O solo das savanas, ou cerrados, é muito profundo e contém bastante umidade nas suas camadas inferiores. As raízes se aprofundam e, apesar das características xeromórficas das plantas, ao há deficiência de água. O caráter xeromórfico é dado pelas deficiências nutricionais e pela presença de alumínio tóxico nos solos (GOODLAND, 1969; RIZZINI, 1976). As savanas se adaptam melhor às com deficiências nutricionais ou de menor capacidade de retenção de água (Areias quartzosas). A savana também está bem distribuída nas áreas de Latossolos. Segundo FERRI (1980), a inexistência de inúmeros elementos nutricionais no solo é a responsável pela ocorrência desse tipo vegetacional:

“A falta mais ou menos pronunciada de inúmeros elementos nutricionais nos solos de cerrado (savana) é que responde pela existência e por suas características”

RIZZINI (1976) discute que a diferença nos solos de savana e floresta está na localização dos nutrientes minerais à disposição das plantas, enquanto que nas florestas há uma grande riqueza de nutrientes e sais minerais na superfície (húmus e serrapilheira – “vegetando às expensas dos seus próprios detritos e auto-sustentando-se), nas áreas de cerrado estas se encontram na profundidade:

Nas savanas “não há camadas de restos orgânicos em decomposição, visto que os detritos lançados pelos vegetais se dessecam e são dispersados pelo vento ou queimados pelo fogo periodicamente ateados durante as estações secas. O mecanismo de reincorporação de nutrientes é endógeno (intraterrestre); raízes finas e muito copiosas, foram-se regularmente no período de crescimento e morrem em seguida, terminada sua função; da decomposição delas resulta a volta ao meio subterrâneo de parte dos nutrientes antes retirados.” (...) “Outra parte é introduzida pela atividade bacteriana, pelas leguminosas (muito vulgares nessas vegetações), e ainda, conduzida pela água da chuva.

Já a várzea está quase integralmente presente nas áreas sobre os solos hidromórficos com camadas impermeáveis próximas à superfície. Está associado à presença de áreas

de pouca drenagem com alto escoamento superficial e baixa infiltração. A equabilidade é alta em todos os tipos de solo. O ecótono está preferencialmente em solos de maior fertilidade.

6.2. ANÁLISE DOS CENÁRIOS:

Quanto à análise dos cenários as considerações são as seguintes:

6.2.1. Cenário 1

Neste cenário, como era de se esperar, as áreas com vegetação do tipo várzea apresentam-se com o dobro de proteção do mínimo estipulado: este tipo vegetacional está associado às áreas de solos alagados ou com lençol freático muito próximo à superfície. A equabilidade deste cenário é a mais alta, com valor numérico 0,76.

No que tange a proteção da tríade solo-água-biodiversidade este cenário se destaca na proteção do recurso hídrico e na vegetação associada (várzea) e na manutenção de áreas mais extensas para a locomoção das espécies e fluxo gênico. Nesse aspecto, esse cenário é defendido em áreas onde a manutenção de extensas áreas contínuas (acompanhando a rede de drenagem das bacias hidrográficas) é mais interessante, do ponto de vista da conservação da biodiversidade, do que a criação de áreas em fragmentos isolados na paisagem (METZGER, 2011); bem como áreas onde a proteção dos recursos hídricos seja considerada prioritária.

Porém, a savana está sub-representada e o tomador de decisão deve estar ciente desta deficiência.

6.2.2. Cenário 2

Este cenário apresenta que o percentual de proteção de apenas as fitofisionomias ligadas à floresta estacional tem proteção satisfatória (acima de 0,20). Isso corrobora com os dados de que as áreas com altitudes variáveis e, conseqüentemente, suas vertentes estão cobertas, principalmente com vegetação do bioma Atlântico (FERRI, 1980; RIZZINI 1976).

A equabilidade deste cenário é de 0,63 tendo uma dominância significativa 0,51. É um cenário tendencioso e deve ser descartado pelo órgão gestor se não houver justificativa consistente (e.g.a floresta estacional de uma dada região estar inserida no contexto de área prioritária para a conservação).

6.2.3. Cenário 3

Esse cenário corrobora com os dados de que as áreas de maior elevação e, conseqüentemente, suas vertentes estão cobertas, principalmente com vegetação do bioma Atlântico (RIZZINI, 1979).

A área de cada fitofisionomia presente na área de estudo (em Km²) é apresentada nas tabelas como Biota- FAPESP. A equabilidade de 0,69 e a proteção das fitofisionomias próximas ao mínimo estipulado (0,20) fazem desse cenário passível de aplicação em áreas onde os problemas relacionados à erosão e perda de solo são mais influentes na paisagem. Deve-se, contudo, dar atenção especial às áreas de ecótono para aumentar sua proteção na averbação das áreas.

6.3. COMPARAÇÃO DOS DADOS FITOFISIONÔMICOS ÀS MÉTRICAS DE PAISAGEM

6.3.1. Cenário 1

O Cenário 1 é ideal para áreas onde há a necessidade de proteção dos recursos hídricos e a criação de corredores de biodiversidade na paisagem. Segundo MOREIRA (2011), as aptidões deste cenário são:

- Maior área média dos fragmentos (494)
- Maior índice de área central dos fragmentos - o que diminui a pressão dos efeitos nocivos das perturbações do entorno
- Diminuição da quantidade de fragmentos

Com relação aos resultados obtidos neste estudo temos:

- Proteção da vegetação de várzea bem acima (0,42) do valor ótimo proposto (0,20);
- Proteção da vegetação de floresta estacional semidecidual (0,21) dentro do valor ótimo proposto;
- Proteção da vegetação ecotonal um pouco acima do valor ótimo proposto(0,25);
- Maior índice de diversidade de paisagem (1,05)
- Maior índice alcançado na equabilidade da paisagem (0,76)
- Menor índice de dominância da paisagem (0,33)

A pequena quantidade de fragmentos aliada ao aumento significativo da área média dos fragmentos também sugere aumento do fluxo gênico dentro dos fragmentos, porém a maior distancia entre os fragmentos aponta para uma diminuição desse fluxo inter-fragmentos.

Como críticas a escolha dessa metodologia temos:

- Menor índice de proximidade dos fragmentos IP100 e IP500
- Diminuição da proteção das savanas (0,12), proteção abaixo do mínimo proposto (20%)

6.3.2. Cenário 2

O segundo cenário, foi o escolhido por MOREIRA como melhor cenário do ponto de vista das métricas da paisagem, isto porque, este autor considera que a maior quantidade de fragmentos em conjunto com os menores índices de Proximidade (IP100 ou IP500) aumenta a mobilidade de diversas espécies na paisagem com o aumento do fluxo gênico. Este cenário pode ser aplicado em áreas onde a declividade seja o principal fator de risco ambiental. As fragilidades se aplicam ao cenário de menor área central média dos fragmentos o que é prejudicial às espécies de sub-bosque e as de interior de mata.

No presente estudo, as potencialidades na escolha dessa metodologia se aplicam à:

- Proteção das áreas de floresta estacional (0,25) acima do valor ótimo proposto (0,20);
- Proteção das áreas de vegetação ecotonal (0,29) acima do valor ótimo proposto (0,20);

Já as fragilidades de sua escolha se aplicam à:

- Baixa proteção das áreas de vegetação de várzea (0,14), porém acima do valor mínimo proposto (0,10);
- Muito baixa proteção das áreas de vegetação de savana (0,08), abaixo do valor mínimo proposto (0,10);
- Menor índice de diversidade da paisagem (0,88);
- Índice de dominância da paisagem elevado (0,51);
- Menor índice de equabilidade da paisagem (0,63);

6.3.3. Cenário 3

O cenário 3 se aplica à seleção de áreas com fragilidades de solo, com potencial de erodibilidade alto o que prejudica a qualidade dos solos diretamente e pode alterar a qualidade dos corpos hídricos de forma indireta, quer seja pelo carreamento de compostos químicos quer pelo assoreamento dos rios. Na maioria dos índices analisados é um cenário intermediário, sendo que em diversos deles esteve bem próximo do melhor resultado.

MOREIRA (2011) constatou que neste cenário as potencialidades são:

- Alto percentual de área central dos fragmentos (62%)
- Alto valor de área conjunta de fragmentos
- Valores intermediários dos índices de proximidades dos fragmentos (IP100 e IP500)

Com relação à proteção das fitofisionomias temos:

- Proteção elevada das áreas de várzea (0,45), bem acima do valor ótimo proposto (0,20);
- Proteção acima do valor mínimo (0,10) das áreas de floresta estacional semidecidual (0,11);
- Proteção próxima ao valor ótimo proposto (0,20) da vegetação de savana (0,19) – Apesar de ainda estar abaixo do ótimo proposto, este foi o melhor cenário, dos analisados, na proteção das áreas de vegetação típica de savana.

Os índices de diversidade, equabilidade e dominância são intermediários entre os dois cenários. Porém a proteção dos recursos água-solo, bem como o potencial de proteção das savanas não devem ser ignorados.

Com relação às fragilidades temos:

Moreira (2011):

- Menor Índice do Maior Fragmento (IMF)
- Menor índice de área central

No presente estudo:

- Baixa proteção da vegetação ecotonal (0,11), porém pouco acima do mínimo proposto (0,10).

7. CONCLUSÕES

Todos os fatores físicos analisados interferiram na distribuição das fitofisionomias no município de São Carlos. É nesta interferência que se baseiam a análise dos cenários.

Nenhuma das metodologias propostas se mostrou satisfatória na proteção da diversidade da paisagem no espaço amostral. Em todos os cenários propostos as áreas de floresta estacional foram protegidas de forma satisfatória (acima do limite mínimo proposto).

Em nenhum dos cenários propostos as savanas estiveram minimamente protegidas, sendo que no cenário 3 o índice de proteção esteve bastante aproximado do mínimo (0,19). O primeiro cenário foi ineficaz na proteção de savanas. O segundo foi ineficaz na proteção de savanas e várzeas. O terceiro foi ineficaz na proteção das savanas, apesar da aproximação do valor mínimo, e da vegetação ecotonal.

Com relação a distribuição das fitofisionomias nos cenários propostos, aos índices calculados (tabela 8) o cenário 1 é o mais diverso e o de maior equabilidade, ou seja, protege uma maior diversidade de paisagens mantendo uma distribuição equilibrada entre os tipos fitofisionômicos. Porém a savana está mal representada. Este cenário também é aconselhado quando se enfoca a proteção e manutenção da qualidade dos recursos hídricos.

O cenário 2 é importante para áreas com grandes declividades e necessidade de proteção dos solos dessas áreas. Porém é o que apresentou os piores resultados de diversidade e dominância da paisagem dentre os três cenários analisados. É um cenário relevante na proteção do fluxo gênico interfragmentos.

O cenário de número 3 é que mais se aproxima do valor mínimo de proteção para os cerrados (0,19 de proteção e 0,20 valor mínimo). É aconselhado na proteção e manutenção da qualidade dos solos (erodibilidade).

Com relação aos índices calculados (tabela 33) o cenário 1 é o mais diverso e o de maior equabilidade, ou seja, protege uma maior diversidade de paisagens mantendo uma distribuição equilibrada entre os tipos fitofisionômicos. O cenário 3 tem valores intermediários de proteção da paisagem e grande relevância na proteção dos solos,

sendo aconselhada a não utilização do cenário 2. O cenário 2 mostrou-se bastante ineficaz na proteção da diversidade de paisagem.

As potencialidades e fragilidades de cada cenário variaram bastante tanto na proteção dos recursos naturais, quanto na proteção das fitofisionomias.

A análise pelo tomador de decisões deve levar em conta principalmente as fragilidades ambientais do espaço amostral que for ser analisado.

O quadro a seguir apresenta as principais indicações de cada cenário:

QUADRO 1 – Indicações de aplicação dos cenários.

Indicações

cenário 1	Proteção dos corpos hídricos e da diversidade biológica Manutenção do fluxo gênico intra-fragmentos Proteção de áreas de várzea, Floresta estacional semidecidual e ecotonal
Cenário 2	Proteção de áreas com declive acentuado, proteção dos solos. Manutenção do fluxo gênico inter-fragmentos Proteção das áreas de floresta estacional semidecidual e vegetação ecotonal
Cenário 3	Proteção e manutenção da qualidade dos solos e corpos hídricos Proteção das áreas de vegetação de savana próxima ao valor ótimo Proteção de áreas de várzea, floresta estacional semidecidual e melhor representatividade das savanas.

Recomenda-se a replicação deste estudo para outras regiões, tanto para averiguar se essa distribuição se confirma para as fitofisionomias estudadas quanto para estabelecer a relação dos fatores físicos às outros tipos fitofisionômicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. **Potencialidades paisagísticas brasileiras.** São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1977.
- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALONSO, J.; REY-GRANA, J.; SANTOS, S.; PAREDES, C. VASCONCELOS, M.; AZEVEDO, C.; RODRIGUES, G. & PEREIRA, S. **Os Sig e a Gestão de Espaços Protegidos de Âmbito Regional e Local: O Caso da Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro D'Arcos (Pplbspa).** ESIG, 2004
- ARAUJO, S. M. V. G. **As Áreas De Preservação Permanente E A Questão Urbana.** Câmara dos Deputados Consultoria Legislativa da Área XI Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial, Desenvolvimento Urbano e Regional, 2002.
- BRASIL, Lei Federal (1965). **Código Florestal Brasileiro – Lei nº 4771,** DF: Congresso Federal, 1965.
- BRASIL, Lei Federal (2000). **Sistema Nacional de Unidades de Conservação: SNUC – Lei nº 9.985,** DF: Congresso Federal, 2000.
- BASNET, K. 1992. **Effect of topography on the pattern of trees in Tabonuco (Dacryodes excelsa) dominated rain forest of Puerto Rico.** Biotropica 24:31-42.
- BENINCASA, M., LOPES, R., BENINCASA, G.M.P. & OLIVEIRA, A.S. **Algumas influências da topografia sobre o microclima e comportamento de Sorghum bicolor (L.) Moench.** Ciência e Cultura 35:495-501. 1983.
- BIOTA-FAPESP, Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo, **Aspectos biológicos do Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://www.biota.org.br/index> Acesso em 20 de maio de 2010.

BIOTA-FAPESP, **Atlas**. Disponível em: <http://sinbiota.biota.org.br/atlas/> Acesso em 20 de maio de 2010.

BROOKS E RYLANDS, **Espécies no limiar da extinção: vertebrados terrestres criticamente em perigo. Em Mata Atlântica : biodiversidade, ameaças e perspectivas** / editado por Carlos Galindo-Leal, Ibsen de Gusmão Câmara ; traduzido por Edma Reis Lamas. – São Paulo : Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte : Conservação Internacional, 2005.

ÇABUK, S. N. UYGUÇGIL, H. ÇABUK A. & INCEOGLU, M. **Using Gis And RS Techniques For The Determination Of Green Area Priorities Within The Context Of Sea**. International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS Vol:10 No: 02. 2010

CASTAGNARA, D. D.; UHLEIN, A.; FEIDEN, A.; WAMMES, E. V. S.; PERINI, L. J.; STERN, E.; ZANELATO, F. T.; VERONA, D. A.; ULIANA, M. R. B.; ZONIN, W. J.; SILVA, N. L. S. **Importância ambiental das áreas de reserva legal e sua quantificação na microbacia hidrográfica da Sanga Mineira do município de Mercedes – PR**. Rev. Bras. de Agroecologia Vol.2 No.2 out. 2007

CIBERAÇÃO; **Estratégia Global para Conservação das Plantas**. Revista Página 22 – FGV. 2010. Disponível em: <http://pagina22.com.br/index.php/2010/07/estrategia-global-para-conservacao-das-plantas>. Acesso em 16 de julho de 2011.

COUTINHO, L. M.; **O conceito de bioma**. Acta bot. bras. 20(1): 13-23. 2006

DRAPER, D., ROSSELLO-GRAELLA, A., GOMES, C. T; SÉRGIO, C. **Application of Gis in Plant Conservation Programmes in Portugal**. Biological Conservation v.113 p.337–349. 2003

DURIGAN, G.; SIQUEIRA M. F.; FRANCO, G. A. D. C. & RATTER, J. A. **Seleção de fragmentos prioritários para a criação de Unidades de Conservação do cerrado no estado de São Paulo**. Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 18, n. único, p. 23-37, dez. 2006.

- EMBRAPA, **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos - Rio de Janeiro, 1999.
- EMBRAPA, **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos - Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2009.
- EASTMAN, J.R. **Idrisi 32 – Guide to GIS and image processing**. Clark Labs, Clark University, Worcester, USA, 1999.
- EASTMAN, J.R. **Idrisi 32 – Release 2: Tutorial**. Clark Labs, Clark University, Worcester, USA, 2001.
- FERRI, M.G.; **Vegetação Brasileira**. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte; Ed. da Universidade de São Paulo; São Paulo; 1980.
- FISK, M.C., SCHMIDT, S.K. & SEASTEDT, T.R. **Topographic patterns of above- and belowground production and nitrogen cycling in alpine tundra**. *Ecology* 79:2253-2266. 1998.
- FORZZA, R.C.; et. al; **Introdução**. in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/> Acesso em 16 de julho de 2011.
- GARTLAN, J. S., D. M. NEWBERY, D. W. THOMAS & P. G. WATERMAN. **The influence of topography and soil phosphorus on the vegetation of Korup Forest Reserve, Cameroun**. *Vegetatio* 65: 1986.
- GENTRY, A. H.; **Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients**. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Vol. 75, No. 1 1988a.
- GENTRY, A. H.; **Tree species richness of upper Amazonian forests**. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 85, pp. 156-159, January 1988b.
- GOODLAND, R. **Análise ecológica da vegetação do cerrado**. In: GOODLAND, R. & FERRI, M. G. (eds.). *Ecologia do cerrado*. EDUSP: São Paulo; Itatiaia: Belo Horizonte. 1979.

- GROOT, R. S. de; **Functions of Nature: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making.** Amsterdam : Wolters-Noordhoff, 1992.
- HOLDRIDGE, I.R. 1947. **Determination of world plant formations from simple climatic data.** Science 105: 367-368.
- IBGE **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2007. Disponível em: <http://www.ibge.com.br>. Acesso em 15 de janeiro de 2012.
- IBGE **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2009. Disponível em: <http://www.ibge.com.br>. Acesso em 15 de janeiro de 2012.
- IBGE **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2010. Disponível em: <http://www.ibge.com.br>. Acesso em 15 de janeiro de 2012.
- INSTITUTO FLORESTA; PROPRIEDADES RURAIS NA MATA ATLÂNTICA: **Conservação ambiental e produção floresta.** Brasília: FNMA, 2009.
- KIERULFF, M. C. M.; RAMBALDI, D. M. & KLEIMAN, D. G. **Passado, presente e futuro do mico-leão-dourado e de seu hábitat.** Em Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas / editado por Carlos Galindo-Leal, Ibsen de Gusmão Câmara; traduzido por Edma Reis Lamas. – São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005.
- KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. **A conservação do Cerrado brasileiro.** MEGADIVERSIDADE Vol. 1 N° 1 Julho 2005
- KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C. A. & BERNACCI, L. C. **Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP.** Revista Brasil. Bot., V.28, n.3, p.541-562, jul.-set. 2005
- LANG, S. & BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG.** Trad. Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009

- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Trad. Carlos Henrique B. A. Prado. São Carlos : RiMa, 2000.
- LORETI, J. & OESTERHELD, M. 1996. **Intraspecific variation in the resistance to flooding and drought in populations of *Paspalum dilatatum* from different topographic positions**. *Oecologia* 108:279-284.
- MEDEIROS, R.; IRVING, M. & GARAY, I. **A proteção da natureza no Brasil: evolução e conflitos de um modelo em construção**. RDE – REVISTA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO Ano VI, Nº 9, Salvador, 2004.
- METZGER, J. P. **Estrutura da Paisagem: O Uso Adequado de Métricas. Em: Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Em Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Larry Cullen Jr., Cláudio Valladares-Padua, Rudy Rudran (organizadores) – 2ª. Ed. – Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 2006.
- METZGER, J. P. **O Código Florestal tem base científica?** *Conservação e Natureza*, 8(1), p. 92-99, 2010.
- MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES & MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; **O Brasil e a Convenção sobre Diversidade Biológica**. 2006. Disponível em; <http://www.terrazul.m2014.net/spip.php?article277> Acesso em 05 de maio de 2010.
- MILARÈ, E. **Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário**. 4ª. Ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005.
- MOREIRA, F. M. **Código Florestal Brasileiro: Métodos para Localização de Reservas Legais e Comparação de Propostas de Alteração da Lei**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2011
- MORENO, M. I. C; SCHIAVINI, I.; HARIDASAN, M. **Fatores Edáficos Influenciando na Estrutura de Fitofisionomias do Cerrado**. *Caminhos de Geografia Uberlândia* v. 9, n. 25 Mar. 2008.

- MORSELLO, C. **Áreas Protegidas Públicas e Privadas: Seleção e Manejo**. São Paulo: Annablume, 2003, 344 p.
- MOSCA, A. A. de O. & Paula, C. B. **Biogeografia de Plantas Carnívoras do Cerrado: Identificação, Monitoramento, Catalogação e Espacialização das Espécies e Área de Ocorrência no Município de Minaçu (Go)**. IV Seminário de Iniciação Científica - UEG, 2006.
- NOVAES, P. DA C.; FERREIRA, L. G. & DIAS, R. **Identificação de áreas prioritárias para Conservação da biogeodiversidade no estado de Goiás**. Boletim Goiano de Geografia, 23 (1) : 41 - 58, jan./jun. 2003
- ODUN, E. **Ecologia**. 1983. Trad. Christopher j. Tribe. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A. 1988
- OLIVEIRA FILHO, A.T., VILELA, E.A., GAVILANES, M.L. & CARVALHO, D.A. **Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil**. Edinburg Journal Botany 51:355-389. 1989.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., VILELA, E.A., CARVALHO, D.A. & GAVILANES, M.L. **Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil**. Journal of Tropical Ecology 10:483-308. 1994.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., CURI, N., VILELA, E.A. & CARVALHO, D.A. **Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a central Brazilian deciduous dry forest**. Biotropica 30:362-375. 1998.
- PÁDUA, S. **Afinal, qual a diferença entre conservação e preservação?** 2006. Disponível em: <http://www.oeco.com.br/suzana-padua/18246-oeco15564>.
- PEREIRA, T. S. & COSTA, M. L. M. N. da; **Os Jardins Botânicos brasileiros: desafios e potencialidades**. Cienc. Cult., vol.62, no.1, p.23-25, 2010.
- PNUD. **Relatório do desenvolvimento humano 2000**. Lisboa: Trinova, 2000.

- PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E.; **Biologia da Conservação** – Londrina : E. Rodrigues, 2001.
- RANIERI, V. E. L. **Reservas Legais: critérios para localização e aspectos de gestão.** 149f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP. 2004.
- REDE BRASILEIRA DE JARDINS BOTÂNICOS & INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO; **Estratégia Global para a Conservação de Plantas.** \ Tradução de Global Strategy for Plant Conservation – Montreal, Quebec, Canadá: Botanic Garden Conservation International, 2006
- RIBEIRO, J. F. ; BRIDGEWATER, S. ; RATTER, J. A. ; SILVA, J. C. S. . **Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua biodiversidade vegetal.** Em: Aldecir Scariot; José Carlos Sousa Silva; Jeanine Maria Felfili. (Org.). Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- RICKLEFS, R. E.; **A Economia da Natureza** – Rio de Janeiro: Ed. GUANABARA KOOGAN S.A., 2003.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil, aspectos sociológicos e florísticos.** Hucitec/Edusp, São Paulo, 1976.
- RODRIGUES, G. S.; STACHETTI, G.; CAMPANHOLA, C. & KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.19, n. 3, p.349-375, set./dez. 2002
- RODRIGUES, E.; CAINZOS, R. L. P.; QUEIROGA, J. & HERMANN, B. C.; **Conservação em Paisagens Fragmentadas.** Em Métodos de Estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Larry Cullen Jr., Cláudio Valladares-Padua, Rudy Rudran (organizadores) – 2ª. Ed. – Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 2003.Reimpressão 2004.

- RODRIGUES, E. R. & GALVÃO, F. **Florística e fitossociologia de uma área de reserva legal recuperada por meio de sistema agroflorestal na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo.** FLORESTA, Curitiba, PR, v. 36, n. 2, mai./ago. 2006.
- SANTIAGO, A. G., FEITOSA, F. F., BIANCHI, M. F., ROSA, M. M. **Diferentes Níveis de Percepção da Paisagem da Lagoa da Conceição (SC) através do SIG.** Paisagem e Ambiente - Ensaios. São Paulo, v.14, 171 – 186. (2002).
- SANTOS, B. C.; RANGEL, L. A. & CASTRO JUNIOR, E. **Estoque de Matéria Orgânica na Superfície do Solo em Fragmentos Florestais de Mata Atlântica na APA de Petrópolis-RJ.** Floresta e Ambiente; 18(3):266-274 jul/set. 2011
- SANTOS, C. J.; IWANAGA, S.; MOREIRA, M. P. & BORGES, S. **Uso de Sistema de Informação Geográfica para avaliar a representatividade de áreas protegidas do Estado do Amazonas na conservação de espécies de primatas.** Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil. INPE, p 3097 3104. 21-26 abril de 2007.
- SERIO, F. C.; WINTHER, J. R. C.; NOFFS, M. da S. & LOPES, R. M. **A Importância das Espécies Bandeira para as Áreas Naturais Protegidas** - Instituto Florestal de São Paulo, ICTR – Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável Florianópolis – Santa Catarina, 2004.
- SILVA, L. A. & SOARES, J. J. **Levantamento Fitossociológico em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, no Município de São Carlos, SP.** Acta bot. bras. 16(2): 205-216, 2002
- SIQUEIRA & DURIGAN 2007. **Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Botânica, v. 30, p. 233-243, 2007.
- SOARES, J. J., SILVA, D. W. da & LIMA, M. I. S. **Current state and projection of the probable original vegetation of the São Carlos region of São Paulo state, Brazil.** Brazilian Journal of Biology, 63(3): 527-536, 2003

- TABARELLI, M; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M. & BEDÊ, L. C. **Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira.** MEGADIVERSIDADE, Vol. 1, Nº 1. 2005
- TURNER, C.L., BLAIR, J.M., SHARTZ, R.J. & NEEL, J.C. **Soil N and plant responses to fire, topography, and supplemental N in Tallgrass Prairie.** Ecology 78:1832-1843. 1997.
- VAN DEN BERG, E. & OLIVEIRA FILHO, A.T. **Spatial partitioning among tree species within an area of tropical montane gallery forest in south-eastern Brazil.** Flora 194:249-266. 1999.
- VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R; LIMA, C. A. L. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro : IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais 1991.
- WALTER, H. **Vegetação e Zonas Climáticas: Tratado de Ecologia Global.** São Paulo: EPU. 1986.
- WHITTAKER R. H. & NIERING, W. A. **Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona: A gradient analysis of the south slope.** Ecology 46:429-452, 1965.
- ZAU, A. S. **Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos.** Floresta e Ambiente. Vol. 5(1):160-170, jan./dez.1998