

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU  
MESTRADO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

**AVALIAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA E DEFINIÇÃO DE ESTÁGIOS SU-  
CESSIONAIS DE REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO NATIVA  
DELIMITADOS POR IMAGENS DE SATÉLITE NA REGIÃO DO VALE  
DO TAQUARI – RS – BRASIL**

Estevão Schwambach

Lajeado, agosto de 2014

Estevão Schwambach

**AVALIAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA E DEFINIÇÃO DE ESTÁGIOS SU-  
CESSIONAIS DE REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO NATIVA  
DELIMITADOS POR IMAGENS DE SATÉLITE NA REGIÃO DO VALE  
DO TAQUARI – RS – BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente e Desenvolvimento, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Mestre em Ambiente e Desenvolvimento.

**Área de concentração:** Espaço, Ambiente e Sociedade

**Linha de pesquisa:** Ecologia

**Orientador:** Prof. Dr. André Jasper

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudete Rempel

Lajeado, 24 de setembro de 2014

Estevão Schwambach

**AVALIAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA E DEFINIÇÃO DE ESTÁGIOS SU-  
CESSIONAIS DE REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO NATIVA  
DELIMITADOS POR IMAGENS DE SATÉLITE NA REGIÃO DO VALE  
DO TAQUARI – RS – BRASIL**

A banca examinadora abaixo aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Mestre em Ambiente e Desenvolvimento, na área de concentração Espaço, Ambiente e Sociedade.

Prof. Dra. Andreia Aparecida Guimarães  
Strohschoen  
Univates

Prof. Dr. Eduardo Périco  
PPGAD

Prof. Dr. Cristian André Prade  
Convidado externo à Univates

Lajeado, 24 de setembro de 2014

*A todas as pessoas que de alguma forma contribuem para um mundo mais justo.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Aos meus professores que me ajudaram a conceber um ideal de justiça e igualdade entre os homens e a todos que ajudaram, de alguma forma, na realização deste trabalho.*

## RESUMO

O avanço das tecnologias em relação à captação de imagens de satélite tem ajudado no processo de avaliação e acompanhamento de estágios sucessionais florestais. O objetivo geral deste trabalho é realizar uma avaliação fitossociológica definindo os estágios sucessionais de remanescentes de vegetação nativa e comparar com classificação não supervisionada de imagem de satélite, na área de estudo. Em relação à metodologia, para o levantamento fitossociológico, foram separadas 09 unidades amostrais (parcelas) de 10 m X 10 m, totalizando 900 m<sup>2</sup> de área amostrada. Dentro de cada uma das 9 unidades amostrais foram listadas as espécies existentes e obtidos os dados quali-quantitativos e dendrométricos de todos os exemplares arbóreos, nativos e exóticos, com DAP (Diâmetro a Altura do Peito) igual ou superior a 8 cm. O trabalho de campo foi realizado em outubro de 2011, no Morro Gaúcho, município de Arroio do Meio – RS. Primeiramente as espécies foram identificadas a partir de observações de campo e consulta bibliográfica, sendo que o DAP foi obtido com o uso de trena e paquímetro, e a altura de cada um dos espécimes estimados a partir de observação visual. Para classificação da imagem, foi utilizada uma imagem do satélite ortorretificada do satélite RapidEye, com 5 bandas espectrais (440 µm - 850 µm), datada de 01 de novembro de 2009 e com resolução espacial de 5 metros. A classificação da imagem do satélite mostra uma área predominantemente como Floresta Estacional Decidual, sendo que as espécies identificadas na pesquisa realizada em campo verificou-se que no estágio de regeneração natural encontra-se a *Myrsine umbellata*. Analisando as espécies arbóreas em relação ao estágio médio de regeneração natural, percebe-se que a *Miconia hyemalis*, *Ocotea catharinensis* e *Syagrus romanzofiana* estão nesse estágio. Em relação às espécies arbóreas encontradas no estágio avançado de regeneração natural, verificou-se que a *Nectandra oppositifolia* e a *Erythrina falcata* encontram-se inseridas. Em toda a área de estudo observou-se a presença de floresta secundária, que é aquela que resulta de um processo de regeneração natural em áreas de floresta primária que foram totalmente desmatadas. Conclui-se que a análise da imagem por satélite ajuda no gerenciamento das informações sobre os diversos aspectos da mesma área geográfica, facilita a habilidade de visualizar a interação das diferentes combinações dos elementos dentro de um mesmo espaço simultaneamente, porém verificou-se a

necessidade de vistoria em campo considerando que houve diferença entre uma das amostras em campo e a classificação gerada por geoprocessamento.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Mata Atlântica. Estágios sucessionais.

## ABSTRACT

The advancement of technology in relation to the uptake of satellite imagery has helped monitoring the process of forest successional stages. The objective of this study was to perform a phytosociological analysis to identify the successional stages of remnant native vegetation and to compare the studied area with unsupervised digital classification of satellite imagery. Considering the methodology, the phytosociological survey was conducted by dividing the studied sample area into 09 sampling units (plots) of 10 m X 10 m, totaling 900 m<sup>2</sup> of area tasted. Within each of the nine sampling units, it was listed the existing species and the obtained qualitative, quantitative, and dendrometric data of all arboreal, native and exotic specimens. The Diameter and Height of Breast (DHB) was listed as equal to or greater than 08 cm. The fieldwork was conducted in October 2011, in Morro Gaúcho, city of Arroio do Meio - RS. First, the species were identified from field observations. Second, the DHB was obtained by using a tape measure and caliper; of which, the height of each of the specimens were estimated from a visual observation. For image classification, an image of orthorectified RapidEye satellite TV, with five spectral bands (440 nm - 850 nm) was used, dated November 1, 2009 and with spatial resolution of 5 meters. The classification of satellite image shows a predominant area of the Floresta Estacional Decidual. Analyzing the arboreal species on the image combined with the research conducted in the field it was found that the sample 1, *Myrsine umbellata* is at the stage of natural regeneration. Analyzing the arboreal species in relation to the middle stage of natural regeneration, it is noticed that the *Miconia hyemalis*, *Ocotea catharinensis* the *Syagrus romanzoffiana* are at this stage. Analyzing the arboreal species in relation to the advanced stage of natural regeneration, it was found that canela-ferrugem e a corticeira-da-serra “cinnamon-rust and the cork-the-hills” is at this stage. The presence of secondary forest was observed in the region. This is the result from the process of natural regeneration in which areas of primary forest were completely deforested. The green portion of the image refers to industrial forests, meaning that, they are or going to be used for industrial purposes. In conclusion the analysis of satellite imagery helps managing information on different aspects of the same geographical area and facilitates the ability to visualize the interaction of different combinations of elements within the same space simultaneously. However, it was noticed the need for further inspection in the field,



considering that there was a difference between one of the samples in the field and the classification created by geoprocessing.

**Keywords:** GIS. Atlantic Forest. Successional stages.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa dos Biomas Brasileiros .....	23
Figura 2 - Fitofisionomias da Floresta Atlântica e seus domínios .....	36
Figura 3 – Mapa de localização do município de Arroio do Meio e a sua posição em relação à Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, porção Taquari (Retirado de Malmann, 2013, Figura 1). ..	50
Figura 4 – Composição colorida RGB321 do satélite RapidEye de Arroio do Meio.....	59
Figura 5 - Recorte de imagem do Morro Gaúcho com pontos de amostragem e classes de usos .....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 1 da vegetação em estágio inicial de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos.....	55
Tabela 2 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 2 da vegetação em estágio inicial de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos.....	55
Tabela 3 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 3 da vegetação em estágio inicial de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos.....	55
Tabela 4 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 1 da vegetação em estágio médio de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos.....	56
Tabela 5 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 2 da vegetação em estágio médio de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos.....	56
Tabela 6 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 3 da vegetação em estágio médio de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos.....	56
Tabela 7 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 1 da vegetação em estágio avançado de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos.....	57
Tabela 8 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 2 da vegetação em estágio avançado de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos.....	57
Tabela 9 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 3 da vegetação em estágio avançado de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos.....	58

## SUMÁRIO

1INTRODUÇÃO.....	13
2A PROBLEMÁTICA CONCEITUAL VINCULADA À MATA ATLÂNTICA.....	16
2.1Dimensão legal: a lei da Mata Atlântica e suas origens.....	16
2.2Dimensão Histórico-científica: estudos das formações vegetais brasileiras ao longo do tempo.....	25
2.3Dimensão botânico-ecológica: as características gerais do Bioma Mata Atlântica.....	33
3PROCESSOS DE AVALIAÇÃO DE ASSOCIAÇÕES VEGETAIS E SUA IMPORTÂNCIA PARA A DEFINIÇÃO DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA MATA ATLÂNTICA.....	38
3.1Análises de diversidade florística de formações florestais.....	38
3.2Avaliações fitossociológicas .....	39
3.3Estudo de estágios sucessionais .....	42
3.4Aplicação de imagens de satélites e geoprocessamento.....	44
4O PROBLEMA DE PESQUISA E A IMPORTÂNCIA DO PRESENTE ESTUDO.....	48
5MATERIAL E MÉTODOS.....	49
5.1Localização da área de estudo.....	49
5.2 Coleta de dados.....	51
5.2.1Coleta de dados de Geoprocessamento.....	51
5.2.1.1Materiais.....	51
5.2.1.2Classificação da imagem.....	51
5.3Coleta de dados em campo.....	52
5.4Análise dos dados.....	53
6RESULTADOS e discussão.....	54
6.1Indicadores florísticos.....	54
Nas tabelas 1 a 3 abaixo são identificados os indivíduos amostrados na formação florestal identificada como estágio inicial de regeneração.....	55
Nas tabelas 4 a 6 abaixo são identificados os indivíduos amostrados na formação florestal identificada com estágio médio de regeneração.....	55
Nas tabelas 6 a 9 abaixo são identificados os indivíduos amostrados na formação florestal identificada com estágio avançado de regeneração.....	57
6.2Imagens de satélite.....	58
7CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS.....	66
ANEXOS.....	73
ANEXO 1 – Estágios sucessionais.....	74
Retirado de Jasper et al. 2014.....	74

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a análise de imagens por satélite é utilizada no embasamento de dados qualitativos de fragmentos florestais nas mais diferentes esferas de planejamento ambiental, tanto em nível nacional como internacional. Neste sentido, a utilização desta tecnologia, incrementada a partir da década de 1970, trouxe consigo algumas mudanças significativas no que diz respeito à forma como estas informações podem ser organizadas e, no caso da preservação de espécies, de como elas podem ser monitoradas com mais eficácia.

Uma das tecnologias de grande importância no campo das geociências é o Sensoriamento Remoto, que parte do princípio de poder manipular os dados e as imagens de determinados locais à distância, sem precisar necessariamente ir ao campo. Esse instrumento não retira o mérito e a importância do trabalho de campo no estudo de qualquer natureza científica. O Sensoriamento Remoto é uma tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos sem contato físico com eles (NOVO, 1998).

A discussão acerca da utilização do geoprocessamento para o planejamento ambiental surgiu, de acordo com Santos (2004), na década de 1970, como uma possível resposta ao aumento da competição por recursos naturais. A necessidade cada vez maior de avaliar o uso da terra pelos diferentes processos, tanto naturais quanto antrópicos, induziu, entre outros, também o seu uso para fins de proteção de ambientes ameaçados.

No Brasil, esta tecnologia também é utilizada e, entre os cinco diferentes biomas principais, além das áreas marinhas e costeiras encontra-se a Mata Atlântica, apontada por Tabarelli (2005), é um *hotspot* de floresta tropical com alto nível de endemismo, a qual antes dos europeus chegarem ocupava 112.027 km<sup>2</sup> do Rio Grande do Sul, ou seja, 39,70% do território.

Lamentavelmente, é também um dos biomas mais ameaçados do mundo, devido às agressões ou ameaças de destruição dos habitats nas suas variadas

tipologias e ecossistemas associados (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009) e muito fragmentada pela agricultura e pela presença de centros urbanos. Atualmente, restam somente 7,3% de sua cobertura original, tendo sido identificada como a quinta área mais ameaçada e rica em espécies endêmicas do mundo (IBAMA, 2010).

No Rio Grande do Sul, a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica corresponde a 17,2% da área do Estado, abrangendo os remanescentes florestais que abrigam nossos recursos florísticos e faunísticos mais expressivos e seu potencial genético, bem como nossa história de colonização e de culturas indígenas dos caingangues e guaranis (FEPAM, 2010).

Assim, assumir a estratégia é, basicamente, o conjunto de opções consistentes que devem ser adotadas para orientar decisões futuras. Nesta ótica, o geoprocessamento é uma "ferramenta" que permite a formulação de uma estratégia (BUENO, 2001).

Para criar estas estratégias de conservação, devem-se levar em conta de que a perda e a fragmentação de habitat são as principais causas das extinções das espécies (FONTANA et al., 2003), e a Mata Atlântica lidera a estatística mundial com 93% da área original de mata já perdida (GALINDO-LEAL; CAMARA, 2005). O uso da tecnologia de geoprocessamento é essencial para a idealização de um planejamento estratégico eficaz visando à proteção de espécies nos mais diferentes biomas globais.

Remanescentes de Mata Atlântica ocorrem em diversos locais do Vale do Taquari, destacando-se dentre eles, o Morro Gaúcho, localizado no município de Arroio do Meio. O Morro Gaúcho tem tamanha importância que existe intenção, por parte do poder público e sociedade, em transformá-lo em Área de Proteção Ambiental, para maior conservação dos remanescentes encontrados na área. Surge, portanto, a necessidade de maior planejamento, estudo e caracterização desta área através de geoprocessamento, aliado a pesquisa de campo.

Todavia, a dúvida em relação à falta de precisão nas imagens de satélite para identificação de estágios sucessionais, tornou-se um desafio para a agilidade e confiabilidade dos procedimentos de licenciamentos ambientais, assim como na

elaboração de políticas públicas voltadas a conservação da biodiversidade, principalmente em nível municipal, fato agravado pela tendência de coleta de dados digitais citada anteriormente. A partir daí, surge um novo desafio, ou seja, a necessidade de criar ferramentas que sejam rápidas e confiáveis para acompanhamento da evolução dos fragmentos florestais em estudo, viabilizando o seu adequado manejo (BUENO, 2001).

Portanto, o planejamento ambiental aliado à necessidade de licenciamentos ambientais e confiabilidade em imagens processadas gera a necessidade de investigar a relação entre fitossociologia e a utilização de imagens para verificação da veracidade das mesmas.

Foi, portanto, objetivo geral deste estudo:

- Averiguar o grau de precisão das classes geradas para áreas de fragmentos florestais nativos da área de estudo, com base em análises comparativas entre a fitossociologia e as imagens.

Os objetivos específicos definidos para este estudo foram:

- Realizar a classificação supervisionada da imagem de satélite de uma área do Morro Gaúcho, município de Arroio do Meio, RS, satélite RapidEye, com 5 bandas espectrais (440  $\mu\text{m}$  - 850  $\mu\text{m}$ ), datada de 01 de novembro de 2009 e com resolução espacial de 5 metros , para a determinação das classes de uso e cobertura da terra;

- Realizar estudo de campo dos estágios sucessionais de Mata Atlântica, através da classificação fitossociológica de cada fragmento florestal encontrado na área;

- Estabelecer a precisão das classes geradas pela análise da imagem quanto aos estágios sucessionais dos fragmentos florestais remanescentes da área de estudo através de levantamentos de campo.

## **2 A PROBLEMÁTICA CONCEITUAL VINCULADA À MATA ATLÂNTICA**

Para tornar possível a compreensão da importância do presente trabalho, é fundamental uma contextualização dos diversos elementos que envolvem a origem e a conservação da associação vegetal encontrada na área de estudo (Mata Atlântica). Desta forma, serão abordadas neste capítulo três dimensões que contribuirão para a exposição do problema de pesquisa aqui abordado: I) dimensão legal; II) dimensão histórico-científica e; III) dimensão botânico-ecológica.

### **2.1 Dimensão legal: a lei da Mata Atlântica e suas origens**

Em seu processo de construção, o direito brasileiro sofreu alterações de acordo com os momentos históricos que eram vividos pelo país. Tal premissa também se aplica ao direito ambiental, sendo que é preciso compreender que a sua origem, longe de ter fundamentos ecológicos, estava vinculada a processos de ocupação de áreas inabitadas e à exploração de recursos naturais (BUENO, 2001). Assim, a primeira lei de cunho ambiental aplicada em território brasileiro remonta ao início do processo de colonização pelos europeus. Tal instrumento legal foi conhecido como “Regimento do Pau-Brasil”, o qual exigia expressa autorização da coroa para o corte dessa madeira e impunha limitações à sua exploração (MAANTEY; ZIEGLER, 2006).



Com a independência de Portugal e a Constituição Imperial de 1824, novos direcionamentos são tomados. Todavia, as questões de natureza ambiental não são mencionadas. Um dos elementos que pode ter levado a esta omissão é o fato de que, naquela época, os recursos naturais eram abundantes, não havendo, em princípio, atividade empresarial suficiente para destruí-los. Além disso, a ideia geral de que estes recursos seriam eternos, bem como o pensamento desenvolvimentista, eram dominantes, sendo o extrativismo vegetal e mineral amplamente incentivados (BUENO, 2001).

A carta Magna de 1934, obedecendo ao espírito da época, apenas se preocupou com o meio ambiente como fonte de riquezas para serem exploradas, sendo que, em momento algum teve o intuito de conservá-lo. Nessa época, todo o enfoque das leis estava voltado para questões que tinham como pano de fundo o desenvolvimento do país. Nesta realidade, surgem, ainda, as Constituições de 1937, 1946 e 1967, as quais legislavam, quase que exclusivamente, sobre processos de mineração e utilização de terras (BUENO, 2001).

Historicamente a preocupação com as questões ambientais evoluíram a partir de 1972, com uma nova maneira de encarar questões da natureza. Em Estocolmo houve reunião com vários países para discutir sobre a ecologia mundial. Nesta época, devido ao uso indiscriminado dos recursos naturais, e com a observação dos efeitos que já estavam sendo causados no planeta, surge o Protocolo de Estocolmo e no mesmo período também ficou prevista a Eco 92, que fora realizada no Rio de Janeiro. Surge então, a partir de Estocolmo, a preocupação com o desenvolvimento da humanidade, devido a acidentes ecológicos e a extinção de recursos naturais não renováveis (MAANTEY; ZIEGLER, 2006).

Seguindo a tendência mundial, o Brasil, através destas preocupações ambientais, editou quesitos legais através do aprimoramento da legislação ambiental, dentre os quais se podem destacar as questões de natureza florestal e específicas da Mata Atlântica.

Em 1987, a SEMA – Secretaria Especial do Meio Ambiente, hoje integrada ao IBAMA, organizou a primeira reunião dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e de Santa Catarina, para realização do projeto Mata Atlântica. Reafirmou

nesse projeto proceder ao tombamento dos remanescentes e dos ecossistemas associados à Mata Atlântica. Em 1988 ela foi declarada patrimônio nacional pela Constituição Brasileira e foi criado o consórcio Mata Atlântica. Em 1989, recebeu adesão do IBAMA. Nesse Bioma foi criada a primeira Reserva da Biosfera em território Brasileiro, cujo projeto de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica se estendeu de 1991 a 1993. Neste mesmo ano foi emitida a Resolução nº 10 de 1º de outubro de 1993 e Decreto 750, de 10 de fevereiro de 1993, os quais, juntamente com outras regulamentações aplicavam sanções penais ambientais de forma preventiva e repressiva (MAANTEY; ZIEGLER, 2006).

Juntamente com as imposições legais, no ano de 1998, estudos junto à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica indicaram que as políticas públicas nacionais, no que diz respeito à conservação da biodiversidade e na ausência de planejamentos adequados, têm se ancorado no método regulatório, isto é, o governo estabelece padrões máximos aceitáveis de poluição e degradação ambiental, elevando cada vez mais o número de normas legislativas ambientais.

Nesse contexto, nos últimos anos, vários instrumentos legais para a proteção e normatização da exploração da Mata Atlântica foram criados: Art. 255 da Constituição do Brasil de 1988; Portaria Federal/IBAMA nº 218 de 4 de maio de 1989; Portaria Federal/IBAMA nº 438 de 9 de agosto de 1989; Decreto Federal nº 99.547 de 25 de setembro de 1990; Projeto de Lei nº 3.285 de 1992; e o Decreto Federal nº 750 de 10 de fevereiro de 1993, juntamente com o Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4.771/65 recepcionada pela Constituição Federal em vigor regulamentou o §4º do artigo 225, vinculando toda e qualquer exploração da Mata Atlântica a este regramento legal.

Machado (2001) destacou a necessidade de estabelecer normas de preservação aos recursos naturais e propiciou o decreto de leis para a proteção das espécies e habitats, que foram sancionados para proporcionar, especialmente, benefícios de longo prazo à sociedade. Embora esta forma limite a livre ação de alguns indivíduos e instituições, uma vez que as áreas de preservação permanente têm a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo.

Todavia, de acordo com Sato (1995), as limitações impostas pela legislação se resumem às obrigações dos proprietários de terras em manter preservadas a floresta e demais formas de vegetação natural que cobrem as terras localizadas em determinadas condições. Ao estabelecer estas áreas como de preservação permanente, a tutela não somente impõe-se sobre a floresta, mas sim a proteção que ela propicia ao conjunto de bens que ela proporciona. Essa proteção, apesar de restringir a extensão quantitativa do direito de uso da propriedade, inegavelmente preserva a sua qualidade.

Outra forma de imposição de acordo com Faria (2007), o qual afirma que uma das formas de preservação é a limitação administrativa, que é toda imposição geral gratuita, unilateral e de ordem pública, condicionadora do exercício de direitos ou atividades particulares às exigências do bem estar social. Legislação a qual acarreta restrições aos direitos e também atividades, mas não impede o uso da propriedade e ao desenvolvimento, ao contrário, tende a preservar a qualidade do próprio direito ou da atividade em questão.

Exemplificando essa restrição destaca-se o Decreto nº 750/93, o qual ressalta a constituição da Mata Atlântica. De acordo com esse decreto os remanescentes das florestas primárias que estão identificadas no Art. 3º:

Para os efeitos deste Decreto, considera-se Mata Atlântica as formações florestais e ecossistema associado no domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE- 1988: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais no Nordeste.

Somente os remanescentes de florestas primárias, nominalmente identificadas na relação contida no artigo 3º, do Decreto nº 750/93, estritamente situadas dentro das respectivas delimitações definidas no Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE- 1988. Portanto, não são Mata Atlântica, para os efeitos do Decreto nº 750/93, as florestas, ainda que relacionadas no artigo 3º, se estiverem fora de suas respectivas delimitações.

No entendimento de Sato (1995), mesmo as florestas existentes dentro das delimitações definidas no Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE – 1988 deixarão de ser Mata Atlântica, para os efeitos do Decreto nº 750/93, se provado que não são do

tipo florestal ali delimitado. Na proteção especial determinada por esse decreto, o bem tutelado é a própria floresta, que fica imune de corte, exploração ou supressão.

Ainda, o autor acima enfatiza que, nesse caso, não é a necessidade de preservar o Bioma Mata Atlântica, mas que ela seja feita de maneira que não prejudique os proprietários de terra particular.

Tendo o Decreto incorporado ao seu texto, o Mapa da Vegetação do Brasil, publicados pelo IBGE, em 1998, houve a integração de todos os conceitos científicos utilizados na sua elaboração. Para a compreensão da expressão legal, Mata Atlântica, são as formações florestais, e todos os ecossistemas associados ao domínio Mata Atlântica, cuja palavra associada é chave para entender a extensão da proteção do decreto acima citado.

O termo “associado”, na linguagem do Mapa de Vegetação do Brasil, publicado pelo IBGE, em 1998, significa “pertencer a uma mesma comunidade”, fazer parte integrante de uma coletividade” ou “ser membro de um grupo”, não no aspecto genético, mas no sentido puramente físico, IBGE (2004). Logo, os ecossistemas associados, referidos pelo Decreto nº 750/93, são os manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais no nordeste que ocorrem nos domínios de uma floresta atlântica.

Consoante à preservação ambiental e seguindo os regramentos legais brasileiros, legais protetivos ao meio ambiente, destaca-se a Constituição de 1988 que dedicou um capítulo inteiro preocupando com o meio ambiente dando caráter participativo, dividindo a responsabilidade pela preservação entre o poder público e a sociedade. O artigo 225 dispõe:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

A Constituição de 1988 dedicou um artigo inteiro para proteger o meio ambiente, e em especial, no § 4º, determinando ser esta floresta patrimônio nacional. A Constituição de 1988 preocupou-se com o meio ambiente, dando ao direito ambiental a categoria de direito fundamental, pois ele guarda conexão com os direitos elencados no artigo 5º (Art. 5º, caput, CRFB).

Através do § 3º do artigo 225 da Constituição Federal (1998), que incumbe ao poder público no inciso oitavo “proteger a fauna e a flora, vedados, na forma da lei as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam animais à crueldade”. Essa incumbência não é só para o poder público, mas para toda a sociedade, tendo como princípio de que o meio ambiente deve ser preservado para a nossa própria salvação, referindo-se também a mata em seu, § 4º, tutela, esta juntamente com outros ecossistemas, onde dispõe:

A floresta Amazônica Brasileira, A mata Atlântica, a serra do mar, o pantanal Mato-Grossense e zona costeira são, patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á na forma da lei, dentro das condições que assegure a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso de recursos naturais (BRASIL, 1998).

O conceito de transmitir uma floresta para as futuras gerações, com possibilidade de desenvolvimento, significa preservar áreas representativas de seus ecossistemas, que é todo um complexo de seres orgânicos, de uma determinada área, que, ao interagir com o ambiente físico, irão formar uma cadeia de vida, cada uma influenciando as propriedades do outro. E sendo cada uma necessária para manutenção da própria cadeia e é essa cadeia de vida existente que dá origem ao desenvolvimento da mata atlântica.

Fica claro, portanto, que ao poder público é atribuído o poder e dever de proteger os ecossistemas, a fauna e a flora, vedados às atividades que coloquem em risco suas funções ecológicas ou causem a extinção de espécies, principalmente, nos ecossistemas declarados patrimônio nacional, como no caso da Mata Atlântica. A consolidação da regulamentação da Mata Atlântica vem com a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, aprovada pela Resolução CONAMA, nº 388 de 23 de fevereiro de 2007. A mencionada lei dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências, como se observa a seguir:

Art. 1º. A conservação, a proteção, a regeneração e a utilização do Bioma Mata Atlântica, patrimônio nacional, observarão o que estabelece esta Lei, bem como a legislação ambiental vigente, em especial a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

Art. 2º. Para os efeitos desta Lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada

de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste.

Parágrafo único. Somente os remanescentes de vegetação nativa no estágio primário e nos estágios secundário inicial, médio e avançado de regeneração na área de abrangência definida no caput deste artigo terão seu uso e conservação regulados por esta Lei.

De acordo com a Lei nº 11.428/06, a definição de vegetação primária e de vegetação secundária nos estágios avançado, médio e inicial de regeneração do Bioma Mata Atlântica, nas hipóteses de vegetação nativa localizada será de iniciativa do Conselho Nacional do Meio Ambiente. O instrumento jurídico define vegetação primária ou a vegetação secundária em qualquer estágio de regeneração do Bioma Mata Atlântica, e, não perderão esta classificação nos casos de incêndio, desmatamento ou qualquer outro tipo de intervenção não autorizada ou não licenciada. A proteção e a utilização do Bioma Mata Atlântica têm por objetivo geral o desenvolvimento sustentável e, por objetivos específicos, a salvaguarda da biodiversidade, da saúde humana, dos valores paisagísticos, estéticos e turísticos, do regime hídrico e da estabilidade social.

A localização Bioma Mata Atlântica está representada na Figura 1 de acordo com a classificação de Biomas do IBGE (2008), na qual conceitua como Bioma “um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria”. A partir desse conceito o IBGE elaborou um mapa considerando exclusivamente os biomas continentais do território brasileiro, assim denominados: Bioma Amazônia, Bioma Mata Atlântica, Bioma Caatinga, Bioma Cerrado e Bioma Pampa (FIGURA 1).

**Figura 1 - Mapa dos Biomas Brasileiros**



Fonte: IBGE (2008).

De acordo com Cordeiro (2003), o mesmo entende que a conservação da Mata Atlântica é considerada prioritária para a manutenção da diversidade biológica brasileira. Esse reconhecimento se deve principalmente a alta riqueza de espécies, aliado aos significativos níveis de endemismo e ao elevado grau de fragmentação de seus ambientes.

Considerando o fato da importância biológica e o grau de endemismo, Hirota (2005) fala sobre o monitoramento da cobertura da Mata Atlântica Brasileira, atestando que o desmatamento e as agressões à Mata Atlântica comprometem regiões nas quais se localizam centros de endemismo importantes, tais como o estado do Rio de Janeiro, que perdeu 305,79 km entre 1985 e 1990, 1.403,72 km entre 1990 e 1995 e 37,73 km entre 1995 e 2000, totalizando 1.747,24 km nos últimos 15 anos. A região sul foi onde ocorreu o maior índice de remanescentes florestais entre 1985 e 2000.

Para a conservação destes remanescentes, Neves (2002) destaca o enfoque na recuperação de áreas degradadas para direcionar a regeneração natural de espécies nativas, através da implantação de medidas biológicas, conseqüentemente, necessita de estimativas e parâmetros populacionais que indiquem a eficiência conservacionista destas medidas, sendo considerado um passo importante para o conhecimento do comportamento dos diferentes modelos de recuperação. Entre os indicadores mais utilizados na avaliação e monitoramento vegetal de formações naturais são, na maioria, referentes à comunidade, como: a riqueza, diversidade e equabilidade vegetal, a fisionomia vegetal, as características estruturais dos estratos ou grupos ecológicos. As pesquisas com indicadores populacionais estão apenas começando e seu uso ainda é muito restrito, os mais utilizados são a avaliação fitossociológica e o monitoramento de áreas naturais ou restauradas, pelo fato de melhor atenderem os requisitos citados anteriormente.

De acordo com Neves, Barros e Engel (2010), a conservação e o manejo sustentável de formações florestais naturais são dignos da atenção de uma série de processos e mecanismos que influenciam no funcionamento dos ecossistemas e de sua diversidade biológica. Assim, a necessidade de se desenvolver metodologias que permitam a análise do mosaico florestal de forma mais rápida e eficaz podem ser realizadas com a utilização de mapeamentos aéreos. Tais mapeamentos são regularmente realizados por instituições privadas ou de capital misto, podendo servir para determinar o estado de conservação e condições hierárquicas em que as florestas se encontram.

Para atendimento a diferentes condições, a união dos processos de mapeamento aéreo e inventário florestal/levantamento fitossociológico, permitem



uma análise crítica, precisa e detalhada da floresta a ser estudada, pois com a análise visual de fotografias aéreas e/ou imagens de satélite viabilizam-se soluções de complexos problemas ambientais, o que os torna imprescindíveis para a formação de uma base de dados. Utilizar fotografias aéreas para caracterização de fitofisionomias reduz bastante o tempo de pesquisa, são fáceis de trabalhar e por serem a ferramenta mais antiga do sensoriamento remoto, tem-se a possibilidade das análises temporais. Juntamente com o levantamento florístico-fitossociológico, os resultados obtidos desta união mostraram concretamente a situação da área a se pesquisar.

## **2.2 Dimensão Histórico-científica: estudos das formações vegetais brasileiras ao longo do tempo**

O Brasil é um país de uma grande extensão territorial. São 8,5 milhões de km<sup>2</sup> submetidos a uma variedade de condições climáticas que permitem o desenvolvimento de uma grande heterogeneidade de ambientes e, conseqüentemente, de formações vegetais (ROSS, 1996).

Em sua classificação, Martius (2008), denominou a região costeira brasileira de Zona do Litoral e nela reconheceu uma floresta, que chamou de Mata Atlântica, sendo esta uma das primeiras citações do termo. Em relação à Mata Atlântica, um dos pontos que mais tem gerado discussão é a delimitação dos seus domínios. Desde as primeiras divisões fitogeográficas propostas para o Brasil, os limites fitogeográficos da Mata Atlântica e seus limites de maneiras muito diferentes, classificando a vegetação do leste do Brasil em diferentes conjuntos de formações vegetais, usando diferentes caracteres fisionômicos, (fito) geográficos e (fito) climáticos. Porém, já desde 1824 a delimitação das fisionomias brasileiras era escassa, sendo que a informação não permitira uma definição melhor de categorias, e decorrente exclusivamente do predomínio de certas espécies com certa forma e tamanho relacionadas às condições unicamente edáficas (MARTIUS, 2008).

Para um melhor entendimento sobre as delimitações, Romariz (2002) fez um apanhado histórico de sistemas de classificação e caracterização da vegetação brasileira, nos quais tratou das diferentes denominações adotadas para as diferentes

formações vegetais. Todavia, Siqueira (1994) enfatiza que esses sistemas de classificação foram propostos sem uma base explícita de informações sobre o ambiente, como a constituição da flora, a sua estrutura e a sua fisionomia. Para Romariz (2002), Martius (2008) teria sido o primeiro a propor uma divisão fitogeográfica da vegetação brasileira, delimitando cinco regiões botânicas, denominadas. Denominou Dríades, segundo o autor, seria limitado ao norte com a província de Hamadríades, no estado do Rio Grande do Norte, e ao sul na província de Napéias, no estado de Rio Grande do Sul, apresentando ao oeste limites difusos com a província da Oréades. Portanto, Martius (2008) implicitamente já agrupava as florestas do Brasil em Náíades (amazônicas) e Dríades (extra-amazônicas) para tentar classificar a vegetação brasileira, Martius (2008) baseou-se no aspecto predominante na paisagem e na distribuição geográfica de certos táxons vegetais, que se restringiam a uma daquelas cinco províncias.

Porém, Caminhoá (1877) criticou o uso de nomes de ninfas da mitologia grega para denominar as regiões fitogeográficas do Brasil e sugeriu que essa classificação deveria basear-se em características do ambiente. Dividiu a vegetação do Brasil em três regiões (das florestas, dos campos e das águas). Na região das florestas reconheceu as florestas de lugares secos e as florestas de lugares úmidos, distribuídas nas sub-regiões tropical e extratropical, divisão a qual se baseou na fisionomia e no clima.

Em outra vertente, Wappaeus (1884), dividiu o Brasil em três grandes Zonas, Amazônica, Litorânea e Sertão, reconhecendo na Zona do Litoral, os campos gerais do planalto e a mata atlântica na literatura fitogeográfica. No sistema de Wappaeus (1884), também baseado na fisionomia e no clima, as formações florestais brasileiras seriam amazônicas ou atlânticas, diferenciando-se das formações baseadas na fitogeografia.

Adverso a essa forma de caracterização, Campos (1912) se baseou na análise do clima e na fisionomia da vegetação e reconheceu as fisionomias das matas, campos, caatingas e da vegetação costeira. Dividiu as matas em florestas da Zona Equatorial (região amazônica), florestas da Encosta Atlântica, matas pluviais do interior, matas ciliares, capoeirões e capoeiras. Apesar de considerar as florestas da Encosta Atlântica como diferentes das matas pluviais do interior e das matas

ciliares, Campos (1912), não fez distinção entre elas, que permitissem distingui-las em condições de campo.

Contrariando a afirmação acima descrita, Diogo (1926) modificou ligeiramente a classificação de Campos (1912). Propôs a denominação de Floresta do Rio Paraná para as matas pluviais do interior. Para fazer a distinção entre as Matas Pluviais do Interior (com elementos megatérmicos xerófilos) e a Floresta da Encosta Atlântica (com elementos megatérmicos higrófilos). O autor acima ainda considerou que nas primeiras muitas árvores perdem folhas na estação seca e que a abundância de epífitas é bem menor e a de trepadeiras é bem maior que na Floresta da Encosta Atlântica. Essa distinção baseou-se no clima (ocorrência de uma estação seca definida), na fisionomia (pequena abundância de epífitas, grande abundância de trepadeiras) e na fenodinâmica (perda de folhas). Wettstein 1970, estudando a vegetação sul do Brasil, já havia chamado a atenção para o caráter tropófilo dessas matas ao oeste da cordilheira marítima, ou seja, a escassez de epífitas e a abundância das trepadeiras sobre a copa das árvores.

Outros autores como Engler (1935) aproveitaram a ideia de uma geografia dos vegetais e estabeleceram, em linhas gerais, duas grandes províncias: província do Rio Amazonas e província Sul Brasileira. Porém, Sampaio (1934) preocupou-se com o problema da fitogeografia, apresentando uma pequena modificação ao sistema geobotânico de Engler (1935), ou seja, substituiu a expressão sul brasileira por extra-amazônica ou flora geral, que compreende a maior parte do território, sem influência aluvial-pluviométrica do rio-mar Amazonas.

Para salientar uma notável correspondência entre a divisão fitogeográfica e a divisão do país em zonas de unidade, Serebenick (1942) definiu: região Amazônica (ou equatorial) que se estende na área de unidade compreendida entre 80% a 95%; região do sertão (caatinga, campos, cocais, pinhais, campinas) que ocupa os vales do país com umidade inferior a 80% e a região litorânea (zona das matas costeiras e a faixa marítima - planícies costeiras) que abrange a costa, de umidade compreendida entre 80% e 85%. Vale ressaltar que esta é uma classificação com limites que sobrepõem sem, portanto, distingui-los em condições de tempo.

Contudo, Santos (1943) considerou a grande heterogeneidade do clima, do solo e do relevo como causa da diversidade das paisagens no Brasil. Suas grandes unidades de paisagem se caracterizariam tanto pelo aspecto da vegetação quanto pelas feições predominantes na paisagem. Santos (1943) propôs oito Zonas de Vegetação, entre as quais Zona das Florestas Tropicais, divididas nas Regiões Equatorial da Encosta Atlântica, do Vale do Rio Paraná e a Zona da vegetação Litorânea, que compreende uma estreita faixa de vegetação beira-oceano, condicionada às particularidades dos solos litorâneos e as condições climáticas dessa faixa. Porém, Santos (1943), não caracterizou qualquer aspecto de vegetação ou qualquer feição predominante na paisagem que permitisse distinguir entre a Região da Encosta Atlântica e a Região do Rio Paraná.

Para distinguir a flora amazônica Sampaio (1945) subdividia nas zonas do alto e do baixo rio Amazonas, e a flora geral (ou extra-amazônica). Na flora extra-amazônica, a partir das divisões essencialmente florísticas, considerou a zona dos cocais, zona dos pinhais ou da araucária e zona marítima. Novamente se volta à ideia de apenas dois tipos de florestas no Brasil, as amazônicas e as extra-amazônicas, considerando a flora, isto é, os aspectos históricos envolvendo a origem e a diversificação. Dansereau (1948) reproduziu a divisão fitogeográfica de Sampaio (1945), contudo ressaltou que o mapa de Sampaio (1945) continha alguns exageros, manifestos (especialmente quanto à extensão da suposta zona marítima e da caatinga). Ele alegou que a zona marítima de Sampaio (1945) consistia em estágios iniciais da xerosera e da halosera, sendo, portanto, exclusivas da área costeira, o que torna impossível de ser distinguível da zona litorânea de floresta pluvial.

Porém Azevedo (1950) criticou essas divisões fitogeográficas, alegando serem insatisfatórias para caracterizar a vegetação, porque misturariam critérios fisionômicos e geográficos. Propôs uma classificação fisionômica em três grandes formações (formações florestais ou arbóreas, formações arbustivas e herbáceas, e formações complexas). Nas formações florestais incluiu a floresta amazônica, a mata atlântica, a mata do rio Paraná, a mata dos Pinhais, os Babaçuais e as Matas-Galerias. Aubreville (1961), em sua classificação da vegetação em regiões botânicas naturais considerou a Mata Atlântica como pertencente a região das florestas

costeiras, levando em consideração a individualidade da vegetação e da flora, além da homogeneidade das condições climáticas. Portanto, retomou a ideia de florestas amazônicas e extra-amazônicas. Contudo, a ideia de quais as florestas do interior seriam distintas das da encosta atlântica foi retomada por Coutinho (1962).

Contudo Veloso (1962) considerou a paisagem vegetal brasileira dividida em florestas, savanas, campos e restingas. Nessa divisão há uma confusão entre termos exclusivamente fisionômicos (florestas, savanas, campos) e um termo que indica uma formação geológica (restingas), representada pela sedimentação da areia pelo mar, paralela a costa. A ideia de Veloso (1962) era, portanto, semelhante à de Coutinho e envolvia também a premissa de que os divisores das grandes bacias fluviais teriam atuado como barreiras fitogeográficas.

A distinção entre as três províncias fitogeográficas no Brasil, a Amazônica, a Atlântica e a Central foi considerada por Rizzini (2003), o qual destacou que a província Atlântica incluiria as florestas pluviais da fachada atlântica, as florestas das araucárias, as caatingas e a vegetação das restingas. A província central incluiria os cerrados e o campo lindo. Seu sistema baseou-se na flora e em possíveis rotas de migração de espécies que apresentam distribuição atual em várias províncias. De novo na constituição da fitofisionomia brasileira são os conjuntos vegetacionais homogêneos (floresta amazônica e floresta atlântica) e os conjuntos vegetacionais heterogêneos, que englobam grandes unidades fitogeográficas no Brasil.

O mapa de distribuição de vegetação brasileira, elaborado por Camargo (1976), no qual foram incluídos, sob a dominação de floresta, todos os tipos de matas existentes no território brasileiro. No entanto, sua maior contribuição foi plotar no mapa as formações vegetais, pois não caracterizou seus limites.

De acordo com Ellen (1983) a classificação da vegetação brasileira distinguia-se primeiramente cos tipos de vegetação que ocupavam grandes áreas e, posteriormente, utilizou-se da fisionomia e da caducidade, mas, às vezes, considerava o hábito, o tipo de substrato ou características especiais do clima, para suas subdivisões. Então, neste sistema, o autor não faz distinção entre a floresta amazônica e a extra-amazônica, agrupando as duas na Floresta Tropical Pernifolia

(ocorre na Amazônia e na zona da mata do leste do Brasil), e segrega a floresta subtropical perenifólia (ou floresta de araucária).

Para evitar discussões e encontrar consenso entre as terminações o IBGE (1992) propôs a classe de formação florestal, com as subclasses ombrófila e estacional. Implicitamente, a subclasse ombrófila seria subdividida na amazônica e na atlântica. As florestas estacionais incluiriam os demais tipos de florestais. Tal classificação utilizou-se da fisionomia e do clima, ao distinguir entre as florestas mais próximas e mais distantes do litoral. O sistema do IBGE (1992) está baseado em extensos levantamentos botânicos, um dos maiores já estabelecidos no Brasil. Distingue condições edáficas e de predominância de espécies.

Ross (1996) comentou que, das formações vegetais brasileiras, as florestas ocupam a maior extensão territorial. Em sua divisão dos grandes domínios morfoclimáticos, considerando as florestas das terras baixas da Amazônia, as florestas costeiras (matas atlânticas), as florestas de galeria, as florestas de araucárias e as matas subtropicais como domínios morfoclimáticos e fitogeográficos, considerando apenas as unidades de paisagem e seus fatores característicos, isto é, apenas os grandes domínios geomorfoclimáticos.

Segundo Joly (1999), a Mata Atlântica é o domínio que mostrou a maior variação em extensão quando comparamos a divisão fitogeográfica de Martius (2008) e o atual mapa do bioma. A delimitação deste bioma é polêmica e tem sido o centro de uma controversa discussão acadêmica, de longa data. A partir do exposto, pode-se notar que, entre os diversos autores citados anteriormente, o único consenso foi à consideração de um bloco logístico e fisionômico (florestal) coeso (amazônico) e outro (extra-amazônico) bastante heterogêneo e difícil de ser interpretado. Concordavam também em segregar essas formações florestais brasileiras das formações campestres e da caatinga. É provável que grande parte dos problemas apresentados nesses sistemas de classificação tenha surgido da falta de explicitação e do uso de diferentes critérios adotados pelos autores.

Outra forma de caracterização foi realizada por Barbosa (2009), na qual o autor propôs a divisão da vegetação do Brasil em três zonas (amazônia, montano-campesina e marina), reconhecendo, na Zona Marina, as sub-regiões das

Montanhas e dos Litorais. Essa divisão baseou-se na flora e no clima, implicitamente reconhecendo as formações florestais amazônicas e extra-amazônicas.

Como se pode observar acima, o conceito de Mata Atlântica tem sido objeto de diversas controvérsias, principalmente quanto à sua definição e delimitação. Isso se deve em parte aos vários sistemas de classificação da vegetação baseados em diferentes parâmetros abióticos e fisionômicos, inadequados a uma representação cartográfica da totalidade desse complexo vegetacional (RBMA, 1998).

De acordo com RBMA (1998), o bioma Mata Atlântica encontra-se no limite máximo de fragmentação, perfazendo apenas 8% de sua área original. Restringir a ação conservacionista aos limites da Floresta Ombrófila Densa, implicaria em acelerar o processo de dizimação do pouco que resta deste complexo vegetacional.

Portanto, a importância de uma macrovisão vai ao encontro dos postulados dos estudos atuais de biogeografia que têm demonstrado a importância dos aspectos da história evolutiva da biota na caracterização dos padrões de paisagens. Além disso, os estudos mais recentes sobre biologia da conservação fundamentam a necessidade de assegurar o fluxo dos processos evolutivos na dinâmica dos ecossistemas, para o que se torna imprescindível uma política global no trato com os problemas de conservação das áreas naturais.

Por toda a extensão da Mata Atlântica, a ação antrópica se faz sentir em maior ou menor intensidade, especialmente pela ocupação humana, exploração de madeiras e essências nativas principalmente no Paraná e Santa Catarina. Grande parte das definições e delimitações prévias relativas às diferentes fisionomias pertencentes ao bioma Mata Atlântica, que serviu como base para a regulamentação de dispositivos legais, utilizou-se de parâmetros ligados à distribuição de plantas, sendo a fauna pouco considerada. Dado que mais de 70% de toda a biodiversidade é composta de espécies animais, essa lacuna analítica pode ser considerada fortemente limitante no tocante às caracterizações biogeográficas associadas ao bioma Mata Atlântica. Além disso, os elementos da fauna podem ser considerados como marcadores biogeográficos cujo espectro ecológico e evolutivo é certamente mais dinâmico no espaço e no tempo. Enquanto os padrões de distribuição de plantas encontram-se associados a parâmetros locais, como condições edáficas e

microclimáticas, vários grupos de animais possuem seus limites de distribuição associados a gradientes ecológicos em escala regional.

Analisando-se a área de distribuição geográfica das treze espécies de mamíferos ameaçadas de extinção e endêmicas da Mata Atlântica, verifica-se que sete destas, a maioria pertencente ao grupo dos primatas, possuem populações ao longo da área do bioma considerada pelo Decreto nº 750/93, isto é, estão presentes, tanto na Floresta Ombrófila Densa, quanto nas formações interioranas, como as Florestas Semidecíduais, portanto surge a necessidade de proteção das formações florestais mais ameaçadas do país. Limitar a proteção da Mata Atlântica à Floresta Ombrófila Densa não se justifica em termos de conservação ambiental, visto que as outras formações florestais que se pretendem excluir da proteção são as mais ameaçadas no contexto do domínio da Mata Atlântica. Segundo o Atlas da Evolução das Formações Florestais e Ecossistemas Associados da Mata Atlântica (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2009) restavam, em 1990, em relação à área original, 23,7% da Floresta Ombrófila Densa; 10,5% da Floresta Ombrófila Mista; 4,2% da Floresta Estacional Semidecidual; e 3,8% da Floresta Estacional Decidual (RBMA,1998).

Devido a este fato as florestas do Bioma Mata Atlântica não podem ser suprimidas para a promoção de qualquer tipo de atividade antrópica, devendo ser despendidos esforços para a sua conservação em função do relevante interesse ecológico. No município de Arroio de Meio, a Floresta Estacional Decidual tem ocorrência destacada nos locais mais elevados da região norte do município, recobrando as encostas e os topos dos morros. Nas regiões mais planas do município, a vegetação nativa encontra-se restrita a pequenos e isolados fragmentos florestais e compondo a mata ciliar dos cursos de água (BUENO, 2001).

Para Scudeller (2002) conhecer a distribuição geográfica das espécies arbóreas da Mata Atlântica em toda sua amplitude geográfica o mesmo realizou uma investigação com o intuito de investigar quantitativamente a similaridade florístico-estrutural e diferenças entre amostras vindas de diferentes localidades. Para tal, foram utilizados 112 trabalhos de florística e fitossociologia, que trazem 268 listas de espécies. Cada referência foi cadastrada no FITOGEO, um sistema de banco de dados desenvolvido especialmente para gerenciar as informações utilizadas no



presente estudo, mas que pode ser ampliado para estudos fitogeográficos de uma forma geral. Após análises de agrupamento e ordenação obtiveram-se os seguintes resultados: 1) A Mata Atlântica é bastante heterogênea floristicamente, com substituições de espécies, sendo que mais de 50% das espécies ocorrem em menos de 20% das amostras. Esta predominância de espécies arbóreas com distribuição restrita e a grande variação espacial de abundância pode aparentemente indicar nichos restritos; 2) Nenhum táxon mostrou distribuição disjunta, e a maioria das espécies mostrou padrão de distribuição restrito à região sudeste do país; 3) Analisando a ocorrência de táxons da Floresta Ombrófila Densa Atlântica em formações arbóreas vizinhas (cerrado, floresta estacional semidecidual e floresta montana de Pernambuco), observa-se que 63% de todas as espécies também ocorrem em outra formação florestal; 4) Observou-se uma tendência às localidades das florestas ombrófilas e das florestas estacionais formarem dois grupos florísticos estruturais, mas devido à grande heterogeneidade florística e substituição contínua de espécies, esses grupos não são bem definidos; e 5) a altitude e a temperatura foram as variáveis ambientais que apresentaram maior correlação com as similaridades entre as localidades, sendo estas muito importantes para a caracterização do ambiente. O critério de inclusão adotado nos levantamentos, embora não seja uma característica intrínseca do ambiente, e as precipitações também influenciaram a similaridade florística entre as localidades. A partir dos resultados do teste de Mantel, foi detectada a existência de uma correlação positiva entre a distância geográfica e a dissimilaridade florístico estrutural. Portanto, conclui-se que a Mata Atlântica é um bloco florestal heterogêneo, com substituições contínuas de suas espécies ao longo de toda sua extensão.

### **2.3 Dimensão botânico-ecológica: as características gerais do Bioma Mata Atlântica**

Urbanetz (2005) analisou a vegetação arbustiva e arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) localizado na parte continental do município de Cananéia, Vale do Ribeira, estado de São Paulo. O trabalho desenvolvido objetivou contribuir com o conhecimento da Mata Atlântica através da comparação da flora arbórea local com outros levantamentos florísticos da Mata

Atlântica e também pela elaboração de uma chave de identificação de espécies baseada em caracteres vegetativos e ilustrada com imagens das espécies. Foram encontradas um total de 189 espécies distribuídas em 122 gêneros e 48 famílias, das quais seis eram palmeiras, 28 arbustos e 155 árvores. Foram feitas análises de classificação e ordenação aplicadas a uma matriz florística para analisar a similaridade entre 24 estudos de Mata Atlântica. Os resultados obtidos sugerem que é essencial a preservação de áreas ao longo de toda a distribuição da Mata Atlântica, uma vez que sua composição florística é bastante complexa e não pode ser adequadamente representada por pequenas áreas localizadas.

De acordo com Aguirre (2008), a Mata Atlântica apresenta altíssima biodiversidade, com destaque para elevada diversidade florística e para o elevado endemismo observado em alguns grupos vegetais. A Mata Atlântica está entre as florestas tropicais mais ameaçadas do mundo e a maioria de seus remanescentes são representados por fragmentos pequenos e alterados, ou áreas maiores encontradas em encostas de montanha com declive acentuado. O conhecimento dos remanescentes florestais quanto à composição florística, distribuição espacial dos organismos e regeneração natural é de grande importância para medidas que visem à conservação da diversidade.

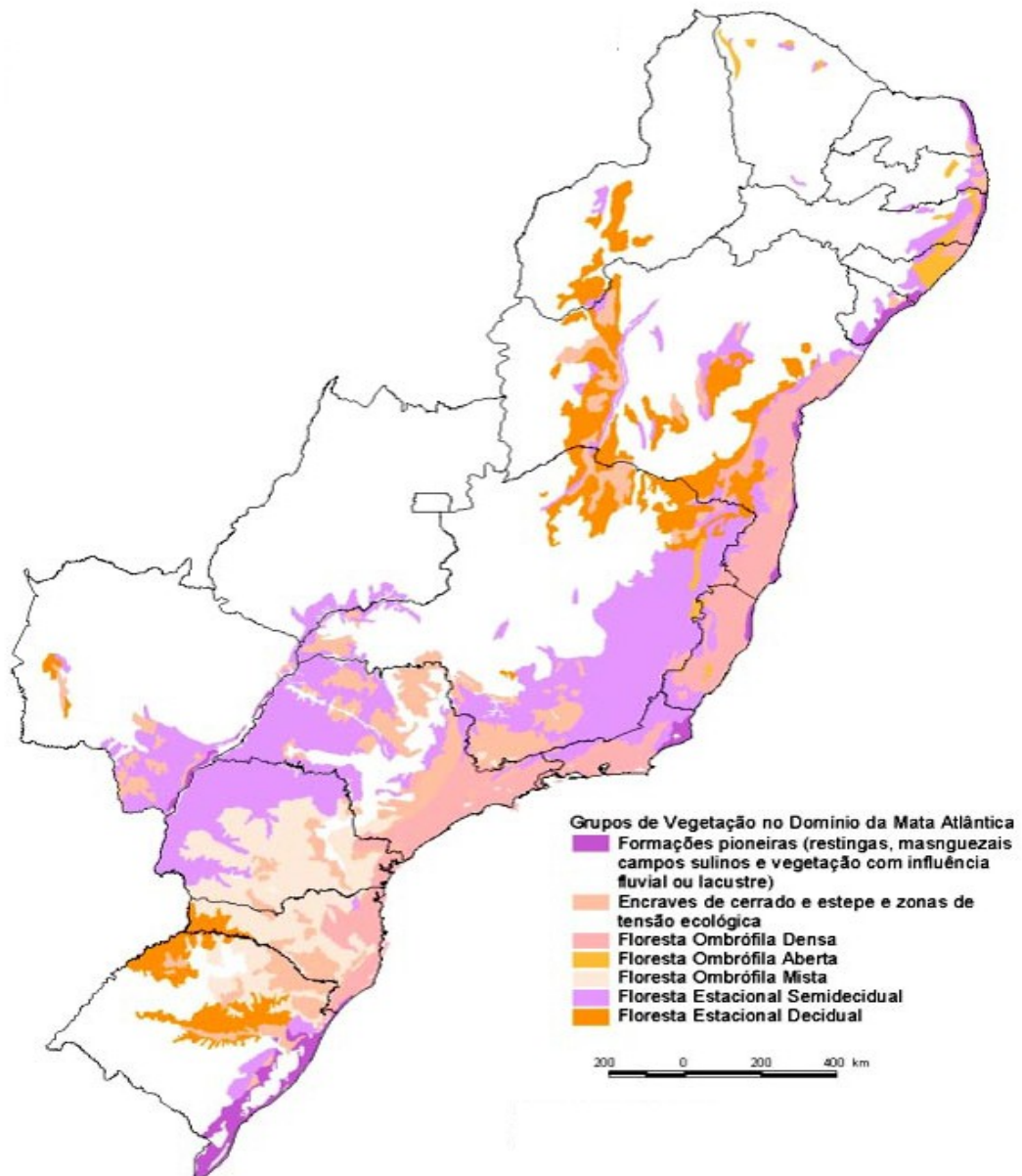
Estudo realizado por Ivanauskas (1997) caracterizou a florística e estruturalmente trechos da Floresta Atlântica presente na Zona da Murraria Costeira do estado de São Paulo, e apresentou a relação desta com as demais florestas presentes nas outras Zonas da Província Costeira (Serraria Costeira e Baixada Litorânea), no qual a família de maior riqueza florística foi a Myrtaceae, seguida pela Lauraceae e Fabaceae. As espécies de maior valor de importância foram: *Euterpe edulis*, *Ficus gomelleira*, *Sloanea guianensis*, *Aparisthmium cordatum*, *Pausandra morisiana*, *Virola oleifera*, *Virola gardneri*, *Sloanea obtusifolia*, *Alchornea triplinervia* e *Chrysophyllum flexuosum*, espécies essas que somadas, perfazem 45,21% do valor de importância total. O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) foi de 4,134 nats/indivíduos e a equabilidade ( $J$ ) foi de 0,793. Realizadas comparações florísticas entre localidades presentes no Planalto Atlântico e nas Zonas que constituem a Província Costeira, nas quais tanto se utilizou das listagens de espécies amostradas em levantamentos fitossociológicos dessas localidades, sendo que as mesmas

foram agrupadas através de métodos de classificação e ordenação. Feitas estas análises foi observado que os levantamentos florísticos e fitossociológicos ajudaram no melhor entendimento da estrutura e da composição florística da Floresta Atlântica do estado de São Paulo.

Barbosa e Thomas (2002) ressaltaram que a Mata Atlântica engloba vários ecossistemas florestais, com enclaves e interpenetrações de outros ecossistemas não florestais. Ocorre associada aos ecossistemas costeiros de mangues, nas enseadas, foz de grandes rios, baías e lagunas de influência de marés; às restingas, nas baixadas arenosas do litoral; às florestas mistas com araucárias, no Paraná e em Santa Catarina; e aos campos de altitude e rupestres. Segundo Schwarcz (2008), a floresta atlântica semidecídua, um dos principais tipos de formações vegetais constituintes da Mata Atlântica Brasileira, estende-se ao longo das regiões central e sudeste do interior do país. A sua destruição tem resultado na eliminação de muitas populações e, potencialmente, na erosão da diversidade genética de diversas espécies. A área originalmente coberta pela Mata Atlântica era de aproximadamente 15% do território nacional e suas formações florestais estão descritas na Figura 2, indo do atual estado do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, estendendo-se, nas regiões sul e sudeste, do litoral brasileiro até a Argentina e o Paraguai, atualmente distribuída em fragmentos descontínuos, sendo fundamental estudar os efeitos desta nova situação ecológica.

A Mata Atlântica engloba vários ecossistemas florestais, com enclaves e interpenetrações de outros ecossistemas não florestais. Ocorre associada aos ecossistemas costeiros de mangues, nas enseadas, foz de grandes rios, baías e lagunas de influência de marés; às restingas, nas baixadas arenosas do litoral; às florestas mistas com araucárias, no Paraná e em Santa Catarina; e aos campos de altitude e rupestres, localizados em altitudes acima de 900 m, nos cumes das Serras da Bocaina, na Mantiqueira, no Caparaó, entre outros. Em função da latitude, longitude, relevo e clima, apresentam variações nas formações vegetais sem perder, no entanto, certa homogeneidade florística (BARBOSA; THOMAS, 2002).

**Figura 2 - Fitofisionomias da Floresta Atlântica e seus domínios**



Fonte: IBGE (2008).

A Mata Atlântica pode ser dividida nas seguintes formações florestais:

- Floresta Ombrófila Densa: Representam as formações florestais da Mata Atlântica 'sensu lato' situadas na vertente oceânica das serranias ao longo da

cordilheira Atlântica, ou que estejam em áreas próximas ao oceano sob a influência das massas de ar úmidas que adentram o continente, vindas do mar (IBGE, 1992).

- Floresta Ombrófila mista: Esta floresta, também conhecida como mata-de-araucária ou pinheiral, é um tipo de vegetação do planalto meridional, onde ocorria com maior frequência. A composição florística dessa vegetação dominada por gêneros primitivos como *Drymis*, *Araucária* e *Podocarpus* sugerem pela altitude e latitude do planalto meridional, uma ocupação recente a partir de refúgios alto-montanos (IBGE, 1992).

- Floresta Estacional Semidecidual: A Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta Tropical Subcaducifólia também denominada de Floresta Estacional Mesófila Semidecídua, ou ainda por Floresta Latifoliada Tropical. Ela é uma fitofisionomia intrínseca ao bioma Floresta Atlântica, constituindo uma formação transicional entre as florestas de encosta litorâneas e as formações não florestais de interior. O termo estacional refere-se a uma condição temporal, em que o caráter ecológico está envolvido por uma alternância de um período chuvoso com um outro de repouso, induzido por uma estação seca. Prende-se fundamentalmente ao comportamento fenológico dos vegetais, tendo coincidentemente correspondência com a estacionalidade. É uma formação florestal caracterizada pela presença de indivíduos arbóreos que perdem as folhas (caducifólios) durante o inverno, ou estação seca. A porcentagem de indivíduos caducifólios varia de 20 a 50% do conjunto florestal e não das espécies caducifólias (IBGE, 1992).

- A Floresta Estacional Decidual: É caracterizada como produto de duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa seguida de longo período biologicamente seco. Ocorre na forma de disjunções florestais, apresentando o estrato dominante macro ou mesofanerofítico predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos e espécies despidos de folhagem no período desfavorável. Com características semelhantes, verifica-se na borda do Planalto Meridional, principalmente no estado do Rio Grande do Sul, uma disjunção que apresenta o estrato florestal emergente completamente caducifólio, visto que, muito embora o clima seja ombrófilo, há uma curta época muito fria, o que ocasiona, provavelmente, a estacionalidade fisiológica dos indivíduos da floresta (VELOSO et al., 1991).

### **3 PROCESSOS DE AVALIAÇÃO DE ASSOCIAÇÕES VEGETAIS E SUA IMPORTÂNCIA PARA A DEFINIÇÃO DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA MATA ATLÂNTICA**

Considerando o exposto até o momento acerca da complexidade, tanto conceitual quanto biológica que envolve a Mata Atlântica, torna-se necessária uma revisão geral dos métodos usualmente empregados na análise quali-quantitativa de formações vegetais. Mantendo como pano de fundo a questão básica do presente estudo (análise da eficiência de metodologia específica para a tomada de decisões de conservação), serão explorados, a seguir, elementos que são utilizados para este fim no contexto da área de estudo.

#### **3.1 Análises de diversidade florística de formações florestais**

Fernandes (1998) ressalta que, para caracterizar a diversidade vegetal, em determinado ambiente florestal, é preciso fazer a identificação das espécies, o que possibilita uma análise segura da estrutura do ecossistema. A diversidade é máxima quando todas as espécies presentes estiverem em igual proporção ou se contribuírem uniformemente na comunidade vegetal. Considerando a riqueza de espécies vegetais confirmadamente encontradas na Mata Atlântica (FERNANDES, 1998), tal parâmetro vem sendo frequentemente utilizado para definir prioridades de ação nos diferentes sistemas a ela ligados.

A avaliação da diversidade florística de áreas com predomínio de Mata Atlântica passa, geralmente, por diferentes elementos individualizados de análise, os quais tentam, de forma independente, estabelecer graus de conservação. Neste contexto é possível diferenciar três abordagens claramente diferentes: I) Avaliações fitossociológicas; II) Estudo de estágios sucessionais e; III) Aplicação de imagens de satélite e geoprocessamento.

### **3.2 Avaliações fitossociológicas**

Isernhagen, Silva e Galvão (2012) ensinam que a fitossociologia é o ramo da Ecologia Vegetal mais amplamente utilizado para diagnóstico quali-quantitativo das formações vegetacionais. Vários pesquisadores defendem a aplicação de seus resultados no planejamento das ações de gestão ambiental, como no manejo florestal e na recuperação de áreas degradadas dentre eles, Rodrigues (1998) compreende que a fitossociologia é o ramo da Ecologia Vegetal que procura estudar, descrever e compreender essa associação de espécies vegetais na comunidade, que por sua vez caracterizam as unidades fitogeográficas, como resultado das interações destas espécies entre si e com o seu meio.

Martins (1989) ressalta que a Fitossociologia envolve o estudo das inter-relações de espécies vegetais dentro da comunidade vegetal no espaço e no tempo. Refere-se ao estudo quantitativo da composição, estrutura, funcionamento, dinâmica, história, distribuição e relações ambientais da comunidade vegetal. Apoiase muito sobre a Taxonomia Vegetal e tem estreitas relações com a Fitogeografia e as Ciências Florestais. Para Ferreira (1997), a análise fitossociológica agrupa índices que informam sobre a estrutura da floresta e os padrões de distribuição espacial das espécies nas comunidades.

Segundo Silva (2003), a análise estrutural de uma floresta com base em elementos quantitativos, como os parâmetros normalmente utilizados em estudos fitossociológicos (densidade, frequência e dominância), que compõem o valor de importância (VI), busca classificar as espécies em função de sua importância ecológica dentro do ecossistema florestal. A densidade indica o nível de participação de cada espécie da floresta (LAMPRECHT, 1964). Pode ser expressa na forma de

densidade absoluta, que indica o número total de indivíduos presentes na amostra, em hectare. Também pode ser expressa na forma de densidade relativa, a qual indica a relação entre o número de indivíduos da espécie e o número total de indivíduos de todas as espécies, expresso em percentagem, podendo também ser calculado por parcela, ou para a floresta como um todo.

Para Moreira (2007) existem vários métodos empregados em estudos fitossociológicos e muitos trabalhos já se propuseram a avaliar o desempenho desses métodos, sendo que o mais utilizado é o método de parcelas, referido nos trabalhos como o melhor e por isso definido como base para comparação com os demais. Moreira (2007) realizou uma investigação, onde recolheu os dados de uma parcela permanente instalada em uma área de cerrado (Estação Ecológica de Assis, SP). Foram geradas simulações de levantamentos fitossociológicos por amostragens sistemáticas para quatro tamanhos de parcela quadrada, sendo 10 x 10 m, 20 x 20 m, 50 x 50 m e 100 x 100 m, todas com área total amostrada de 1 ha. Para a parcela de 10 x 10 m foram simuladas mais três intensidades amostrais: 75, 50 e 25 parcelas. Para cada situação de amostragem foram simuladas 1.000 amostras e para cada uma dessas amostras foi elaborada uma tabela de fitossociologia. Por fim, foram feitas algumas análises de atributos de comunidade que são viáveis a partir de levantamentos fitossociológicos como densidade, área basal, curva de acumulação de espécies, número de espécies amostradas e proporção de espécies e indivíduos por classe de densidade. O método de parcelas de 10 x 10 m foi o que apresentou menor viés para as estimativas, e também menor variação na posição das espécies na tabela de fitossociologia, mas mesmo assim há um alto viés para espécies de baixa densidade e uma grande alteração na posição das espécies na tabela de fitossociologia.

Estudos de Silva et al. (2010) compararam a composição fitossociológica do estrato herbáceo-subarbustivo de três áreas úmidas da APA Guariroba, município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. A avaliação fitossociológica foi realizada em agosto de 2007 e foram instaladas 30 parcelas de 0,50 m distribuídas em três áreas. Foram calculados: frequência relativa, valor de importância, índice de similaridade de Shannon e índice de Sørensen. No levantamento florístico foram registradas 30 famílias, 61 gêneros e 76 espécies. Sendo que para o índice de Shannon indicou



maior diversidade na Área 3 (2,55), o que sugere um maior nível de perturbação. O índice de Sørensen indicou maior similaridade entre as Áreas 1 e 2 (28%), provavelmente devido a esses dois ambientes serem permanentemente úmidos, diferentemente da Área 3, que neste período encontrava-se seco e dominado por espécies características de ambiente livre de inundação.

Já de acordo com Longhi (2000), que realizou uma análise da vegetação em fragmento de floresta estacional decidual em processo de sucessão, em área da Associação Tabor (29°43'S29°43'S; 53°47'W53°47'W), no município de Santa Maria (RS), Brasil. Utilizando-se de dezesseis unidades amostrais de 10 x 20 m distribuídas de forma sistemática para avaliação (medição e identificação) dos indivíduos com Circunferência à Altura do Peito (CAP) igual ou maior de 30 cm e subunidades circulares com raios de 1,78 m para identificação e contagem da regeneração (indivíduos menores de 30 cm). Observou-se a ocorrência de 64 espécies arbóreas e arbustivas de 54 gêneros e 31 famílias. As espécies com maior valor de importância foram: *Myrcarpus frondosus*, *Cupania vernalis*, *Ocotea puberula*, *Patagonula americana*, *Casearia sylvestris*, *Luehea divaricata*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Helietta apiculata*. Na regeneração, as espécies com maior densidade de indivíduos foram: *Trichilia elegans*, *Nectandra megapotamica*, *Actinostemon concolor*, *Piper gaudichaudianum*, *Cupania vernalis*, *Hybanthus bigibbosus*, *Aiouea saligna* e *Parapiptadenia rigida*. Constatou-se o contínuo processo de sucessão por meio da substituição de espécies nos estratos da floresta e algumas bem representadas desde a regeneração até o estrato superior.

Para autores como Brega et al. (2007), as matas ciliares degradadas e que estão sob forte influência de fatores que dificultam a regeneração natural, como alta densidade de gramíneas, são áreas que demandam prioridade para ações de revegetação. Para isso, foi feita a caracterização do estrato arbóreo de dois remanescentes naturais de vegetação ripária (RIP1 e RIP2) e de três áreas da várzea reflorestadas com espécies nativas (R1, R2 e R3) e o estudo de similaridade florística entre elas. Foram alocadas 60 parcelas de 10 m x 10 m em cada uma das áreas RIP1 e RIP2 e 20 parcelas em cada uma das áreas R1, R2 e R3, onde foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com DAP  $\geq$  5,0 cm concluindo-se que fitossociologia realizada dez anos após o plantio é adequada para avaliar a

efetividade de reflorestamento no processo de restauração ecológica de áreas degradadas da várzea do rio Mogi Guaçu.

Seguindo esta linha de pesquisa, Isernhagen, Silva e Galvão (2012) desenvolveram uma investigação onde realizaram uma fitossociologia florestal no Paraná. Eles organizaram uma listagem de 162 referências bibliográficas de estudos fitossociológicos realizados no Paraná, a maioria realizada após o ano de 1980. Foram disponibilizadas informações como o tipo de publicação, a localidade e a tipologia vegetacional em que os estudos foram conduzidos, método de amostragem adotado, área amostral, critério de inclusão e número de famílias e espécies encontradas. Apesar de várias semelhanças, existem entre os estudos diferenças significativas de métodos que impedem a comparação entre os resultados obtidos em uma mesma tipologia vegetacional e principalmente entre diferentes tipologias. A influência de outras variáveis ambientais, como geopedologia e microclima, também deveriam fazer parte dos estudos desta natureza, possibilitando um entendimento mais detalhado da composição e dinâmica da vegetação e do ecossistema, garantindo um melhor embasamento das ações de gestão ambiental no Paraná.

### **3.3 Estudo de estágios sucessionais**

Isernhagen, Silva e Galvão (2012) ressaltam que os estudos de sucessão ecológica permitem o reconhecimento de diferentes fisionomias e graus de maturidade da formação estudada e de seu entorno. Cada uma destas fisionomias pode estar representada por espécies particularmente adaptadas, com habilidades diferentes de crescimento, sobrevivência e reprodução.

Para Souto (2003), o conceito de sucessão foi desenvolvido basicamente por Clements (1936), durante as primeiras décadas do século XX, sendo que este autor foi o primeiro a apresentar uma teoria abrangente sobre a sucessão vegetal. O conceito de Clements (1936) considera sucessão as mudanças ocorrentes na vegetação ao longo do tempo, determinadas principalmente pelo clima, consistindo em uma sequência de processos ordenados e previsíveis. Sinteticamente, sua teoria sucessional tem como base a previsibilidade, a convergência e o equilíbrio (clímax), conceito que foi criticado, ainda no início do século, por vários pesquisadores.

Alguns pesquisadores ressaltavam que uma comunidade vegetal é o resultado casual obtido pela distribuição de espécies com características ecológicas semelhantes, baseado na aleatoriedade dos processos sucessionais.

Outra vertente de autores defende que a sucessão se dirige em um gradiente de complexidade, indo de um ecossistema simples a um ecossistema complexo. Essa complexidade estaria relacionada aos níveis tróficos e diversidade de espécies existentes. Mas desde então, novas e frequentes contribuições adicionam informações na tentativa de melhor explicar a complexidade da sucessão vegetal. Mais recentemente, as investigações se concentraram em torno do conceito de dinâmica da vegetação. Alguns autores consideram os ciclos de distúrbios naturais importantes, sendo a contínua mudança na formação vegetal seu estado de normalidade. Dessa maneira, estes distúrbios agem de forma específica em diferentes escalas temporais e espaciais, apresentando-se de forma heterogênea e provocando o aparecimento de áreas abertas, sendo que os fatores mais importantes são frequência, intensidade e amplitude dos distúrbios. As teorias mais atuais a respeito da sucessão florestal admitem que a dinâmica florestal ocorra através da contínua substituição das espécies no tempo e espaço, o que corresponde a uma substituição de diferentes grupos ecológicos ou classes sucessionais.

Para Silva (2003), a sucessão secundária é um processo ecológico caracterizado por substituições de espécies que se sucedem em um ecossistema depois de uma perturbação natural ou antrópica até, mais tarde, chegar ao clímax. Os mecanismos de sucessão em florestas tropicais ainda não são totalmente conhecidos, principalmente os relativos à Floresta Atlântica.

Para estudos de sucessão Ribas (2001) analisou um fragmento de floresta estacional semidecidual (Mata do Palmital), no município de Viçosa, MG, analisando uma área com 15 anos de sucessão secundária, localizada na meia encosta e outra com 30 anos, em estágio mais avançado de sucessão, e situada no alto da encosta. Observou que a área com 15 anos apresentou 67 espécies, densidade absoluta de 3.430 indivíduos arbóreos por hectare e volume de 155,65m<sup>3</sup>/ha, e na área com 30 anos deparou-se com maior número de espécies (69), densidade absoluta (4.750) e

maior volume (230,12m<sup>3</sup>/ha), o que mostra tendência das áreas que estão em estádios sucessionais mais avançados apresentarem maior biomassa.

Souto (2009) ressalta que nas últimas décadas o declínio geral da biodiversidade vem sendo observado em florestas tropicais e subtropicais, causado principalmente por atividades antrópicas. Para compreender a diversidade desses impactos na comunidade vegetal é necessário, além de analisar a fase adulta das espécies arbóreas formadoras do dossel, também estudar as fases anteriores do ciclo de vida dessas espécies, que se formam do potencial regenerativo da floresta, sendo que o objetivo do trabalho foi comparar florística e estruturalmente as guildas de plântulas de duas áreas com histórico de uso distinto e entre o estágio sucessional secundário inicial e intermediário de cada área, localizadas no município de Campina Grande do Sul, Paraná. A área de estudo foram duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural que possuem florestas secundárias em diferentes estádios sucessionais. A conclusão geral do estudo indicou que as áreas amostradas como diferentes estádios sucessionais podem ser consideradas como um único bloco, quando analisada sua guilda de plântulas, apesar do tempo de regeneração e da estrutura diferentes.

### **3.4 Aplicação de imagens de satélites e geoprocessamento**

Estudos de Maantey e Ziegler (2006) indicam que as análises de imagens devem apresentar capacidade para gerenciar e mostrar as informações sobre os muitos aspectos da mesma área geográfica, facilitando a habilidade de visualizar a interação das diferentes combinações dos elementos dentro de um mesmo espaço simultaneamente. O uso desse instrumental difere da forma tradicional de utilização de mapas estáticos em papel, principalmente porque os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) podem lidar com as complexas e constantes mudanças dos dados e das informações geográficas, e dão subsídios para os tomadores de decisões a responder rapidamente questões sobre alterações do meio.

Os SIGs são utilizados para capturar, armazenar, manipular, selecionar e buscar informações, auxiliando na visualização e análise dos eventos e agravos estudados (BUENO, 2001). Através da utilização dos sistemas é necessário que os

dados referentes à localização geográfica dos eventos e as bases cartográficas sejam inseridos, para que posteriormente as análises espaciais possam ser realizadas levando-se em conta três grupos de métodos: a) Visualização, isto é, colocar os pontos ou polígonos nos mapas, dispostos em camadas, ou layers, de forma conjunta com outras representações espaciais, propiciando avaliar a ocorrência de padrões de distribuição; b) Análise exploratória dos dados espaciais por meio da aplicação de ferramentas contidas nos SIGs para mensurar distâncias, detectar aglomerados, gerar gráficos, calcular densidades de ocorrência, contribuindo para a geração de hipóteses; c) Modelagem, isto é, a elaboração de modelos estatísticos e estimativa de parâmetros que expliquem ou estimem a ocorrência dos agravos, podendo ser levados em conta outros fatores espaciais da região (BRASIL, 2000).

Outra possibilidade de análise é utilizar um operador computacional que crie áreas de influência para verificar a quantidade de eventos existentes dentro dos limites de distância pré-determinados, de um fator predisponente ou determinante para a ocorrência do agravo (BUENO, 2001). De acordo com Mantey e Zingler (2006), a concentração ou dispersão de eventos em relação a rios, estradas, cidades, matas, culturas agrícolas e pecuárias, e outras características (demográficas, topográficas) da região podem suscitar hipóteses da ocorrência, ou não, do evento em estudo.

O geoprocessamento, portanto, pode ser compreendido como uma disciplina que vem colaborar no planejamento de uma região ou uso da terra, pois utiliza a localização e representação do espaço geográfico de ocorrência de modificações na paisagem (MAANTEY; ZIEGLER, 2006). De acordo com Bueno (2001), as imagens de satélite ajudam, ainda, na visualização e classificação do uso das terras, sendo que é possível observar que há crescente entendimento de que sistemas cadastrais possuem um importante papel de suporte ao gerenciamento ambiental.

De acordo com Caldas (2010), o Geoprocessamento constitui hoje uma ferramenta primordial para as etapas de levantamento e processamento de informações relacionadas a questões ambientais. Utilizando programas específicos é possível efetuar interpolações ou sobreposições de dados levantados ou já existentes, gerando de forma rápida e eficiente uma série de novas informações

relevantes, tais como determinação do modelo digital de elevação do terreno, face de orientação, declividade, entre outros.

A realização de geoprocessamento para avaliação de florestas ajuda no conhecimento da realidade florestal que é de fundamental importância para a elaboração de uma política ambiental que assegure o desenvolvimento sustentado. O conhecimento do setor florestal e das suas relações com os outros elementos ambientais é de fundamental importância para o planejamento. É necessário reavaliar a área de antropismo em áreas de preservação florestal, e definir a sua localização espacial para que sejam tomadas as medidas necessárias à sua efetiva preservação, visando garantir a disponibilidade destes recursos florestais. Desta maneira, é imprescindível conhecer, desde já, o que existe, como se comporta e qual a distribuição espacial das tipologias florestais remanescentes, para que se possa planejar e evitar que a degradação dos solos, dos recursos hídricos e dos recursos florestais assumam proporções incontroláveis (KAZMIERCZAK, 1999).

Uma interessante investigação foi realizada por Bolfe (2002) na qual foi apresentada uma proposta para o levantamento e análise dos recursos florestais dos povoamentos naturais e implantados localizados na carta topográfica SH. 22-Y-A, Cachoeira do Sul, RS, obtido através da utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Para tal, utilizou-se de imagens de satélites associadas ao sistema de informações geográficas, processadas por técnicas de classificação digital e funções matemáticas. Dessa forma, realizou-se o levantamento e a quantificação das diferentes bases temáticas. As variáveis e fatores obtidos em trabalho de campo e na carta topográfica foram: uso da terra, espécie implantada, área, declividade, disponibilidade viária e hidrográfica. Assim, as informações geradas no cruzamento dessas variáveis permitiram analisar a situação da cobertura florestal da região, fornecendo subsídios ao gerenciamento dos recursos florestais e a preservação do meio ambiente.

O potencial do uso de um sistema de informações geográficas foi estudado por Filho e Inoue (2008) como ferramenta auxiliar em estudos de fitossociologia e dinâmica de florestas naturais. Um modelo de dados espacial foi elaborado a partir de medidas dendrométricas e da posição espacial das árvores obtidas em uma área experimental da Floresta Nacional de Irati, Paraná, Brasil. O estudo mostrou que a

especialização de uma área extensa e contínua de floresta no sistema de informações geográficas facilita a interpretação de características estruturais e fisionômicas da floresta. Por outro lado, permite análises detalhadas com mais facilidade e a interpretação de aspectos de fitossociologia e dinâmica da floresta.

## **4 O PROBLEMA DE PESQUISA E A IMPORTÂNCIA DO PRESENTE ESTUDO**

Estando clara a complexidade conceitual e metodológica ligada a análises e estudos das áreas de Mata Atlântica, observa-se que, apesar da existência de diferentes formas de abordagem temática, uma avaliação integrada não ocorre frequentemente. A tendência é que os estudos apresentem um forte viés vinculado a apenas um dos aspectos apresentados até o momento. Neste sentido, uma análise integrada, que reúna mais de um elemento, é fundamental não só para a tomada adequada de decisões, como para a consolidação mútua das diferentes abordagens.

Considerando que o presente estudo teve como objetivo a comparação de diferentes aspectos metodológicos que vêm sendo utilizados para o estudo da Mata Atlântica, a sua contribuição para a discussão conceitual (tanto histórica quanto legal) é fundamental. Somente com a construção de conhecimento científico sólido na área permitirá a adequada tomada de decisões de gestão no futuro.

Para tanto, aplicou-se a metodologia descrita a seguir.



## 5 MATERIAL E MÉTODOS

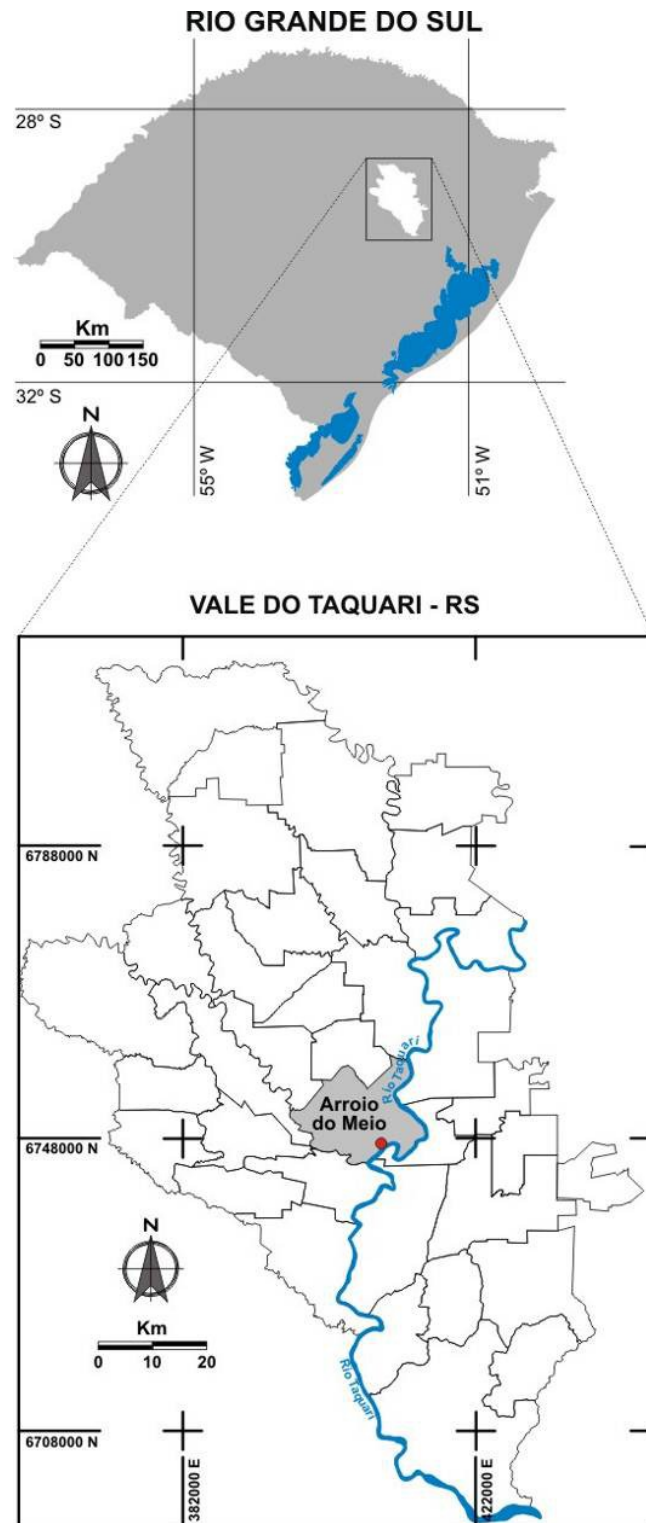
### 5.1 Localização da área de estudo

O Vale do Taquari (Decreto 45.436, de 09/01/2008) está situado na região centro-oeste do Rio Grande do Sul (estado que fica ao sul do Brasil) e é formado por 36 municípios, que totalizam uma área de 4.821,1 km<sup>2</sup> (1,71% do estado) e 327.822 habitantes (3,07% do estado – Censo Demográfico 2010). No presente estudo será avaliado um dos municípios do Vale do Taquari, localizado na porção Central da Região – Arroio do Meio.

O município de Arroio do Meio está inserido no Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2006), apresentando as formações florestais nativas classificadas como Floresta Estacional Decidual, localizado à margem direita do Rio Taquari. A Floresta Estacional Decidual tem ocorrência destacada nos locais mais elevados da região norte do município, recobrando as encostas e os topos dos morros. O local mais significativo com vegetação nativa em Arroio do Meio é a localidade conhecida como Morro Gaúcho. Este local é considerado como um dos pontos turísticos do Vale do Taquari e visitado com muita frequência. O relevo do Morro Gaúcho é classificado como forte-ondulado a montanhoso e talvez, por isso, a vegetação tenha sido preservada.

Nas regiões mais planas do município, a vegetação nativa encontra-se restrita a pequenos e isolados fragmentos florestais e compondo a mata ciliar dos cursos de água (BATTY, 2007). A localização da área de estudo pode ser observada na Figura 3.

**Figura 3 – Mapa de localização do município de Arroio do Meio e a sua posição em relação à Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, porção Taquari (Retirado de Malmann, 2013, Figura 1)**



Fonte: Malmann et al. (2013).

## 5.2 Coleta de dados

### 5.2.1 Coleta de dados de Geoprocessamento

#### 5.2.1.1 Materiais

- Imagem ortorretificada do satélite RapidEye, com 5 bandas espectrais (440  $\mu\text{m}$  - 850  $\mu\text{m}$ ), datada de 01 de novembro de 2009 e com resolução espacial de 5 metros;
- Cartas topográficas em escala 1:50.000;
- GPS Garmim Etrex Venturi;
- SIG Idrisi Andes.

#### 5.2.1.2 Classificação da imagem

No contexto desse estudo, a etapa de geoprocessamento iniciou com um plano de informação básico do município de Arroio do Meio (ECKHARDT, 2011), onde se insere o Morro do Gaúcho, quanto à hidrografia e infraestrutura urbana. Numa segunda etapa, análises visuais de fragmentos de vegetação de mata nativa nas imagens estabeleceram uma chave de interpretação utilizando fotos aéreas e inspeções “in situ”, cuja principal fisionomia de vegetação identificada foi a floresta semidecídua. A imagem do satélite *RapidEye*, bandas 1, 2, 3 e 4, obtida em 01 de novembro de 2009 e os levantamentos de campo permitiram identificar e mapear 4 classes de uso da terra, destacando-se: Floresta Estacional Decidual; Floresta Secundária; Floresta Industrial e Uso Antrópicos. A classificação digital foi pelo método supervisionado através de amostras de controle, utilizando o critério de máxima verossimilhança, por ser muito empregada nas ciências florestais (FIDALGO, 1995; CARVALHO, 2001; FERREIRA et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2006).

O estudo foi iniciado com a realização de classificação de imagem de satélite para posterior verificação em campo. As informações das classes de uso da terra, obtidos em laboratório, foram utilizadas como verdade terrestre para a classificação

da imagem de satélite RapidEye e a obtenção do cenário de uso e cobertura da terra do município de Arroio do Meio, mais especificamente, no Morro Gaúcho. O cenário de uso e cobertura da terra de Arroio do Meio foi obtido a partir da classificação supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança Gaussiana, utilizando as bandas 3 (vermelho visível), 4 (Red-Edge) e 5 (Infravermelho próximo).

O uso da terra foi realizado através da imagem do satélite RapidEye de 2009, com resolução espacial de 5 metros. Foi classificado pelo método supervisionado da máxima verossimilhança gaussiana (MAXVER), método probabilístico pelo qual os pixels da imagem são associados com a respectiva classe temática com base na criação de amostras de treinamento.

### **5.3 Coleta de dados em campo**

O trabalho de campo foi realizado no dia 28 de outubro de 2011, no Morro Gaúcho, município de Arroio do Meio - RS. Para a caracterização vegetal foram realizadas 09 unidades amostrais (parcelas) de 10 m X 10 m, totalizando 900 m<sup>2</sup> de área amostrada. Para cada estágio sucessional da Mata Atlântica identificados no campo foram realizadas 03 (três) unidades amostrais e dentro de cada uma das unidades amostrais foram listadas as espécies existentes e obtidos os dados qualitativos e dendrométricos de todos os exemplares arbóreos, nativos e exóticos, com DAP (Diâmetro a Altura do Peito) igual ou superior a 08 cm.

As espécies foram identificadas a partir de observações de campo e consulta a bibliografias e sites específicos. O DAP foi obtido com o uso de trena e paquímetro, sendo a altura de cada um dos espécimes estimada a partir de observação visual. As listas das espécies existentes com o respectivo número de indivíduos e dados dendrométricos encontram-se nas Tabelas 1 a 9.

Os registros foram feitos a partir de observações, anotações de campo, coletas de material botânico, coordenadas geográficas e fotografias da vegetação.

#### **5.4 Análise dos dados**

De posse do mapa gerado pela imagem de satélite classificada e da fitossociologia realizada em campo, foram cruzadas as informações para verificar se a vegetação vista em campo, coincidia com o uso e cobertura da terra demonstrada na classificação da imagem de satélite.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com a aplicação integrada da metodologia foi possível definir a composição florística e os estágios sucessionais de diferentes pontos da área de estudo. Tais elementos foram integrados às imagens de satélite e aos dados de geoprocessamento, para posterior definição de acuricidade.

Assim, foi possível detectar na área do Morro Gaúcho, a presença dos estágios sucessionais iniciais, médios e avançados de regeneração de vegetação associados à Mata Atlântica.

### **6.1 Indicadores florísticos**

Os levantamentos das espécies, seu estágio de sucessão e as identificações florísticas foram embasados na legislação ambiental pertinente, sendo ela a Resolução Conama 33/94 e a Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428/2006) e utilizado como guia de campo o Quadro constante no Anexo 1. Os estágios sucessionais foram identificados de acordo com a classificação descrita no Anexo 1 e os resultados obtidos estão nas Tabelas de 1 a 9 abaixo.

Nas tabelas 1 a 3 abaixo são identificados os indivíduos amostrados na formação florestal identificada como estágio inicial de regeneração.

**Tabela 1 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 1 da vegetação em estágio inicial de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos**

Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
1	capororoca	<i>Myrsine cf. laetevirens</i>	9
2	aroeira-bugre	<i>Lithraea brasiliensis</i>	10
3	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	9
4	aroeira-bugre	<i>Lithraea brasiliensis</i>	10
5	capororoca	<i>Myrsine cf. laetevirens</i>	8
<b>E: 0409191; N: 6754289</b>			

Fonte: Elaboração do autor (2013).

**Tabela 2 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 2 da vegetação em estágio inicial de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos**

Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
1	uva-japonesa	<i>Hovenia dulcis</i>	19
<b>E: 0408673; N: 6754118</b>			

Fonte: Elaboração do autor (2013).

**Tabela 3 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 3 da vegetação em estágio inicial de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos**

Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
1	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	12
2	capororoca	<i>Myrsine cf. laetevirens</i>	8
3			10
	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	12
			9
4	tarumã	<i>Vitex megapotamica</i>	8
5	cocão	<i>Erythroxylum deciduum</i>	9
6			8
	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	7
			5
7	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	12
8			11
	branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	8
			7
<b>E: 0408825; N: 6754115</b>			

Fonte: Elaboração do autor (2013).

Nas tabelas 4 a 6 abaixo são identificados os indivíduos amostrados na formação florestal identificada com estágio médio de regeneração.

**Tabela 4 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 1 da vegetação em estágio médio de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos**

Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
1	pixirica	<i>Miconia pusilliflora</i>	22
2	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	12
3	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	16
4	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	15
5			20
	canela-ferrugem	<i>Nectandra oppositifolia</i>	15
			14
			12
6			33
	canela-ferrugem	<i>Nectandra oppositifolia</i>	19
			22
			8
7	tarumã	<i>Vitex megapotamica</i>	19
8	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	15
9	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	10
10	pixirica	<i>Miconia pusilliflora</i>	15
11	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	16
<b>E: 0409014; N: 6754246</b>			

Fonte: Elaboração do autor (2013).

**Tabela 5 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 2 da vegetação em estágio médio de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos**

Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
1	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	28
			31
2	gabirobeira	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	14
			10
3	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	35
4	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	17
5	camboatá-vermelho	<i>Cupania vernalis</i>	12
6	canela-ferrugem	<i>Nectandra oppositifolia</i>	31
-7			10
	uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i>	
			9
8	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	18
9	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	13
10	pessegueiro-do-mato	<i>Prunus myrtifolia</i>	17
11	canela-sebo	<i>Endlicheria paniculata</i>	8
<b>E: 0409262; N: 6754186</b>			

Fonte: Elaboração do autor (2013).

**Tabela 6 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 3 da vegetação em estágio médio de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos**



Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
1	gerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	20
2	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	12
3	canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i>	9
4	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	12
5	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	8
6	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	9
7	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	15
8	goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	10
9	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	10
10	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	14
11	canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i>	11
12	tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	16
13	canela-ferrugem	<i>Nectandra oppositifolia</i>	9
14	farinha-seca	<i>Machaerium stipitatum</i>	9
15	palmitero	<i>Euterpe edulis</i>	12
16	caroba	<i>Jacaranda micrantha</i>	12

E: 0409322; N: 6754630

Fonte: Elaboração do autor (2013).

Nas tabelas 6 a 9 abaixo são identificados os indivíduos amostrados na formação florestal identificada com estágio avançado de regeneração.

**Tabela 7 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 1 da vegetação em estágio avançado de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos**

Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
1	canela-ferrugem	<i>Nectandra oppositifolia</i>	63 20
2	Catiguá	<i>Trichilia claussenii</i>	8
3	canjerana	<i>Cabralea canjerana</i>	10
4	palmitero	<i>Euterpe edulis</i>	11
5	chal-chal	<i>Allophylus edulis</i>	18
6	canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i>	24
7	angico-branco	<i>Albizia cf. niopoides</i>	11
8	camboatá-vermelho	<i>Cupania vernalis</i>	9
9	Tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	45

E: 0408706; N: 6754205

Fonte: Elaboração do autor (2013).

**Tabela 8 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 2 da vegetação em estágio avançado de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos**

Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
1			36
	Caúna	<i>Ilex sp.</i>	32 27 26
2	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	14
3	pessegueiro-do-mato	<i>Prunus myrtifolia</i>	17

Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
4	pessegueiro-do-mato	<i>Prunus myrtifolia</i>	21 15
5	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	17
6	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	12
7	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	26
8	Tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i>	23
9	Gerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	25
10	chal-chal	<i>Allophylus edulis</i>	15
11	canela-sebo	<i>Endlicheria paniculata</i>	21
12	capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	15
13	Caroba	<i>Jacaranda micrantha</i>	49
14	Continua	<i>Cabrlea canjerana</i>	47

E: 0409798; N: 6754559

Fonte: Elaboração do autor (2013).

**Tabela 9 - Espécies arbóreas levantadas na amostragem 3 da vegetação em estágio avançado de regeneração com a respectiva quantificação e dados dendrométricos**

Nº	Nome Popular	Nome Científico	DAP (cm)
1	corticeira-da-serra	<i>Erythrina falcata</i>	27 18
2	corticeira-da-serra	<i>Erythrina falcata</i>	46
3	corticeira-da-serra	<i>Erythrina falcata</i>	54
4	canela-preta	<i>Nectandra megapotamica</i>	14
5	corticeira-da-serra	<i>Erythrina falcata</i>	41
6	uva-japonesa	<i>Hovenia dulcis</i>	30
7	canela-preta	<i>Nectandra megapotamica</i>	22
8			29
	corticeira-da-serra	<i>Erythrina falcata</i>	36
			20
9	camboatá-vermelho	<i>Cupania vernalis</i>	9
10	pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	12
11	uva-japonesa	<i>Hovenia dulcis</i>	14
12			18
	canela-preta	<i>Nectandra megapotamica</i>	24
			33

E: 0409528; N: 6755036

Fonte: Elaboração do autor (2013).

## 6.2 Imagens de satélite

O estudo proposto foi iniciado com a realização classes de uso da terra, obtidos através da imagem de satélite *RapidEye* e a obtenção do cenário de uso e cobertura da terra do município de Arroio do Meio. A Figura 4 apresenta a composição colorida RGB321, em cor verdadeira natural, apresentando a fisionomia da paisagem da área de estudo.

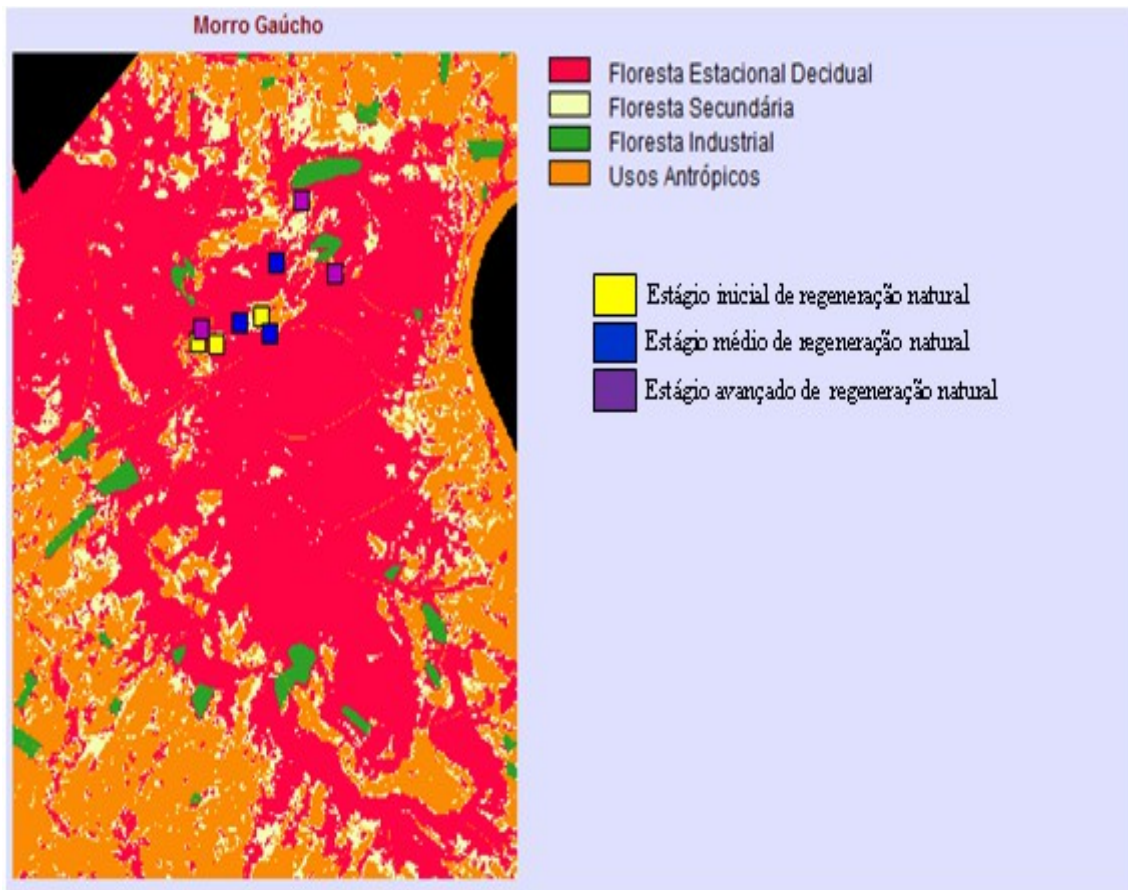
**Figura 4 – Composição colorida RGB321 do satélite RapidEye de Arroio do Meio**



Fonte: Eckhardt (2011, p.03).

Após a o cenário de uso e cobertura da terra de Morro Gaúcho foi obtido a partir da classificação supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança Gaussiana, sendo delimitadas 04 classes de uso e cobertura da terra: Floresta Estacional Decidual, Floresta Secundária, Floresta Industrial e Usos Antrópicos. A Figura 5 apresenta a classificação da imagem com os pontos de amostragem em campo e sua classificação fitossociológica de acordo com a legislação ambiental em vigor.

**Figura 5 - Recorte de imagem do Morro Gaúcho com pontos de amostragem e classes de usos**



Fonte: Elaboração do autor (2013).

A Figura 5 mostra os pontos de coleta dos dados fitossociológicos no Morro Gaúcho sobre um recorte da imagem de satélite do município de Arroio do Meio, previamente classificada. Nota-se que as parcelas quadradas de 100m<sup>2</sup> relativas ao estágio inicial de regeneração natural encontram-se sobrepostas ou próximas a áreas de uso antrópico, sendo originárias de desmatamento com fins agrícolas. O estágio médio de regeneração situou-se nas fronteiras agrícolas associadas a florestas secundárias, com exceção de uma amostra, mais correlacionadas a Floresta Estacional Decidual. Dois terços das parcelas amostrais referentes ao estágio final de regeneração, portanto de mais elevado gradiente de complexidade ecossistêmica, se ajustaram a classificação da imagem “Floresta Estacional Decidual”, mas uma delas se correlacionou a “Floresta Secundária”.

Portanto 22% das amostras não corresponderam a classificação da imagem e mostram uma certa inconsistência entre o método de parcelas empregado de (10x10m) com a resolução da imagem, erro na vetorização dos polígonos no mapa ou pixel de classificação, considerando que o resultado obtido na fitossociologia em campo não foi condizente com o classificado na imagem em laboratório.

Os diferentes estágios sucessionais formam um grande corredor ecológico, interligando vários remanescentes florestais da região para propor ações de gestão que contemplem toda a região de Arroio do Meio e seu entorno.

O Morro Gaúcho, por ser uma área já bastante ocupada em um passado próximo, apresenta um baixo grau de preservação, sendo necessário um maior programa de recuperação de sua área. A proximidade com áreas urbanizadas e a facilidade de deslocamento em seu interior aumenta a pressão sobre a biodiversidade. Novamente o turismo ecológico parece ser uma alternativa viável, principalmente pelas características ambientais, cênicas e sua proximidade a cidades tonam a área potencialmente apta a receber turismo ecológico e a manutenção das características ambientais da área.

Dentre as espécies arbóreas encontradas em associações em estágio inicial de regeneração, verificou-se que *Myrsine umbellata* apresentou um DAP médio de 12 cm com 4 m de altura média. Avaliando as espécies arbóreas com a respectiva quantificação e dados dendrométricos, em relação ao estágio médio de regeneração natural, *Syagrus romanzoffiana* apresentou um DAP médio de 20 cm com a altura média de 6 m, enquanto que as espécies arbóreas com a respectiva quantificação e dados dendrométricos, em relação ao estágio avançado de regeneração natural, a corticeira-da-serra apresentou um DAP médio de 54 cm com a altura média de 23 m.

Por intermédio do SIG's foi realizada a análise da imagem do satélite que mostra uma área predominantemente com Floresta Estacional Decidual. Florestas com essas características estão localizadas em regiões com grandes altitudes e baixa temperatura. Observa-se na região a presença de floresta secundária, que é aquela que resulta de um processo de regeneração natural em áreas de floresta primária que foram totalmente desmatadas. A parte verde da Figura 5 refere-se a florestas industriais, ou seja, que serão utilizadas para fins industriais.

A capacidade de análise espacial presente nos SIG' s depende de um ramo da matemática conhecido como topologia. A topologia descreve a localização dos objetos no espaço em relação uns aos outros: se os objetos são adjacentes a outro, conectados por outros, ou contém outros entes, independente de seu tamanho ou

formato. Estes princípios de contiguidade, conectividade e contenção são o alicerce da topologia (MAANTAY; ZINGLER, 2006).

O mapa de remanescentes apontando que a vegetação esta toda inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, sendo esta de domínio público ou privado é um modelo adotado internacionalmente de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações (Brasil 2000).

O uso de mapeamentos dos fragmentos de vegetação florestal nativa, a partir de imagens de satélite, é um método amplamente aplicado com a finalidade de diagnóstico e gestão ambiental dos remanescentes florestais suscetíveis a forte degradação antrópica (FERREIRA et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2006; BONETI & GALVANIN, 2009).

As imagens obtidas por sensores remotos registram a energia proveniente dos objetos da superfície observada na forma digital, a partir da qual um mapa poderá ser gerado com o uso de técnicas de interpretação visual ou automática (FLORENZANO, 2002). A análise digital se baseia, quase exclusivamente, na intensidade radiométrica de cada pixel das bandas utilizadas na interpretação (CHUVIECO, 1990). Dessa forma, as diferentes técnicas de interpretação e a escolha dos produtos (sensor, resolução, faixa espectral) e os critérios de interpretação utilizados por diferentes intérpretes influenciam as características dos mapas produzidos (FERREIRA et al., 2005).

O trabalho de campo para o levantamento das 9 parcelas de quadrados (10X10m) classificou fito sociologicamente três estágios de sucessão (inicial, médio e avançado) em ordem crescente de complexidade ecossistêmica, caracterizados pelos índices dendrométricos e DAP. Os pontos de amostragem foram correlacionados a imagem classificada e verificou-se uma boa acurácia do método na definição dos estágios sucessionais, com o objetivo de desenvolver estratégias conservacionistas a partir de um diagnóstico florestal rápido e eficaz.

A aplicação de imagens de satélite vem sendo muito explorada por pesquisadores para o monitoramento ambiental, e cada vez mais há um aprimoramento das técnicas para a análise de imagens digitais. Entre os vários procedimentos de análise de imagens de satélite destacam-se o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), que é expresso pela razão da diferença entre os valores representados em duas bandas – a banda do infravermelho próximo (banda 4) e a banda do vermelho (banda 3), conforme Boneti & Galvanini, 2009. A vegetação é caracterizada por uma intensa absorção devido à clorofila na região do vermelho (0,58 a 0,68 $\mu$ m) e por uma intensa reflexão na faixa do infravermelho próximo (0,76 a 1,35  $\mu$ m) causada pela estrutura celular das folhas (TUCKER, 1979; apud, MOREIRA, 2005). A diferença entre as bandas do vermelho e infravermelho é proporcional à reflectância da imagem, sendo a medida do grau de vegetação na imagem, segundo Moreira (2005).

Uma possível explicação para as incongruências encontradas entre as classes de uso da imagem digital com algumas amostras de estágio sucessional podem ser atribuída a reduzido pontos de controle repercutindo na confiabilidade da exatidão do índice Kappa; ou questões relativas aos efeitos de borda dos pequenos fragmentos florestais subjacentes às amostras da Figura 5. Segundo Nascimento et al.(2006), a forma dos fragmentos, determinada por meio da análise do Índice de Circularidade (IC), ou relação borda/interior tem importância na análise para os estudos da dinâmica e estrutura dos fragmentos florestais, pois evidencia-se na possibilidade de indicar o nível de proteção de seu interior em relação aos efeitos de borda, por exemplo, o tipo de vizinhança e uso do espaço. Um fragmento florestal de forma alongada estará mais suscetível aos efeitos de borda, que por sua vez podem comprometer o equilíbrio desses ecossistemas. Essa diferença pode ser explicada uma vez que um fragmento florestal com formato mais alongado podem ocorrer a junção de pixels e haver a interferência na coloração gerada, uma vez que as cores formadas dependem de sua relação com o pixel gerado pela imagem.

## 7 CONCLUSÕES

A utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) permitiu um conjunto de informações georreferenciadas e classificadas, com base nos quais foi possível identificar as diferentes formações florestais ocorrentes no Morro Gaúcho, em Arroio do Meio, RS, facilitando sua análise e compreensão em macro escala, possibilitando uma análise do macro, realizado dos remanescentes de mata atlântica incidente na área. O geoprocessamento ajuda no gerenciamento das informações sobre os mais variados aspectos da mesma área geográfica, facilita a habilidade de visualizar a interação das diferentes combinações dos elementos dentro de um mesmo espaço simultaneamente. O uso desse instrumental difere da forma tradicional de utilização de mapas estáticos em papel, principalmente porque o SIG pode lidar com as complexas e constantes mudanças dos dados e das informações geográficas, e habilita os tomadores de decisões a responder rapidamente as alterações do meio.

O SIG e Sensoriamento Remoto demonstraram serem ferramentas poderosas para a classificação das formações florestais, facilitando e tornando ágil a geração de mapas para o planejamento do local e das formações florestais, porém apresentaram falhas quando analisados juntamente com a classificação fitossociológica das formações florestais identificadas e classificadas.

Com o SIG também foi possível cruzar os dados obtidos na classificação das imagens com os dados levantados em campo, para uma compreensão exata da realidade do estágio de formação florestal que se encontra no local, sendo que estas



informações serão muito úteis, tanto na elaboração de políticas públicas, quanto nos processos de licenciamento ambiental de acordo com a legislação vigente.

A metodologia aplicada na classificação de imagens foi satisfatória para uma visão ampla e planejamento regional referente aos remanescentes florestais, uso do solo e aplicação de políticas públicas socioambientais para essa área em questão, porém verificou-se a necessidade de verificação in loco através de estudos fitossociológicos para a determinação precisa dos atuais estados sucessionais quando necessário o licenciamento florestal na área de estudo.

As limitações encontradas podem ser originárias de somente serem analisados um número restrito de pontos, havendo necessidade de serem colhidos mais pontos no campo e em áreas mais dispersas, inclusive incluindo as florestas industriais para uma melhor avaliação da área de estudo.

Em relação às perspectivas futuras para a partir deste estudo já é possível afirmar que existe a necessidade de trabalhos em campo para processos de licenciamentos ambientais, pois a imagem gerada não diferencia estágios sucessionais médios e avançados de regeneração. A partir deste estudo poderiam ser desenvolvido diferentes métodos de licenciamentos ambientais através da utilização ou não de análises no campo.

## REFERÊNCIAS

AGUIRRE, G.H. **Caracterização da vegetação arbustivo-arborea de fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

AUBREVILLE, A. **Étude écologique des principales formations végétales du Brésil**. Nogent-sur-Marne, Centr Technique Foretier Tropical. 1961.

AZEVEDO, A. Regiões climato-botânicas do Brasil. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 6, n. 32, 1950.

BARBOSA, M. R. de V. **Estudos florísticos e fitossociológicos da Mata do Buranquinho, remanescente da Mata Atlântica em João Pessoa, PB**. 1996. 135 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

BARBOSA, M. R. V.; THOMAS, W. W. **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da mata atlântica no Nordeste**. In: Araújo et al. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Recife: UFRPE – imprensa universitária, 2002. 298p.

BATTY, M. Apresentação. **Geoinformação em urbanismo: cidade real X cidade virtual**. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0888.pdf> >. Acesso em: 21 out. 2012.

BOLFE, E. L. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado ao levantamento e análise de recursos florestais. **Anais - I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE**, 17-18 out. 2002.

BRASIL. Constituição Federal de 1998. Brasília, DF: 1998.

\_\_\_\_\_. Lei da Mata Atlântica. Disponível em: <[http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno\\_33.pdf](http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_33.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2012.

BREGA, A. et al. Uso da fitossociologia na avaliação da efetividade da restauração florestal em uma várzea degradada do rio Mogi Guaçu, SP **Sci. For.**, Piracicaba, n. 75, p. 51-63, set. 2007.

BUENO, R. O Cadastro e o desenvolvimento sustentável. **RevistaInfoGEO**, Curitiba, v. 3, n. 18, p. 16-183, mar./abr. 2001.

CALDAS, A. **Geoprocessamento e análise ambiental para determinação de corredores de hábitat na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba – RJ**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração Conservação da Natureza. Seropédica, RJ, jun. 2006.

CAMARGO, A. et al. Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais em área de cerrado. In: **Anais do IV Simpósio sobre cerrado**. São Paulo: EDUSP, 1976.

CAMINHOÁ, J. M. Geographia botânica. In: **Elementos de Botânica Geral e Médica**. Rio de Janeiro: Typographia Nacional. 1877.

CAMPOS, G. Mapa florestal do Brasil. **Anexo ao Relatório do Ministério da Agricultura**, 1910/1912.

CARVALHO, L. 2001. **Mapping and monitoring forest remnants: a multi-scale analysis of spatio-temporal data**. 140 f. Thesis (Doctor) – Wageningen Universiteit, Wageningen, 2001.

CHUVIECO, E., 1990. **Fundamentos de teledeteção espacial**. Madrid: Unigraf, 453 p.

CLEMENTS, Frederic. E. Nature and structure of the climax, 1916. **The Journal of Ecology**, v. 24, n. 1 p. 252-284, Feb. 1936. pp. 252-284. Disponível em: <[http://www.cof.orst.edu/cof/teach/fs545/Readings/Clements\\_1936.pdf](http://www.cof.orst.edu/cof/teach/fs545/Readings/Clements_1936.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2013.

CONAMA. 2007. **Resolução Conama nº 388, de 12 de junho de 2007**. Dispõe sobre a convalidação das Resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para fins do disposto no art. 4º § 1º da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Publicação DOU: 12/06/2008.

CORDEIRO, Paulo Henrique Chaves. **Corredor de biodiversidade da Atlântica no Sul da Bahia**. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia e Conservation International do Brasil. 2003.

COUTINHO, L. M. Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical. **Boletim da Faculdade de Filosofia de Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**. Botânica. São Paulo, 1962.

DANSEREAU, P. A distribuição e a estrutura das florestas brasileiras. **Boletim geográfico**, v. 6, n. 61, p. 33-44. 1948.

DIOGO, J. C. **Mappa phytogeographico do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 1926.

ECKHARDT, R. R. Zoneamento ambiental para sistemas orgânicos de produção agropecuária no município de Arroio do Meio/RS. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 abr. a 05 maio 2011.

ELLEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Conselho nacional de desenvolvimento científico tecnológico. Rio de Janeiro: CT. 1983.

ENGLER, A. **A fisionomia vegetal**. São Paulo: Artes, 1935.

FARIA, D. et al. Ferns, frogs, lizards, birds and bats in forest fragment and shade cacao plantation in two contrasting landscapes in the Atlantic forest, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, n.16, p. 2335-1357, 2007.

FERNANDES, H. A. C. **Dinâmica e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica**. 1998. 148 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.

FERREIRA, R. L. C. **Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas Gerais, MG**. 1997. 208 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

FERREIRA, E.; SANTOS, J.P.; BARRETO, A.C.; DANTAS, A.A.A. Identificação de fragmentos de floresta nativa, por diferentes intérpretes, com a utilização de imagens Landsat e Cbers em Lavras, MG. **Ciênc. agrotec.**, v. 29, n. 3, p. 649-656, 2005

FIDALGO, E. C. C. **Exatidão no processo de mapeamento temático da vegetação de uma área de mata atlântica no estado de São Paulo, a partir de imagens TM-Landsat**. 1995. 186 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995.

FILHO, Paulo e INOUE, Marcos. Uso do geoprocessamento no estudo da dinâmica e fitossociologia da floresta com araucária. **Ciência e Natura**, UFSM, v. 30, n. 1, p. 87-97, 2008.

FLORA digital do Rio Grande do Sul. Disponível em:  
<<http://www6.ufrgs.br/fitoecologia/florars/index.php>>. Acesso em: 28 out. 2011.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Oficina de textos, 2002. São Paulo. 97p.

FONTANA, C.S.; BENCKE, G.A.; REIS, R.E. **Livro vermelho da fauna ameaçada do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2003. 632p.

FEPAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. Henrique Luiz Roessler e UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. 2010.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Atlantic forest hotspots status: an overview. In: \_\_\_\_\_. **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Tradução de Edma Reis Lama. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005. p. 3-11.

HIROTA, Márcia Makiko. **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas/** editado por GALINDO-LEAL, Carlos. Câmara, Ibsen de Gusmão. Tradução de Edma Reis Lama. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005.

IBAMA, **Monitoramento dos Biomas Brasileiros: Bioma Mata Atlântica**. 2010 Disponível em <http://www.ibama.gov.br/>. Acesso em: 11.06.2012.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa da Vegetação do Brasil**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/](ftp://ftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/)>. Acesso em: 20 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, Brasil: IBGE. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 de jun. 2011.

\_\_\_\_\_. **Censo populacional**. Rio de Janeiro: IBGE. 2004;

\_\_\_\_\_. **Malha municipal**. Rio de Janeiro: IBGE. 1993.

\_\_\_\_\_. **Manual Técnico de vegetação brasileira**. Manuais técnicos em Geociências. 1992.

\_\_\_\_\_. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 1992.

ISERNHAGEN, Ingo; SILVA, Sandro Menezes; GALVÃO, Franklin. **A fitossociologia florestal no Paraná: listagem bibliográfica comentada**. Disponível em: <<http://www.i-pef.br/servicos/teses/arquivos/isernhagen,i.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

IVANAUSKAS, N. M. Caracterização **florística e fisionômica da Floresta Atlântica sobre a formação Pariquera-Açu, na Zona da Morraria Costeira do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1997.

JASPER, André; GONÇALVES, Cátia Viviane; KAUFFMANN, Marjorie; MUSSKOPF, Émerson; KUNZEL, Diana Blum. 2014. **Classificação dos estágios sucessionais da vegetação nativa da Região do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil: parâmetros legais no contexto do Domínio da Mata Atlântica**. Nota Técnica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE), UNIVATES. 1-4 (disponível para consulta em <http://www.univates.br/ppgece/materiais-didaticos>).

JOLY, C. A. et. al. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. **Ciência e Cultura**, n. 51, p. 331-348, 1999.

KAZMIERCZAK, Marcos Leandro. **Identificação de áreas de preservação florestal, através de técnicas de geoprocessamento**. 1999. Disponível em: <<http://mar-te.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/01.26.17.39/doc/T101.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2013.

LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del Bosque Universitario: "El caimital", Estado Barinas. **Ver. For. Venezolana**, v. 7 n. 10/11, p. 77-119, 1964.

LONGHI, Sólton. Aspectos fitossociológicos de fragmento de floresta estacional decidual, Santa Maria, RS. 2000. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/publication/26436471\\_ASPECTOS\\_FITOSSOCIOLOGICOS\\_DE\\_FRAGMENTO\\_DE\\_FLORESTA\\_ESTACIONAL\\_DECIDUAL\\_SANTA\\_MARIA\\_RS](http://www.researchgate.net/publication/26436471_ASPECTOS_FITOSSOCIOLOGICOS_DE_FRAGMENTO_DE_FLORESTA_ESTACIONAL_DECIDUAL_SANTA_MARIA_RS)>. Acesso em: 05 ago. 2013.

MAANTAY, Juliana; ZIEGLER, John. **GIS for urbanenvironment. California**: ESRI Press, July. 2006. 600 p.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Comentários sobre a reserva florestal legal**. Revisado em: 04 set. 2001. Disponível em: <<http://www.ipef.br/legislacao/comentariosreserva.asp>>. Acesso em: 08 out. 2013.

MARTINS, F.R. Atributos de comunidades vegetais. **Quid. Teresina**, v. 9, n.1-2, p. 12-17, 2000.

MARTINS. R. **Fitossociologia de florestas no Brasil**: um histórico bibliográfico. Pesquisas - série Botânica n. 40, p. 103-164, 1989.

MARTIUS, C.P. A fisionomia do reino vegetal no Brasil. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, v. 10, n.10, p. 209-227. 2008.

MOREIRA, Carolina Mathias. **Avaliação de métodos fitossociológicos através de simulações de amostragens numa parcela permanente de cerrado, na Estação Ecológica de Assis, SP**. 2007. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-05062007-134450/>>. Acesso em: 03 dez. 2013.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ª edição. 2005. Editora UFV, 320p

NASCIMENTO, M.C.; SOARES, V. P., RIBEIRO, C.A.A.S. E SILVA, E., 2006. **Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS ii**. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.389-398, 2006.

NEVES, Débora Andréia; BARROS, Zacarias Xavier; ENGEL, Vera Lex. Evolução temporal de fragmentos de vegetação nativa no município de Agudos-SP, utilizando fotografias aéreas. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 2, p.20-31, 2010.

NEVES, Leonardo Gradiski. **Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural em área de empréstimo na Ilha da Madeira**. Monografia (Graduação) - Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, Engenharia Florestal. Seropédica - RJ: 2002.

NOVO, Evelyn M. L de Moraes. **Sensoriamento Remoto, Aplicações Básicas**. 2. ed. Edgard Blücher. 1998.

RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA. Disponível em: <[http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno\\_15.pdf](http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_15.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2013.

RIBAS, R. F. **Fitossociologia e grupos ecológicos em uma floresta estacionalse-midecidual de Viçosa, MG**. 2001. 69 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**. 2003.

RODRIGUES, J.B. **Sertum palmarum brasiliensium**. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura. 1989.

RODRIGUES, P. 1994. Projeto Bebedouro. In: **Anais do Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**. Foz do Iguaçu, Paraná. 1994.

ROMARIZ, D. A. A vegetação. In: **Brasil, a terra e o homem**. As bases físicas. 2. ed. São Paulo: Cia. Editora nacional. v. 1, 2002, p. 512-572.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp. 1996.

SAMPAIO, A. J. **Fitogeografia do Brasil**. 3. ed. São Paulo: Cia Editora Nacional. 1945.

SAMPAIO, A. J. **Phytogeographia do Brasil**. Coleção Brasileira v. 35, s. 5, p. 1-284. 1934.

SANTOS, L. B. Aspecto da vegetação do Brasil. **Boletim Geográfico**, v. 1, n. 5, p. 68-73, 1943.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SATO, Jorge. **Direito Ambiental e a Legislação, exame das restrições ao uso da propriedade**. Hemus. 1995.

SCHARWRCZ, C. D. **Diversidade genética de duas espécies arbóreas em fragmentos de Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 2008.

SCUDELLER, V. **Análise fitogeográfica da Mata Atlântica – Brasil**. Tese (doutorado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 2002.

SILVA, A. et al. Avaliação fitossociológica do estrato herbáceo- subarbustivo de áreas úmidas em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil Resumos do III Seminário de Agroecologia de MS. **Cadernos de Agroecologia**, v. 5, n.1, 2010.

SILVA, A. de B. **Sistemas de informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Unicamp, 2003.

SILVA, N. R. S. **Florística e estrutura horizontal de uma floresta estacional semi-decidual Montana – Mata do Juquinha de Paula, Viçosa, MG. Viçosa, MG.** 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

SIQUEIRA, J. O. Micorrizas Arbusculares. In: ARAUJO, R. S; HUNGRIA, M. (Eds). **Microrganismos de importância agrícola.** EMBRAPA: SPI, 1994. p. 151-194.

SOS Mata Atlântica; INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: período 2005-2008.** Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo. 2009.

SOUTO, Marco Antônio Gomes. **Estrutura e composição do estrato de regeneração em diferentes estádios sucessionais de dois fragmentos florestais com distintos históricos de uso em Campina Grande do Sul- PR.** Universidade Federal do Pará: 2009.

SOUTO, Roberto Pinto. Segmentação de imagem multiespectral utilizando-se o atributo matiz. São José dos Campos: INPE, 2003. Disponível em <[www.obt.inpe.br/pgsere/Souto-R-P-2000/publicacao.pdf](http://www.obt.inpe.br/pgsere/Souto-R-P-2000/publicacao.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2013.

TABARELLI, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, n. 1, p. 132-138, 2005.

TUCKER, C., 1979. **Red and photographic infrared linear combinations monitoring vegetation.** Remoting Sensing of Environment, v.8, n.2, p. 127-150.

URBANETZ, C. **Estudos florísticos da floresta ombrófila densa atlântica da Fazenda Folha Larga, Cananeia, SP.** Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia Universidade Estadual de Campinas. 2005.

VELOSO, H.P. Os grandes climaxes do Brasil. I. Considerações sobre os tipos vegetativos da Região Sul. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.** v. 44, n. 1, p. 13-103. 1962.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

WAPPAEUS, J. E. **Geographia do Império Brazil.** Rio de Janeiro: Typographia nacional. 1804.



## **ANEXOS**

## ANEXO 1 – Estágios sucessionais

Considera-se <b>vegetação primária</b> a vegetação de máxima expressão local com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antropicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies.	
<p>Como <b>vegetação secundária ou em regeneração</b>, considera-se aquelas formações herbáceas, arbustivas ou arbóreas decorrentes de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação original por ações antropicas ou causas naturais.</p> <p><b>I - Estágio inicial de regeneração:</b></p> <p>a) vegetação sucessora com fisionomia herbácea/arbustiva, apresentando altura média da formação até 03 (três) metros de Diâmetro à Altura do Peito (DAP), menor ou igual a 08 (oito) centímetros, podendo eventualmente apresentar dispersos na formação, indivíduos de porte arbóreo;</p> <p>b) epífitas, quando existentes, são representadas principalmente por Liqueus, <i>Brodiaea</i> e <i>Pteridófitas</i> com baixa diversidade;</p> <p>c) trepadeiras, se presentes, são geralmente herbáceas;</p> <p>d) serapilheira, quando existente, forma uma camada fina, pouco decídua, com pouca diversidade;</p> <p>e) a diversidade biológica é variável, com poucas espécies arbóreas, podendo apresentar plântulas de espécies características de outros estágios;</p> <p>f) ausência de sub-bosque;</p> <p>g) composição florística consiste basicamente de: <i>Andropogon bicornis</i>, (tabo-de-barro); <i>Paritidium aguilinum</i> (samambaias); <i>Rapanea ferruginea</i> (capoteiro); <i>Baccharis</i> spp. (vaussouras); entre outras espécies de arbustos e arbóreas.</p>	<p><b>II - Estágio médio de regeneração:</b></p> <p>a) vegetação que apresenta fisionomia de porte arbustivo/arbóreo cuja formação florestal apresenta altura de até 08 (oito) metros e Diâmetro à Altura do Peito (DAP) até 15 (quinze) centímetros;</p> <p>b) cobertura arbórea variando de aberta a fechada com ocorrência eventual de indivíduos emergentes;</p> <p>c) epífitas ocorrendo em maior número de indivíduos em relação ao estágio inicial sendo mais intenso na Floresta Ombrófila;</p> <p>d) trepadeiras, quando presentes, são geralmente lenhosas;</p> <p>e) serapilheira presente com espessura variável, conforme estação do ano e localização;</p> <p>f) diversidade biológica significativa;</p> <p>g) sub-bosque presente;</p> <p>h) composição florística caracterizada pela presença de: <i>Rapanea ferruginea</i> (capoteiro); <i>Baccharis dracunculifolia</i>, <i>B. articulata</i> e <i>B. discolor</i> (vaussouras); <i>Juga marginata</i> (manga-feijão); <i>Bauhinia candicans</i> (pata-de-vaca); <i>Trema micrantha</i> (granduiva); <i>Mimosa scabrella</i> (bracatinga); <i>Solanum auriculatum</i> (fumo-bravo).</p>
<p>Capoteira: formação vegetal sucessora, em estágio inicial ou médio, constituída principalmente por espécies pioneiras da região, provenientes de florestas nativas primárias ou sucessoras, em formação adulta, submetidas ao corte raso e em que pelo menos 50% da população arbórea não tenha ainda alcançado um diâmetro altura do peito (DAP) de 12 cm. (Código Florestal do Rio Grande do Sul – Alterado pela Lei 12.115/04)</p>	<p><b>III - Estágio avançado de regeneração:</b></p> <p>a) vegetação com fisionomia arbórea predominando sobre os demais estratos, formando um dossel fechado, uniforme, de grande amplitude diamétrica, apresentando altura superior a 08 (oito) metros e Diâmetro à Altura do Peito (DAP) médio, superior a 15 (quinze) centímetros;</p> <p>b) espécies emergentes, ocorrendo com diferentes graus de intensidade;</p> <p>c) copas superiores, horizontalmente amplas, sobre os estratos arbustivos e herbáceos;</p> <p>d) epífitas presentes com grande número de espécies, grande abundância, especialmente na Floresta Ombrófila;</p> <p>e) trepadeiras em geral, lenhosas;</p> <p>f) serapilheira abundante;</p> <p>g) grande diversidade biológica;</p> <p>h) florestas neste estágio podem apresentar fisionomia semelhante a vegetação primária;</p> <p>i) sub-bosque, em geral menos expressivo do que no estágio médio;</p> <p>j) a composição florística pode ser caracterizada pela presença de: <i>Cecropia adonops</i> (embaiaba); <i>Hieronyma alchorneoides</i> (licurus); <i>Nectandra leucotryx</i> (canela-branca); <i>Schinus molle</i> (mole); <i>Ardisia cuneata</i> (aroeira vermelha); <i>Cypripedium</i> (cambuata-vermelha); <i>Ocotea puberula</i> (canela-guaicá); <i>Piptocarpha angustifolia</i>; (vaussourá-branco); <i>Parapiptadenia rigida</i>; (manga-vermelha); <i>Paragonistia americana</i>; (guajuvira); <i>Martynia eschwegeana</i>; (cambuata-branco); <i>Euterpe cataractarum</i>; (timbóva).</p>
<p><b>Estágio Inicial</b></p> <p><b>Floresta Estacional Decidual</b>            Densidade média (ind ha<sup>-2</sup>): 12.619            Área basal média (m<sup>2</sup>): 1,24            Índice de Shannon (H'): 1,4</p> <p><b>Floresta Estacional Semi-decidual</b>            Densidade média (ind ha<sup>-2</sup>): 13.320            Área basal média (m<sup>2</sup>): 1,68            Índice de Shannon (H'): 1,74</p> <p><b>Floresta Ombrófila mista</b>            Densidade média (ind ha<sup>-2</sup>): 13.382            Área basal média (m<sup>2</sup>): 2,47            Índice de Shannon (H'): 1,79</p>	<p><b>Estágio Médio - Avançado</b></p> <p><b>Floresta Estacional Decidual</b>            Densidade média (ind ha<sup>-2</sup>): 832            Área basal média (m<sup>2</sup>): 2,59            Índice de Shannon (H'): 2,47</p> <p><b>Floresta Estacional Semi-decidual</b>            Densidade média (ind ha<sup>-2</sup>): 929            Área basal média (m<sup>2</sup>): 2,83            Índice de Shannon (H'): 2,63</p> <p><b>Floresta Ombrófila mista</b>            Densidade média (ind ha<sup>-2</sup>): 831            Área basal média (m<sup>2</sup>): 3,18            Índice de Shannon (H'): 2,58</p>

Fonte: Jasper et al. 2014.