



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM PERÍCIAS CRIMINAIS AMBIENTAIS

Fernando Taufik Name

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AUXÍLIO NA CLASSIFICAÇÃO DE
ESTÁGIOS DE REGENERAÇÃO NATURAL DE MATA ATLÂNTICA EM SANTA
CATARINA**

Florianópolis

2022

Fernando Taufik Name

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AUXÍLIO NA CLASSIFICAÇÃO DE
ESTÁGIOS DE REGENERAÇÃO NATURAL DE MATA ATLÂNTICA EM SANTA
CATARINA**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Perícias Criminais Ambientais.
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Siminski

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra

Name, Fernando Taufik

Proposta metodológica para auxílio na classificação de estágios de regeneração natural de Mata Atlântica em Santa Catarina / Fernando Taufik Name ; orientador, Alexandre Siminski, 2022.

127 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Perícias Criminais Ambientais. 2. Classificação florestal de Mata Atlântica, estágios de regeneração, variáveis qualitativas. I. Siminski, Alexandre. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Perícias Criminais Ambientais. III. Título.

Fernando Taufik Name

**Proposta metodológica para auxílio na classificação de estágios de regeneração natural
de Mata Atlântica em Santa Catarina**

O presente trabalho em nível de Mestrado Profissional foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Alexandre Siminski
Instituição UFSC

Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini
Instituição UFSC

Prof. Dr. Alexander Christian Vibrans
Instituição FURB

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi
julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Perícias Criminais Ambientais.

Prof. Dr. Carlos Henrique Lemos Soares
Coordenador do Programa

Prof. Dr. Alexandre Siminski
Orientador

Florianópolis, 2022.

Este trabalho é dedicado aos remanescentes florestais nativos de Santa Catarina, que naturalmente me trouxeram para perto de si.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tudo.

Agradeço a todos e a cada um dos meus colegas e Professores do curso de Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais, por toda a caminhada, tão difícil às vezes, mas muito gratificante. Agradeço por ouvirem meus posicionamentos sobre a área ambiental e contribuírem brilhantemente com os seus, produzindo de maneira muito peculiar a ciência, por meio do confronto respeitoso de ideias e pontos de vista nem sempre ressonantes. Estou certo de que o campo da gestão ambiental legal em Santa Catarina estará em excelentes mãos por muitos anos, pois essa é uma geração incrível, de pessoas verdadeiramente comprometidas com a aplicação da técnica e da norma, além de uma generosidade intelectual notável.

Agradeço ao Professor Alexandre Siminski, pela competência na condução da orientação, sempre preciso em seus direcionamentos técnicos e acadêmicos, mas nunca desconsiderando a questão humana do orientando.

Agradeço ao amigo de longa data, Biólogo Cássio Daltrini Neto, por sua enorme contribuição para meu desenvolvimento como Botânico.

Agradeço ao Professor Ademir Reis pelo direcionamento quase filosófico a respeito do meu objeto de pesquisa, comendo frutinhas de *Eugenia mattosii* na beira do Rio Itajaí-Açu.

Agradeço a todos amigos, familiares e colegas de trabalho de fora da Universidade, que me incentivaram e apoiaram nessa empreitada – especialmente à Aline, minha esposa, pela paciência diante das longas horas de pesquisa.

Agradeço a todos os brasileiros que contribuíram, através do pagamento dos tributos, para essa etapa importante da minha formação acadêmica. Espero retribuí-los com um meio ambiente ecologicamente equilibrado, lançando a luz mais intensa possível sobre o obscurantismo científico que repentinamente passou a assolar nosso povo. Acordemos e lutemos, sem utopias.

RESUMO

No início do século XXI, investigações acadêmicas passaram a ser conduzidas a fim de promover maior entendimento a respeito dos obstáculos existentes para a adequada aplicação dos dispositivos da resolução CONAMA nº 04/1994. A legislação estipula variáveis qualitativas e semiquantitativas que devem ser avaliadas para classificação de estágios de regeneração, no entanto, são escassos os trabalhos que procuram investigar métodos de análise dessas variáveis, não dendrométricas. A classificação da vegetação florestal por meio de variáveis qualitativas encontra desafios para sua implementação, uma vez que é necessário retirar a subjetividade do processo de amostragem e equilibrar as variações dos esforços amostrais. A interpretação de estágios de regeneração florestal com base em variáveis não dendrométricas (qualitativas e semiquantitativas) encontra raízes na fitossociologia clássica ou sigmatista, cuja proposta central é a caracterização das comunidades por meio do registro de listas florísticas e percentuais de cobertura dos elementos componentes (espécies, estratos, formas de vida). Este trabalho teve como objetivo geral propor metodologia para classificação de estágios de regeneração florestal, utilizando elementos da fitossociologia clássica adaptados para a classificação dos estágios de regeneração florestal, com base no reconhecimento da biodiversidade e complexidade do ecossistema – e considerando o texto legislativo. Como resultados, o trabalho apresentou proposta metodológica alinhada com as prerrogativas constitucionais. A amostragem de táxons, estratos, formas de vida e interpretação de sua conformação levou em conta a lei nº 11428/2006, artigo 4º, § 2º, incisos I a IX. A estrutura básica da proposta metodológica consistiu em: estratificação horizontal da vegetação; amostragem; análise de dados; interpretação dos resultados, em que se define o estágio de regeneração florestal. A proposta metodológica estabeleceu a amostragem da vegetação por meio de formulários padronizados. A análise de dados proposta foi por meio da comparação dos dados registrados no formulário padronizado, juntamente com dados de IVI das espécies arbóreas obtidos por meio de inventário florestal, com o quadro geral de análise de dados, formulado com base na resolução CONAMA nº 04/1994 e aprofundamentos teóricos referentes às variáveis florestais em análise. Para interpretação dos resultados, propôs-se a integração de resultados dendrométricos de DAP médio e altura média. Para cada variável florestal integrante da etapa final do processo de classificação sucessional proposto (interpretação de resultados), atribuiu-se um valor numérico, relacionando as características registradas com o estágio de regeneração florestal ao qual seriam correspondentes, sendo: inicial = 1; médio = 2; avançado = 3; floresta primária = 4. A definição de estágio de regeneração proposta foi por meio da média

aritmética ponderada entre os valores numéricos atribuídos a cada variável florestal integrante da proposta, definindo um índice de estágio (Ie). A definição de estágio de regeneração decorre do Ie obtido: $1 < Ie < 2$: estágio inicial de regeneração; $2 < Ie < 3$: estágio médio de regeneração; $3 < Ie < 4$: estágio avançado de regeneração; $Ie = 4$: floresta primária.

Palavras-chave: Bioma Mata Atlântica, estágios de regeneração florestal, proposta metodológica, classificação florestal, variáveis qualitativas, variáveis semiquantitativas, variáveis não dendrométricas, fitossociologia clássica, formulário padronizado de amostragem

ABSTRACT

At the beginning of the 21st century, academic investigations began to be conducted in order to promote greater understanding of the existing obstacles to the proper application of the provisions of CONAMA resolution n° 04/1994. The legislation stipulates qualitative and semi-quantitative variables that must be evaluated for the classification of stages of regeneration, however, there are few studies that seek to investigate methods of analysis of these variables, not dendrometric. The classification of forest vegetation through qualitative variables faces challenges for its implementation, since it is necessary to remove subjectivity from the sampling process and balance variations in sampling efforts. The interpretation of forest regeneration stages based on non-dendrometric variables (qualitative and semi-quantitative) finds roots in classical or sigmatist phytosociology, whose central proposal is the characterization of communities through the registration of floristic lists and percentages of coverage of the component elements (species, strata, life forms). The general objective of this work was to propose a methodology for classifying forest regeneration stages, using elements of classical phytosociology adapted for the classification of forest regeneration stages, based on the recognition of biodiversity and ecosystem complexity – and considering the legislative text. As a result, the work presented a methodological proposal aligned with the constitutional prerogatives. The sampling of taxa, strata, life forms and interpretation of their conformation took into account Law No. 11428/2006, article 4, § 2, items I to IX. The basic structure of the methodological proposal consisted of: horizontal stratification of vegetation; sampling; data analysis; interpretation of results, in which the stage of forest regeneration is defined. The methodological proposal established the sampling of vegetation through standardized forms. The proposed data analysis was carried out by comparing the data recorded in the standardized form, together with IVI data of tree species obtained through forest inventory, with the general data analysis framework, formulated based on CONAMA resolution n° 04/ 1994 and theoretical insights regarding the forest variables under analysis. To interpret the results, it was proposed to integrate dendrometric results of mean DBH and mean height. For each forest variable that is part of the final stage of the proposed successional classification process (interpretation of results), a numerical value was assigned, relating the characteristics recorded with the stage of forest regeneration to which they would correspond, being: initial = 1; average = 2; advanced = 3; primary forest = 4. The proposed regeneration stage definition was through the weighted arithmetic mean between the numerical values assigned to each forest variable included in the proposal, defining a stage index (I_e). The definition of regeneration stage derives from the obtained I_e : $1 < I_e < 2$: initial regeneration stage; $2 < I_e < 3$: medium stage of regeneration; $3 < I_e < 4$: advanced stage of regeneration; $I_e = 4$: primary forest.

Keywords: Atlantic Forest Biome, stages of forest regeneration, methodological proposal, forest classification, qualitative variables, semiquantitative variables, non-dendrometric variables, classical phytosociology, standardized sampling form

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição das florestas tropicais ao redor do mundo, concentrada na faixa entre os trópicos.....	22
Figura 2. Distribuição original das florestas tropicais brasileiras e sul-americanas. .	23
Figura 3. Acima, distribuição original das fitofisionomias catarinenses, segundo a proposta de cinco fitofisionomias de Klein (1978). Abaixo, padrão de uso da terra em Santa Catarina (2017), segundo o projeto Monitora SC.	28
Figura 4. Exemplo de formulário padronizado para amostragem pelo método de relevé, sendo registradas informações florísticas, de localização (área de estudo), comunidade, posição (geografia e relevo), tamanho e posição da amostra, estratificação (T = tree; S1 = shrub 1; S2 = shrub 2; H = herb) e observações ecológicas adicionais.	65
Figura 5. Exemplo de segmentação preliminar de unidades de vegetação em conjunto de imóveis urbanos, localizados no litoral norte catarinense. A distinção entre áreas de FOD, restinga arbórea e manguezal foi necessária para definição das unidades de vegetação de interesse (FOD).	67
Figura 6. Sistema de parcelas agrupadas, utilizado para duplicação da área amostral em análises de comunidades pelo método de relevé. A numeração (1 a 9) corresponde à ordem em que as unidades amostrais são duplicadas.	69
Figura 7. Exemplo de curva de acumulação de espécies (número de espécies, eixo y), em função da área de amostragem (m ² , eixo x), demonstrando o ponto em que a curva tende à estabilização, correspondendo à área mínima de amostragem (32 m ²), ou oitava parcela de 4 m ²	70
Figura 8. Exemplo de amostragem de vegetação considerando a escala de Braun-Blanquet para representação semiquantitativa de cada espécie na amostra, por estrato.	74
Figura 9. Quadro definitivo para organização dos relevés segundo afinidade florística, etapa necessária para formação de sistema fitossociológico e classificação das comunidades.	75
Figura 10. Gráfico com a distribuição diamétrica dos fustes em uma comunidade florestal, assumindo formato de “jota invertido”. N = número de indivíduos na amostra.	82
Figura 11. Diagrama de perfil esquematizando a sucessão florestal catarinense, utilizado na proposta metodológica para análise da variável florestal fisionomia.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características das comunidades, espécies florestais e sementes utilizadas para a caracterização de quatro grupos ecológicos distintos, por Budowsky (1965).	32
Quadro 2. Formulário padronizado para registro de dados florestais não dendrométricos.	101
Quadro 3. Quadro geral para análise dos dados primários obtidos, das variáveis florestais consideradas na proposta metodológica.....	103
Quadro 4. Médias de DAP e altura estabelecidas para os estágios de regeneração natural de acordo com a resolução CONAMA nº 04/1994.	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de espécies indicadoras de estágios de regeneração natural da Resolução CONAMA nº 04/1994, conforme nomenclatura e grafia apresentadas na norma, comparada com lista atualizada e corrigida (Flora do Brasil 2020).....	98
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abreviaturas:

ha hectares

km² quilômetros quadrados

m metros

m² metros quadrados

Siglas:

A.C. Antes de Cristo

AID Área de Influência Direta

APP Área(s) de Preservação Permanente

CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente

DAP Diâmetro à altura do peito

FATMA Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFFSC Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina

IMA Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina

MMA Ministério do Meio Ambiente

PIB Produto Interno Bruto

SEMA Secretaria Especial do Meio Ambiente

SISNAMA Sistema Nacional do Meio Ambiente

UC Unidade de Conservação

SUMÁRIO

Sumário.....	14
1	Introdução..... 16
2	Objetivos..... 20
2.1	Objetivo geral 20
2.2	Objetivos específicos 20
3	Referencial teórico..... 21
3.1	Florestas tropicais 21
3.1.1	Biodiversidade e complexidade estrutural..... 23
3.1.2	Bioma Mata Atlântica..... 24
3.1.3	Regeneração florestal 29
3.2	Mecanismos legais de proteção e uso das florestas nativas brasileiras 37
3.2.1	Exploração histórica dos recursos florestais brasileiros 37
3.2.2	Transformação de paradigma na política ambiental internacional e brasileira .. 38
3.2.3	Lei Federal nº 6938/1981 39
3.2.4	Constituição Federal de 1988 41
3.2.5	Proteção do Bioma Mata Atlântica como patrimônio nacional..... 42
3.3	Ciência da vegetação 58
3.3.1	Escolas de análise de vegetação 60
3.3.2	Aspectos gerais da análise de vegetação 61
3.3.3	Métodos quantitativos 62
3.3.4	Métodos qualitativos 63
3.3.5	Estudos fitossociológicos 71
3.3.6	Classificação de estágios de regeneração florestal 77
4	Metodologia..... 91
5	Proposta metodológica para classificação de estágios de regeneração florestal 92
5.1	Estratificação horizontal da vegetação 93
5.1.1	Delimitação das comunidades por meio de geoprocessamento..... 93
5.1.2	Refinamento da estratificação horizontal 93
5.1.3	Conclusão da delimitação das comunidades em diferentes estágios de regeneração 94
5.2	Amostragem 94
5.2.1	Esforço amostral 95
5.2.2	Suficiência amostral 96

5.2.3	Sub-bosque	96
5.2.4	Estratos predominantes.....	96
5.2.5	Epífitas.....	96
5.2.6	Trepadeiras	97
5.2.7	Fisionomia	97
5.2.8	Espécies dominantes e diversidade.....	98
5.2.9	Variáveis florestais qualitativas não incluídas na proposta.....	98
5.2.10	Formulário padronizado	100
5.3	Análise de dados	102
5.3.1	Preparação dos dados.....	102
5.3.2	Quadro geral para análise de dados	102
5.4	Interpretação de resultados	104
5.4.1	Resultados da amostragem e análise de dados	104
5.4.2	Resultados das variáveis dendrométricas	104
5.4.3	Compilação dos resultados	104
5.4.4	Definição do estágio de regeneração florestal.....	105
6	Discussão	106
7	Conclusões.....	111
	Referências	112

1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento do meio ambiente como ente autônomo, passível de regramento individualizado, consolidou-se no sistema jurídico brasileiro por meio da Constituição Federal de 1988 (BENJAMIM, 2005), quando o equilíbrio ecológico para a presente e as futuras gerações passou a ser considerado direito fundamental de todos os cidadãos (BRASIL, 1988, art. 225). Alguns anos antes, ainda na década de 1980, foi estabelecida legalmente a necessidade de realização de licenciamento ambiental previamente à implantação de empreendimentos potencial ou efetivamente utilizadores de recursos naturais, por meio da lei nº 6938/1981 (BRASIL, 1981, art. 10). No início da década seguinte, o Bioma Mata Atlântica tornou-se objeto de regramentos especiais por conta dos níveis de degradação atingidos em seu domínio, o qual coincide com as áreas de maior adensamento demográfico no território brasileiro.

A primeira norma de aplicação exclusiva no Bioma Mata Atlântica foi o decreto nº 99547/1990 (BRASIL, 1990), alvo de críticas por vedar completamente a possibilidade de intervenções antropogênicas, quaisquer que fossem as condições de conservação ou alteração da área natural. Essa norma restritiva foi substituída pelo decreto nº 750/1993 (BRASIL, 1993a), que introduziu na legislação ambiental brasileira o conceito ecológico de estágios de regeneração natural da vegetação nativa (inicial, médio e avançado) – ou etapas de sucessão secundária. Em seguida, a resolução CONAMA nº 10/1993 apresentou o método básico de classificação da vegetação florestal secundária e primária do bioma, estabelecendo dez variáveis¹ do ecossistema (BRASIL, 1993b, art. 1º) a serem analisadas para enquadramento em um dos estágios de regeneração legalmente aceitos – texto que foi recepcionado pela lei nº 11428/2006 (BRASIL, 2006, art. 4º, § 2º), treze anos mais tarde.

Ainda na década de 1990, os órgãos ambientais da maioria dos Estados abrigando fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica, em conjunto com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), desenvolveram regramentos próprios para a classificação dos estágios de regeneração florestal em seus territórios, sendo submetidos ao Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) para aprovação e edição na forma de resoluções técnicas. Minas Gerais e Paraíba promoveram essa ação legislativa em 2007; outros Estados (Mato Grosso do Sul, Goiás, Piauí), cujos biomas predominantes abrigam disjunções

¹ No texto legislativo (resolução CONAMA nº 10/1993; lei nº 11428/2006), os elementos florestais a serem analisados para classificação de estágios de regeneração são denominados “parâmetros básicos”. No presente trabalho, tais elementos são denominados “variáveis”, partindo do entendimento que parâmetros representam as formas de expressão das variáveis, definindo cada estágio especificamente. Dessa forma, pode-se afirmar que os parâmetros de classificação da vegetação florestal catarinense são estabelecidos pela resolução CONAMA nº 04/1994.

florestais típicas de Mata Atlântica (IBGE, 2008), não possuem regulamentação específica para a classificação de estágios de regeneração florestal.

A fim de estabelecer os parâmetros para classificação de estágios de regeneração das florestas nativas catarinenses (exceto vegetação de restinga e manguezais) em procedimentos de licenciamento florestal, foi elaborada a resolução CONAMA nº 04/1994 (BRASIL, 1994). No entanto, a aplicação das resoluções do CONAMA em casos concretos, em âmbito legal (licenciamento ambiental urbano e rural), trouxe consequências para diversos setores da economia e para a política ambiental (SIMINSKI; FANTINI, 2012) – afetando, por exemplo, a vida no campo e contribuindo para a intensificação do êxodo rural, uma vez que certas características atribuídas aos estágios de regeneração florestal pela resolução CONAMA nº 04/1994 inviabilizaram a continuidade da prática tradicional de rotação de coivara, realizada por pequenos produtores do Estado de Santa Catarina (SIMINSKI *et al.*, 2004a).

Os valores estipulados para os parâmetros dendrométricos da resolução CONAMA nº 04/1994 são apontados como incongruentes (SIMINSKI; FANTINI, 2012; ANDREACCI; MARENZI, 2017), indicando a necessidade de reformulação da norma. No início do século XXI, investigações acadêmicas passaram a ser conduzidas a fim de promover maior entendimento a respeito dos obstáculos existentes para a adequada aplicação dos dispositivos da resolução CONAMA nº 04/1994, sendo levantadas duas situações principais: 1) o alto grau de especialização requerido dos profissionais para a identificação de espécies indicadoras de estágios de regeneração (JASPER, 2002; citado por SIMINSKI *et al.*, 2004a); 2) a ausência de DAP mínimo a ser considerado como nível de inclusão para a amostragem (inventário florestal), invalidando os valores de referência (DAP e altura médios) (JASTER, 2002; SIMINSKI; FANTINI, 2003; SIMINSKI *et al.*, 2003; citado por SIMINSKI *et al.* 2004a).

Embora o emprego de variáveis quantitativas ou estruturais para classificação da vegetação florestal venha sendo objeto recorrente de estudo – promovendo avanços em sua aplicação em âmbito legal – a legislação apresenta variáveis florestais qualitativas que devem ser consideradas na classificação de estágios de regeneração (SIMINSKI *et al.*, 2013), as quais desempenham papel de descritoras da biodiversidade e da complexidade do ecossistema. Reis *et al.* (1995) afirmam que a avaliação de características florestais qualitativas é mais importante do que das quantitativas, para o conhecimento do nível de conservação dos remanescentes florestais do Estado.

No entanto, são escassos os trabalhos que procuram investigar métodos de análise qualitativos ou semiquantitativos da vegetação florestal (por meio de variáveis não

dendrométricas), para fins de classificação de etapas de sucessão secundária nos termos da resolução CONAMA nº 04/1994 – podendo-se citar a investigação de Andreacci e Marenzi (2017) a respeito da acuracidade das espécies indicadoras de estágios de regeneração, ou a investigação de Siminski *et al.* (2013) a respeito da composição florística das etapas de sucessão.

A classificação da vegetação florestal por meio de variáveis qualitativas e semiquantitativas encontra desafios para sua implementação, uma vez que é necessário retirar a subjetividade do processo de amostragem e equilibrar as variações dos esforços amostrais, pois estes são vieses que levam ao comprometimento da confiabilidade em comparações realizadas entre levantamentos distintos. Os resultados podem apresentar variações em função de amostragens assimétricas, considerando que a obtenção de dados primários pode ser influenciada pela experiência do analista, tamanho das equipes, método de coleta, entre outros fatores (MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011).

Ao longo da trajetória sucessional, as florestas tropicais passam por mudanças nas populações de espécies botânicas, havendo dominância de determinadas espécies arbóreas em cada etapa, até a maturidade do ecossistema, quando o predomínio de uma ou poucas espécies dá lugar ao equilíbrio na comunidade (BUDOWSKY, 1965). A dinâmica de regeneração florestal imprime aspectos bem definidos para cada estágio – tornando possível proceder classificações expeditas baseadas apenas na fisionomia da comunidade vegetal (SIMINSKI; FANTINI, 2012). Entre os métodos que podem ser empregados para a classificação sucessional com base em variáveis não dendrométricas da vegetação florestal, um exemplo é a análise da composição florística inerente a cada estágio (famílias, gêneros, espécies, proporção de espécies esciófitas) (SIMINSKI *et al.*, 2013).

A avaliação da vegetação por meio de sua fisionomia predominante e composição florística remete ao modelo proposto por Klein (1980), segundo o qual cada série temporária de vegetação em um processo sucessional é nomeada de acordo com o gênero de plantas dominante, com adição do sufixo *-etum* ao nome do gênero (por exemplo, *Baccharisietum*, *Myrsinietum* e *Miconietum*). Esse modelo de interpretação de estágios de regeneração florestal encontra raízes na fitossociologia clássica – cuja proposta central baseia-se na caracterização das comunidades por meio do registro de listas florísticas (amostragem qualitativa), bem como as porcentagens de cobertura dos elementos componentes (amostragem semiquantitativa) (CAPELO, 2003).

A justificativa para o presente trabalho apoia-se na necessidade de desenvolvimento de ferramenta técnica de auxílio para a classificação de estágios de regeneração florestal no Bioma Mata Atlântica em Santa Catarina, buscando padronizar a obtenção e a interpretação de dados florestais.

Uma das características mais importantes do bioma é sua biodiversidade, condicionada pela complexidade estrutural das florestas e multiplicidade de ambientes no interior do ecossistema, possibilitando a ocorrência de incontáveis relações ecológicas e promovendo serviços ambientais (ou ecossistêmicos) indispensáveis para a manutenção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Nesse contexto, propõe-se que a classificação da vegetação florestal nativa secundária em três estágios de regeneração distintos – assim como a identificação de áreas florestais primárias – seja primordialmente norteadada pelo reconhecimento da biodiversidade e da complexidade estrutural (quantidade de sinúcias e formas de vida), presentes nos remanescentes avaliados.

A proposta metodológica a ser apresentada destina-se a profissionais de licenciamento ambiental e peritos criminais ambientais. A padronização de estudos, bem como a elaboração de protocolos para obtenção de dados a campo e interpretação de resultados, pode evitar a judicialização de questões técnicas muitas vezes passíveis de serem dirimidas com a adoção de medidas operacionais simples e acessíveis.

Por outro lado, espera-se que a utilização de ferramentas técnicas bem ajustadas para análise da vegetação nativa se torne prática consolidada na macrogestão dos recursos naturais brasileiros, a fim de promover melhoria nos padrões ambientais gerais no país.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor metodologia complementar de classificação de estágios de regeneração florestal de acordo com a resolução CONAMA nº 04/1994, levando em conta os parâmetros não dendrométricos (qualitativos e semiquantitativos) da norma.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Promover a padronização de procedimentos de obtenção e análise de dados florestais, para classificação de estágios de regeneração, no âmbito do licenciamento e da perícia criminal ambiental em Santa Catarina.

Promover a classificação dos estágios de regeneração florestal na Mata Atlântica segundo a biodiversidade e complexidade do ecossistema (sinúcias e formas de vida).

Revisar a resolução CONAMA nº 04/1994, identificando as variáveis não dendrométricas que dificultam a correta aplicação da norma e necessitam de revisão.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, são apresentadas informações necessárias para a compreensão da proposta metodológica objetivada pelo presente trabalho.

Inicialmente, são apresentadas as florestas tropicais, o Bioma Mata Atlântica e as respostas ecológicas do ecossistema a perturbações, a fim de evidenciar as características do processo ecológico de sucessão secundária florestal e sua relação com a biodiversidade e a complexidade estrutural.

Em seguida, são apresentados mecanismos legais de proteção e uso de áreas florestais nativas no Brasil, incluindo a legislação aplicada para a definição de estágios de regeneração florestal no Bioma Mata Atlântica, com ênfase para o Estado de Santa Catarina.

Finalmente, é abordada a ciência da vegetação e os métodos de análise passíveis de uso, a fim de emoldurar as diferentes abordagens da cobertura vegetal, bem como as formas de obtenção e interpretação de dados primários florestais.

3.1 FLORESTAS TROPICAIS

As florestas tropicais provavelmente tenham sido formadas há 400 milhões de anos e representavam um ambiente contínuo, que se estendia sobre o supercontinente de Gondwana, o qual foi lentamente se separando no período entre 150 milhões e 50 milhões de anos atrás, quando então a deriva continental assumiu conformação semelhante à atual e os cinturões florestais se desconectaram por completo, promovendo situação de vicariância entre as espécies que antigamente ocupavam o mesmo território – destacando-se que a América do Sul permaneceu isolada de outros continentes desde então, até entre 11 milhões e três milhões de anos atrás, quando se encontrou com a América do Norte (SOBRAL-SOUZA; LIMA-RIBEIRO, 2017).

Atualmente, as florestas tropicais úmidas ocupam uma área de aproximadamente 7% da superfície terrestre da Terra (MYERS *et al.*, 2000) – porém restritas a certos locais na faixa entre as latitudes 25° Norte e 25° Sul (aproximadamente), sendo mais expressivas na Floresta Amazônica, Mata Atlântica, florestas da Bacia do Rio Congo e florestas das ilhas do sudeste asiático (SOBRAL-SOUZA; LIMA-RIBEIRO, 2017), ocorrendo em menores extensões nas ilhas de Madagascar e Nova Guiné (PRIMACK; CORLETT, 2005).

A umidade dessas florestas é fornecida pelos ventos oriundos dos Hemisférios Norte e Sul que se encontram e distribuem as chuvas na Zona de Convergência Intertropical, mantendo-se temperaturas elevadas e com poucas variações ao longo do ano, por conta da

incidência perpendicular dos raios solares (MCGREGOR; NIEUWOLT, 1998; WALSH; NEWBERRY, 1999; citado por SOBRAL-SOUZA; LIMA-RIBEIRO, 2017).

Existem diversas linhas de pesquisa que procuram apontar as causas da ocorrência de biodiversidade expressiva nas florestas tropicais úmidas. A idade geológica avançada, o isolamento geográfico dos cinturões florestais nos trópicos, a multiplicidade de ambientes apresentados pelas florestas e as pressões evolutivas diversas certamente contribuíram para a intensificação dos processos de especiação e de coevolução das espécies nesses ecossistemas. A altíssima diversidade biológica em florestas tropicais pode ser entendida como resultado da associação de fatores como: produtividade elevada dos ecossistemas; redução da área de nicho; sobreposição de espécies em um mesmo nicho; aumento de competição e predação em um ambiente heterogêneo e estável (HAFFER, 1982; citado por LEITÃO FILHO, 1987).

A Figura 1 apresenta a distribuição das florestas tropicais no mundo.

Figura 1. Distribuição das florestas tropicais ao redor do mundo, concentrada na faixa entre os trópicos.



Fonte: modificado de Sobral-Souza; Lima-Barreiro (2017).

A Figura 2 apresenta a distribuição original das florestas tropicais brasileiras e da América do Sul.

Figura 2. Distribuição original das florestas tropicais brasileiras e sul-americanas.



Fonte: modificado de Sobral-Souza; Lima-Barreiro (2017).

3.1.1 Biodiversidade e complexidade estrutural

Como resultado de um processo evolutivo intenso e dinâmico, as florestas tropicais úmidas abrigam mais de 50% das espécies em terras emersas do planeta, sendo que até 44% das plantas vasculares e 35% de todas as espécies de quatro grupos de vertebrados (exceto peixes) estão concentradas em 34 *hotspots* mundiais, que correspondem a 1,4% da superfície terrestre da Terra (MAYERS et al., 2000) – entre os quais desponta a Mata Atlântica.

3.1.1.1 Sinúcias florestais

Sinúcias podem ser definidas como conjuntos de plantas de estrutura semelhante, no qual as espécies apresentam a mesma forma de vida e necessidades ecológicas similares (DU RIETZ, 1954; citado por IBGE, 2012).

Florestas, embora disponham de diversas definições, podem ser caracterizadas como um conjunto de sinúcias em que predominam os fanerófitos de alto porte – subdivididos entre macrofanerófitos (30 m a 50 m de altura) e mesofanerófitos (20 m a 30 m de altura) – além de ervas, arbustos e arvoretas ou árvores de pequeno porte, formando quatro estratos bem definidos (IBGE, 2012).

Em florestas tropicais, além desses componentes, podem ocorrer outras sinúrias, como as comunidades de plantas epífitas e as trepadeiras – levando ao surgimento de ecossistemas estruturalmente complexos e dinâmicos, desenvolvendo-se nesses ambientes condições para o estabelecimento de outros grupos de seres vivos e diversas interações ecológicas.

3.1.2 Bioma Mata Atlântica

A seguir, são apresentados aspectos do Bioma Mata Atlântica com a finalidade de evidenciar sua complexidade ecossistêmica e biodiversidade, elementos norteadores da metodologia que será proposta adiante.

3.1.2.1 Gênese e evolução

Denomina-se Mata Atlântica a floresta tropical úmida que se estende ao longo da costa oriental da América do Sul, sob influência direta da umidade vinda do Oceano Atlântico, entre as latitudes 4° Sul e 32° Sul, com altitudes que oscilam do nível do mar (0 m) até 2900 m e ambientes onde há grande variação na composição e profundidade dos solos e na temperatura do ar (MANTOVANI, 2003; citado por TABARELLI *et al.*, 2005).

Com a deriva continental iniciada há cerca de 150 milhões de anos e o surgimento do Oceano Atlântico, profundas bacias na borda leste do continente sul-americano passaram a ser preenchidas por sedimentos do Cretáceo e do Cenozoico, criando as condições para o surgimento da Mata Atlântica (BIGARELLA, 1991; citado por FRANKE *et al.*, 2005) – de modo que existem tais condições de instalação de vegetação arbórea na costa atlântica da América do Sul há pelo menos 60 milhões de anos.

Os grandes ciclos climáticos de aquecimento e resfriamento do planeta que ocorreram desde a formação da Mata Atlântica promoveram períodos de expansão e retração de seu território, levando a conexões com outras florestas sul-americanas (Floresta Amazônica e florestas andinas, por exemplo), onde ocorreram intercâmbios florísticos, seguidos de períodos de desconexão nos quais se intensificaram os processos de especiação geográfica (SILVA *et al.*, 2004; citado por TABARELLI *et al.*, 2005).

Possivelmente a Mata Atlântica tenha sido o principal centro dispersor de espécies para a Floresta Amazônica, cujo surgimento é mais recente, há cerca de 5 milhões de anos (FRANKE *et al.* 2005) – figurando entre as provas desse compartilhamento, a ocorrência de disjunções de populações e espécies vicariantes encontradas em ambas as formações florestais (MORI *et al.*, 1981; PRANCE, 1987; citado por FRANKE *et al.* 2005). Com o aumento das

fitofisionomias de savana e estepe entre a Mata Atlântica e as fitofisionomias arbóreas do norte do Brasil (precursoras da Floresta Amazônica) houve diminuição das interrelações de suas floras, porém ainda foram mantidas rotas de comunicação através das matas de galeria ao longo das bacias hidrográficas que cortam essa porção da América do Sul (FRANKE *et al.*, 2005).

Originalmente, a extensão do Bioma Mata Atlântica era de aproximadamente 1500000 km², estendendo-se desde a costa leste brasileira até o nordeste da Argentina e leste do Paraguai (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLANTICA; INPE, 2001; GALINDO-LEAL; CAMARA, 2003; citado por TABARELLI *et al.*, 2005), estimando-se a porção sobre o Brasil entre 1300000 km² e 1360000 km², ou até 16% do território do país (MMA, 2000; FRANKE *et al.*, 2005).

Atualmente, esse é o bioma brasileiro mais degradado, sendo o único com menos áreas de vegetação nativa do que áreas de uso alternativo da terra; sua extensão abrange 49,3% das áreas urbanas do território nacional, incluindo as mais industrializadas e que concentram a maior parcela do PIB nacional, provendo aos moradores dessas áreas serviços ambientais locais (alimentos, produtos florestais) e regionais (controle da erosão, proteção contra desastres naturais) – além daqueles com reflexos globais (captura de carbono, manutenção da biodiversidade, entre outros) (IBGE, 2020). Somente entre os anos de 2000 e 2018, a extensão de áreas florestais no Bioma Mata Atlântica sofreu redução de 8560 km², passando de 147504 km² para 138944 km² (perda de mais de 6%), sendo a atual extensão florestal equivalente a 12,6% da extensão original do bioma, no qual predominavam as florestas (IBGE, 2020).

Em termos de biodiversidade, ainda que fortemente reduzido em área, o Bioma Mata Atlântica abriga uma estimativa de 2300 espécies de vertebrados e 20000 espécies de plantas vasculares (PINTO *et al.*, 2006), das quais 740 e 8000, respectivamente, são endêmicas (MITTERMEIER *et al.*, 2004; FONSECA *et al.*, 2004; citado por PINTO *et al.*, 2006) – além de uma quantidade imensurável de espécies de outros táxons, condicionando relações ecológicas intraespecíficas e interespecíficas. Em termos de diversidade vegetal, já foram encontradas áreas no bioma com 454 e 476 espécies lenhosas por hectare (sul da Bahia e norte do Espírito Santo, respectivamente), além do fato de mais da metade das espécies arbóreas ser endêmica, assim como duas em cada três espécies de palmeiras e três em cada quatro espécies de bromélias (LIMA; CAPOBIANCO, 1997).

3.1.2.2 Características e biodiversidade das florestas nativas catarinenses

De acordo com o levantamento sistematizado realizado no primeiro ciclo do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC) (2007 a 2011), as florestas nativas do Estado

apresentaram 2341 espécies de plantas vasculares, sendo 860 espécies arbóreas e arbustivas, 560 de plantas epífitas, 270 de trepadeiras, 315 de samambaias e 707 de ervas terrícolas. Apesar da diversidade botânica observada no Estado, uma em cada três espécies foi representada por menos de dez indivíduos nas unidades amostrais do projeto (refletindo raridade das espécies ou metodologia inadequada para representação da flora), sendo que 20% das espécies identificadas por Reitz e Klein no esforço amostral para a elaboração da Flora Ilustrada Catarinense, não foram encontradas no esforço amostral para o primeiro ciclo do IFFSC, cerca de meio século depois (VIBRANS *et al.*, 2012).

Em relação à qualidade dos remanescentes florestais nativos catarinenses, mensurada por meio de sua biodiversidade florística e complexidade do ecossistema, o IFFSC constatou empobrecimento da vegetação, uma vez que os números médios de espécies lenhosas nas unidades amostrais de 4000 m² alocadas em FOD, FOM e FED, foram 58, 36 e 38 respectivamente; e os estratos regenerantes dessas fitofisionomias apresentaram 57, 14 e 15 espécies em média, respectivamente. Além disso, na FOD, 70% das espécies lenhosas pertenceram aos grupos ecológicos das pioneiras e secundárias, enquanto na FOM foram 80% e na FED foram 100% as espécies pertencentes a esses grupos (VIBRANS *et al.* 2012). Esses resultados denotam baixa frequência de espécies secundárias tardias e clímaces nas florestas nativas do Estado, bem como a possível relação entre as dimensões das áreas remanescentes das fitofisionomias, a biodiversidade e a complexidade estrutural dessas florestas – sendo a FOD a fitofisionomia mais extensa, enquanto a FED se apresenta fortemente impactada e reduzida.

O IFFSC realizou mapeamento detalhado da cobertura florestal atual e demais categorias de uso da terra no Estado (2017), utilizando sinergicamente as técnicas de análise de dados primários florestais e sensoriamento remoto. Para esse mapeamento, realizado no âmbito do projeto Monitora SC, foram analisadas imagens do satélite Landsat-8 OLI e considerados os fragmentos florestais com pelo menos 0,5 hectares, com altura média de 4 m ou mais e área basal de 8 m² por hectare ou mais, sendo identificadas 12 classes de uso da terra, com acuracidade geral de 95%, chegando a 97% para a classe “restinga” (VIBRANS *et al.*, 2021).

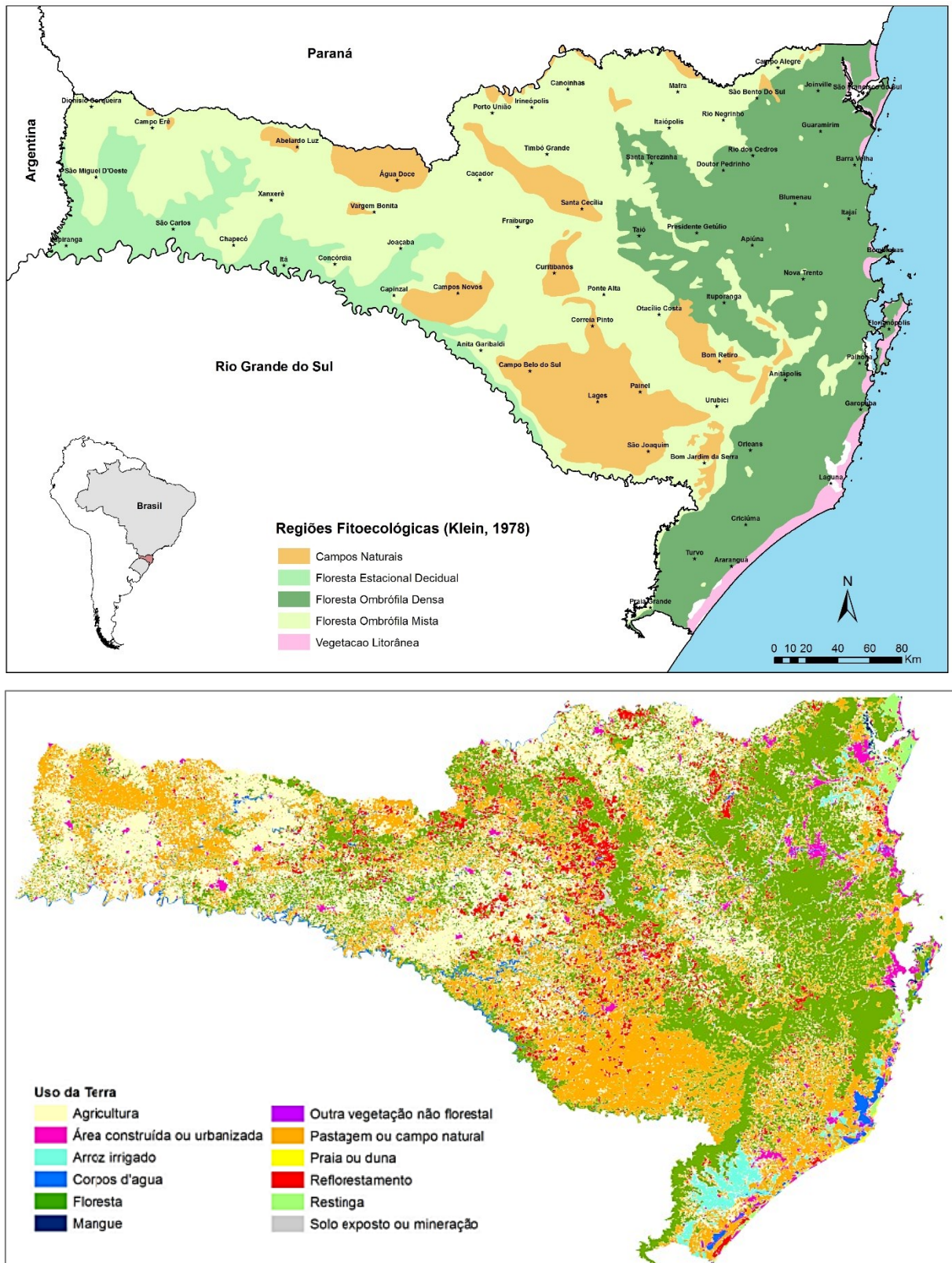
Os resultados do mapeamento do IFFSC apontaram que ainda restam em Santa Catarina 36180,71 km² (3618071 hectares) de florestas nativas – ou 38,05% do território catarinense recoberto por fitofisionomias florestais. A fitofisionomia mais impactada é a FED, restando 29,11% de sua extensão original, seguida da FOM, restando 33,91% (incluindo áreas de floresta

com araucárias, floresta de faxinais, matinha nebulosa e campos de altitude) e finalmente a FOD, com 47,79% de sua extensão original remanescente (VIBRANS *et al.*, 2021).

Entre os usos alternativos da terra mais extensivos mapeados no Estado, destacaram-se as pastagens/campos, ocupando 29,24% do território (mais do que a extensão da FED), a agricultura ocupando 14,96% da área do Estado e os reflorestamentos com espécies exóticas, presentes em 10,46% das terras catarinenses. As cidades/áreas construídas totalizaram 2,58% do território do Estado de Santa Catarina (VIBRANS *et al.*, 2021).

A Figura 3 apresenta, acima, a disposição original das fitofisionomias atribuídas ao Estado de Santa Catarina, de acordo com o Mapa Fitogeográfico de Klein (1978); abaixo, a atual cobertura do solo (2017), segundo 12 classes de uso da terra consideradas pelo Projeto Monitora SC.

Figura 3. Acima, distribuição original das fitofisionomias catarinenses, segundo a proposta de cinco fitofisionomias de Klein (1978). Abaixo, padrão de uso da terra em Santa Catarina (2017), segundo o projeto Monitora SC.



Fonte: adaptado de IFFSC/Monitora SC (2021).

3.1.3 Regeneração florestal

A seguir, são apresentadas informações referentes ao processo de regeneração florestal, visando a promover a compreensão sobre aspectos ecológicos que possam ser empregados para interpretação das variáveis e parâmetros, estipulados legalmente para análise.

3.1.3.1 Abertura e fechamento de clareiras

Após ocorrerem perturbações em florestas tropicais e a conseqüente abertura de clareiras, seja por causas naturais ou antropogênicas, desencadeia-se um processo de sucessão secundária em nível de comunidade e de ecossistema, caracterizado por uma progressão gradual na diversidade específica e na complexidade estrutural florestal na área perturbada (CHAZDON, 2012).

O processo de abertura e fechamento de clareiras é considerado o meio de manutenção das florestas (DENSLOW, 1980; BROKAW, 1985; HUBBELL; FOSTER, 1986; WHITMORE, 1996; citado por LIMA, 2005). A clareira aberta em meio à vegetação florestal constitui a unidade de início de novo ciclo de instalação e crescimento de espécies, após a morte de árvores ou quedas de galhos, promovendo renovação da vegetação (WATT, 1947; WHITMORE, 1990; DEVOE, 1992; citado por LIMA, 2005). Por meio do mecanismo de abertura de clareiras em florestas tropicais, são criadas condições para a coexistência de espécies de diferentes estágios de regeneração natural, conferindo heterogeneidade ao ecossistema.

Vários fatores podem influenciar as características de uma clareira florestal, como o porte da árvore que caiu, a quantidade de árvores derrubadas, o tipo de queda (galho, árvore morta em pé, quebra do fuste, desenraizamento) e sua orientação (BROKAW, 1982; RUNKLE, 1990; citado por LIMA, 2005). Clareiras de pequenas dimensões são formadas pela queda de emaranhados de lianas, galhos ou pela desintegração gradual da copa de árvore morta em pé (LIMA, 2005), enquanto as de grandes dimensões são formadas por eventos de maior magnitude, como deslizamentos de encostas, terremotos, incêndios florestais, furacões e outros desastres naturais.

As variações nas características das clareiras, especialmente seu tamanho, podem influenciar os processos de regeneração florestal que ocorrem nesses espaços – por conta do recrutamento de espécies com biologies distintas, em função dos mecanismos de germinação das sementes e respostas à luminosidade que as plântulas apresentam.

3.1.3.2 *Processo de sucessão secundária*

O processo de sucessão secundária em ecossistemas florestais nativos após perturbações ocorre em estágios definidos pela dominância de certas espécies (KLEIN, 1980; SIMINSKI *et al.* 2004a; SIMINKI *et al.*, 2013), conferindo fisionomia típica à comunidade. No entanto, as trajetórias da regeneração florestal e suas taxas de mudança (velocidade com que os estágios cedem lugar aos seguintes) estão relacionadas a diversos fatores, tais como: a natureza do uso da terra anteriormente ao processo de regeneração, a proximidade com matrizes florestais bem conservadas e a presença de fauna dispersora de sementes, entre outros (CHAZDON, 2012).

Como exemplo de variação nas trajetórias do processo regeneração florestal e consequentemente nas velocidades de mudança entre os estágios, Fantini e Siminki (2013) relataram para uma área de FOD secundária em Santa Catarina: permanência da comunidade arbustiva dominante por até 12 anos; recrutamento de arvoretas variando seu início entre cinco e 16 anos após o abandono da área; recrutamento de árvores variando seu início entre 15 e 35 anos; e maior complexidade estrutural do ecossistema em sucessão secundária ocorrendo entre 35 e 55 anos após o início do processo.

A reinstalação das espécies em uma área florestal perturbada inicia-se por plantas herbáceas, recobrando rapidamente o solo, instalando-se em seguida a comunidade arbustiva, a qual é substituída gradativamente por arvoretas que iniciam a formação de dossel no ecossistema, porém com arquitetura de galhos que ainda permite uma incidência luminosa acentuada no interior florestal; posteriormente aparecem as árvores de espécies florestais, promovendo fechamento efetivo de dossel e mudança qualitativa no ecossistema, a partir da criação de sub-bosque onde incide menor luminosidade (FANTINI; SIMINSKI, 2013).

No entanto, o fato de uma floresta nativa secundária em longo tempo de pousio apresentar alta complexidade estrutural e biodiversidade não significa que tenha readquirido todas as características originalmente presentes no ecossistema. Florestas tropicais podem ser consideradas primárias novamente após 100 a 200 anos de regeneração natural, de acordo com a longevidade das espécies arbóreas componentes das comunidades secundárias (WIRTH *et al.*, 2009; citado por CHAZDON, 2012).

3.1.3.3 *Florestas secundárias*

As mudanças ocorridas no ecossistema após a destruição parcial de uma comunidade florestal são definidas como sucessão secundária, podendo ocorrer a partir da formação de uma clareira na floresta ou após o abandono de uma grande área agrícola (GOMEZ-POMPA *et al.*,

1972). O processo de regeneração florestal apresenta diversas características, dentre as quais a ocorrência de mudanças sucessivas na composição florística da comunidade (RICHARDS, 1952; citado por MACIEL *et al.*, 2003). Assim, florestas secundárias apresentam processos ecológicos de sucessão de espécies que levam a combinações florísticas distintas, ao longo do tempo, até o restabelecimento da floresta madura e em equilíbrio (TRACEY, 1985).

Os estágios de regeneração florestal apresentam outras características distintas, além da florística. As fases mais precoces do processo se caracterizam pela maior densidade de indivíduos, enquanto comunidades com maior grau de regeneração tendem a apresentar maior diversidade específica, área basal e diâmetros de fustes (RUSCHEL *et al.*, 2009).

Em Santa Catarina, atualmente 95% dos remanescentes florestais correspondem à vegetação secundária (VIBRANS *et al.*, 2012), resultante de perturbações antropogênicas inerentes ao processo de ocupação e desenvolvimento do Estado, baseado primordialmente na exploração madeireira na FOD e FOM, posteriormente a agricultura e a pecuária na FED (REIS *et al.*, 1995).

3.1.3.4 *Florestas maduras*

Florestas maduras são aquelas em estágio tardio de regeneração natural e estáveis em relação ao processo de sucessão vegetal – nas quais a dinâmica de regeneração ocorre localizadamente por conta da abertura de clareiras – e a vegetação assume sua máxima diversidade arbórea e epifítica, havendo mortalidade de populações de espécies pioneiras (CHAZDON, 2012). Florestas maduras são marcadas pelo endemismo, podendo haver dominância pontual de espécies em função de condições edáficas (BUDOWSKI, 1965).

As florestas nativas bem regeneradas apresentam grande complexidade estrutural e diversos estratos, ocorrendo comunidades bióticas complexas no sub-bosque florestal. Entre as espécies lenhosas encontradas abaixo do dossel superior dessas áreas, em ambiente de incidência luminosa difusa, destacam-se as de crescimento lento, que podem naturalmente atingir porte reduzido (arbustos e arvoretas) ou compor o estrato regenerante de populações de espécies com ciclos de vida longos, multisseculares, que necessitam de muito tempo para atingir o dossel superior da floresta.

A multiplicidade de microambientes e estratos inferiores cria camadas florestais ocupadas por diferentes formas de vida, ou sinúsias, ocasionando assim um ecossistema com alta diversidade biológica e serviços ambientais associados. Ribeiro *et al.* (2009) estimaram, por meio de técnicas não destrutivas (cálculo a partir da densidade média da madeira das

espécies), uma quantidade estocada de carbono nos fustes de árvores de uma floresta madura no Bioma Mata Atlântica superior a 83 toneladas por hectare.

3.1.3.5 Grupos ecológicos das espécies florestais

Budowski (1965) considerou 21 características das comunidades botânicas formadoras dos estágios de regeneração florestal, com base no comportamento das espécies típicas de cada estágio e de suas sementes, para caracterizar quatro grupos ecológicos distintos: espécies pioneiras, que recobrem o solo rapidamente após a abertura de clareira; espécies secundárias iniciais e secundárias tardias, que crescem abaixo do dossel e necessitam de estímulos ao desenvolvimento, sendo as iniciais mais dependentes de luz do que as tardias; espécies clímaxes, desenvolvendo-se sob o sombreamento dos outros grupos.

O Quadro 1 apresenta as 21 características consideradas pelo autor para classificação das espécies florestais em grupos ecológicos.

Quadro 1. Características das comunidades, espécies florestais e sementes utilizadas para a caracterização de quatro grupos ecológicos distintos, por Budowsky (1965).

		Grupos ecológicos			
Nível da análise	Característica	Pioneiras	Secundárias iniciais	Secundárias tardias	Clímaxes
Comunidade	Idades das comunidades (anos)	1 a 3	5 a 15	20 a 50	Acima de 100
	Altura (m)	5 a 8	12 a 20	20 a 30	30 a 45
	Composição florística	Euphorbiaceae, <i>Cecropia</i> , <i>Ochroma</i> , <i>Trema</i>	<i>Cecropia</i> , <i>Ochroma</i> , <i>Trema</i> , <i>Heliocarpus</i>	Misturada, predominando Meliaceae, Malvaceae e Tiliaceae	Misturada
	Distribuição	Muito ampla	Muito ampla	Ampla	Restrita
	Nº espécies madeireiras	1 a 5	1 a 10	30 a 60	Acima de 100
	Dossel	Homogêneo, denso	Ramos verticilados, copas finas e horizontais	Heterogêneo	Formas das copas muito variáveis
	Nº de estratos	Um, muito denso	Dois, bem diferenciados	Três, facilitando a diferenciação com o tempo	Quatro a cinco, difícil de diferenciar
	Estrato inferior	Denso, emaranhado (estrato único)	Denso, muitas herbáceas	Relativamente raro	Raro, com espécies dominantes

		Grupos ecológicos			
Nível da análise	Característica	Pioneiras	Secundárias iniciais	Secundárias tardias	Clímaces
	Estrato regenerante (regeneração)	Muito raro	Praticamente ausente	Ausente ou abundante, com grande mortalidade nos primeiros anos	Abundante
	Herbáceas	Abundantes	Abundantes ou raras	Raras	Raras
	Arbustos	Muitos, mas poucas espécies	Relativamente abundantes, mas poucas espécies	Poucos	Pouco abundantes, mas diversos
	Epífitas	Ausentes	Poucas	Abundantes, mas pouco diversas	Alta diversidade e muitas formas de vida
	Cipós	Abundantes, herbáceos	Abundantes, herbáceos	Abundantes, alguns compridos	Abundantes, compridos
Espécies	Crescimento	Muito rápido	Muito rápido	Algumas espécies de crescimento rápido, outras lentas	Lento ou muito lento
	Longevidade (anos)	Abaixo de 10	10 a 25	40 a 100	100 a 1000
	Tolerância à sombra	Muito intolerante	Muito intolerante	Tolerante no estágio juvenil, depois intolerante	Tolerante, exceto no estágio adulto
	Madeira e fuste	Muito leve, pequeno diâmetro	Muito leve, diâmetro até 60 cm	Leve a medianamente pesada, ocorrência pontual de fustes muito espessos	Pesada, fustes espessos
	Folhas	Sempre verdes	Sempre verdes	Muitas decíduas	Sempre verdes
Sementes	Dispersão de sementes	Aves, morcegos e vento	Aves, morcegos e vento	Principalmente vento	Gravidade, aves e mamíferos, sobretudo roedores
	Tamanho das sementes	Pequenas	Pequenas	Pequenas e médias	Grandes
	Viabilidade das sementes	Longa, latente no solo	Longa, latente no solo	Média e curta	Curta

Fonte: adaptado de Budowsky, 1965

Embora deva-se guardar certa precaução com algumas informações apresentadas pelo autor, por sua especificidade (como a característica “composição florística”, pois se refere a táxons encontrados na região fitogeográfica em que foi realizado o estudo, além de se tratar de lista extremamente reduzida para os padrões das florestas tropicais), seus resultados configuram ferramenta útil para o esforço de reconhecimento de padrões inerentes aos estágios de

regeneração das florestas tropicais – sendo este um ecossistema complexo e de difícil interpretação.

Entre as diversas informações que podem ser obtidas pela associação dos grupos ecológicos predominantes às etapas da regeneração florestal, de modo geral pode-se observar a ocorrência de espécies de rápido crescimento e curtos ciclos de vida nas etapas iniciais do processo, levando ao surgimento de árvores de madeira leve, dificilmente utilizadas para fins madeireiros, em um ambiente pouco complexo e de baixa diversidade florística, uma vez que a estratificação é inconspícua, com plantas herbáceas (incluindo cipós) e arbustivas comuns ocupando os estratos inferiores da floresta, além de haver pouco epifitismo.

Por outro lado, nos estágios de regeneração florestal mais próximos à maturidade, essas características se invertem e a maior parte das árvores da comunidade é formada por indivíduos que cresceram lentamente à sombra, aproveitando aberturas esporádicas no dossel para potencializar seu desenvolvimento, ao longo de décadas, tratando-se de espécies produtoras de madeiras densas e de boa qualidade, muito aptas à utilização madeireira, em ambientes extremamente complexos e estratificados, nos quais a comunidade arbórea é predominante e a longevidade das árvores condiciona um intenso epifitismo, além de ocorrerem diversas espécies exclusivas dos estratos inferiores florestais, pouco comuns, formando diversas sinúcias.

Espécies arbóreas e arbustivas presentes em diferentes etapas da regeneração florestal apresentam certas características de distribuição – ou padrões de ocorrência – em função dos grupos ecológicos a que pertencem (BUDOWSKY, 1965). Os grupos ecológicos para classificação das espécies florestais, por sua vez, são definidos basicamente em função do nível de luminosidade exigido para a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas (MACIEL *et al.*, 2003). Assim, pode-se afirmar que as diferenças estruturais e de composição florística observadas nos estágios de regeneração florestal refletem o modo como as espécies se reproduzem, levando em conta a disponibilidade de luz.

Grande parte das espécies florestais está representada em bancos de sementes no solo, tendo sido produzidas por espécies presentes em estágios de regeneração florestal anteriores, ou por espécies que não se encontravam na comunidade, advindas de outros locais em função de sua capacidade de dispersão (MACIEL *et al.*, 2003).

As sementes de espécies florestais podem ser tolerantes à dessecação (germinar com teor de umidade de até 5%), permanecendo viáveis por longos períodos, sendo tais classificadas como de comportamento ortodoxo; ou apresentarem sensibilidade à perda de água, sendo então classificadas como de comportamento recalcitrante (ROBERTS, 1973; citado por

CARVALHO *et al.*, 2006). Algumas espécies apresentam comportamento intermediário entre ortodoxo e recalcitrante, permanecendo viáveis com teores de umidade entre 7% e 10% (HONG; ELIS, 1996; citado por CARVALHO *et al.*, 2006).

As espécies com sementes de comportamento ortodoxo apresentam a capacidade de colonizar locais com altos níveis de insolação, como é o caso das grandes clareiras, o que pode ocorrer muito tempo após sua produção e dispersão, dada sua longa dormência. Já as espécies produtoras de sementes recalcitrantes são associadas a ambientes de pouca luminosidade, como o sub-bosque florestal, germinando pouco tempo após atingir o solo, permanecendo latentes por meio de bancos de plântulas e crescendo lentamente à sombra.

Com ênfase em 16 características das sementes produzidas e características fenotípicas das espécies florestais, Whitmore (1991) propôs classificação simplificada, considerando dois grupos ecológicos: 1) intolerantes – demandantes de luz, pioneiras, secundárias; 2) tolerantes – resistentes à sombra, clímaces, espécies primárias.

Apesar de não contar com características das comunidades para a classificação dos grupos ecológicos das espécies, tornando menos evidente sua associação com estágios de regeneração florestal, a proposta do autor é clara em demonstrar que as espécies que ocupam as etapas iniciais do processo sucessional produzem sementes de comportamento ortodoxo, com alta dormência, de tamanho reduzido, abundantemente e várias vezes ao ano, as quais podem ser transportadas pelo vento ou por animais. Por sua vez, as espécies presentes em etapas mais avançadas da regeneração florestal tendem a produzir sementes recalcitrantes, sem dormência (inviabilizadas em pouco tempo), de maiores dimensões, com dispersão variada, incluindo a gravidade, podendo abranger uma área bastante restrita, apresentando pouca produção.

Rollet (1978) apontou relação entre a distribuição diamétrica das espécies arbóreas e a disponibilidade de luz do ambiente, atribuindo a ocorrência de classes de diâmetros com gráfico em formato de “jota invertido” ao grupo de espécies tolerantes a locais sombreados; já a distribuição errática, ou não paramétrica, das espessuras dos fustes, com ausência das classes menores, seriam características de espécies heliófilas; as espécies com distribuições intermediárias seriam denominadas oportunistas, podendo ser mais adeptas a pequenas ou a grandes clareiras, em função de sua resposta à luminosidade.

Swaine e Hall (1983) definiram três categorias de espécies arbóreas florestais: pioneiras pequenas, colonizadoras de clareiras e que atingem menos de 30 m de altura, com ciclos de vida curtos; pioneiras grandes, colonizadoras de clareiras e que atingem mais de 30 m de altura, com

ciclos de vida que permitem que persistam por algum tempo compondo o dossel florestal; primárias, colonizadoras de ambientes sombreados no sub-bosque florestal, crescendo lentamente até atingirem o dossel superior, em estágios de regeneração mais avançados.

Whitmore (1984) reconheceu quatro grupos ecológicos distintos, em função da demanda por clareiras (embora afirme se tratar de uma simplificação, podendo haver espécies com exigências específicas de luminosidade): espécies com ciclos de vida exclusivamente em clareiras; espécies com ciclos de vida exclusivamente sob dossel fechado; espécies que se estabelecem sob dossel fechado e se beneficiam de clareiras; espécies que se estabelecem sob dossel fechado e necessitam de clareiras para amadurecer e se reproduzir.

Swaine e Whitmore (1988) apresentaram classificação simplificada, sendo as espécies florestais divididas em dois grupos: pioneiras, com sementes que germinam exclusivamente em clareiras, necessitando de insolação direta em pelo menos uma parte do dia; não-pioneiras ou clímaxes, com sementes que podem germinar em ambiente sombreado, mas que também podem ser encontradas em áreas abertas.

3.1.3.5.1 Grupos ecológicos das espécies florestais de Mata Atlântica

Por conta da variedade de modelos teóricos e abordagens para classificação das espécies florestais em grupos ecológicos – bem como a grande quantidade de espécies, apresentando biologia muito específicas – os trabalhos acadêmicos e pesquisas científicas desenvolvidas no Brasil não apresentam um consenso em relação ao tema.

As variações na classificação das espécies nos trabalhos disponíveis podem ocorrer tanto em função da escolha de modelos distintos para o enquadramento, como pelo enquadramento da mesma espécie em dois grupos ecológicos distintos, por diferentes autores. Adicionalmente, a fitofisionomia em que as espécies se encontram podem influenciar o comportamento de certas espécies – por exemplo, *Schinus terebenthifolia* (L.) Kuhn, espécie presente em estágios precoces de regeneração na FOM, mas típica de formações arbustivas clímaxes de restinga.

Ainda que ocorram tais variações no enquadramento de espécies florestais em grupos ecológicos, de modo geral os dados publicados por diferentes autores guardam coerência na classificação, podendo ser citados como referenciais para a Mata Atlântica os trabalhos de: Carvalho *et al.* (2007) abordando espécies da FOD fluminense; Pereira *et al.* (2010) investigando a FOD aluvial mineira; Reis (1993) abordando as espécies catarinenses; Ferreira

et al. (2013) abordando espécies do planalto catarinense; entre diversas produções acadêmicas regionais.

3.2 MECANISMOS LEGAIS DE PROTEÇÃO E USO DAS FLORESTAS NATIVAS BRASILEIRAS

Procurou-se apresentar os principais regramentos ambientais brasileiros, com ênfase no Bioma Mata Atlântica e a classificação dos estágios de regeneração florestal.

A abordagem da legislação ambiental procurou evidenciar a concepção de meio ambiente no ordenamento legal do país, refletindo a evolução em escala mundial de medidas e políticas voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais.

3.2.1 Exploração histórica dos recursos florestais brasileiros

A chegada dos povos ibéricos à América, a partir do final do século XV, foi primordialmente impulsionada pela busca por produtos de origem vegetal, notadamente as especiarias – espécies botânicas de sabores e aromas muito apreciados e de alto valor nos mercados e centros de negócios da época, especialmente na Europa.

O território brasileiro, com suas características ambientais ímpares, apresentou-se como um reservatório aparentemente inesgotável de riquezas naturais, tornando-se matriz de exploração ambiental histórica por meio do uso direto dos recursos (água, minerais, produtos de origem florestal, caça), ou através da transformação da paisagem para o uso alternativo da terra. Nesse contexto, as florestas brasileiras sempre apresentaram papel de destaque no cenário de utilização dos recursos naturais, sendo exploradas e manejadas ininterruptamente desde o primeiro ano do Brasil-colônia (GAIO, 2019), até os dias atuais.

Durante o período colonial (1500-1822), o período monárquico (1822-1889), ou ainda no início da era republicana (a partir de 1889), as florestas nativas foram utilizadas primordialmente como fontes de recursos para a manutenção direta das atividades humanas – considerando as necessidades das sociedades e as tecnologias disponíveis em cada época.

Os principais produtos florestais utilizados historicamente foram a lenha, para produção de energia; a madeira de boa qualidade, para a construção naval e civil; outros materiais de origem florestal (fibras, resinas, óleos) utilizados *in natura* ou na fabricação de artefatos (DE SOUZA SOBRINHO, 1972). Gaio (2019) recorda que em 1501 iniciou-se a exploração da espécie *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima e G.P.Lewis, o pau-brasil, por Fernando de Noronha; em 1530 já era relatada a escassez dessa árvore nas florestas

do sudeste, assim como de outras espécies madeireiras utilizadas massivamente para a construção naval pela coroa portuguesa.

Legisladores procuraram, ao longo do tempo, criar regramentos sobre a utilização das florestas nativas brasileiras, sendo a causa principal dessa demanda a necessidade de estabelecimento de controle sobre a madeira produzida no país – no entanto, a própria coroa portuguesa parece ter dado pouca atenção aos regulamentos, incentivando a ocupação e uso do recém-descoberto território (CÂMARA, 2013).

Em função da acentuada modificação nos meios de produção e na matriz energética nacional durante o século XX, da migração de populações rurais para os centros urbanos e do surgimento de legislação mais restritiva, atualmente a exploração de recursos florestais brasileiros, especialmente no Bioma Mata Atlântica, tende a ocorrer com menor intensidade – embora a exploração ilegal e um eventual processo de desmonte institucional da política ambiental sejam motivos de grande preocupação para a conservação florestal e da biodiversidade no Brasil.

3.2.2 Transformação de paradigma na política ambiental internacional e brasileira

As décadas de 1960 e 1970 constituíram período em que o debate global sobre a sustentabilidade ambiental assumiu maior importância, sendo o tema Ecologia aprofundado no meio acadêmico através da publicação de trabalhos, bem como da criação de cursos voltados à investigação das relações entre o ser humano, as espécies e o meio físico. No cenário político internacional, surgiam as primeiras correntes conservacionistas, com o intuito de modificar a lógica da expansão econômica e tecnológica irrestritas, que não levava em conta critérios operacionais e produtivos para a manutenção do equilíbrio ecológico e o uso racional dos recursos naturais.

Entre as produções acadêmicas relevantes para o despertar da consciência conservacionista em relação às práticas produtivas, pode-se citar “A Primavera Silenciosa” de Rachel Carlson (1962) – o qual apresentou a questão do uso indiscriminado de pesticidas, sendo combatido à época, porém vindo a se tornar a obra fundamental para o desenvolvimento do pensamento ambientalista, nas décadas seguintes (BONZI, 2013).

No cenário político internacional, o movimento popular pela defesa dos direitos civis dos cidadãos afrodescendentes norte-americanos, liderado pelo pastor Martin Luther King, na segunda metade da década de 1960, relacionou a degradação ambiental promovida pela busca da expansão econômica com cenários de miséria humana e de fragilidade social decorrentes

dessas atividades produtivas – anos mais tarde culminando no surgimento da “justiça ambiental”, a partir do episódio de resistência ocorrido em 1982, na localidade de Afton, (condado de Warren, Carolina do Norte, Estados Unidos), no qual 500 manifestantes pacíficos foram presos por se oporem à disposição final de resíduos tóxicos em um aterro sanitário da localidade (DALLA CORTE; PORTANOVA, 2015).

Em 1972, em Estocolmo, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, ou Conferência de Estocolmo, reconhecida como marco nas discussões internacionais a respeito do uso de recursos naturais e da necessidade de diminuição da degradação causada pelos processos produtivos. Desse encontro realizado por lideranças de 113 países e mais de 400 instituições governamentais e não-governamentais de todo o mundo, houve a elaboração da Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (UNEP, 1972) – documento que apresentou os preceitos gerais a serem buscados pelas nações a fim de refrear a acentuada degradação ambiental causada pelo desenvolvimento tecnológico, por meio de suas políticas de conservação e exploração dos recursos naturais.

Como resultado do ambiente ideológico que se formava, em que a lógica da expansão econômica irrestrita passou a ser questionada, os países passaram a adotar mecanismos legais mais efetivos para a proteção ambiental e a regulação das atividades produtivas. No Brasil, no início da década de 1980, as autoridades legislativas brasileiras viram-se obrigadas a atuar de modo a impedir a continuidade de cenários de degradação ambiental e social como observado na região de Cubatão, no litoral do Estado de São Paulo – em que atividades industriais desenvolvidas sem controles ambientais mínimos geravam severa destruição dos ecossistemas locais, bem como poluição em níveis inaceitáveis, resultando em graves impactos negativos sobre o meio ambiente e as populações humanas.

3.2.3 Lei Federal nº 6938/1981

Em 1981, foi promulgada a lei nº 6938/1981, instituindo a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), tratando-se de regra inovadora, pioneira no Brasil, no sentido de pautar as ações de instituições públicas e privadas pelo princípio da sustentabilidade ambiental, considerando a durabilidade da vida um imperativo nas relações da sociedade (AYALA, 2011). Pela primeira vez no cenário jurídico brasileiro surge texto que impõe a obrigação, tanto pública como privada, da busca pela sustentabilidade ambiental no desenvolvimento das atividades produtivas.

A PNMA apresenta princípios derivados do Direito Ambiental, porém menos amplos, que funcionam como metas a serem alcançadas (FARIAS, 2006). Nesse sentido, o artigo 2º prevê: ações governamentais voltadas à manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente um patrimônio público a ser protegido, em função de seu uso coletivo (inciso I); planejamento e fiscalização do uso de recursos ambientais (inciso III); proteção de ecossistemas, com preservação de áreas representativas (inciso IV) (FARIAS, 2006).

Quanto aos objetivos específicos trazidos por essa lei, relevantes para a lógica do presente trabalho, pode-se destacar a introdução da perspectiva do compromisso de integração das necessidades econômicas ao dever de conservação ambiental (BRASIL, 1981, art. 4º, inciso I), bem como o estabelecimento de critérios e padrões de qualidade ambiental e normas de uso e manejo dos recursos naturais (BRASIL, 1981, art. 4º, inciso III) (FARIAS, 2006).

Embora os governos federais já viessem promulgando, historicamente, alguns dispositivos legais com a finalidade de reger a exploração dos recursos naturais no Brasil, anteriormente ao surgimento da PNMA, Estados e municípios adotavam suas próprias diretrizes ambientais (FARIAS, 2006). Dessa forma, pode-se afirmar que a lei nº 6938/1981 constituiu marco legal para a formulação de políticas públicas voltadas à gestão ambiental (incluindo regimes de proteção e uso das fitofisionomias nativas), as quais deveriam ser integradas e harmonizadas por um sistema administrativo de coordenação (FARIAS, 2006).

A organização hierárquica e operacional da atuação dos entes públicos federais, estaduais, do Distrito Federal e municipais, bem como fundações instituídas pelo poder público, na gestão dos recursos naturais frente ao desenvolvimento econômico, ocorreu por meio da criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), pela lei nº 6938/81 (BRASIL, 1981, art. 1º e art. 6º).

Com a edição da lei nº 7804/1989 (BRASIL, 1989), regulamentadora da lei nº 6938/81; seguida da lei nº 8028/1990 (BRASIL, 1990), estruturante da Secretaria de Meio Ambiente – estabeleceu-se o CONAMA como órgão deliberativo e consultivo, na estrutura hierárquica estipulada inicialmente pela PNMA. O CONAMA, entre outras atribuições, é o ente público apto a deliberar “sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida” (BRASIL, 1981, art. 6º, inciso II; BRASIL, 1989, art. 1º, inciso III), incluindo as resoluções para análise de vegetação – sendo o conselho componente da Secretaria de Meio Ambiente, juntamente com o Departamento de Planejamento e Coordenação da Política Ambiental, o Departamento Técnico-Científico e de Cooperação e o Comitê do Fundo Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1990, art. 12).

A PNMA lançou as bases para o estabelecimento de um sistema de gestão ambiental estratificado, no qual atuam entes públicos diversos e a iniciativa privada, simultaneamente. Essa política pública desempenha papel no surgimento e concretização dos objetivos de uma República “ecológica”, levando ao desenvolvimento de cenário jurídico-legal baseado na premissa da sustentabilidade ambiental, conhecido como Direito de 3ª Geração (AYALA, 2011).

Deve-se destacar que a partir da Constituição Federal de 1988, foram criadas certas condições estruturais que suscitam poder público (e empreendedores), a agir sob a prerrogativa da sustentabilidade ambiental. Mas, para culminar em mudanças concretizadas pela Carta Magna como direitos fundamentais, objetivos e imperativos anteriores foram estabelecidos, evidenciando a importância da PNMA para o desenvolvimento da macrogestão ambiental brasileira.

3.2.4 Constituição Federal de 1988

No decorrer da década de 1980 ocorreu a redemocratização do Estado brasileiro, de forma gradual, sendo promulgada nova Constituição Federal em 5 de outubro de 1988.

Entre as bases comuns de proteção e manejo do meio ambiente apresentadas na Carta Magna, destacam-se o compromisso ético com o futuro (garantia de sobrevivência de todas as espécies), a atualização do direito de propriedade (ecologização da função social), a transparência nos processos decisórios sobre meio ambiente (liberdade de participação pública e fluxo de informações) e a preocupação com a implementação e aplicabilidade das normas ambientais (BENJAMIN *et al.*, 2005).

A Constituição Federal de 1988, em termos de macrogestão ambiental, baseou-se em modelos consagrados, especialmente as Constituições de Portugal e da Espanha, repercutindo as diretrizes da Declaração de Estocolmo. Assim, a Constituição brasileira promoveu uma abordagem sistêmica do meio ambiente – ao contrário do que ocorria em regimes constitucionais anteriores, que se referiam aos recursos naturais de maneira fragmentada e apenas esboçavam mecanismos de macrogestão ambiental, na forma de direitos derivados indiretamente da busca pela manutenção de valores tradicionais (ligados ao bem-estar humano, direito de propriedade e orientação das atividades produtivas), tais como: vida, saúde, dignidade da pessoa humana, *due process*, função social da propriedade, regramento entre produção e consumo, bem como adequação à legislação estadual e à municipal (BENJAMIN *et al.*, 2005).

O direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, *caput* do artigo 225 da Constituição Federal de 1988, é de aplicação direta (protegido constitucionalmente ou por tratados internacionais, assegurando ao indivíduo e à sociedade garantia de cumprimento), irrenunciável, inalienável, imprescritível e diretamente relacionado com o direito fundamental à vida (BENJAMIN *et al.*, 2005).

Entre os instrumentos constitucionais de proteção ao meio ambiente, destacam-se: as áreas protegidas (BRASIL, 1988, art. 225, § 1º, inciso III), recepcionando juridicamente as Áreas de Preservação Permanente e as Unidades de Conservação (UC) da natureza; o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) (BRASIL, 1988, art. 225, § 1º, inciso IV) e o licenciamento ambiental (BRASIL, 1988, art. 225, § 1º, inciso V), recepcionando juridicamente as disposições da resolução CONAMA nº 01/1986 (BRASIL, 1986); além da imposição de sanções penais e administrativas (BRASIL, 1988, art. 225, § 3º) e responsabilização civil pelo dano ambiental (BRASIL, 1988, art. 225, §§ 2º e 3º).

Para fins de proteção especial de ecossistemas e biomas, a Constituição brasileira apresenta o conceito de “patrimônio nacional” (BRASIL, 1988, art. 225, § 4º), o qual é conferido à Floresta Amazônica brasileira, à Mata Atlântica, à Serra do Mar, ao Pantanal Mato-Grossense e à Zona Costeira, vinculando o uso e ocupação desses territórios a práticas de conservação do meio ambiente e dos recursos naturais.

3.2.5 Proteção do Bioma Mata Atlântica como patrimônio nacional

3.2.5.1 Decreto nº 99547/1990

Como resultado da incorporação constitucional do Bioma Mata Atlântica ao patrimônio nacional, bem como da intensa exploração e pressão antropogênica a que seus domínios se encontravam submetidos no início da década de 1990, foi editado o decreto nº 99547/1990 – tratando-se da primeira norma exclusivamente aplicada a um bioma em território brasileiro. Foram levados em conta, para embasar a formulação do decreto nº 99547/1990, dispositivos do novo Código Florestal (BRASIL, 1965, art. 14, alíneas ‘a’ e ‘b’), do decreto-lei nº 289/1967 (BRASIL, 1967) e da PNMA.

A nova norma apresentou apenas quatro artigos, sendo os dois primeiros efetivos no que diz respeito à vegetação: o artigo 1º proibiu por prazo indeterminado o corte de vegetação e a exploração da Mata Atlântica; o artigo 2º atribuiu ao IBAMA a incumbência de fiscalizar rigorosamente os projetos de exploração que se encontrassem em andamento, tomando medidas cabíveis caso fossem constatadas inconformidades. Apesar de representar tentativa bem-

intencionada de refrear o ritmo acelerado de conversão da Mata Atlântica para usos alternativos da terra e a consequente perda da biodiversidade, esse ato administrativo do presidente da República (Itamar Franco à época) gerou forte reação do setor produtivo e de juristas.

Da Rosa (1991) afirma que o decreto apresenta “vícios gravíssimos”, destacando sua não-conformidade em relação aos direitos fundamentais de liberdade de ação (garantido pelo princípio da legalidade) (BRASIL, 1988, art. 5º, inciso II); e de propriedade (garantido pela justa e prévia indenização em caso de desapropriação por necessidade ou utilidade pública, ou por interesse social) (BRASIL, 1988, art. 5º, inciso XXII) – os quais se apresentam basilares ao sistema democrático.

Além das afrontas ao texto constitucional e a direitos irrevogáveis, o decreto nº 99547/1990 foi responsável por promover consequências econômicas severas a pequenos proprietários rurais, que mantinham culturas de subsistência em áreas de Mata Atlântica e repentinamente ficaram impedidos de produzirem (DA ROSA, 1991).

Em função dos efeitos proibitivos do decreto, sobre questões sociais e produtivas nos domínios da Mata Atlântica, o período subsequente a sua edição foi marcado pela judicialização do tema – tornando-se imprescindível ocorrer atualização legislativa nos termos de uso e exploração do bioma.

3.2.5.2 *Decreto nº 750/1993*

O decreto nº 750/1993, substituto do anterior, foi promulgado apoiado nas disposições da Constituição Federal de 1988, tratando-se da primeira norma legal a propor a classificação da vegetação florestal secundária do Bioma Mata Atlântica em estágios de regeneração natural.

O artigo 1º do decreto proibiu a supressão de vegetação primária e secundária nos estágios médio ou avançado no bioma. No entanto, o parágrafo único do mesmo artigo apresentou exceções, permitindo o corte de vegetação primária ou secundária em estágios médio e avançado de regeneração ao vincular a autorização de supressão ao preenchimento de uma série de requisitos pelo proponente, como: tratar-se de decisão motivada do órgão ambiental estadual; haver anuência do IBAMA; tratar-se de casos de utilidade pública ou de interesse social; haver elaboração de estudo e relatório de impacto ambiental; entre outros.

O artigo 3º do decreto definiu as fitofisionomias e os ecossistemas associados ao Bioma Mata Atlântica, sendo: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste.

O artigo também estabeleceu a extensão do bioma, cujos limites foram inicialmente apresentados no Mapa de Vegetação do IBGE de 1988 (IBGE, 1988).

O artigo 5º, no sentido contrário, possibilitou situações de supressão de vegetação de Mata Atlântica em áreas urbanas, para fins de parcelamento do solo ou construção de qualquer edificação. As condições para o sucesso do pleito seriam: conformidade com os planos diretores municipais e com a legislação ambiental concorrente; aprovação da solicitação pelo órgão ambiental estadual; a vegetação alvo de supressão não deveria abrigar espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção; não ser protetora de mananciais ou atuar no controle erosivo; e não possuir excepcional valor paisagístico.

No artigo 6º, o legislador conferiu ao IBAMA a responsabilidade pela definição de vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração – devendo ser “ouvido o órgão competente” (o qual não é indicado explicitamente, subentendendo-se o órgão ambiental estadual, citado em outros artigos) e haver aprovação do CONAMA. Em seguida, o parágrafo único do artigo 6º vinculou a possibilidade de intervenção em vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado, à realização da classificação da vegetação florestal do bioma em estágios sucessionais.

Outras características da vegetação do Bioma Mata Atlântica que seriam suficientes para tornar um remanescente imune ao corte foram elencadas no artigo 7º, tais como: abrigar espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção; promover conectividade entre áreas abrigando vegetação primária, ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração; proteger o entorno de UC; além de ser reiterada a proibição de supressão vegetal em APP definidas pela legislação federal. Mais tarde, esse artigo seria integralmente recepcionado pelo artigo 11 da lei nº 11428/2006 (Lei da Mata Atlântica) (BRASIL, 2006).

Em 2008, o decreto nº 750/1993 foi revogado pelo decreto nº 6660/2008 (BRASIL, 2008), que regulamenta a Lei da Mata Atlântica.

3.2.5.3 *Lei Federal nº 11426/2006*

Decorridos 18 anos desde o enquadramento constitucional do Bioma Mata Atlântica como patrimônio nacional, em 22 de dezembro de 2006 foi promulgada a lei nº 11428/2006, popularmente conhecida como Lei da Mata Atlântica.

A norma de repercussão geral detalhou as hipóteses de uso da vegetação inserida no bioma, tratando-se do desfecho de longa tramitação e discussão de projetos de leis que

traduziam as pressões de grupos do setor produtivo em busca de concessões e afrouxamentos nas possibilidades de uso de áreas naturais (HARTMANN, 2015).

O advento da lei nº 11428/2006 consolidou a proteção ao Bioma Mata Atlântica e sanou inadequação de seu regramento em relação ao Estado de Direito (DA ROSA, 1991) – considerando o artigo 5º, inciso II, da Constituição (que dispõe que “ninguém será obrigado a fazer ou deixar de fazer alguma coisa senão em virtude de lei”), de modo que atos administrativos (como decretos, por exemplo) devem ser empregados em nível infralegal, não tendo poderes para regulamentar a Carta Magna.

A Lei da Mata Atlântica apresentou conceitos importantes para a gestão do uso da terra no bioma, tais como “pequeno produtor rural, população tradicional, pousio, prática preservacionista, exploração sustentável, enriquecimento ecológico, utilidade pública e interesse social” – para os dois últimos mantendo-se a lógica de relacionar a possibilidade de uso ao tipo de atividade ou obra pretendida; mantendo-se os limites territoriais legais do bioma, estabelecidos anteriormente pelo decreto nº 750/1993 (HARTMANN, 2015).

A lei nº 11428/2006 distinguiu as possibilidades de supressão da vegetação secundária e primária de Mata Atlântica considerando a Constituição Federal, que prevê a possibilidade de uso do bioma (BRASIL, 1988; HARTMANN, 2015). Dessa forma, possibilitou-se o uso integral das áreas em estágio inicial de regeneração (com anuência do órgão ambiental estadual) (BRASIL, 2006, art. 25) e o uso condicional de áreas abrigando vegetação florestal secundária nos estágios médio e avançado de regeneração (BRASIL, 2006, art. 14; art. 19; art. 21 a art. 31, exceto art. 25 e art. 26), em alguns casos permitindo-se o uso de vegetação primária (BRASIL, 2006, art. 14; art. 19; art. 20). A permissividade de uso da nova lei suscitou críticas, sendo percebida como um retrocesso na proteção e um ato de flexibilização das disposições do decreto anterior (VARJABEDIAN, 2010).

No entanto, uma inovação mais restritiva trazida pela lei nº 11428/2006, em relação ao decreto nº 750/1993, foram as diferentes possibilidades de uso de áreas abrigando vegetação de Mata Atlântica, de acordo com a sua localização em meio urbano ou rural. Em áreas urbanas, atividades de parcelamento do solo e loteamento tem a permissão de exploração de até 50% (BRASIL, 2006, art. 30, inciso I) da vegetação florestal secundária em estágio avançado e até 70% (BRASIL, 2006, art. 31, § 1º) em estágio médio de regeneração (resguardadas as restrições de corte impostas pela legislação concorrente, especialmente a lei nº 12651/2012). No entanto, é necessário que a área tenha sido declarada zona urbana por ato do poder público até 22 de dezembro de 2006, do contrário a supressão do estágio avançado é vedada (BRASIL, 2006, art.

30, inciso II) e a do estágio médio cai para 50% (BRASIL, 2006, art. 31, § 2º). De qualquer maneira, é vedada a supressão de vegetação primária em áreas urbanas (BRASIL, 2006, art. 30, *caput*).

Ainda em relação às inovações trazidas pela lei nº 11428/2006, pode-se citar o sistema de compensação ambiental por área equivalente, no qual a supressão de áreas florestais primárias ou secundárias nos estágios médio e avançado de regeneração deve ser compensada por meio de destinação de área com as mesmas dimensões, abrigando vegetação ecologicamente semelhante à suprimida, para fins de preservação (BRASIL, 2006, art. 17).

A competência normativa do CONAMA foi reiterada pelo artigo 4º, parágrafo 1º, da Lei da Mata Atlântica, o qual determinou que o órgão teria 180 dias (a partir da publicação da lei) para definir vegetação primária e os estágios inicial, médio e avançado de vegetação secundária, nos Estados abrigando o bioma.

3.2.5.3.1 Variáveis florestais estipuladas legalmente para classificação de estágios de regeneração

O artigo 4º, parágrafo 2º, incisos I a IX, da lei nº 11428/2006 estabelece as variáveis (elementos florestais) a serem consideradas nas formações florestais do Bioma Mata Atlântica para a definição dos estágios de regeneração natural, nos Estados em que a norma é passível de ser aplicada, sendo:

- I - fisionomia;
- II - estratos predominantes;
- III - distribuição diamétrica e altura;
- IV - existência, diversidade e quantidade de epífitas;
- V - existência, diversidade e quantidade de trepadeiras;
- VI - presença, ausência e características da serapilheira;
- VII - sub-bosque;
- VIII - diversidade e dominância de espécies;
- IX - espécies vegetais indicadoras.

Distribuídos em nove incisos, são elencadas 11 variáveis a serem consideradas na classificação florestal, das quais apenas duas se referem a dados dendrométricos (quantitativos) da vegetação e nove procuram direcionar a descrição de características qualitativas ou a aferição semiquantitativa (abundância relativa) de elementos componentes das sinúsias florestais.

Cabe destacar que essas variáveis foram inicialmente dispostas pela resolução CONAMA nº 10/1993, sendo integralmente recepcionadas pela Lei da Mata Atlântica.

3.2.5.3.2 Impasses oriundos da classificação de estágios de regeneração florestal

Considerando que o estágio inicial de regeneração da vegetação florestal secundária de Mata Atlântica é integralmente passível de uso (tratando-se de fisionomia predominantemente arbustiva, sem formação de dossel, facilmente identificável) e as áreas florestais primárias se encontram muito reduzidas no Estado de Santa Catarina, percebe-se que os principais impasses referentes à classificação de estágios de regeneração florestal para fins de parcelamento de solo, nos termos da lei nº 11428/2006, dizem respeito à diferenciação entre os estágios médio e avançado de regeneração.

A campo, em alguns casos e dependendo de uma série de fatores ambientais (edáficos, climáticos, ecológicos), a diferenciação entre os estágios médio e avançado de regeneração pode ser trabalhosa – por exemplo, comunidades florestais aluviais sobre solos higromórficos, com restrição ao desenvolvimento fenotípico. De qualquer forma, tal classificação florestal (entre médio e avançado) traz consequências importantes para o licenciamento ambiental – definindo entre a possibilidade ou não de supressão em áreas urbanas e os limites, caso seja possível; ou ainda a necessidade de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para o licenciamento de atividades de utilidade pública, pesquisas científicas e práticas preservacionistas em áreas rurais, caso a vegetação se encontre em estágio avançado de regeneração (BRASIL, 2006, art. 20).

Entre os anos de 2008 e 2012, 100% das perícias criminais ambientais no Estado de Santa Catarina que envolveram o estágio avançado de regeneração foram oriundas de ações envolvendo construção civil em áreas urbanas; por outro lado, independentemente da localização (urbana ou rural), na FOD, 49,9% das áreas objeto de perícia judicial pertenceram aos estágios médio e avançado juntos, na FOM os dois estágios juntos somaram 64,8% e na FED 100% das áreas periciadas foram em estágio médio de regeneração (TRAUCZYNSKI, 2013).

Nas áreas rurais catarinenses, como enunciado, os pequenos produtores que historicamente utilizavam a rotação de coivara para implementar a agricultura, foram seriamente prejudicados em relação à continuidade dessa prática – uma vez que a Lei da Mata Atlântica proíbe a supressão dos estágios médio e avançado de regeneração em áreas rurais, exceto para obras de interesse social e utilidade pública (BRASIL, 2006, art. 14), bem como alguns outros casos específicos previstos na legislação.

Como resultado da possibilidade, na prática, de exploração apenas do estágio inicial de regeneração florestal em áreas rurais, observa-se nas propriedades de agricultores familiares a descaracterização de práticas tradicionais – com a redução das áreas destinadas ao plantio, a

diminuição do tempo de pousio para o replantio das culturas e a perda do caráter itinerante das roças (SIMINSKI; FANTINI, 2007).

3.2.5.4 Resoluções do CONAMA para classificação de estágios de regeneração florestal no Bioma Mata Atlântica

3.2.5.4.1 Resolução CONAMA nº 10/1993

Em 1993, diante da proibição ao corte de vegetação de Mata Atlântica (primária ou secundária em estágios médio e avançado) imposta pelo artigo 6º do decreto nº 750/1993, o CONAMA elaborou norma legal estabelecendo os parâmetros para classificação dos estágios de regeneração da vegetação de Mata Atlântica – a resolução CONAMA nº 10/1993.

No artigo 1º da resolução foram estabelecidos os parâmetros básicos a serem considerados para a classificação de estágios de regeneração natural, posteriormente recepcionados pela lei nº 11428/2006. O parágrafo 1º desse artigo estabeleceu que deveriam ser definidos valores específicos para os parâmetros básicos (na verdade, variáveis ou elementos da vegetação florestal) empregados na classificação de estágios de regeneração, tratando-se de responsabilidade do IBAMA e dos órgãos ambientais estaduais. O parágrafo 2º indicou a possibilidade de utilização de parâmetros complementares, tal como área basal e outros justificados tecnicamente, a fim de auxiliar na classificação.

No artigo 2º, houve a distinção básica entre vegetação primária e vegetação secundária, sendo a primária aquela livre de intervenções antrópicas, ou que não tenha sido submetida a eventos antrópicos ou naturais que levassem a um processo ecológico de sucessão secundária (BRASIL, 1993b, art. 2º, inciso I). A vegetação secundária, por sua vez, foi definida como aquela em processo de regeneração natural (BRASIL, 1993b, art. 2º, inciso II), através da sucessão de populações e comunidades botânicas distintas ao longo do tempo.

O artigo 3º estabeleceu parâmetros gerais para classificação da vegetação, com base nas variáveis elencadas no artigo 1º, definindo as características básicas dos estágios legalmente aceitos (inicial, médio, avançado), por meio de seus incisos:

I - Estágio Inicial:

- a) fisionomia herbáceo/arbustiva de porte baixo, com cobertura vegetal variando de fechada a aberta;
- b) espécies lenhosas com distribuição diamétrica de pequena amplitude;
- c) epífitas, se existentes, são representadas principalmente por líquenes, briófitas e pteridófitas, com baixa diversidade;
- d) trepadeiras, se presentes, são geralmente herbáceas;
- e) serapilheira, quando existente, forma uma camada fina pouco decomposta, contínua ou não;
- f) diversidade biológica variável com poucas espécies arbóreas ou arborescentes, podendo apresentar plântulas de espécies características de outros estágios;

- g) espécies pioneiras abundantes;
- h) ausência de sub-bosque.

II - Estágio Médio:

- a) fisionomia arbórea e/ou arbustiva, predominando sobre a herbácea, podendo constituir estratos diferenciados;
- b) cobertura arbórea, variando de aberta a fechada, com a ocorrência eventual de indivíduos emergentes;
- c) distribuição diamétrica apresentando amplitude moderada, com predomínio de pequenos diâmetros;
- d) epífitas aparecendo com maior número de indivíduos e espécies em relação ao estágio inicial, sendo mais abundantes na floresta ombrófila;
- e) trepadeiras, quando presentes são predominantemente lenhosas;
- f) serapilheira presente, variando de espessura de acordo com as estações do ano e a localização;
- g) diversidade biológica significativa;
- h) sub-bosque presente.

III - Estágio Avançado:

- a) fisionomia arbórea, dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente uniforme no porte, podendo apresentar árvores emergentes;
- b) espécies emergentes, ocorrendo com diferentes graus de intensidade;
- c) copas superiores, horizontalmente amplas;
- d) distribuição diamétrica de grande amplitude;
- e) epífitas, presentes em grande número de espécies e com grande abundância, principalmente na floresta ombrófila;
- f) trepadeira, geralmente lenhosas, sendo mais abundantes e ricas em espécies na floresta estacional;
- g) serapilheira abundante;
- h) diversidade biológica muito grande devido à complexidade estrutural;
- i) estratos herbáceo, arbustivo e um notadamente arbóreo;
- j) florestas neste estágio podem apresentar fisionomia semelhante à vegetação primária;
- l) sub-bosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio;
- m) dependendo da formação florestal, pode haver espécies dominantes.

Embora o artigo 3º aponte características genéricas para classificação de estágios de regeneração florestal, o texto foi extensivamente adotado nas resoluções subsequentes do CONAMA para cada Estado, tratando-se de padrão reproduzido sistematicamente para classificação de vegetação florestal do Bioma Mata Atlântica.

3.2.5.4.2 Resoluções do CONAMA para os Estados abrigando o Bioma Mata Atlântica

Atendendo ao disposto no artigo 1º da resolução CONAMA nº 10/1993, a maioria dos Estados abrigando vegetação do Bioma Mata Atlântica elaborou normas técnicas por meio de seus órgãos ambientais, em conjunto com o IBAMA, submetendo-as à aprovação do CONAMA – para classificação dos estágios de regeneração florestal em seus territórios.

Essas resoluções, editadas pelo CONAMA, apresentaram a seguinte ordem, sendo as siglas dos Estados em que são aplicadas indicadas nos parênteses: 01/1994 (SP); 02/1994 (PR);

04/1994 (SC); 05/1994 (BA); 06/1994 (RJ); 25/1994 (CE); 26/1994 (PI); 28/1994 (AL); 29/1994 (ES); 30/1994 (MS); 31/1994 (PE); 32/1994 (RN); 33/1994 (RS); 34/1994 (SE).

Após a promulgação de legislação federal que regulamentou o regime de exploração e proteção do Bioma Mata Atlântica (Lei da Mata Atlântica), houve a necessidade de convalidação das resoluções do CONAMA acima elencadas. O artigo 4º da Lei da Mata Atlântica atrelou mais uma vez a possibilidade de intervenção no bioma à “definição de vegetação primária e de vegetação secundária nos estágios avançado, médio e inicial de regeneração”, cabendo ao CONAMA a execução da tarefa, em um prazo de 180 dias, não sendo permitida a supressão de vegetação até o cumprimento do disposto. Após 63 dias, foi publicada a resolução CONAMA nº 388/2007, convalidando as resoluções dos Estados. Em seguida, foram publicadas a resolução dispondo sobre a vegetação de Mata Atlântica do Estado da Paraíba (391/2007); e a resolução para o Estado de Minas Gerais (392/2007).

Pode-se afirmar que a celeridade na elaboração da norma de convalidação, apesar de atender ao sempre presente interesse de exploração florestal em busca do desenvolvimento econômico, configurou uma oportunidade desperdiçada para refinamento teórico das resoluções e adequação à realidade ecológica de cada região, o que tornaria a aplicação da Lei da Mata Atlântica mais precisa.

Destaca-se a tramitação de processo administrativo movido pelo IBAMA (Processo nº 02000.001256/2020-11) para a elaboração de norma classificatória para o Estado de Goiás, tendo sido enviado para apreciação do Departamento de Apoio ao CONAMA, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), obtendo parecer favorável. Cabe esclarecer que, com base no Mapa de Biomas Brasileiros, primeira aproximação (IBGE, 2004) e no Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 2004), foi elaborado o Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11428/2006 (BRASIL, 2008, art. 1º, § 3º) – no qual é possível visualizar Goiás, Mato Grosso do Sul e Piauí como Estados brasileiros abrigando disjunções de Mata Atlântica.

3.2.5.4.3 Resolução CONAMA nº 04/1994

Em 4 de maio de 1994, foi publicada a resolução CONAMA nº 04/1994. Assim como resoluções semelhantes, elaboradas para outros Estados em atendimento ao artigo 6º do decreto nº 750/1993, a norma elaborada para orientação do licenciamento de atividades florestais em Santa Catarina, em grande parte apenas reproduziu o texto da resolução CONAMA nº 10/1993, sobretudo no que diz respeito aos parâmetros não dendrométricos de classificação florestal (qualitativos e semiquantitativos).

A carência de aprofundamento teórico-científico do legislador resultou em uma ferramenta de avaliação florestal de baixa acuracidade, cuja aplicação recorrentemente suscita dúvidas a respeito dos parâmetros da vegetação observados, podendo levar a interpretações diversas. Deve-se destacar que a norma nacional (Resolução CONAMA nº 10/1993) foi elaborada para apresentar descrição genérica dos estágios de regeneração natural (conceito recém-criado pelo decreto nº 750/1993) – ou seja, deveria ser um termo de referência para a elaboração de normas estaduais mais detalhadas, que levassem em conta as particularidades da vegetação florestal de Mata Atlântica em seus territórios.

A seguir, são apresentados os dispositivos e discutidas as principais características da resolução CONAMA nº 04/1994.

Parâmetros qualitativos e semiquantitativos de avaliação florestal

Os parâmetros florestais não dendrométricos podem ser considerados qualitativos, pois se referem a características não estruturais que indicam, de alguma forma, a qualidade ambiental do remanescente em análise, em termos de complexidade do ecossistema e biodiversidade. Mesmo sendo tratados como qualitativos, tais parâmetros preveem certas quantificações de elementos florestais, de forma semiquantitativa – em termos de abundância relativa entre os estágios (compara-se com o anterior, menos complexo e diverso).

No entanto, como já comentado, os parâmetros não dendrométricos de avaliação florestal da resolução CONAMA nº 04/1994 correspondem a uma reprodução do texto da resolução CONAMA nº 10/1993, exceto pelas espécies indicadoras referentes ao Estado de Santa Catarina.

Abaixo, são apresentados os dispositivos da norma catarinense em que houve reprodução literal da norma nacional – destacados em negrito para melhor visualização.

Art. 1º Vegetação primária é aquela de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies, onde são observadas área basal média superior a 20,00 metros quadrados por hectare, DAP médio superior a 25 centímetros e altura total média superior a 20 metros.

Art. 2º Vegetação secundária ou em regeneração é aquela resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária.

Art. 3º Os estágios em regeneração da vegetação secundária a que se refere o artigo 6º do Decreto 750/93, passam a ser assim definidos:

I - Estágio inicial de regeneração: a) Nesse estágio a área basal média é de até 8 metros quadrados por hectare; b) **Fisionomia herbáceo/arbustiva de porte baixo;**

altura total média até 4 metros, com cobertura vegetal variando de fechada a aberta; c) **Espécies lenhosas com distribuição diamétrica de pequena amplitude:** DAP médio até 8 centímetros; d) **Epífitas, se existentes, são representadas principalmente por líquens, briófitas e pteridófitas, com baixa diversidade;** e) **Trepadeiras, se presentes, são geralmente herbáceas;** f) **Serapilheira, quando existente, forma uma camada fina pouco decomposta, contínua ou não;** g) **Diversidade biológica variável com poucas espécies arbóreas ou arborescentes, podendo apresentar plântulas de espécies características de outros estágios;** h) **Espécies pioneiras abundantes;** i) **Ausência de sub-bosque;**

II - Estágio médio de regeneração:

- a) Nesse estágio a área basal média é de até 15,00 metros quadrados por hectare;
- b) **Fisionomia arbórea e arbustiva predominando sobre a herbácea podendo constituir estratos diferenciados;** altura total média de até 12 metros;
- c) **Cobertura arbórea variando de aberta a fechada, com ocorrência eventual de indivíduos emergentes;**
- d) **Distribuição diamétrica apresentando amplitude moderada, com predomínio dos pequenos diâmetros:** DAP médio de até 15 centímetros;
- e) **Epífitas aparecendo com maior número de indivíduos e espécies em relação ao estágio inicial, sendo mais abundantes na floresta ombrófila;**
- f) **Trepadeiras, quando presentes, são predominantemente lenhosas;**
- g) **Serapilheira presente, variando de espessura, de acordo com as estações do ano e a localização;**
- h) **Diversidade biológica significativa;**
- i) **Sub-bosque presente;**

III - Estágio avançado de regeneração:

- a) Nesse estágio a área basal média é de até 20,00 metros quadrados por hectare;
- b) **Fisionomia arbórea dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente uniforme no porte, podendo apresentar árvores emergentes;** altura total média de até 20 metros;
- c) **Espécies emergentes ocorrendo com diferentes graus de intensidade;**
- d) **Copas superiores horizontalmente amplas;**
- e) **Epífitas presentes em grande número de espécies e com grande abundância, principalmente na floresta ombrófila;**
- f) **Distribuição diamétrica de grande amplitude:** DAP médio de até 25 centímetros;
- g) **Trepadeiras geralmente lenhosas, sendo mais abundantes e ricas em espécies na floresta estacional;**
- h) **Serapilheira abundante;**
- i) **Diversidade biológica muito grande devido à complexidade estrutural;**
- j) **Estratos herbáceo, arbustivo e um notadamente arbóreo;**
- k) **Florestas nesse estágio podem apresentar fisionomia semelhante à vegetação primária;**
- l) **Sub-bosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio;**
- m) **Dependendo da formação florestal pode haver espécies dominantes;**

Nota-se que a simples reprodução de dispositivos da resolução CONAMA nº 10/1993, referentes aos parâmetros qualitativos de análise florestal, não promove a identificação efetiva de particularidades das florestas catarinenses e seus estágios de regeneração. Além disso, na resolução CONAMA nº 04/1994 são elencadas poucas diferenças entre as fitofisionomias florestais do Estado – sendo os únicos aprofundamentos trazidos pela norma, menções sobre a maior expressividade de epífitas na Floresta Ombrófila Densa e de lianas na Floresta Estacional

Decidual. Dessa forma, as especificidades da norma, de fato, ficaram restritas aos dados dendrométricos da vegetação.

Como consequência da inexistência de descrições qualitativas das florestas nativas catarinenses em seus diferentes estágios de regeneração natural, estipuladas legalmente, os parâmetros quantitativos de classificação assumiram o papel de principais balizadores da atividade técnica de classificação florestal, no âmbito legal (licenciamento ambiental e perícia criminal ambiental).

Parâmetros quantitativos de avaliação florestal

A resolução CONAMA nº 04/1994, por meio do artigo 5º, considerou os mesmos valores de parâmetros quantitativos (área basal, altura média e diâmetro à altura do peito médio), referentes aos estágios de regeneração natural, para as diferentes fitofisionomias florestais do Estado. Esse artigo também apontou a possibilidade de haver variações nas características qualitativas da vegetação, notadamente a composição de espécies indicadoras de estágios sucessionais em função das características do meio físico do sítio em que a vegetação se insere e do histórico de perturbações antropogênicas ocorridas no remanescente florestal:

Art. 5º Os parâmetros de área basal média, altura média e DAP médio definidos nesta Resolução, excetuando-se manguezais e restingas, estão válidos para todas as demais formações florestais existentes no território do Estado de Santa Catarina, previstas no Decreto 750/93; os demais parâmetros podem apresentar diferenciações em função das condições de relevo, clima e solos locais; e do histórico do uso da terra. Da mesma forma, estes fatores podem determinar a não ocorrência de uma ou mais espécies indicadoras, citadas no artigo 3º, o que não descaracteriza, entretanto, o seu estágio sucessional.

A resolução CONAMA nº 04/1994 estipula as médias dos valores de altura e DAP dos indivíduos arbustivos e arbóreos incluídos no levantamento, bem como a “média da área basal”, para cada estágio de regeneração. Cabe destacar que as variáveis quantitativas utilizadas para essa classificação, estipuladas pela lei nº 11428/2006 (BRASIL, 2006, art. 4º, § 2º, inciso III), são “distribuição diamétrica e altura” – não havendo menção a suas médias. Em relação ao parâmetro “média da área basal”, a medida florestal correta a que a norma deveria se referir seria “área basal por hectare”.

Em termos estatísticos, destaca-se que a média somente é representativa, para fins de análise, se a série de dados apresentar uma distribuição normal ou gaussiana. Instruções normativas do órgão ambiental estadual exigem comprovação estatística da suficiência amostral para o inventário florestal (abordado adiante), conseqüentemente sendo necessário

haver distribuição normal dos dados considerados na análise – no entanto, tais normas não se referem, especificamente, às variáveis DAP ou altura.

Como consequência, a utilização de médias de DAP e altura não apresenta a confiabilidade estatística necessária – a menos que os dados coletados sejam submetidos a testes para comprovar a normalidade da distribuição. Além disso, ao se incluir estratos florestais distintos para o cálculo das médias de DAP e altura, ignora-se a compreensão a respeito da complexidade estrutural florestal – análise que poderia ser desempenhada a partir da interpretação de histogramas de distribuição de alturas e DAP, seja da comunidade ou de espécies de grupos ecológicos úteis para a compreensão do grau de maturidade do ecossistema.

Ao empregar as médias das variáveis, o legislador impossibilitou a visualização das classes de altura e DAP predominantes, para as espécies mais importantes (aquelas com maior IVI) da comunidade florestal avaliada – informação que permitiria reconhecer o tempo de instalação de populações, para grupos ecológicos distintos. A análise da distribuição de classes de altura e DAP, por sua vez, pode ser realizada mesmo com dados cuja distribuição seja não-paramétrica.

Em relação à variável “área basal”, sua aferição por hectare fornece dado que apresenta correspondência satisfatória com a classificação proposta por Klein (1980), autor que propõe classificação das etapas da sucessão secundária com base em suas características ecológicas (SIMINSKI; FANTINI, 2012). A área basal pode ser considerada a variável (quantitativa) de maior significância ecológica da vegetação (SIMINSKI *et al.*, 2013).

No entanto, a despeito da confiabilidade atribuída a esta variável em expressar o nível de desenvolvimento das florestas nativas, os valores de área basal indicados na resolução CONAMA nº 04/1994 não correspondem ao que se observa na realidade dos remanescentes catarinenses, sendo necessários ajustes dos valores que definem os estágios de regeneração natural, bem como a configuração de um intervalo para a calibragem dos valores limite (SIMINSKI *et al.*, 2004).

Espécies indicadoras de estágios de regeneração natural

Abaixo, são apresentados os dispositivos do artigo 3º da resolução CONAMA nº 04/1994, que estabelecem as espécies indicadoras de estágios de regeneração das diferentes fitofisionomias florestais catarinenses. Propositamente, utilizou-se o texto literal extraído da norma, sem ter havido qualquer tipo de correção ou adequação (de formatação, ortográfica ou científica):

I – Estágio inicial de regeneração:

j) Espécies indicadoras:

j.1) Floresta Ombrófila Densa: *Pteridium aquilium* (Samambaia- das-Taperas), e as hemicriptófitas *Melinis minutiflora* (Capim-gordura) e *Andropogon bicornis* (capim-andaime ou capim-rabo-de-burro) cujas ervas são mais expressivas e invasoras na primeira fase de cobertura dos solos degradados, bem assim as tenófitas *Biden pilosa* (picão-preto) e *Solidago microglossa* (vara-de-foguete), *Baccharis elaeagnoides* (vassoura) e *Baccharis dracunculifolia* (Vassoura-braba),

j.2) Floresta Ombrófila Mista: *Pteridium aquilium* (Samambaia-das Taperas), *Melinis minutiflora* (Capim-gordura), *Andropogon bicornis* (Capim-andaime ou Capim-rabo-de-burro), *Biden pilosa* (Picão-preto), *Solidago microglossa* (Vara-de-foguete), *Baccharis elaeagnoides* (Vassoura), *Baccharis dracunculifolia* (Vassourabraba), *Senecio brasiliensis* (Flôr-das-almas), *Cortadelia sellowiana* (Capim-navalha ou macegão), *Solanum erianthum* (fumo-bravo).

j.3) Floresta Estacional Decidual : *Pteridium aquilium* (Samambaia-das-Taperas), *Melinis minutiflora* (Capim-gordura), *Andropogon bicornis* (Capim-andaime ou Capim-rabo-de-burro), *Solidago microglossa* (Vara-defoguete), *Baccharis elaeagnoides* (Vassoura) , *Baccharis dracunculifolia* (Vassoura-braba), *Senecio brasiliensis* (Flôr-das-almas), *Cortadelia sellowiana* (Capim-navalha ou macegão), *Solanum erianthum* (Fumobravo).

II – Estágio médio de regeneração:

j) Espécies indicadoras:

j.1) Floresta Ombrófila Densa: *Rapanea Ferruginea* (Capororoca), árvore de 7,00 a 15,00 metros de altura, associada a *Dodonea viscosa* (Vassoura-vermelha).

j.2) Floresta Ombrófila Mista: *Cupanea vernalis* (Cambotá-vermelho), *Schinus therebenthifolius* (Aroeiravermelha), *Casearia silvestris* (Cafezinho-do-mato).

j.3) Floresta Estacional Decidual: *Inga marginata* (Inga feijão), *Baunilha candicans* (Pata-de-vaca).

III – Estágio avançado de regeneração:

n) Espécies indicadoras:

n.1) Floresta Ombrófila Densa: *Miconia cinnamomifolia*, (Jacatirão-açu), árvore de 15,00 a 20,00 metros de altura, formando agrupamentos bastante densos, com copas arredondadas e folhagem verde oliva, sendo seu limite austral a região de Tubarão, *Psychotria longipes* (Caxeta), *Cecropia adenopus* (Embaúba), que formarão os primeiros elementos da vegetação secundária, começando a aparecer *Euterpe edulis* (palmiteiro), *Schizolobium parahiba* (Guapuruvu), *Bathiza meridionalis* (Macuqueiro), *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré) e *Hieronima alchorneoides* (licurana), *Hieronima alchorneoides* (licurana) começa a substituir a *Miconia cinnamomifolia* (Jacatirão-açu), aparecendo também *Alchornea triplinervia* (Tanheiro), *Nectandra leucothyrsus* (Canela-branca), *Ocotea catharinensis* (Canela-preta), *Euterpe-edulis* (Palmiteiro), *Talauma ovata* (Baguaçu), *Chrysophyllum viride* (Aguai) e *Aspidosperma olivaceum* (peroba-vermelha), entre outras.

n.2) Floresta Ombrófila Mista: *Ocotea puberula* (Canela guaica), *Piptocarpa angustifolia* (Vassourão-branco), *Vernonia discolor* (Vassourão-preto), *Mimosa scabrella* (Bracatinga).

n.3) Floresta Estacional Decidual: *Ocotea puberula* (Canela-guacá), *Alchornea triplinervia* (Tanheiro), *Parapiptadenia rígida* (Angico-vermelho), *Patagonula americana* (Guajuvirá), *Enterolobium contortisiliquum* (Timbauva).

Pode-se constatar que a resolução CONAMA nº 04/1994 apresenta nomes científicos atualmente inválidos (sinonímia) para as espécies indicadoras de estágios de regeneração, além de não adotar corretamente a notação científica proposta por Lineu, em 1758, na 10ª Edição do *Systema Naturae* – sendo esse o sistema de referência para as classificações biológicas, adotado

usualmente por sistematas e taxonomistas (AMORIM *et al.*, 2001; GUIMARÃES, 2005; LOPES *et al.*, 2008; citado por DE SOUZA; ROCHA, 2015).

Esse sistema de notação científica estipula a nomenclatura binomial, sendo o nome da espécie composto pelo gênero, iniciando com letra maiúscula, seguido do epíteto específico iniciando com letra minúscula; o nome da espécie deve ser escrito em itálico ou sublinhado, adotando-se apenas um binômio por espécie.

Entre os problemas identificados em relação ao uso correto da notação científica na norma catarinense, pode-se citar a grafia dos nomes das espécies sem o uso do itálico ou do sublinhado e grafias diferentes para a mesma espécie (por exemplo, *Melines minutiflora* e *Melinis minutiflora*).

Ausência de padronização da amostragem da vegetação

Além das deficiências no campo teórico, acima elencadas, a resolução CONAMA nº 04/1994 não disponibiliza metodologia padronizada para obtenção de dados primários florestais.

As diferentes fitofisionomias florestais catarinenses, suas áreas de transição – bem como a paisagem dominada por mosaicos de vegetação florestal em diferentes estágios de regeneração, após o abandono de áreas agrícolas (QUEIROZ, 1994; citado por SIMINSKI *et al.*, 2004a; SIMINSKI *et al.*, 2004b) – propiciam a ocorrência de múltiplos padrões florísticos e estruturais nos remanescentes florestais nativos do Estado. A padronização da obtenção e interpretação de dados primários concederia maior rigor ao processo de classificação de estágios de regeneração florestal, nos termos da resolução CONAMA nº 04/1994, além de promover cenário em que a reprodução de resultados seria mais assertiva, entre diferentes analistas e peritos ambientais.

Como exemplo das discrepâncias observadas nas classificações florestais, em âmbito legal em Santa Catarina, verificou-se que, de 1753 pedidos formais de supressão de vegetação nativa protocolados junto ao órgão ambiental estadual (antiga Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente – FATMA, atual IMA), 63% apresentaram relação de espécies incompatível com o estágio de regeneração natural indicado nos resultados, sendo observadas variações importantes nos métodos de obtenção de dados primários florestais entre as áreas rurais e as urbanas (SIMINSKI; FANTINI, 2010).

Esses resultados indicaram a necessidade de padronização dos procedimentos de amostragem para elaboração de inventários florestais com a finalidade de classificação de

estágios de regeneração natural (SIMINSKI; FANTINI, 2010) – não apenas referentes aos elementos quantitativos, mas também qualitativos da vegetação.

3.2.5.4.4 Instruções normativas do órgão ambiental catarinense

Em Santa Catarina, constitui competência do IMA “elaborar manuais e instruções normativas relativas às atividades de licenciamento e autorização ambientais, visando à padronização dos procedimentos administrativos e técnicos” (SANTA CATARINA, 2022).

Assim, desde 2008, os licenciamentos ambientais envolvendo supressão de vegetação nativa conduzidos em Santa Catarina contam com a Instrução Normativa nº 23 (IN-23) e Instrução Normativa nº 24 (IN-24) (SANTA CATARINA, 2008), elaboradas pelo órgão ambiental estadual para instrução de processos administrativos de pedidos de Autorização de Corte (AuC), em áreas rurais e urbanas, respectivamente.

Instrução Normativa nº 23 e Instrução Normativa nº 24 (IMA)

A IN-23 e IN-24 estabelecem o conteúdo mínimo e alguns requisitos a serem observados nos inventários florestais elaborados para o pleito de obtenção de AuC, bem como a documentação necessária para instrução do processo administrativo de solicitação da referida licença ambiental.

Ambas as IN apresentam “Termo de Referência para o Inventário Florestal” (Anexo 4 da IN-23; Anexo 3 da IN-24). Os termos de referência de ambas as IN são idênticos, compostos por 20 itens que indicam: alguns procedimentos de campo; nível de inclusão dos indivíduos na amostragem; cálculos estatísticos para comprovação da suficiência amostral; apresentação dos resultados referentes ao inventário florestal e documentação técnica; que deverão ser disponibilizados para a adequada instrução do processo administrativo de solicitação de AuC.

Em relação aos procedimentos de campo para obtenção de dados primários florestais, a IN-23 e IN-24 fazem menção apenas à dimensão mínima das parcelas, de 100 m² (Item 5), sem definição de formato. O Item 5 do termo de referência também elenca os parâmetros estatísticos mínimos para comprovação da suficiência amostral do inventário florestal: média, variância, desvio padrão, coeficiente de variação (%), variância da média, erro padrão da média, valor de t tabelado (tabela de Student, para o intervalo de confiança de 95%), erro de amostragem absoluto, erro de amostragem relativo (%), número ótimo de parcelas necessárias; limite máximo de erro de 20%. Destaca-se que as instruções normativas não especificam o conjunto

de dados obtidos a campo, a que se refere a suficiência amostral – DAP, altura ou área basal por hectare.

Outras informações que devem ser apresentadas no relatório do inventário florestal são: fitossociologia quantitativa (abundância, frequência, dominância, valor de importância, valor de cobertura, índice de valor de importância) (Item 9) e descrição do sub-bosque, serapilheira, trepadeiras, espécies indicadoras e epífitas (Item 13).

Embora a IN-23 e a IN-24 apresentem um esboço de padronização metodológica para a realização de inventários florestais realizados no âmbito do licenciamento ambiental, este regramento ainda é insuficiente para que se obtenham resultados comparáveis entre diferentes áreas, ou que possam ser reproduzidos e comparados por diferentes analistas. Dessa forma, a análise das características florestais necessárias para classificação de estágios de regeneração florestal tem sido realizada de acordo com a experiência do profissional responsável (JASTER, 2000; citado por SIMINSKI *et al.*, 2004a).

Em função da insuficiente padronização técnica para realização de estudos de análise da vegetação florestal (amostragem, interpretação e apresentação dos resultados) no Estado de Santa Catarina, os inventários florestais apresentados junto ao IMA em processos de obtenção de AuC são, em grande parte, portadores de deficiências graves na classificação de estágios de regeneração florestal e na exposição de conceitos ecológicos que auxiliem no reconhecimento da qualidade ambiental do remanescente, como apontam Siminski e Fantini (2010).

3.3 CIÊNCIA DA VEGETAÇÃO

A busca pelo conhecimento botânico ou ciência da vegetação – seja o estudo da morfologia das plantas, sua classificação de acordo com características morfológicas comuns, ou seus locais de ocorrência preferencial – remonta a Aristóteles (384-322 A.C.) e a outros estudiosos gregos subsequentes, ganhando novo impulso na era das grandes navegações (a partir do final do século XV) e aprofundando-se cientificamente com as expedições ao redor do mundo promovidas por nações europeias, entre os séculos XVIII e XIX, tratando-se de período marcado pela reorganização conceitual das ciências físicas e naturais, fomentada por cientistas como Humboldt, Lavoisier, Lamarck, Wallace, Darwin, entre outros expoentes (CAPELO, 2003).

Ao longo do século XIX, foram elaborados conceitos científicos importantes para o avanço da ciência da vegetação. Humboldt promoveu inovação na abordagem da cobertura vegetal, ao buscar compreender a distribuição geográfica das espécies de plantas e suas relações

com o meio físico, sendo considerado o fundador da Geobotânica (embora esse termo fosse cunhado apenas em 1925, por Huget del Villar). Humboldt considerou importante o estudo das fisionomias vegetais e das formas de vida que as compõem, em detrimento à descrição de táxons e sua classificação (CAPELO, 2003).

Ainda nesse período, De Candolle estabeleceu o conceito de “agrupamento vegetal” – precursor de “associação vegetal”, cuja definição original atribui-se a Humboldt, no entanto, sendo efetivamente apresentado como um conceito científico preciso por Flahault, no Congresso de Bruxelas de 1910 – assumindo papel central na fitossociologia clássica e suas derivações (fitossociologia da paisagem; fitossociologia integrada), desenvolvidas em décadas seguintes. La Malle foi pioneiro na abordagem científica da sucessão ecológica, tema também investigado por De Candolle, que nomeou como “rotações naturais” o processo de substituição das associações vegetais ao longo do tempo. Schow, por sua vez, propôs a utilização do sufixo “-etum” após o nome científico da espécie dominante de uma associação vegetal, a fim de caracterizar fisionomicamente a comunidade (CAPELO, 2003) – sendo esse tipo de nomenclatura utilizado por Klein (1980) ao estudar a flora catarinense décadas mais tarde, como forma de nomear estágios de regeneração de acordo com a fisionomia impressa pelo gênero mais evidente, na comunidade florestal secundária.

Durante a segunda metade do século XIX e nas primeiras décadas do século XX, a associação vegetal se estabeleceu como unidade básica de abordagem para o estudo da paisagem. Nesse período, o enfoque da análise de vegetação recaiu sobre a descrição das espécies componentes das associações vegetais e as relações internas existentes nessas comunidades – originando a interpretação da cobertura vegetal segundo a fitossociologia, ou a ciência das fitocenoses (CAPELO, 2003), tratada com maior detalhamento adiante.

Após a II Guerra Mundial, houve incremento do conhecimento científico nos campos da botânica ecológica, geografia física, planejamento territorial e teoria geral dos ecossistemas, levando ao surgimento da ecologia da paisagem e ecologia da paisagem integrada, esta última com maior projeção na fitossociologia (ASENSI, 1996; citado por PEREIRA, 2011).

Atualmente, a análise da cobertura vegetal de um sítio pode ser realizada para atender a finalidades diversas, como: pesquisa científica, nas escalas de paisagem, comunidades, populações e indivíduos; estudos de biogeografia; inventários de espécies botânicas; estimativas de estoques de produtos vegetais; classificação de estágios de regeneração natural; ordenamento do uso do solo; formulação de estratégias de conservação ambiental; entre outras.

3.3.1 Escolas de análise de vegetação

Os métodos de análise de recursos florísticos podem ser atribuídos a diferentes escolas: sueca (Du Rietz), de Zurique-Montpellier (Braun-Blanquet), russa (Ramenski e Sukatschew), inglesa (Tansley) e norte-americana (Clements e Gleason) (WHITTAKER, 1962; citado por FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

Na escola sueca, fundada na cidade de Upsala, a ênfase da análise recai sobre a dominância de espécies na comunidade. Destaca-se que essa linha de pesquisa se desenvolveu em florestas homogêneas da Suécia, nas quais o método de análise empregado constatou a ocorrência de grupos de espécies dominantes e a formação de sistemas complexos (ISERHAGENET *et al.*, 2011; citado por FREITAS; MAGALHÃES, 2012). Du Rietz, utilizando como unidade de análise a associação vegetal de Flahault, defendeu que a premissa para distinção dessas comunidades botânicas seria a repetição estatística das proporções de constância-dominância das espécies componentes, abordagem que se mostra mais adequada a fisionomias vegetais austeras e de flora limitada (DELÉAGE, 1991; citado por CAPELO, 2003).

A escola de Zurique-Montpellier, igualmente apoiada no conceito de associação vegetal, difundiu o uso de amostragens pelo método de *relevé* e enfatizou a descrição florística da comunidade, buscando determinar a área mínima necessária para sua representação (FREITAS; MAGALHÃES, 2012). Embora Braun-Blanquet seja considerado o principal expoente de Zurique-Montpellier, por conta do desenvolvimento do método fitossociológico clássico (ou sigmatista), a origem da escola remonta aos trabalhos pioneiros de Flahault e Pavillard, havendo importantes contribuições posteriores de autores como Tüxen e Rivas-Goday (CAPELO, 2003). Como desdobramento do método clássico, desenvolveu-se a fitossociologia integrada – assim nomeada em função da integração de correntes distintas de análise (fitossociologias clássica, sucessional e dinâmico-catenal), as quais abordam escalas espaciais e temporais distintas.

A escola russa foi a responsável por desenvolver o conceito de biogeocenose – conjunto de organismos, variáveis ambientais e suas interrelações – que mais tarde originaria a definição de ecossistema (ODUM, 1988; citado por FREITAS; MAGALHÃES, 2012). Destaca-se que nessa linha de estudo de vegetação, as modificações gradativas que se observam nas características dos ecossistemas são originadas de alterações ambientais, geralmente pedológicas e climáticas (FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

As escolas inglesa e norte-americana, por sua vez, enfatizam os atributos quantitativos das formações vegetais, buscando obter representatividade estatisticamente comprovada de variáveis como densidade, frequência e dominância por espécie, com amostragem realizada por meio de unidades amostrais (parcelas) distribuídas de forma aleatória ou sistemática (SCHILLING; BATISTA, 2008; FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

Especificamente da escola americana, de grande importância para o desenvolvimento da ecologia quantitativa, surgiram duas correntes distintas de interpretação da vegetação em relação à paisagem: Clements (1904, 1905; citado por RIBEIRO, 2013) defende o modelo de comunidades, em que as associações vegetais apresentam interações positivas nos sítios em que se agregam, condicionando seu desenvolvimento e definindo uma fitofisionomia discreta na paisagem; enquanto Gleason (1917; citado por RIBEIRO, 2013) propõe o modelo de *continuum* de vegetação, em que as espécies se sucedem em um gradiente sem apresentar interações positivas entre si.

Destaca-se que Braun-Blanquet, embora adotando abordagem que não realiza quantificações precisas da vegetação para a análise fitossociológica, reconhece no modelo de Clements uma ferramenta útil para a análise de vegetação (CAPELO, 2003) – compartilhando a visão a respeito da natureza interativa dos componentes da associação vegetal ou da comunidade.

3.3.2 Aspectos gerais da análise de vegetação

Procedimentos de amostragem e sumarização de dados de vegetação envolvem quatro passos fundamentais: definição da área de estudo e sua segmentação preliminar em unidades de vegetação distintas (estratificação horizontal); seleção dos locais a serem amostrados, nas unidades de vegetação de interesse; escolha do método de amostragem; decisão sobre quais características ou variáveis da vegetação devem ser mensuradas (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974; ALMENDINGER, 1988).

Três aspectos gerais podem ser considerados para a análise de vegetação: fisionomia, estrutura e composição (RIZZINI, 1997). Lamprecht (1962) ressalta que os métodos de análise da vegetação devem atender aos seguintes requisitos: representar a florística e a estrutura da comunidade; apresentar aplicabilidade em qualquer tipo de comunidade; apresentar resultados livres de influências subjetivas; possibilitar a comparação de resultados entre diferentes comunidades.

Destaca-se a necessidade de haver padronização na obtenção de dados de vegetação, mesmo em locais onde ocorrem fitofisionomias variadas (mosaic vegetacionais), tornando-se importante a adoção de protocolos de coleta para uma comparação adequada entre as variáveis desejadas (FELFILI *et al.*, 2005). Para a classificação florestal, formações com características distintas devem ser analisadas segundo métodos próprios, que representem suas particularidades estruturais (FELFILI *et al.*, 2001).

Os métodos de análise da vegetação podem ser divididos entre aqueles de caráter qualitativo, baseados na descrição da vegetação e da flora; e os de caráter quantitativo, que buscam obter dados numéricos da vegetação. Os estudos fitossociológicos, por sua vez, possibilitam análises da vegetação que levam em conta a comunidade e suas interações ecológicas.

3.3.3 Métodos quantitativos

Dados quantitativos da vegetação florestal são obtidos por meio de medições diretas dos indivíduos componentes da comunidade. Esse tipo de análise da vegetação pode ser definido como “ecologia quantitativa de plantas” (FELFILI; VENTUROLI, 2000) – empregando métodos quantitativos de amostragem que podem considerar: variáveis dendrométricas, como a espessura dos fustes e a altura das plantas; variáveis fitossociológicas, como: número de vezes que uma planta é encontrada na comunidade (frequência), número de plantas de uma espécie na comunidade (densidade absoluta), ou por unidade de área (densidade relativa); e variáveis mistas, que combinam dados dendrométricos e populacionais, como a área basal de uma espécie na comunidade florestal (dominância absoluta) e por unidade de área (dominância relativa), além de índices sintéticos derivados desses dados, como o Índice de Valor de Importância (IVI).

Os métodos quantitativos de análise são considerados úteis pois permitem comparações padronizadas entre a vegetação de diferentes áreas. Em ecossistemas florestais, a precisão das análises quantitativas (estruturais e fitossociológicas) da vegetação está diretamente relacionada com o nível de inclusão (espessura de fuste ou altura mínimas para que a planta tenha seus dados coletados) e com o esforço amostral realizado (MARTINS, 2003; MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011).

Em florestas heterogêneas, como a Mata Atlântica, os dados quantitativos obtidos podem ser utilizados em tentativas de padronização da biodiversidade por meio de índices ecológicos – além da realização de análises estruturais e fitossociológicas, igualmente quantitativas.

3.3.4 Métodos qualitativos

Moro e Martins (in: FELFILI *et al.*, 2011) relatam que os primeiros métodos de análise da vegetação eram descritivos, de caráter qualitativo, consistindo em listas florísticas e diagramas de perfil; mais tarde, surgiram os métodos quantitativos de análise, baseados na mensuração dos atributos (variáveis) das comunidades vegetais, a fim de se obter maior precisão na comparação de resultados obtidos em áreas distintas.

Mendes (2014) elenca cinco categorias de atributos florestais passíveis de análise por meio de métodos qualitativos, divididos entre os: intrínsecos à estrutura vertical (estratificação); intrínsecos à estrutura horizontal (cobertura ou projeção da vegetação no solo); intrínsecos às formas dos indivíduos (formas de crescimento, brutas características das formas de vida dominantes, forma do dossel); intrínsecos ao comportamento foliar (regime de caducidade das folhas); intrínsecos às condições edáficas (serapilheira, teor de umidade no solo, granulometria do sedimento).

Em uma abordagem qualitativa, o registro de dados primários da vegetação pode ocorrer por meio de: listas florísticas (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974; MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011); diagramas de perfil (MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011; MENDES, 2014); diagramas de cobertura (PEIXOTO *et al.*, 1995); chaves dicotômicas (VELOSO *et al.*, 1991; citado por MENDES, 2014). Cabe destacar que a distinção entre os tipos de análise da vegetação (qualitativa ou quantitativa) nem sempre é clara, uma vez que a descrição florística da comunidade vegetal pode agregar, com maior ou menor aprofundamento, informações semiquantitativas das espécies componentes – tal como ocorre com o método de amostragem por *relevé* (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974).

As listas florísticas podem ser obtidas pelo método expedito de caminhamento (FILGUEIRAS *et al.*, 1994), ou variações que buscam modular o esforço amostral em intervalos de tempo (RATTER *et al.*, 2003; WALTER; GUARINO, 2006; citado por MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011), levando assim a uma maior padronização na amostragem. No entanto, alguns métodos qualitativos de análise da vegetação requerem padronização espacial para a obtenção de dados, como transectos para amostragem de dossel (SILVEIRA; BORGES, 2009; citado por MENDES, 2014), ou parcelas para a elaboração de diagramas de perfil (PEIXOTO *et al.*, 1995; RICHARDS, 1957; DURIGAN, 2003; citado por MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011) e *relevés* (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974; ALMENDINGER, 1988).

3.3.4.1 Amostragem da vegetação pelo método de relevé

Relevé é uma palavra de origem francesa com a conotação de “resumo” (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974; ALMENDINGER, 1988). Com a utilização do método de *relevé*, obtém-se um “sumário conciso da unidade de vegetação previamente delimitada, assim como o resumo literário corresponde a um sumário conciso do corpo do texto” (ALMENDINGER, 1988). De maneira semelhante, Felfili e Venturoli (2000) definem *relevé* como uma “amostra representativa de um tipo particular de comunidade vegetal”.

A campo, *relevés* são realizados em parcelas, usualmente em formato quadrado, podendo medir de 25 m² a 1000 m² (de acordo com o porte e complexidade da comunidade amostrada), em cujo interior descreve-se a vegetação em termos de estrutura e de composição florística (ALMENDINGER, 1988).

O método de amostragem consiste na utilização de formulários padronizados para registro de lista florística e levantamento semiquantitativo referente a espécies, estratos ou formas de vida (por meio do percentual da área ocupada por esses elementos na comunidade ou parcela), podendo ser incluídos aspectos ecológicos (climáticos, edáficos, orográficos, hidrográficos) do sítio em que a comunidade se insere (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974). Schilling e Batista (2008) afirmam que a amostragem por *relevé* confere maior peso à presença ou ausência das espécies, do que a variações nos aspectos quantitativos da vegetação.

A Figura 4 apresenta exemplo de formulário padronizado utilizado para amostragem pelo método de *relevé*.

Figura 4. Exemplo de formulário padronizado para amostragem pelo método de *relevé*, sendo registradas informações florísticas, de localização (área de estudo), comunidade, posição (geografia e relevo), tamanho e posição da amostra, estratificação (T = *tree*; S1 = *shrub* 1; S2 = *shrub* 2; H = *herb*) e observações ecológicas adicionais.

Relevé #11 March 4, 1972	
LOCATION:	Tantalus Mountain in the rain forest, Honolulu, Hawaii. Along trail leading to Pauoa Flats at 450 m (1480 feet) elevation, 160 m before planted <i>Eucalyptus</i> stand on Pauoa Flats.
COMMUNITY:	Below the trail on a gently (21 percent) sloping convex ridge, where <i>Acacia koa</i> is present as an emergent tree. Location mapped on 1:24,000 topographic sheet of Honolulu area. A low-stature submontane rain forest with scattered emergent <i>Acacia koa</i> trees up to 10 m tall. <i>Acacia koa</i> - <i>Metrosideros</i> - <i>Psidium guajava</i> forest with few tree ferns (<i>Cibotium splendens</i>) and <i>Oplismenus</i> grass undergrowth.
POSITION	Aspect N 50 W, slope 21 percent, elevation 420 m (1380 feet)
SIZE OF RELEVÉ:	10 × 20 m (200 m ²); the 20 m part upslope
STRATIFICATION:	T Scattered <i>Acacia koa</i> 5–10 m tall, 40 percent cover S1 Woody plants 2–5 m tall, 80 percent cover S2 Woody plants 0.3–2 m tall, 10 percent cover H Herbaceous plants, most of them up to 30 cm tall, 95 percent cover
REMARKS:	This stand is composed of native trees (<i>Acacia</i> , <i>Metrosideros</i>) and partly of nonwillfully introduced, exotic trees (<i>Psidium</i> , <i>Citharexylum</i>). All <i>Metrosideros</i> and <i>Psidium</i> trees are multistem trees, forked or branched near the base. <i>Psidium</i> regeneration is entirely vegetative from root sprouts near the base of the older trees. <i>Citharexylum</i> regeneration is from seed.

Fonte: modificado de Ellenberg; Mueller-Dumbois (1974).

A utilização da amostragem por *relevé* deve atender a três requisitos básicos: apresentar tamanho potencial para conter todas as espécies da comunidade; ocorrer em habitat uniforme (mesmo ecossistema ou mesma tipologia florestal); ocorrer em áreas em que a vegetação se apresente o mais homogênea possível (unidade de vegetação previamente delimitada), evitando considerar na mesma amostragem áreas discrepantes (por exemplo, uma porção da área de estudo com forte predomínio de uma espécie e outra área com forte predomínio de espécie diferente, ou a presença de grandes clareiras, rochas, elementos hídricos) (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974).

O método de *relevé* é considerado eficiente para o reconhecimento de tipos de vegetação em escala de macro comunidade e paisagem (LEPŠ; HADINCOVÁ, 1992) – compatível com a delimitação de fragmentos florestais e sua classificação em estágios de regeneração (tipos temporais de vegetação), em um ecossistema amplo e climaticamente condicionado como a Mata Atlântica. A amostragem por *relevé* ocorre, necessariamente, em unidades de vegetação

previamente estabelecidas, de acordo com determinados critérios (geográficos, fisionômicos, de cobertura de dossel ou gradientes ambientais), os quais devem ser escolhidos em função do propósito do estudo (ALMENDINGER, 1988).

Considerando a variedade estrutural e a diversidade florística de florestas tropicais como a Mata Atlântica, bem como a atividade de classificação de estágios de regeneração florestal que norteia este trabalho, a busca pela homogeneidade nas comunidades florestais a serem analisadas tem a ver com o reconhecimento da fisionomia da vegetação – impressa pelos táxons dominantes e pela proporção entre os estratos, característicos dos estágios sucessionais.

Os *relevés* são utilizados em diferentes abordagens da vegetação, tratando-se do método padrão para registro de observações de campo em estudos de fitossociologia clássica (BRAUN-BLANQUET, 1932; ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974) e integrada (PODANI, 2006). O método pode ser empregado em escalas amplas – por exemplo, para descrição de ecossistemas em nível estadual na América do Norte, como é o caso do *Minnesota Natural Heritage Program* (MNHP), havendo guias de campo desenvolvidos para essa finalidade (edições do *Handbook for Collecting Releve Data in Minnesota*) (ALMENDINGER, 1988).

Dados obtidos a partir de *relevés* são multidimensionais e podem ser numericamente ordenados para análise, ou classificados de acordo com preceitos fisionômicos ou florísticos (ALMENDINGER, 1988).

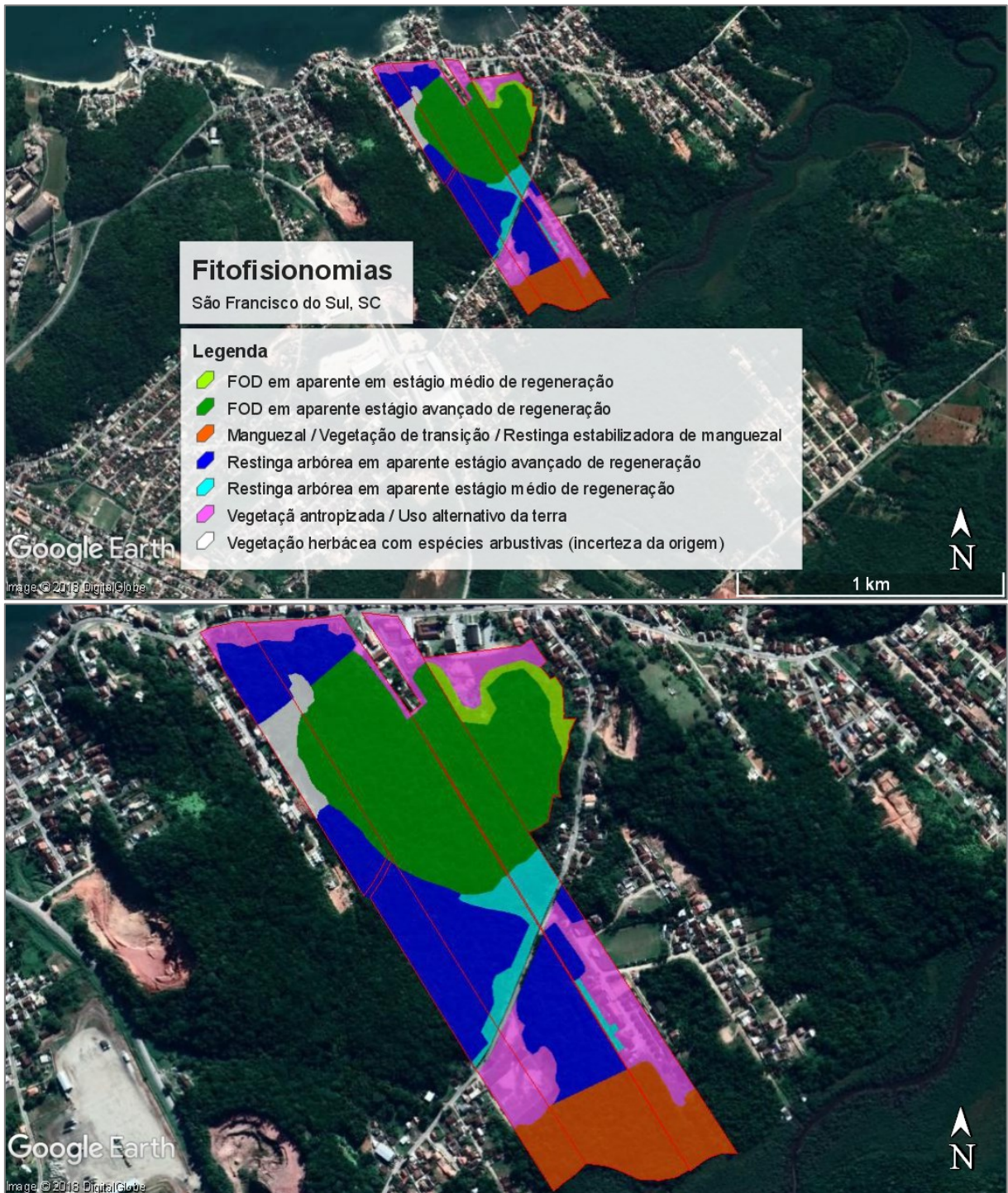
3.3.4.1.1 Definição da área de estudo e segmentação preliminar das unidades de vegetação

Ellenberg e Mueller-Dumbois (1974) denominam *entitation* (sem correspondente em português) o estabelecimento prévio de subdivisões na cobertura vegetal de um sítio, para a realização de *relevés* nas comunidades de interesse. Os autores afirmam se tratar da etapa mais importante do processo de análise da vegetação, sendo as etapas subsequentes realizadas a fim de aprofundar os conhecimentos a respeito das comunidades identificadas preliminarmente na área de estudo – reforçando a relevância da classificação de comunidades botânicas com base em fisionomia.

Cabe destacar que a delimitação prévia das comunidades de interesse é amplamente adotada por pesquisadores, seja em métodos qualitativos/semiquantitativos de amostragem (como o *relevé*) ou em quantitativos – como os croquis elaborados a fim de orientar a distribuição de parcelas em inventários florestais por amostragem (BRENA, 1995; VIBRANS *et al.*, 2012). Nesse sentido, as técnicas de sensoriamento remoto representam ferramentas úteis para a organização espacial da área de estudo e orientação geográfica a campo.

A Figura 5 apresenta exemplo de segmentação preliminar de unidades de vegetação para realização de amostragem por inventário florestal.

Figura 5. Exemplo de segmentação preliminar de unidades de vegetação em conjunto de imóveis urbanos, localizados no litoral norte catarinense. A distinção entre áreas de FOD, restinga arbórea e manguezal foi necessária para definição das unidades de vegetação de interesse (FOD).



Fonte: modificado de Google Earth (2018).

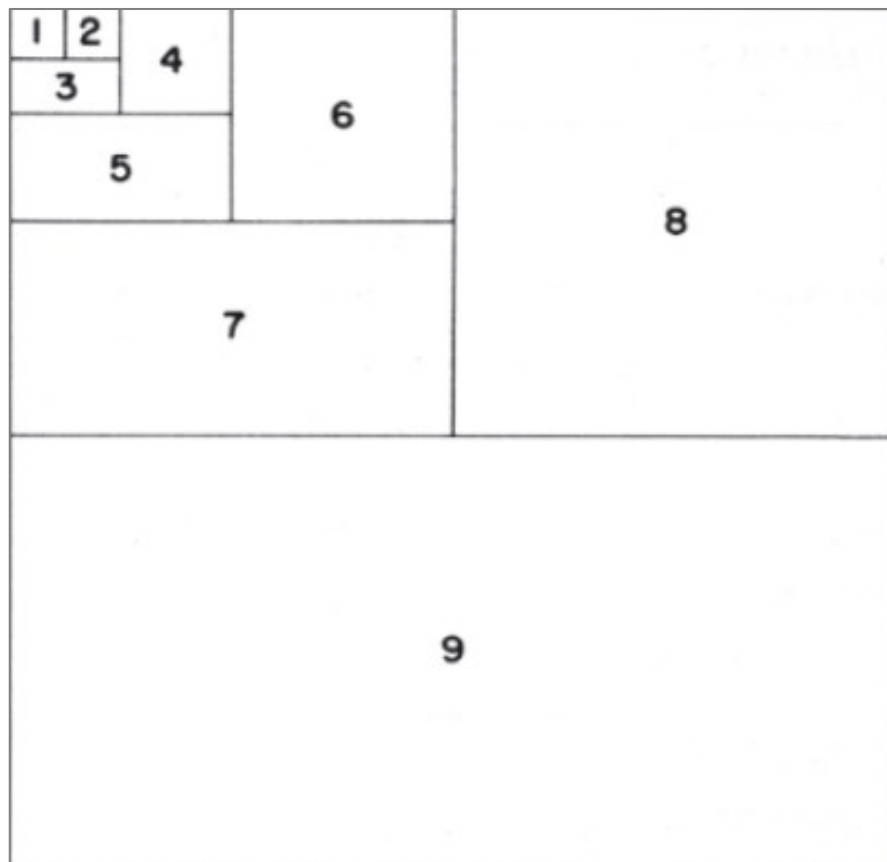
3.3.4.1.2 Suficiência amostral e área mínima de amostragem

A suficiência amostral é um conceito utilizado em estudos fitossociológicos para informar se a amostra efetivamente representa a comunidade em análise (SCHILLING; BATISTA, 2008).

Na amostragem por *relevé*, a suficiência é aferida por meio da obtenção da área mínima de amostragem – ou a menor área que pode conter uma representação adequada da comunidade (BRAUN-BLANQUET, 1932; CAIN, 1938). A área mínima de amostragem é definida a partir do levantamento das espécies em uma parcela com área pré-determinada, aumentando-se a área de investigação à medida que se constata a ocorrência de espécies ainda não registradas na comunidade, até a obtenção da suficiência amostral (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974).

Em *relevés* cujo foco da análise seja a identificação de conjuntos recorrentes de plantas – caracterização de séries e geosséries de vegetação em uma paisagem, por exemplo – as áreas pré-determinadas para iniciar a amostragem devem ser representativas, sendo duplicadas quando se torna necessário aumento de área amostral, de modo a formar um padrão de aumento da área denominado sistema de parcelas agrupadas (*nested plot system*) (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974). Nesse sistema de disposição de parcelas, as unidades amostrais retangulares são formadas por duas quadradas; dobrando-se a área amostral retangular no sentido da maior medida (lado), obtém-se novamente área amostral quadrada (Figura 6).

Figura 6. Sistema de parcelas agrupadas, utilizado para duplicação da área amostral em análises de comunidades pelo método de *relevé*. A numeração (1 a 9) corresponde à ordem em que as unidades amostrais são duplicadas.



Fonte: modificado de Ellenberg; Mueller-Dumbois (1974).

Nas investigações a respeito da variação da cobertura de táxons no interior de grandes comunidades botânicas, caracterizadas por espécies dominantes (como as florestas tropicais em etapas intermediárias da sucessão secundária), as quantificações de cobertura devem se concentrar nas espécies mais abundantes, utilizando-se pequenas unidades amostrais ou pontos de amostragem, espalhados o máximo possível na vegetação em análise (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974).

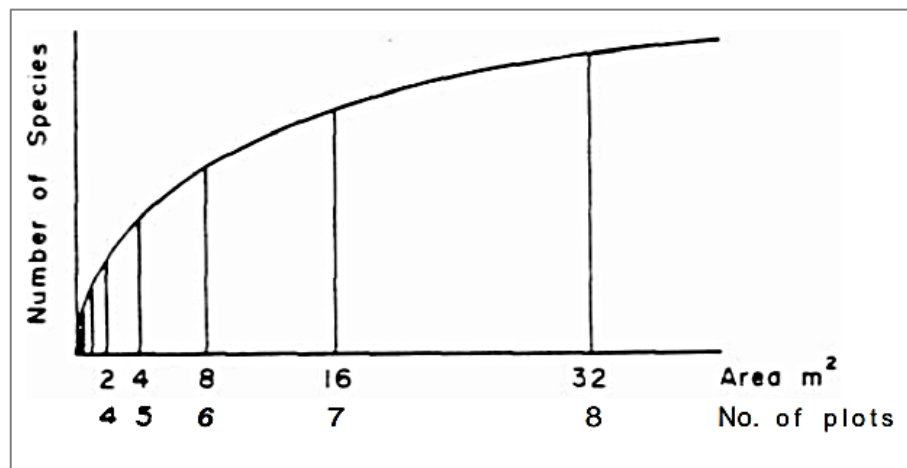
3.3.4.1.3 Curva de acumulação de espécies

Considerando a recorrente necessidade de levantamento do maior número possível de espécies da comunidade nas amostragens por *relevé*, a suficiência amostral é aferida por meio da acumulação de espécies por área. Em um gráfico cartesiano, é plotada a quantidade acumulada de espécies levantadas ao longo de toda a amostragem (eixo y) em função da área amostral (eixo x), gerando uma curva de acumulação.

Caso seja evidente a dificuldade (ou impossibilidade) de levantamento de todas as espécies da comunidade, a suficiência amostral – ou área mínima de amostragem – ocorre quando a curva de acumulação de espécies assume uma conformação horizontal (tendendo à assíntota) (ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974). Nos casos de comunidades botânicas distribuídas em pequenas áreas, torna-se exequível o levantamento integral de suas espécies componentes.

A Figura 7 apresenta exemplo de curva de acumulação de espécies, para aferição da suficiência amostral em levantamentos florísticos realizados em *relevés*.

Figura 7. Exemplo de curva de acumulação de espécies (número de espécies, eixo y), em função da área de amostragem (m^2 , eixo x), demonstrando o ponto em que a curva tende à estabilização, correspondendo à área mínima de amostragem ($32 m^2$), ou oitava parcela de $4 m^2$.



Fonte: modificado de Ellenberg; Mueller-Dumbois (1974); Almendinger (1988).

Cain (1938; ELLENBERG; MUELLER-DUMBOIS, 1974) apontou que um achatamento do eixo das abscissas poderia resultar em horizontalização precoce da curva, influenciando a suficiência amostral; como adequação, o autor propôs graficamente que o aumento de 10% na área de amostragem deveria resultar em um incremento máximo de 10% no número de espécies levantadas, a fim de se estabelecer a suficiência amostral e área mínima de amostragem.

A definição de Cain mostra-se útil para análise de vegetação em florestas tropicais – uma vez que nesse ecossistema a definição dos limites das comunidades é trabalhoso, por conta da grande quantidade de espécies, de modo que a curva de acumulação não se estabiliza, mesmo com grandes amostragens (SCHILLING; BATISTA, 2008).

3.3.4.1.4 Utilização de *relevés* em florestas tropicais

O método de amostragem por *relevé* é amplamente difundido para a análise de tipologias vegetais mais austeras e menos complexas do que as florestas tropicais – como a vegetação europeia alocada em terrenos com limitações edáficas importantes, na Península Ibérica e em nas proximidades do Mar Mediterrâneo, por exemplo.

No entanto, Ellenberg e Mueller-Dumbois (1974) relatam a realização de *relevés* com áreas amostrais de 200 m², em florestas tropicais havaianas. De acordo com o *Handbbok for Collecting Releve Data in Minnesota* (ALMENDINGER, 1988), os tamanhos das áreas mínimas amostrais em florestas tropicais variam, por convenção, entre 200 m² e 1000 m² - no entanto, tanto o autor como Ellenberg e Mueller-Dumbois (1974) afirmam que essas áreas podem ser maiores, em função da biodiversidade do ecossistema.

3.3.5 Estudos fitossociológicos

A fitossociologia trata da origem, estrutura e relações com o meio de comunidades vegetais, definindo e identificando tipos de vegetação e comunidades de plantas (FELFILI; VENTUROLI, 2000). Estudos fitossociológicos, de modo geral, são úteis por fornecer compreensões a respeito de causas e efeitos da residência de diferentes plantas em determinado ambiente; do surgimento, constituição e estrutura dos agrupamentos vegetais; e de processos que implicam a continuidade ou mudança da comunidade ao longo do tempo (MARTINS, 2003; MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011).

Assim como em outras áreas da ciência da vegetação, os estudos fitossociológicos podem ser desenvolvidos através de métodos quantitativos, com base em frequência, densidade e dominância das espécies, por meio dos quais é possível fazer uma avaliação momentânea da estrutura da vegetação (FELFILI; VENTUROLI, 2000) – ou qualitativos/semiquantitativos, como é o caso da fitossociologia clássica, desenvolvida pela escola de Zurique-Montpellier.

Ocorreram derivações da fitossociologia clássica ao longo do tempo, como a fitossociologia da paisagem – utilizada para delimitar e descrever, com notável assertividade, as comunidades vegetais em vastas extensões de terra – de modo que a combinação de ambas as metodologias (clássica e da paisagem) originou a fitossociologia integrada (AGUIAR, 2001).

Embora se trate de metodologia pouco propagada no Brasil, não havendo estudos conduzidos nos ecossistemas nativos do país utilizando tal abordagem, a fitossociologia integrada é amplamente utilizada em países ibéricos e mediterrâneos. Entre os trabalhos mais expressivos realizados por meio dessa metodologia (a qual expande a análise fitossociológica

clássica para escalas geográficas ampliadas), pode-se citar o auxílio na implementação da Rede Natura 2000, em Portugal – tratando-se de esforço para o levantamento de recursos naturais (incluindo a flora) em nível nacional, para fins de planejamento de uso e conservação (GUTIERRES *et al.*, 2010).

3.3.5.1 Fitossociologia clássica (ou sigmatista)

O método fitossociológico clássico ou sigmatista, desenvolvido por Braun-Blanquet (1932), tem como objetivo central representar a afinidade florística, estrutural e ecológica entre diferentes comunidades, em termos de frequência e dominância (cobertura do solo) das espécies componentes.

A concepção de comunidade do autor admite ser esta uma resposta discreta da vegetação às condições do habitat, havendo reforço positivo do desenvolvimento das espécies, o qual é promovido por interações entre as plantas da comunidade, influenciando em seu comportamento global – a mesma defendida por Clements (como já citado). Sob essa ótica, a ocorrência de determinadas espécies em maiores proporções nas áreas amostrais possibilitaria prever a comunidade (fitocenose) amostrada – tal como determinados caracteres morfológicos definem um táxon – devendo ser realizada consulta bibliográfica para comprovação de suas características (PEREIRA, 2011).

O método fitossociológico clássico apresenta duas etapas: a primeira denominada analítica, na qual são realizados os inventários das espécies (*relevés*) na área de estudo; a segunda denominada sintética, na qual se procede comparação de inventários pela técnica dos quadros (ou ordenação) e elaboração do sistema fitossociológico (COSTA, 1991; citado por PEREIRA, 2011).

3.3.5.1.1 Etapa analítica

A etapa analítica procura, por meio da amostragem por *relevé*, levantar os seguintes coeficientes da vegetação em análise:

- a) cobertura percentual de cada espécie ou estrato (projeção vertical no solo);
- b) abundância, por meio de avaliação aproximada da quantidade de indivíduos da espécie, podendo ser: rara (até cinco indivíduos), pouco comum (entre cinco e 15), comum (entre 15 e 30), abundante (entre 30 e 100), muito abundante (acima de 100);
- c) dominância, proporcional à área que a espécie ou estrato ocupam na amostra;

d) quantidade, resultante da relação entre abundância e dominância, atribuindo-se valores ou símbolos às diferentes porcentagens de cobertura na área amostral:

5: 75% ou mais de cobertura

4: 50% a 75% de cobertura

3: 25% a 50% de cobertura

2: 5% a 25% de cobertura

1: até 5% de cobertura

+: espécies raras (poucas)

r: espécies muito raras (solitárias)

e) sociabilidade, ou a forma como plantas da mesma espécie vivem associadas na comunidade, representada pelos valores:

5: populações muito densas

4: pequenas colônias ou tapetes

3: pequenas manchas

2: agrupamentos

1: indivíduos isolados

Os coeficientes da vegetação podem ser utilizados de diferentes formas, em função do tipo de análise a ser realizada. De modo geral, o valor registrado nos formulários de amostragem refere-se ao coeficiente “quantidade” (percentual de cobertura da espécie), o qual é posteriormente utilizado para ordenação dos dados – sendo as espécies de maior cobertura consideradas mais importantes nas comunidades.

A Figura 8 apresenta exemplo de amostragem conforme a escala de Braun-Blanquet, para representação semiquantitativa das espécies na amostra, separadas por estrato. Notar que se trata da mesma área amostral exemplificada na Figura 4, porém com a vegetação registrada de outra forma.

Figura 8. Exemplo de amostragem de vegetação considerando a escala de Braun-Blanquet para representação semiquantitativa de cada espécie na amostra, por estrato.

Stratum Symbol	BRAUN-BLANQUET Rating Symbol ^a	Plant Species
T	3	<i>Acacia koa</i> ^b
	1	<i>Metrosideros collina</i> subsp. <i>polymorpha</i> ^b
	+	<i>Psidium guajava</i>
S1	1	<i>Metrosideros tremuloides</i> ^b
	+	<i>Metrosideros collina</i> subsp. <i>polymorpha</i> ^b
	+	<i>Citharexylum caudatum</i>
S2	4	<i>Psidium guajava</i>
	+	<i>Cordyline terminalis</i>
	1	<i>Cibotium splendens</i> ^b
	1	<i>Citharexylum caudatum</i>
	+	<i>Psidium guajava</i>
H	r	<i>Sadleria</i> sp. ^b
	1	<i>Rubus rosaefolius</i>
	4	<i>Oplismenus hirtellus</i>
	1	<i>Commelina diffusa</i>
	1	<i>Setaria palmifolia</i>
	+	<i>Nephrolepis hirsutula</i>
	1	<i>Microlepia setosa</i> ^b
	+	<i>Athyrium proliferum</i>
	r	<i>Asplenium falcatum</i>
SOIL:	Shallow (50–75 cm deep) rain forest soil (Hydrol Humic Latosol or Oxisol) with few rocks outcropping at surface.	

Fonte: modificado de Ellenberg; Mueller-Dumbois (1974).

3.3.5.1.2 Etapa sintética

A etapa sintética do método fitossociológico clássico consiste em ordenar os dados obtidos nos *relevés* conforme afinidade florística, possibilitando comparações entre as áreas.

O processo de ordenação dos dados é composto por etapas intermediárias de refinamento (quadro bruto, quadro de presenças, quadro ordenado) – até a formulação do quadro definitivo – das quais pode-se obter informações como: frequência das espécies entre áreas amostrais e fidelidade (grau de relação) entre espécies da comunidade (PEREIRA, 2011).

A organização dos resultados dos *relevés* no quadro definitivo ocorre de acordo com as afinidades florísticas que as amostragens apresentaram – sendo as linhas preenchidas pelas espécies, as colunas pelos seus coeficientes de cobertura (ALMENDINGER, 1988) – permitindo a elaboração de sistema fitossociológico, o qual será utilizado para demonstrar as relações hierárquicas entre as comunidades identificadas.

A Figura 9 apresenta exemplo do quadro definitivo com a ordenação de dados obtidos nem *relevés*, para elaboração de sistema fitossociológico, na etapa sintética do método de Braun-Blanquet.

Figura 9. Quadro definitivo para organização dos *relevés* segundo afinidade florística, etapa necessária para formação de sistema fitossociológico e classificação das comunidades.

Releve Number	253345	235	1	444	21221	55124
	980267	46556	78901	34045	23565	34608
Hieracium scabrum	12221.	.....	.....	...1.	.....	.....
Equisetum hyemale	2.1.2.	.1...	.....	.....	.....	.....
Epigea repens	222...	.1...	...2.	.....	.....	.....
Polygala paucifolia	.22222	.....	.....	.....	.....	.....
Picea glauca	.211.1	..2..	.....	.....	.....	.....
Pyrola virens	.212..	..2..	.....	.....	.....	.....
Linnaea borealis	.....2	...22	2.22.	.21.2	.....	....2
Betula papyrifera	....2.	...32	.22.1	2..2.	2.....	.....
Acer rubrum	.....	...3.	.23.2	2.221	.....	.....
Monotropa uniflora	.....2	..2.2	.....	22.1.	.....	.....
Pyrola rotundifolia	.....	2.....	.....	.1222	.....	.....
Smilax herbacea	.....	.1...	.....	.....	21.21	2.11.
Populus tremuloides	.....	.3...	...3	.....	.3.2.	2...2
Puercus borealis	.....	.....	.....	..2..	1.1.2	.21..
Quercus macrocarpa	.....	.....	.....	.....	..2.2	.52..
Amorpha canescens	.....	2.....	.....	.....	2.....	.21..
Prunus serotina	.....	.....	.....	1.1..	.....	22122
Cornus racamosa	.....	.....	.....	.....	.....	..2.2
Viburnum rafinesquianum	.....	.....	.....	..1	....1	.2212
Pyrola asarifolia	.2.....	.....	.....	.....	2.....	...21
Viola sororia	.....	.....	.....	.....	...2.	2....

Fonte: modificado de Almendinger (1988).

O sistema fitossociológico, elaborado a partir dos dados amostrais ordenados, leva ao reconhecimento de sintáxons – os quais podem ser definidos como comunidades típicas,

resultantes das afinidades entre as espécies e suas proporções na comunidade. Os limites das variações florísticas dos sintáxons são definidos por convenção (AGUIAR, 2001). Além da florística, os sintáxons compartilham características estruturais, ecológicas e dinâmicas (GÉHU; RIVAS-MARTINEZ, 1981; citado por PEREIRA, 2011).

Os sintáxons podem ser hierarquicamente inferiores (associação, fragmento de associação, sub-associação, variante, fâcie, comunidade) ou superiores (alianças, ordens, classes). A nomenclatura dos sintáxons obedece ao Código de Nomenclatura Fitossociológica, acrescentando sufixos latinizados ao nome formado pelas espécies ou táxons dominantes, de acordo com seu grau hierárquico – classe: “-etea”; ordem: “-etalia”; aliança: “-ion”; associação: “-etum”; sub-associação: “-etosum” (BARKMAN, 1988; citado por PEREIRA, 2011).

Pode-se afirmar que a sintaxonomia trata da interpretação das relações existentes entre os sintáxons, em determinado sítio – de modo semelhante ao realizado pela taxonomia, a qual procura agrupar e correlacionar os seres vivos em táxons (ideotaxonomia). A forma de definição dos sintáxons, suas semelhanças e divergências, a partir de dados que expressam diferentes características da vegetação, constitui análise multivariada – a qual pode ser realizada por meio de tratamentos estatísticos, como análise de componentes principais e análise de correspondência entre as amostras (CAPELO, 2003).

3.3.5.2 *Fitossociologia integrada*

A fitossociologia integrada baseia-se no reconhecimento de comunidades vegetais discretas, que se repetem em um determinado espaço geográfico (RIBEIRO, 2013) – no contexto da paisagem.

Enquanto a fitossociologia clássica é aplicada em nível de comunidade (fitocenose), a fitossociologia sucessional (também chamada fitossociologia dinâmica, ou sinfitossociologia) considera as séries de vegetação – correspondentes aos estágios de regeneração. Já a fitossociologia catenal (ou dinâmico-catenal), de caráter biogeográfico, tem como objeto de análise a conformação espacial das comunidades na paisagem, ou a geossérie de vegetação.

Cabe destacar que os níveis das comunidades abordadas pela fitossociologia integrada são inter-relacionáveis, permitindo trabalhar as diferentes escalas sem perder consistência prática e teórica (GUTIERRES *et al.*, 2010).

Fitocenose é a unidade básica de análise da fitossociologia clássica – sendo um aprimoramento do conceito de associação vegetal, apresentado por Flahault (como já citado) – cuja definição atualizada é “segmento concreto de vegetação no qual as diferenças florísticas

internas são significativamente menores que aquelas relativas à vegetação circundante” (BARKMAN, 1989; citado por CAPELO, 2003) – ou seja, uma comunidade vegetal distinta de seu entorno.

Série de vegetação, também denominada *sigmetum*, é a fitocenose existente em determinada etapa da sucessão ecológica secundária, desenvolvendo-se em unidade elementar da paisagem, de clímax único (AGUIAR *et al.*, 1995; citado por CAPELO; 2003). Trata-se de uma comunidade temporária, correspondendo à vegetação secundária após perturbação, evoluindo em direção a uma comunidade original, ou potencial.

Geossérie de vegetação, ou *geosigmetum*, por sua vez, é determinada em escala mais ampla – podendo ser interpretada como um mosaico de comunidades vegetais que se dispõem no espaço (ALCARAZ, 1996; citado por GUTIERRES *et al.*, 2010), levando ao processo ecológico denominado zonação – ou a formação de “zonas” na cobertura vegetal, em relação à paisagem. Na geossérie, suas comunidades formadoras ocupam gradientes ecológicos quase sempre resultantes de processos geomorfológicos (GUTIERRES *et al.*, 2010). O posicionamento da vegetação em relação ao relevo, classicamente dividido entre: topo de morro, vertente, sopé, fundo de vale e curso d’água (ALCARAZ, 1996; MONTEIRO-HENRIQUES, 2010; citado por GUTIERRES *et al.*, 2010); e as características edáficas resultantes dessa condição, levam ao surgimento de geosséries gerais, classificadas como: xerófilas, mesófilas, higrófilas e aquáticas (RIVAS-MARTÍNEZ, 2007; MONTEIRO-HENRIQUES, 2010; citado por GUTIERRES *et al.*, 2010) – ou específicas, como as séries rupícolas em margens de elementos hídricos (GUTIERRES *et al.*, 2010).

3.3.6 Classificação de estágios de regeneração florestal

Diferentes abordagens vêm sendo utilizadas para a classificação dos estágios de regeneração florestal, sendo enfatizada a caracterização do processo ecológico de sucessão (SIMINSKI *et al.*, 2013). Entre os métodos de análise do processo de sucessão secundária da vegetação florestal, podem ser citados: 1) idade da vegetação; 2) fitossociologia; 3) análise estrutural; 4) análise de cronossequências (CHAZDON, 2012); 6) teoria dos sistemas; análise *fuzzy* (ZANINI, 2011; BRANDELIK *et al.*, 2021); 7) sensoriamento remoto (ROSÁRIO *et al.*, 2009).

Para a vegetação florestal do Estado de Santa Catarina, destaca-se a contribuição das publicações de Klein a respeito das etapas sucessionais, na segunda metade do século XX. Basicamente, o autor propõe a identificação das etapas intermediárias de sucessão florestal –

entre a perturbação e o restabelecimento da floresta madura – em função do gênero mais abundante na comunidade: *Baccharisetum* (ou capoeirinha, em que predominam as vassouras, plantas arbustivas do gênero *Baccharis*), *Myrsinietum* (ou capoeira, em que predominam as capororocas, arvoretas do gênero *Myrsine*) e *Miconietum* (ou capoeirão, em que o dossel é fechado pelas copas de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin e algumas outras espécies secundárias de rápido crescimento).

Nesse modelo é enfatizada a substituição de espécies dominantes na comunidade florestal, típica da sucessão secundária. O processo ocorre por conta do recrutamento de espécies de grupos ecológicos mais exigentes (secundárias tardias e clímaces), aumentando a complexidade estrutural da floresta e sua diversidade, ao ponto de não ser mais possível identificar uma fisionomia florestal nitidamente impressa por um gênero dominante. Desse modo, o autor definiu como “mata secundária” (arbóreo avançado), o estágio em que a floresta readquire características semelhantes às originais, tratando-se de ecossistema em que não se observa a dominância de uma espécie, mas o equilíbrio dinâmico da comunidade lenhosa e o surgimento de diversas sinúsias sob o dossel.

3.3.6.1 *Variáveis florestais estipuladas legalmente e métodos de análise*

As variáveis florestais estipuladas legalmente para classificação de estágios de regeneração – lei nº 11428/2006, art. 4º, incisos I a IX – representam um conjunto amplo de características do ecossistema, abrangendo diversos níveis, como: população, comunidade, formas de vida, produção de necromassa e porte (variáveis dendrométricas).

Isoladamente, esses elementos contam com diferentes métodos de amostragem e interpretação de resultados, atendendo a objetivos diversificados dos pesquisadores. Considerando a quantidade de variáveis florestais a serem analisadas para a classificação sucessional em âmbito legal, conclui-se inviável sua amostragem individual, para tal finalidade. Assim, a ausência de padronização da amostragem para o conjunto de variáveis estipuladas legalmente, afeta negativamente sua interpretação e a apresentação dos resultados nos trabalhos de classificação de estágios de regeneração florestal pautados pela atual legislação.

A seguir, são elencadas as variáveis florestais estipuladas legalmente para classificação sucessional, sendo apresentadas características desses elementos na composição das florestas tropicais, bem como os métodos de amostragem aplicáveis individualmente a cada uma.

3.3.6.1.1 Fisionomia

Longhi (1991; citado por FREITAS; MAGALHÃES, 2012) define fisionomia como o estudo da aparência da vegetação, devendo ser analisadas as características morfológicas das plantas que a constituem e a estrutura da comunidade. Estudos fisionômicos mostram-se importantes para a diferenciação de unidades espaciais de vegetação em pequenas escalas, como os biomas ou áreas que apresentem condições ambientais contrastantes (ARZENA-CONCEPCIÓN, 2000; citado por MENDES, 2014).

Mendes (2014) afirma que existe concordância a respeito da necessidade de classificação da vegetação tropical em bases predominantemente fisionômicas, sendo as metodologias empregadas neste tipo de análise atreladas à abrangência territorial e à escala da observação. Para o autor, a principal vantagem na classificação da vegetação por meio da fisionomia é a praticidade do método, podendo ser utilizado de forma simples e ubíqua por profissionais e pesquisadores. Nesse sentido, pode-se citar a sinfisionomia – divisão da Botânica que estuda as comunidades vegetais sem a necessidade de identificar as espécies presentes na área de estudo (LOUSÃ *et al.*, 2007; ARIZA, 2010; citado por MENDES, 2014).

Em função da escala empregada na observação, o termo “fisionomia” pode ser utilizado para designar ecossistemas vegetacionais distintos, como florestas, campos, savanas, restingas, banhados, entre outros. Almeida Júnior *et al.* (2009), por exemplo, estudaram a vegetação de restinga de uma unidade de conservação no litoral de Pernambuco com base em suas fisionomias: floresta, campo inundável e campo não-inundável.

Dentro de cada tipologia de vegetação, as subdivisões que ocorrem também podem ser concebidas como “fisionomias”, como é o caso das florestas nativas. Leitão Filho (1987) referiu-se à Mata Atlântica, à Floresta Amazônica de Terra Firme e às Florestas do Planalto Central como três: ecossistemas florestais, formações florestais ou fisionomias florestais – sendo essas definições tratadas como sinônimos pelo autor.

A aparência da vegetação pode ser caracterizada por meio de registros qualitativos (diagramas de perfil, percentuais de cobertura dos estratos), quantitativos (variáveis dendrométricas) e edafoclimáticos (características fenotípicas em função de fatores abióticos). Destaca-se que a opção pela análise quantitativa – sujeita a menor subjetividade – implica o registro de cada uma das populações consideradas, que pode ocorrer por estimativa visual ou utilizando métodos próprios, como amostragens (MENDES, 2014).

Mueller-Dombois (1984; citado por MENDES, 2014) afirmam que a classificação da vegetação baseada em sua arquitetura deve considerar: 1) cobertura ou espaçamento; 2) altura das plantas; 3) características de dossel e folhagem; 4) formas de vida.

3.3.6.1.2 Estratos predominantes

A estratificação é o resultado do arranjo de diferentes sinúcias, ou estratos, com suas espécies características que integram uma comunidade vegetal (FREITAS; MAGALHÃES, 2012; MENDES, 2014).

Após perturbações em áreas florestais, o processo de regeneração decorrente tende a apresentar um aumento gradual na complexidade de formas botânicas de modo que, com o passar do tempo, o incremento de espécies arbóreas de maior porte no perfil florestal passa a contribuir para a ocorrência de maior quantidade de estratos arbóreos (NUNES *et al.*, 2003).

Uma forma de reconhecimento dos estratos florestais arborescentes é por meio da classificação das espécies em guildas, de acordo com sua altura máxima esperada, podendo ser adotada a divisão em três grupos: 1) plantas pequenas, com alturas entre 2,0 m e 7,9 m; 2) plantas médias, com alturas entre 8,0 m e 17,4 m; 3) plantas grandes, com alturas acima de 17,5 m (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1997; citado por NUNES *et al.*, 2003).

A análise por guildas de estratos pode ser utilizada para determinar, de modo geral, o ponto da trajetória ecológica em que se encontra a vegetação florestal secundária, uma vez que Nunes *et al.* (2003) observaram diferenças significativas entre guildas componentes de uma área florestal composta por mosaico de estágios de regeneração distintos, em função da maturidade do fragmento avaliado e seu grau de exposição a perturbações (efeito de borda).

A frequência das espécies componentes de cada guilda de estratificação, medida por unidade de área, permite visualizar o porte a ser atingido pela comunidade de acordo com as populações componentes, bem como a proporção de plantas que podem atingir o dossel superior florestal. Em outros termos, as guildas de estratos arbóreos refletem os grupos ecológicos de suas espécies componentes, uma vez que as árvores de maior porte ocorrem em florestas mais maduras.

Para a análise da estratificação florestal com base na altura das plantas, Ellenberg e Mueller-Dombois (1974) indicam a elaboração de listas florísticas separadas por estratos, acrescidas de informações semiquantitativas das espécies e sua distribuição espacial na área amostral. Mendes (2014) indica a possibilidade de utilização de diagramas de perfil para análise qualitativa da estratificação florestal.

A complexidade estrutural das florestas nativas do Bioma Mata Atlântica, além de caracterizada pelas diferentes alturas atingidas pelas pelo estrato arbóreo, também se manifesta na multiplicidade de plantas de outros hábitos na comunidade, formadoras das diferentes sinúsias florestais. Dessa forma, podem ser considerados estratos florestais distintos (adaptado de MARTINS-DA-SILVA, 2014):

- herbáceo: plantas não-lenhosas de pequeno porte (exceto bromélias terrícolas)
- arbustivo: plantas lenhosas, com 3 m a 5 m de altura, com pequeno caule que se ramifica desde a base
- arbóreo inferior: plantas lenhosas, com 5 m a 12 m de altura, com caule que se ramifica na parte superior
- arbóreo superior: plantas lenhosas, com 12 m ou mais de altura, com caule que se ramifica na parte superior
- epifítico: plantas não-lenhosas ou com pouca lenhosidade, vivendo sobre outras plantas, com forma de obtenção de nutrientes não-parasítica em relação à hospedeira

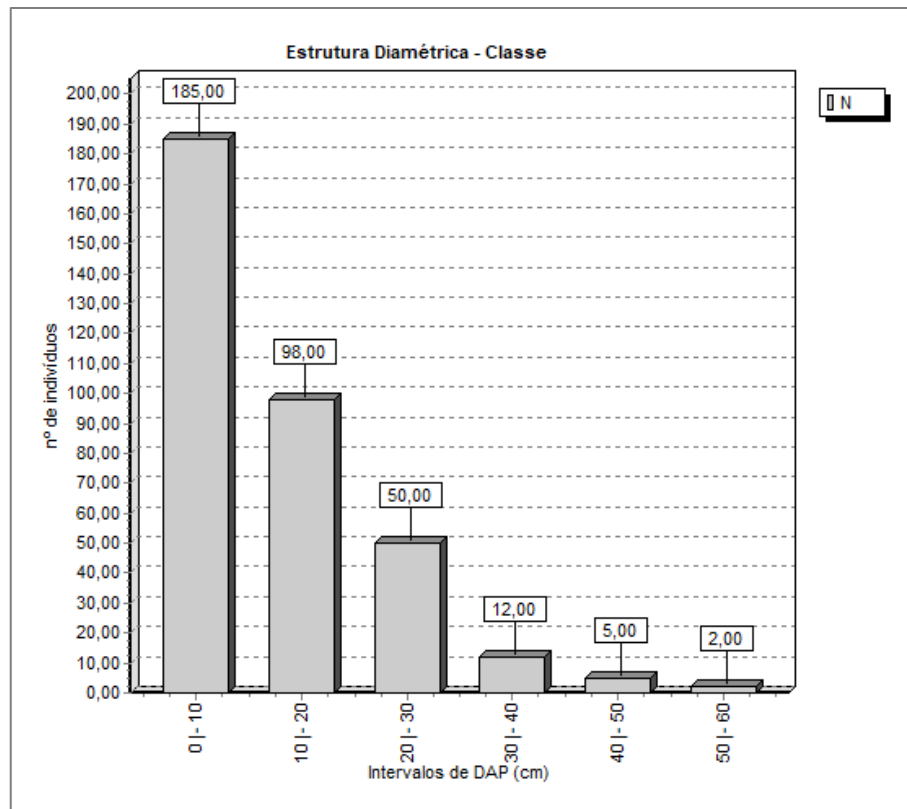
3.3.6.1.3 Distribuição diamétrica e altura

Intuitivamente, espera-se que os remanescentes florestais mais antigos e bem desenvolvidos apresentem árvores de maior porte, formando comunidade arbórea com maior frequência de plantas de fustes espessos, resultando em maiores áreas basais por hectare. De maneira análoga, o reconhecimento da distribuição das alturas de árvores e arbustos componentes da comunidade florestal permite visualizar o porte geral da formação – possibilitando relacionar os estágios de regeneração mais avançados com a ocorrência de florestas de grande porte.

Machado *et al.* (1996) afirmam que a distribuição diamétrica dos fustes se trata de um dos principais parâmetros a serem analisados para o conhecimento a respeito das florestas naturais. Esse tipo de análise permite identificar se o remanescente corresponde a uma floresta multietânea (ou multiânea) – que é aquela cujo número de plantas de cada espécie decresce com o aumento das classes diamétricas (distribuição decrescente) (LONGHI, 1980; MACHADO *et al.*, 1996), assumindo um formato exponencial de “jota invertido” (CORDEIRO; RODRIGUES, 2007; DE OLIVEIRA-LIMA *et al.*, 2012).

A Figura 10 apresenta exemplo de gráfico com a distribuição diamétrica dos fustes em uma comunidade arbórea assumindo formato de “jota invertido”, típico de florestas multietâneas.

Figura 10. Gráfico com a distribuição diamétrica dos fustes em uma comunidade florestal, assumindo formato de “jota invertido”. N = número de indivíduos na amostra.



Fonte: arquivo próprio (elaborado com o *software* Mata Nativa 4.0).

O padrão de “jota invertido” obtido nos gráficos de barras referentes à distribuição dos diâmetros dos fustes é naturalmente esperado para florestas heterogêneas (MACHADO *et al.*, 1996; DE OLIVEIRA-LIMA *et al.*, 2012) – como as nativas inseridas no Bioma Mata Atlântica – nas quais a senescência das árvores de fustes mais espessos abre espaço para o pleno desenvolvimento de plantas de fustes menos espessos, substituindo a eliminada (LONGHI, 1980). Esse mesmo padrão de distribuição é esperado para espécies esciófitas no interior florestal (ROLLET, 1978) – refletindo o crescimento constante dessas plantas em locais sombreados.

Por outro lado, a distribuição diamétrica dos fustes de espécies pioneiras em florestas tropicais maduras tende a apresentar poucos indivíduos nas classes intermediárias de espessura

(OLIVEIRA-FILHO *et al.* 1994; FELFILI, 1997; MARIMOM; FELFILI, 2000; citado por HAIDAR *et al.*, 2005) – ou uma distribuição errática (ROLLET, 1978) – o que pode ser explicado pelo alto sombreamento do interior florestal e o desfavorecimento ao desenvolvimento das espécies heliófilas, recrutadas abaixo do dossel formado por espécies em melhores condições de desenvolvimento (FELFILI, 1997; citado por HAIDAR *et al.*, 2005).

Desse modo, conclui-se que características referentes ao porte da comunidade arbórea podem ser analisadas diretamente pela distribuição diamétrica dos fustes, sendo os grupos ecológicos das espécies importantes na análise, sobretudo para visualização do nível de perturbação do remanescente florestal.

3.3.6.1.4 Existência, diversidade e quantidade de epífitas

As plantas com hábitos epifíticos (em alguma fase do desenvolvimento ocorrendo sobre outra planta, ou forófito, de forma não parasítica) são características de florestas tropicais, representando uma parte importante da diversidade florística desses ecossistemas, uma vez que correspondem a aproximadamente 10% de todas as espécies de plantas vasculares conhecidas, podendo representar um quarto das espécies em diversos países e a forma de vida com maior quantidade de táxons nesse tipo de floresta (PETEAN, 2009). Em regiões de grande pluviosidade, as epífitas podem representar mais da metade das espécies vasculares existentes em um ecossistema (KELLY *et al.*, 1994; KERSTEN; SILVA, 2006; citado por PETEAN, 2009).

Plantas epífitas representam sinúsia importante em ecossistemas florestais, contribuindo para sua complexidade estrutural, apresentando altas taxas de produtividade primária e participando da ciclagem de nutrientes, uma vez que elaboram grandes quantidades de biomassa fotossintetizante – representando cerca de 2% do peso seco acima do solo, porém podendo equivaler a quatro vezes a biomassa de folhas da planta hospedeira (NADKARNI, 1984).

No caso de plantas formadoras de tanques que armazenam água da chuva (fitotelmata), como ocorre com muitas espécies de bromélias, esses ambientes servem para o desenvolvimento de inúmeras espécies, de diferentes táxons, desempenhando importante papel no funcionamento do ecossistema florestal.

A despeito da importância ecológica e da capacidade de indicar a complexidade estrutural (consequentemente a maturidade) de uma floresta nativa, os estudos sobre plantas epífitas no Brasil ainda está aquém do que seria esperado, dada sua representatividade. Entre as

lacunas de conhecimento inerentes ao grupo de plantas com este hábito, no cenário científico nacional, pode-se elencar a ausência de estudos sobre: epífitas avasculares, relação espécie-área, padrões de conexão, populações/meta-populações; além de uma carência de informações quantitativas (densidade, frequência, dominância), decorrente principalmente da dificuldade de amostragem, bem como a falta de experimentos que relacionem a comunidade epifítica com estágios de regeneração natural (KERSTEN, 2013).

Segundo Kersten (2013), a escalada de forófitos para a amostragem de plantas epífitas é essencial. No entanto, os problemas relacionados com o acesso às copas das árvores constituem o principal entrave aos estudos de dossel (NADKARNI; PARKER, 1994; citado por KERSTEN, 2013).

Embora Kersten (2013) afirme que o levantamento da riqueza (ou seja, método qualitativo de análise por meio da formulação de uma lista florística) seja o mais intuitivo, bem como a frequência possa ser aferida de modo relativamente simples (considerando a presença/ausência de espécies nas unidades amostrais, que podem ser os forófitos ou regiões destes), ainda assim é necessário utilizar a técnica de escalada para um levantamento adequado de epífitas. Isto porque a distribuição tridimensional das espécies constitui grande obstáculo para a amostragem, sendo algumas plantas muito pequenas, crípticas, com flores escuras, estabelecidas sobre galhos; outras de grandes proporções, apoiadas diretamente nos fustes; de modo que a observação por binóculos (ou câmeras fotográficas) constitui técnica que pode levar a grandes desvios de amostragem (FLORES-PALACIOS; GARCIA-FRANCO, 2001; citado por KERSTEN, 2013).

3.3.6.1.5 Existência, diversidade e quantidade de trepadeiras

Plantas trepadeiras (ou trepadoras) são aquelas que necessitam apoiar-se sobre outras para seu desenvolvimento, utilizando adaptações de escalada para ascender, como volubilidade do caule, presença de raízes preênseis ou modificações foliares (ROMANIUC NETO *et al.*, 2012).

Esse grupo de plantas contribui de maneira significativa para a diversidade florística em florestas tropicais, além da produção total foliar e área basal (CITADINI-ZANETTE *et al.*, 1997), podendo representar até 40% das espécies nesses ecossistemas (ENGEL *et al.*, 1998). Mesmo se não existissem árvores nas florestas tropicais, as comunidades de trepadeiras ainda garantiriam que esses seriam os ecossistemas terrestres com maior diversidade florística (GENTRY; DODSON, 1987; citado por ENGEL *et al.*, 1998).

As trepadeiras representam componente estrutural importante das florestas tropicais, mas também podem influenciar diretamente a estrutura do ecossistema, uma vez que competem ativamente com as árvores por luminosidade e nutrientes, além de apresentarem rebrota muito eficiente (ENGEL *et al.*, 1998) e, ao se entrelaçarem com as copas das árvores, levam a aberturas de clareiras maiores em eventos desse tipo (PUTZ, 1984; VIDAL *et al.*, 1997; citado por ENGEL *et al.*, 1998).

Por outro lado, trepadeiras são muito abundantes nas bordas de mata e margens de clareiras, criando massas impenetráveis que funcionam como barreiras protetoras do ecossistema florestal, diminuindo a taxa de mortalidade de árvores pelo vento, mudanças no microclima e invasão por espécies alienígenas (ENGEL *et al.*, 1998).

As trepadeiras lenhosas são denominadas lianas (SCHENCK, 1892; PUTZ, 1984; citado por CITADINI-ZANETTE *et al.*, 1997) – sendo mais representativas do que as trepadeiras herbáceas no interior de florestas secundárias do Bioma Mata Atlântica, podendo apresentar estrutura caulinar de até 70 m de comprimento, com algumas espécies possuindo copas tão grandes quanto as das árvores que as sustentam (ENGEL *et al.*, 1998).

No entanto, a morfologia singular das plantas com hábito trepador dificulta os trabalhos de obtenção de dados primários, uma vez que apresentam crescimentos lineares expressivos: verticalmente, entre o solo e as copas das árvores, permeando diversos estratos; ou espalhando-se vegetativamente (horizontalmente) por distâncias maiores que 100 m (CABALLÉ, 1977; PUTZ, 1984; citado por CITADINI-ZANETTE *et al.*, 1997), dificultando a definição do indivíduo.

Para obtenção de dados primários de plantas trepadeiras em florestas nativas, usualmente se recorre ao método qualitativo, por meio da formulação de lista florística obtida por caminhamento aleatório na área de estudo; ou ao método fitossociológico estatístico, baseado em amostragem por parcelas para obtenção de informações quantitativas como: frequências, densidades e dominâncias, absolutas e relativas, além de valores de importância, de cobertura e densidade total por área (CITADINI-ZANETTE *et al.*, 1997; ROMANIUC NETO *et al.*, 2012).

As variações metodológicas para levantamento de trepadeiras são relacionadas com os diversos pontos possíveis para medição dos diâmetros dos indivíduos, podendo ocorrer inclusive à altura do solo – de acordo com o método empregado por Citadini-Zanette *et al.* (1997) e Romaniuc Neto *et al.* (2012) em seus estudos, porém o segundo autor ressaltou que

essa prática deve ser desincentivada, dando lugar à medição do diâmetro da planta a 1,30 m do ponto de enraizamento, conforme propuseram Schnitzer *et al.* (2006).

3.3.6.1.6 Presença, ausência e características da serapilheira

Serapilheira (ou liteira) é todo tipo de material biogênico em decomposição, podendo representar fonte de energia para as espécies consumidoras (BRUN *et al.*, 2001; citado por MENEZES *et al.*, 2010), sendo a porção vegetal formada por folhas, cascas, ramos, material reprodutivo, flores, inflorescências, frutos, sementes e fragmentos vegetais não identificáveis (CIANCIARUSO *et al.*, 2006; citado por MENEZES *et al.*, 2010).

Os processos de deposição e decomposição da serapilheira são fundamentais para os ciclos biogeoquímicos dos ecossistemas florestais (KONIG *et al.*, 2002; ARATO *et al.*, 2003; SCHUMACHER *et al.*, 2004; BARLOW *et al.*, 2007; PANDEY *et al.*, 2007; citado por MENEZES *et al.*, 2010), representando o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo (CALDEIRA *et al.*, 2008).

Diversos fatores afetam a deposição e decomposição da serapilheira, tais como: fitofisionomia, estágio de regeneração natural, deciduidade, herbivoria, latitude, altitude, relevo, temperatura, precipitação, disponibilidade de luz, fotoperíodo, evapotranspiração, disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, entre outros (VITAL *et al.*, 2004; BRUN *et al.*, 2001; CASTANHO, 2005; FERNANDES *et al.*, 2006; citado por MENEZES *et al.*, 2010).

Considerando a estreita relação entre a serapilheira e a ciclagem de nutrientes no ecossistema florestal, os estudos que são realizados geralmente visam à quantificação da produção de biomassa e dos nutrientes nela contidos, como pode ser observado nos trabalhos de Martins e Rodrigues (1999), Vital *et al.* (2004), Caldeira *et al.* (2008), Menezes *et al.* (2010), Dickow *et al.* (2012) e outros. Para essa finalidade, os autores obtiveram serapilheira utilizando coletores com diferentes formatos (quadrados, circulares, de fundo plano ou cônico) e tamanhos, posicionados a certa altura do solo, permanecendo em ambiente florestal por determinado período; ou diretamente do chão, nesse caso utilizando-se gabarito geralmente quadrado (0,25 m x 0,25 m) para delimitar a área de coleta.

Obtido o material, como praxe, procede-se secagem em estufa e pesagem, podendo ainda ser realizada triagem, havendo seleção de acordo com os tipos de fragmentos que o compõem: folhas, ramos, flores, frutos, materiais reprodutivos, raízes, miscelânea (materiais de difícil identificação).

Diferentes análises são realizadas pela medição da produção de biomassa na forma de serapilheira, como variações nos padrões de deposição entre: as estações do ano, estágios de regeneração natural distintos, áreas florestais com tamanhos variados, borda e interior de mata, clareira e sob dossel fechado.

No entanto, são escassos os estudos que relacionam a espessura da serapilheira e os estágios de regeneração florestal. Portela e Santos (2007) investigaram os efeitos dos tamanhos dos fragmentos florestais e do posicionamento borda/interior de mata sobre a espessura da serapilheira – não encontrando relação entre os primeiros, mas observando que a liteira mais espessa foi depositada na borda do fragmento florestal de maiores dimensões.

3.3.6.1.7 Sub-bosque

A vegetação compreendida abaixo do dossel florestal é denominada sub-bosque, tratando-se de comunidade botânica formada por plantas de diferentes hábitos (formas de vida) e portes (estratos): arvoretas (esciófitas) que não alcançam o dossel (TABARELLI *et al.* 1993; citado por GOMES *et al.*, 2009), regenerantes das espécies componentes do dossel, arbustos, palmeiras e fetos arborescentes, com autossustentação (OLIVEIRA *et al.* 2001; citado por GOMES *et al.*, 2009), plântulas e ervas – sendo esses os elementos responsáveis pela estratificação florestal, em contexto amplo (não apenas estratificação arbórea).

Há pouco consenso a respeito dos métodos de amostragem do sub-bosque florestal, havendo ainda maior proporção de estudos referentes ao estrato arbóreo. No entanto, estima-se que a inclusão sistemática de amostragens no sub-bosque florestal pode aumentar em até 30% a quantidade de espécies levantadas em estudos na Mata Atlântica (DO NASCIMENTO *et al.*, 2011).

Em geral, as amostragens quantitativas de sub-bosque são realizadas por meio de parcelas com proporções menores do que as utilizadas para o estrato arbóreo, de acordo com o porte das plantas que serão levantadas.

Para o estudo de plantas lenhosas de sub-bosque, os níveis de inclusão são relacionados com a espessura do caule e a altura do indivíduo. O diâmetro do caule pode ser medido à altura do peito (DAP), ou à altura do solo (DAS) (DO NASCIMENTO *et al.*, 2011). Felfili *et al.* (2000) afirmam que a altura mínima para amostragem de plantas lenhosas de sub-bosque deve ser de um metro, pois estariam mais aptas a sobreviver em ambiente florestal, representando o potencial regenerativo do ecossistema.

Em relação aos métodos qualitativos de análise do sub-bosque florestal, Ellenberg e Mueller-Dombois (1974) indicam a elaboração de listas florísticas complementadas por informações a respeito das quantidades de cada espécie.

3.3.6.1.8 Diversidade e dominância de espécies

Freitas e Magalhães (2012) elencam três formas distintas de padronização da biodiversidade em ecossistemas: 1) mensuração direta da riqueza de espécies; 2) aplicação de índices de riqueza, obtidos por meio de interpolação e extrapolação; 3) aplicação de índices de diversidade, obtidos pela combinação entre riqueza de espécies e equabilidade (ou equitabilidade).

A utilização da mensuração direta de riqueza específica é desincentivada, uma vez que se torna praticamente impossível (ou muito trabalhoso) o levantamento de todas as espécies de uma comunidade (FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

Os índices de riqueza, em geral, são simples e consideram o número de espécies em função de logaritmos (diversas bases) do número de indivíduos (índices de Gleason e Margalef), ou o número de espécies em função da raiz quadrada do número de indivíduos (índice de Menhinik) – supondo-se uma relação linear entre a riqueza de espécies e sua abundância (MATOS *et al.*, 1999; citado por FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

Esses índices podem fornecer estimativas úteis sobre a diversidade de uma comunidade, de forma compreensível e instantânea (FREITAS; MAGALHÃES, 2012). Índices de diversidade e dominância assumem valores constantes com o aumento do esforço amostral, o que pode levar a resultados assertivos precocemente; no entanto, considerando que as comunidades apresentam características próprias – por exemplo, a distribuição de indivíduos entre as espécies – os índices de riqueza podem apresentar uma forte inconsistência ecológica (MATOS *et al.*, 1999; citado por FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

Os índices de diversidade, por sua vez, procuram resolver a questão da dominância específica em uma comunidade, ou a distribuição dos indivíduos entre as espécies, como tentativa de promover maior acuracidade à padronização da biodiversidade. Para isso, os índices de diversidade consideram o componente “equabilidade” em sua composição, cujo conceito é apresentado por Melo (2008; citado por FREITAS; MAGALHÃES, 2012) por meio da comparação hipotética de duas florestas com populações de 100 árvores e riqueza de 10 espécies cada, onde: 1) a primeira floresta apresenta 10 indivíduos de cada espécie; 2) a segunda floresta apresenta 91 indivíduos de uma espécie e um indivíduo para cada uma das outras nove

espécies. Claramente se observa a situação em que a equabilidade entre as espécies é maior, assim como a que apresenta forte dominância de uma espécie sobre as demais – sendo o processo sucessional florestal caracterizado em suas etapas mais precoces pela situação do tipo 2, até a aproximação da maturidade do ecossistema e a mudança para a situação do tipo 1.

Esses índices também são matematicamente simples, consistindo em expressões que envolvem a abundância relativa das espécies na amostra (MELO, 2008; citado por FREITAS; MAGALHÃES, 2012), mostrando-se assertivos mesmo com amostragens pequenas, uma vez que é necessário considerar a riqueza específica de uma ou duas unidades amostrais (parcelas) (OLIVEIRA, 1997; citado por FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

Em função da complexidade existente nas escalas de análise e da dependência de amostragens com parâmetros rigorosos para a elaboração de bases de dados a serem utilizadas para fins comparativos, não se pode esperar uma relação assertiva entre os índices ecológicos de biodiversidade e os estágios de regeneração natural.

Além disso, os índices para padronização da biodiversidade, qualquer que seja sua natureza e suas características, recebem a crítica de se tratar de valores reducionistas que tentam expressar características complexas das comunidades biológicas, tais como complexidade estrutural, diversidade específica, relações bióticas e abióticas, não havendo ainda uma maneira bem estabelecida para expressão (numérica) da diversidade de uma comunidade (MARTINS; SANTOS, 1999).

3.3.6.1.9 Espécies vegetais indicadoras

A elaboração de listas florísticas em diversos locais é indispensável para a compreensão da biogeografia de um bioma (RATTER *et al.*, 2003; CARDOSO *et al.*, 2009; citado por MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011). A compilação das listas florísticas publicadas permite a realização de estudos de meta-análise importantes para a Botânica e a Ecologia (CASTRO *et al.*, 1999; RATTER *et al.*, 2003; citado por MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011).

Pode-se afirmar que esforços de coleta realizados por um, dois ou três pesquisadores pelo menos uma vez por mês, ao longo de um ano inteiro (amostrando a flora em todas as estações), são adequados para publicação (COSTA *et al.*, 2004; citado por MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011) – dessa forma levantando as principais espécies da área de estudo, sendo as espécies mais raras registradas em proporções variáveis (MORO; MARTINS, in: FELFILI *et al.*, 2011).

Em relação aos remanescentes florestais catarinenses, são apontadas dificuldades para a elaboração de listas florísticas com espécies indicadoras de estágios de regeneração florestal, por conta das variações de altitude que condicionam a instalação de diferentes espécies em cada faixa altitudinal, sobretudo na FOD (VELOSO *et al.*, 1991; RODERJAN *et al.*, 2002; BLUM; RODERJAN, 2007; citado por ANDREACCI; MARENZI, 2017).

Além disso, variações nas condições edáficas de um sítio podem levar à ocorrência de espécies indicadoras diferentes em áreas muito próximas (VELOSO; KLEIN, 1961; CLARK *et al.*, 1999; FINEGAN; DELGADO, 2000; RODERJAN *et al.*, 2002; citado por ANDREACCI; MARENZI, 2017), bem como as espécies socialmente mais importantes em florestas secundárias permeiam diferentes estágios de regeneração florestal (SIMINSKI *et al.*, 2011; citado por ANDREACCI; MARENZI, 2017).

4 METODOLOGIA

A proposta metodológica para auxílio na classificação de estágios de regeneração florestal de Mata Atlântica será baseada em adaptação do método fitossociológico clássico (BRAUN-BLANQUET, 1932). Adicionalmente, para amostragem de variável florestal componente da proposta (fisionomia), será utilizado diagrama de perfil dos estágios de regeneração florestal (FANTINI; SIMINSKI, 2013).

No método fitossociológico clássico, a amostragem é realizada para variáveis florestais qualitativas (lista florística) e semiquantitativas (percentuais de cobertura de espécies e estratos) – sendo utilizadas para a mesma finalidade, na proposta em tela.

O registro de dados florestais será realizado em formulário padronizado, sendo levantadas: listas florísticas para determinados estratos, no interior da área amostral; percentuais de cobertura de solo para determinados estratos, no interior da área amostral; informações sobre a expressão geral de formas de vida, senescência de árvores e aspecto do dossel, na comunidade florestal avaliada.

A análise de dados do método fitossociológico clássico (ordenação, elaboração de quadro geral e elaboração do sistema fitossociológico), por sua vez, será modificada e simplificada – por conta do tipo de classificação que se pretende realizar, bem como da necessidade de oferecer ferramenta de fácil utilização para o analista. Dessa forma, será adotado quadro geral para análise de dados, de caráter comparativo, baseado em parâmetros da resolução CONAMA nº 04/1994.

Não serão incluídas na proposta todas as variáveis florestais, por conta de dificuldades de amostragem e/ou interpretação dos resultados. As variáveis não incluídas na proposta serão: serapilheira, espécies indicadoras e área basal por hectare.

As variáveis não dendrométricas amostradas serão: fisionomia, estratos predominantes, epífitas, trepadeiras e sub-bosque.

Na análise de dados, a proposta agregará resultados quantitativos obtidos por meio de inventário florestal e ecologia quantitativa (IVI), a fim de possibilitar a análise da variável florestal dominância de espécies.

Para definição do estágio de regeneração florestal, serão integrados os resultados qualitativos/semiquantitativos, com os resultados de variáveis dendrométricas (DAP médio, altura média), por meio de fórmula.

O estágio de regeneração será definido por índice, resultante de média aritmética ponderada.

5 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA CLASSIFICAÇÃO DE ESTÁGIOS DE REGENERAÇÃO FLORESTAL

A presente proposta metodológica apresenta quatro etapas distintas: estratificação horizontal da vegetação, amostragem, análise de dados e interpretação de resultados. A utilização da metodologia é de caráter auxiliar, não excluindo a necessidade de realização de inventário florestal (em paralelo) e a utilização de resultados de variáveis dendrométricas para classificação florestal, nos termos da legislação vigente.

A estrutura básica da metodologia consiste na amostragem de variáveis não dendrométricas da vegetação florestal, sendo considerados os dados dendrométricos em dois momentos: 1) na forma de IVI das espécies arbóreas do inventário florestal, para avaliação da variável diversidade e dominância de espécies; 2) na definição do estágio de regeneração observado, ao final do processo.

O registro das variáveis não dendrométricas deve ser realizado em formulários padronizados. As variáveis dendrométricas agregadas à proposta são amostradas no inventário florestal, o qual deve ser realizado em paralelo.

Com o preenchimento dos formulários e obtenção do IVI das espécies arbóreas, os dados de cada variável são comparados diretamente com o quadro geral para análise de dados. Esse quadro é formulado, basicamente, com a mesma estrutura da resolução CONAMA nº 04/1994 – considerando o aumento da complexidade estrutural e biodiversidade botânica entre os estágios.

No entanto, por conta do generalismo da norma em termos qualitativos e semiquantitativos, aprofundou-se a descrição das variáveis florestais analisadas, relacionando sua expressão na floresta com o tempo de repouso do ecossistema – entendendo que comunidades mais antigas permitem o surgimento de maiores quantidades de sinúsias, o espraiamento de formas de vida (epífitas, trepadeiras) entre os estratos e o predomínio de espécies de grupos ecológicos distintos.

Cada variável florestal componente da proposta metodológica é analisada de forma individual, levando a um resultado numérico, conforme o estágio sucessional ao qual suas características seriam correspondentes, sendo: inicial = 1; médio = 2; avançado = 3; floresta primária = 4. A mesma escala é adotada para as variáveis dendrométricas componentes da etapa final da proposta (DAP médio e altura média), cujos resultados são obtidos a partir do inventário florestal.

Obtidos os valores numéricos para as oito variáveis florestais componentes da proposta (fisionomia, estratos predominantes, sub-bosque, epífitas, trepadeiras, diversidade e dominância de espécies, DAP médio e altura média), a definição de estágio de regeneração florestal deve ser realizada por meio de média aritmética ponderada, de modo que os resultados: entre 1 e 1,9 = estágio inicial; entre 2 e 2,9 = estágio médio; entre 3 e 3,9 = estágio avançado; 4 = floresta primária.

As variáveis florestais não dendrométricas: serapilheira, espécies indicadoras; bem como a variável dendrométrica área basal por hectare; não são consideradas na análise, por motivos abordados adiante – devendo ser registradas textualmente nos laudos técnicos de classificação florestal.

5.1 ESTRATIFICAÇÃO HORIZONTAL DA VEGETAÇÃO

A seguir, é descrito o processo de estratificação horizontal ou segmentação preliminar de unidades de vegetação.

5.1.1 Delimitação das comunidades por meio de geoprocessamento

Inicialmente, no *software* de geoprocessamento (por exemplo, *Google Earth Pro*), deve-se delimitar manualmente os polígonos correspondentes à vegetação florestal na área de estudo, sendo produzidos polígonos distintos para áreas florestais nitidamente discrepantes nas imagens orbitais.

O perímetro considerado para a produção dos polígonos deve ser obtido preferencialmente a partir do levantamento topográfico do imóvel, correspondente a sua matrícula imobiliária. Essa medida é indispensável para processos de licenciamento ambiental e perícias criminais ambientais, por interferir diretamente nos limites de corte, manutenção e compensação por corte de área equivalente, nos termos da lei nº 11428/2006.

Os arquivos vetoriais contendo a delimitação prévia das unidades de vegetação – comunidades que representam estágios distintos de regeneração florestal – devem ser convertidos em extensões possíveis de serem carregadas em aparelhos GPS, como .GPX ou .KML.

5.1.2 Refinamento da estratificação horizontal

O refinamento da delimitação dos polígonos ocorre por meio de caminhamento, realizado para reconhecimento das transições entre os estágios de regeneração florestal.

O analista deve utilizar, como guia, os arquivos vetoriais produzidos previamente e carregados em aparelho GPS. Consultando o instrumento de geolocalização, ocorrem o deslocamento no interior dos polígonos e a investigação das áreas de transição, sendo registradas as coordenadas geográficas dos locais em que se observa mudança de fisionomia.

Características importantes observadas no interior florestal, imperceptíveis em imagens orbitais, mas que interferem na homogeneidade fisionômica da comunidade (rochas expostas, clareiras, elementos hídricos, adensamentos de lianas, adensamentos de espécies invasoras), devem ter suas coordenadas geográficas registradas.

O caminhamento deve cobrir a maior extensão possível da área de estudo, previamente aos esforços de amostragem, a fim de evitar alterações no sub-bosque.

Deverá ser utilizado um período do dia (manhã ou tarde) para refinamento da estratificação horizontal a campo. Em caso de áreas extensas ou de difícil locomoção, deve-se utilizar um dia inteiro, ou mais períodos, se necessário.

O caminhamento é dado como satisfatório quando os polígonos são integralmente percorridos. Caso a área de estudo apresente dimensões que impossibilitem o caminhamento por toda sua extensão, devem ser avaliados tempo e recursos disponíveis, buscando priorizar o refinamento de áreas de maior interesse para o objetivo do estudo.

5.1.3 Conclusão da delimitação das comunidades em diferentes estágios de regeneração

Concluído o caminhamento deve-se plotar, no *software* de geoprocessamento, as coordenadas geográficas registradas a campo (transições entre comunidades, características florestais importantes), sobrepostas aos polígonos previamente produzidos.

Havendo divergências entre os limites dos polígonos e os pontos identificados e registrados a campo, deve-se proceder a correção manual dos polígonos, adequando-os aos dados obtidos no caminhamento.

5.2 AMOSTRAGEM

A seguir, são apresentadas as orientações a respeito da amostragem das variáveis não dendrométricas da vegetação florestal.

5.2.1 Esforço amostral

Considerando a realidade do licenciamento ambiental e da perícia criminal ambiental, normalmente com limitações referentes a prazos e recursos, definiu-se que o esforço amostral para a presente proposta deveria ser pontual, concentrado em um sítio da vegetação florestal.

Embora a recomendação para o registro de listas florísticas e percentuais de cobertura em florestas tropicais seja a utilização de parcelas espalhadas ao máximo na vegetação (sendo o conjunto de parcelas responsável por uma área amostral significativa), o fato de ser realizado inventário florestal em paralelo tornaria a amostragem de variáveis não dendrométricas em múltiplas parcelas inviável, do ponto de vista operacional.

Dessa forma, o esforço amostral tem como base uma das parcelas do inventário florestal, sendo duplicada a área de amostragem até a obtenção da suficiência. Considerando que a realização de estudos de vegetação (incluindo o inventário florestal) demanda estratificação horizontal prévia, espera-se que os ambientes florestais definidos como unidades de vegetação distintas (nesse caso, estágios de regeneração) apresentem características relativamente homogêneas.

O primeiro esforço amostral deve ser realizado em área de 200 m², retangular, de 10 m x 20 m (independentemente do tamanho da parcela do inventário florestal). Sendo avistadas espécies ainda não registradas em área contígua à amostrada, a amostragem deverá ser aumentada nessa direção, a fim de abrangê-las. A partir de 800 m² de amostragem (duas replicações), o incremento amostral deverá ser de 10%.

Estima-se, com base em experiência pessoal, que o esforço amostral proposto apresente duração máxima de 16 horas (dois dias úteis de trabalho), nas hipóteses de florestas bem regeneradas e com alta biodiversidade de sub-bosque – podendo ser realizados em intervalos de tempo substancialmente menores, nos casos de florestas nos estágios mais precoces de regeneração.

5.2.1.1 Escolha da área amostral

A escolha da área amostral ocorrerá por meio de sorteio, realizado entre as parcelas do inventário florestal.

Deverão ser descartadas parcelas limítrofes entre estágios de regeneração distintos.

5.2.2 Suficiência amostral

A suficiência amostral é aferida por meio de curva de acumulação de espécies, devendo ser consideradas para sua composição as espécies dos estratos regenerante e arbustivo.

A amostragem é considerada suficiente quando a curva é horizontalizada, ou quando o incremento de 10% na área amostral representa um incremento menor do que 10% no número de espécies acumuladas.

5.2.3 Sub-bosque

Para amostragem do sub-bosque florestal, devem ser registradas listas florísticas dos estratos regenerante (plantas acima de 1 m) e arbustivo.

Considerando que as plantas de sub-bosque (estratos regenerante e arbustivo) definirão a suficiência amostral, a amostragem iniciará por essa variável, até a obtenção da área mínima amostral. Definido o polígono, a amostragem dos demais elementos ocorrerá no interior dessa área.

5.2.4 Estratos predominantes

Para aferição da estratificação florestal, nos termos da resolução CONAMA nº 04/1994, devem ser registrados os percentuais de cobertura dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, no interior da área mínima amostral (projeção horizontal no solo).

Para o estrato arbóreo, os percentuais de cobertura devem considerar apenas as plantas cujos pontos de inserção dos fustes no solo se encontrem no interior da área mínima amostral.

Como forma de diferenciar o estágio avançado da floresta primária, deve ser registrada a ocorrência de árvores senescentes com 20 m ou mais de altura – mesmo sendo avistadas em outros pontos da floresta.

5.2.5 Epífitas

Para amostragem de epífitas, registra-se o espriamento dessas formas de vida na estratificação vertical da floresta (associadas a arbustos; a fustes de árvores; a fustes e galhos em geral; ou permeando todos os estratos arbóreos, incluindo copas do dossel superior).

Como forma de diferenciar o estágio avançado da floresta primária, deve ser registrada a ocorrência de comunidades terrícolas e rupícolas de famílias tipicamente epifíticas, bem como bromélias-tanque instaladas em copas do dossel superior – mesmo sendo avistadas em outros pontos da floresta.

5.2.6 Trepadeiras

Para amostragem de trepadeiras, registra-se a lenhosidade (herbáceas ou lenhosas) predominante das plantas, o posicionamento na estratificação vertical florestal (arbustivo; arbóreo até 12 m; arbóreo até 20 m; arbóreo acima de 20 m) e a formação de adensamentos que dificultem o caminhamento, no interior da área mínima amostral.

Como forma de diferenciar o estágio avançado da floresta primária, deve ser registrada a ocorrência de trepadeiras espessas alcançando as copas das maiores árvores da floresta (acima de 20 m), muitas vezes ligando-as – mesmo sendo avistadas em outros pontos da floresta.

5.2.7 Fisionomia

A variável florestal fisionomia deve ser identificada visualmente, comparando-se a fisionomia analisada com diagrama de perfil.

Realiza-se essa análise diretamente no quadro geral para análise de dados.

Como forma de diferenciar o estágio avançado da floresta primária, deve ser registrada a ocorrência de dossel superior com as seguintes características: desigual; sem formar cobertura totalmente fechada (muitas árvores emergentes); copas apresentando grande variedade de formas; cores tendendo ao verde-escuro, sem imprimir a coloração de florações de espécies arbóreas dominantes em estágios intermediários.

A Figura 11 apresenta o diagrama de perfil utilizado como referência para avaliação da fisionomia na presente proposta.

Figura 11. Diagrama de perfil esquematizando a sucessão florestal catarinense, utilizado na proposta metodológica para análise da variável florestal fisionomia.



Fonte: Fantini e Siminski (2013).

5.2.8 Espécies dominantes e diversidade

Embora a amostragem do método fitossociológico clássico seja capaz de apontar as espécies dominantes e fornecer informações a respeito da diversidade da comunidade, a análise de espécies dominantes e diversidade proposta por esta metodologia ocorre a partir da amostragem do inventário florestal, realizada para o estrato arbóreo. Para essa definição, utiliza-se o IVI das espécies inventariadas.

5.2.9 Variáveis florestais qualitativas não incluídas na proposta

A seguir, são apresentadas as variáveis florestais não dendrométricas não incluídas na proposta metodológica.

5.2.9.1 Espécies indicadoras

A utilização das listas de espécies indicadoras de estágios de regeneração florestal da resolução CONAMA nº 04/1994 apresenta ressalvas, visto a incompatibilidade entre os grupos ecológicos de diversas espécies e o estágio sucessional a que estão associadas. Diante do exposto, não se incluiu essa variável na proposta metodológica.

Cabe o registro da nomenclatura atualizada e da notação científica corrigida, das espécies indicadoras listadas pela resolução CONAMA nº 04/1994. Uma das espécies, *Solidago microglossa* DC., não constou da base de dados consultada para a pesquisa (Flora do Brasil 2020), sendo indicada a ocorrência de outras duas espécies do gênero para a flora brasileira: *Solidago canadensis* L. e *Solidago chilensis* Meyen. No entanto, *Solidago microglossa* DC., também conhecida pelo nome popular de arnica-do-brasil, tem sua ocorrência relatada para a região sudeste do país, em estudo de fenofases da espécie realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Amazônia Oriental) (CAMPELO, 2017).

A Tabela 1 apresenta a lista de espécies indicadoras de estágios de regeneração natural da resolução CONAMA nº 04/1994, conforme grafia apresentada na norma, comparada com lista apresentando nomenclatura atualizada e notação científica correta.

Tabela 1. Lista de espécies indicadoras de estágios de regeneração natural da Resolução CONAMA nº 04/1994, conforme nomenclatura e grafia apresentadas na norma, comparada com lista atualizada e corrigida (Flora do Brasil 2020).

Nomenclatura resolução CONAMA nº 04/1994	Nomenclatura Flora do Brasil 2020	Autor
Alchornea triplinervia	<i>Alchornea triplinervia</i>	(Spreng.) Müll.Arg.
Andropogon bicornis	<i>Andropogon bicornis</i>	L.

Nomenclatura resolução CONAMA nº 04/1994	Nomenclatura Flora do Brasil 2020	Autor
Aspidosperma olivaceum	<i>Aspidosperma olivaceum</i>	Müll.Arg.
Baccharis dracunculifolia / Baccharis dracunculifolia	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	DC.
Baccharis elaeagnoides	<i>Baccharis elaeagnoides</i>	Steud. ex Baker
Bathiza meridionalis	<i>Bathysa meridionalis</i>	L.B.Sm. e Down
Baunilha candicans	<i>Bauhinia candicans</i>	G.Bentham
Biden pilosa	<i>Bidens pilosa</i>	L.
Casearia silvestris	<i>Casearia sylvestris</i>	Sw.
Cecropia adenopus	<i>Cecropia pachystachya</i>	Trécul
Chrysophyllum viride	<i>Chrysophyllum viride</i>	Mart. e Eichler
Cortadelia sellowiana	<i>Cortaderia selloana</i>	(L.) Gottschling e J.S.Mill. (Schult. e Schult.f.) Asch. e Graebn.
Cupanea vernalis	<i>Cupania vernalis</i>	Cambess.
Dodonea viscosa	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jacq.
Enterolobium contortisiliquum	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	(Vell.) Morong
Euterpe edulis	<i>Euterpe edulis</i>	Mart.
Hieronima alchorneoides	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Allemão
Inga marginata	<i>Inga marginata</i>	Willd.
Melinis minutiflora / Melines minutiflora	<i>Melinis minutiflora</i>	(A.St.-Hil.) Spreng.
Miconia cinnamomifolia	<i>Miconia cinnamomifolia</i>	P.Beauv.
Mimosa scabrella	<i>Mimosa scabrella</i>	(DC.) Naudin
Nectandra leucothyrsus	<i>Nectandra leucothyrsus</i>	Benth.
Ocotea catharinensis	<i>Ocotea catharinensis</i>	(Sw.) R.Br. ex Roem. e Schult.
Ocotea puberula	<i>Ocotea puberula</i>	Meisn.
Parapiptadenia rígida	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Mez
Patagonula americana	<i>Cordia americana</i>	(Rich.) Nees
Piptadenia gonoacantha	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	(Benth.) Brenan
Piptocarpa angustifolia	<i>Piptocarpha angustifolia</i>	(Mart.) J.F.Macbr.
Psychotria longipes	<i>Psychotria longipes</i>	Dusén ex Malme
Pteridium aquilium	<i>Pteridium aquilinum</i>	Müll.Arg.
Rapanea Ferruginea	<i>Myrsine coriacea</i>	(L.) Kuhn
Schinus therebenthifolius	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Raddi
Schizolobium parahiba	<i>Schizolobium parahyba</i>	(Vell.) Blake
Senecio brasiliensis	<i>Senecio brasiliensis</i>	Não consta da base de dados
Solidago microglossa		
Solnum erianthum / Solanum erianthum	<i>Solanum erianthum</i>	(Spreng.) Less.
Talauma ovata	<i>Magnolia ovata</i>	D.Don
Vernonia discolor	<i>Vernonanthura discolor</i>	(Spreng.) H.Rob.

5.2.9.2 Serapilheira

Optou-se por não incluir a variável serapilheira na proposta metodológica pelo fato de apresentar variações importantes em suas características, tanto em áreas florestais de

regeneração mais precoce, como naquelas mais adiantadas – as quais podem ser ocasionadas por um amplo conjunto de fatores distintos.

Amplas variações de espessura entre as estações do ano, assim como entre diferentes tipologias florestais do Estado, impedem a padronização da ocorrência da serapilheira (pré-requisito para a comparação entre áreas distintas).

Diante desse nível de incerteza, julgou-se que a análise de serapilheira resultaria em perda de confiabilidade nos resultados, podendo interferir negativamente em análises consistentes realizadas para outras variáveis.

5.2.10 Formulário padronizado

O Quadro 2 apresenta o formulário padronizado para registro de dados referentes a variáveis não dendrométricas da vegetação florestal de Mata Atlântica.

Quadro 2. Formulário padronizado para registro de dados florestais não dendrométricos.

FORMULÁRIO PADRONIZADO PARA REGISTRO DE VARIÁVEIS NÃO DENDROMÉTRICAS	
Data:	Local:
Observações ecológicas:	
Estratos sub-bosque	Lista florística
Regenerante (> 1 m)	
Arbustivo	
Estratos CONAMA 04/94	Percentual de cobertura da área amostral
Herbáceo	<input type="checkbox"/> Até 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% e 75% <input type="checkbox"/> Acima de 75%
Arbustivo	<input type="checkbox"/> Até 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% e 75% <input type="checkbox"/> Acima de 75%
Arbóreo	<input type="checkbox"/> Até 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% e 75% <input type="checkbox"/> Acima de 75%
Formas de vida	Informações ecológicas
Epífitas	Posicionamento na estratificação vertical florestal
	<input type="checkbox"/> Arbustos (a sol pleno)
	<input type="checkbox"/> Predominantemente fustes de árvores de maior porte
	<input type="checkbox"/> Fustes e copas de árvores de vários portes
Trepadeiras	Lenhosidade
	<input type="checkbox"/> Herbáceas
	<input type="checkbox"/> Lenhosas <input type="checkbox"/> Adensadas dificultando o caminhamento
	Posicionamento na estratificação vertical florestal
	<input type="checkbox"/> Entre arbustos (a sol pleno)
	<input type="checkbox"/> Entre árvores de até 12 m
<input type="checkbox"/> Entre árvores de até 20 m	
Indicativos floresta primária	
<input type="checkbox"/> Dossel superior: desigual; sem formar cobertura fechada; apresentando grande variedade de formas; cores tendendo ao verde-escuro, sem impressão da coloração de florações de espécies dominantes de estágios intermediários	
<input type="checkbox"/> Árvores senescentes com 20 m de altura ou mais	
<input type="checkbox"/> Comunidades terrícolas e rupícolas de famílias tipicamente epifíticas (Araceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Orchidaceae); e bromélias-tanque instaladas em copas do dossel superior (acima de 20 m)	
<input type="checkbox"/> Lianas espessas alcançando as copas das maiores árvores da floresta (acima de 20 m)	

Fonte: o autor

5.3 ANÁLISE DE DADOS

A seguir, são apresentadas orientações para a análise de dados e avaliação das variáveis florestais amostradas, em função dos parâmetros estipulados pela resolução CONAMA nº 04/1994 para os estágios de regeneração florestal.

5.3.1 Preparação dos dados

Os dados para utilização no quadro geral comparativo são obtidos diretamente do formulário padronizado, exceto para a variável diversidade e dominância de espécies.

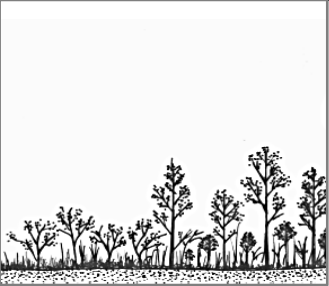


A partir da amostragem do inventário, deve-se submeter os dados para análise de fitossociologia quantitativa, obtendo-se o IVI das espécies arbóreas. A lista de espécies arbóreas deve ser ordenada em ordem decrescente de IVI.

As espécies arbóreas devem ser classificadas de acordo com os grupos ecológicos a que pertencem. Sugere-se a utilização da tabela desenvolvida por Reis (1993) para essa finalidade.

5.3.2 Quadro geral para análise de dados

O Quadro 3 apresenta o quadro geral para análise dos dados florestais amostrados, formulado com base nos parâmetros da resolução CONAMA nº 04/1994 e aprofundamentos teóricos em relação a cada elemento florestal avaliado.

Quadro 3. Quadro geral para análise dos dados primários obtidos, das variáveis florestais consideradas na proposta metodológica.

QUADRO GERAL PARA ANÁLISE DE DADOS					
Parâmetros (resolução CONAMA nº 04/1994)					
Variável florestal (lei nº 11.428/2006, art. 4º)	Estágio inicial	Estágio médio	Estágio avançado	Floresta primária	Valor
Fisionomia				Semelhante ao anterior, porém com dossel superior: desigual; sem formar cobertura fechada; apresentando grande variedade de formas; cores tendendo ao verde-escuro, sem impressão da coloração de florações de espécies dominantes de estágios intermediários.	
Estratos predominantes	Arbóreo < 75% Arbustivo e/ou herbáceo > 75%	Arbóreo > 75% Arbustivo > Herbáceo	Arbóreo > 75%. Arbustivo entre 25% e 75% Herbáceo entre 25% e 75%	Semelhante ao anterior, porém com árvores senescentes de 20 m de altura ou mais.	
Sub-bosque	Ausente.	Área mínima amostral até 400 m².	Área mínima amostral entre 400 m² e 800 m².	Área mínima de amostragem acima de 800 m².	
Epífitas	Presentes em arbustos, os quais são predominantes na comunidade.	Presentes nos fustes das árvores de maior porte, raramente em outros locais.	Presentes tanto nos fustes como nas copas de árvores de vários estratos. Podem formar grandes comunidades.	Semelhante ao anterior, porém permeando todos os estratos florestais, ocorrem simultaneamente comunidades terrícolas, rupícolas e bromélias-tanque instaladas em copas do dossel superior.	
Trepadeiras	Herbáceas, desenvolvendo-se sobre e entre os arbustos.	Lenhosas, desenvolvendo-se entre arbustos e arvoretas no interior florestal. Podem formar grandes adensamentos, dificultando o caminharmento.	Lenhosas, desenvolvendo-se entre árvores de grande porte, podendo eventualmente alcançar o dossel superior.	Lenhosas, desenvolvendo-se sobre árvores de grande porte, com indivíduos de espessura expressiva alcançando as copas das maiores árvores da floresta (acima de 20 m), muitas vezes ligando-as.	
Diversidade e dominância	Apenas espécies pioneiras compoendo 50% do IVI total.	Apenas espécies pioneiras e secundárias iniciais compoendo 50% do IVI total.	Espécie dominante secundária tardia ou climácica. Espécies pioneiras não compoendo 50% do IVI total.	Não é possível apontar dominância evidente de uma espécie. Espécies pioneiras não compoem os 75% do IVI total. Espécies exóticas ausentes em todos os estratos amostrados.	
Valores	1	2	3	4	

Fonte: o autor

5.4 INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

A interpretação de resultados se trata da etapa em que os resultados da análise de variáveis não dendrométrica são interpretados juntamente com os resultados da análise dendrométrica, realizada em paralelo na vegetação, por meio do inventário florestal. Nessa etapa, define-se o estágio de regeneração da vegetação florestal analisada.

5.4.1 Resultados da amostragem e análise de dados

Valores (de um a quatro) atribuídos a cada variável florestal avaliada na etapa anterior.

5.4.2 Resultados das variáveis dendrométricas

Com a realização do inventário florestal, obtém-se os valores de DAP médio, altura média e área basal por hectare da vegetação.

Como forma de equiparar a análise entre variáveis de naturezas diferentes (não dendrométricas e dendrométricas), são adotados os mesmos valores numéricos (um a quatro), para DAP médio e altura média.

Uma vez que os valores de área basal por hectare têm sido apontados recorrentemente como discrepantes da realidade na literatura, optou-se por não os utilizar na presente proposta.

O Quadro 4 apresenta os valores médios das variáveis dendrométricas DAP e altura atribuídos para os estágios de regeneração florestal, de acordo com a resolução CONAMA nº 04/1994.

Quadro 4. Médias de DAP e altura estabelecidas para os estágios de regeneração natural de acordo com a resolução CONAMA nº 04/1994.

VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS DA VEGETAÇÃO					
	Parâmetros (resolução CONAMA nº 04/1994)				
	Estágio inicial	Estágio médio	Estágio avançado	Floresta primária	Valor
DAP médio	8 cm	15 cm	15 cm << 25 cm	25 cm	
Altura média	4 m	12 m	12 m << 20 m	20 m	
Valor metodologia	1	2	3	4	

Fonte: resolução CONAMA nº 04/1994

5.4.3 Compilação dos resultados

Para compilação dos resultados das amostragens de variáveis não dendrométricas e variáveis dendrométricas da vegetação florestal, deve-se utilizar a média aritmética ponderada

dos valores numéricos atribuídos individualmente a cada variável avaliada – gerando um índice de estágio (Ie).

A expressão para compilação dos resultados é dada por:

$$Ie = ((nf + nep + ns + ne + nt + ndd) \times 6) + ((ndap + na) \times 2) / 8$$

Onde:

Ie = índice de estágio

nf = valor numérico atribuído à variável fisionomia

nep = valor numérico atribuído à variável estratos predominantes

ns = valor numérico atribuído à variável sub-bosque

ne = valor numérico atribuído à variável epífitas

nt = valor numérico atribuído à variável trepadeiras

ndd = valor numérico atribuído à variável diversidade e dominância

ndap = valor numérico atribuído à variável DAP médio

na = valor numérico atribuído à variável altura média

5.4.4 Definição do estágio de regeneração florestal

A definição do estágio de regeneração florestal é decorrente do índice de estágio (Ie) obtido.

A interpretação ocorre da seguinte forma:

1 < Ie < 2: estágio inicial de regeneração

2 < Ie < 3: estágio médio de regeneração

3 < Ie < 4: estágio avançado de regeneração

Ie = 4: floresta primária

6 DISCUSSÃO

Investigações acadêmicas a respeito de parâmetros dendrométricos da resolução CONAMA nº 04/1994 – realizadas por Siminski *et al.* (2004a), Siminski e Fantini (2012), Siminski *et al.* (2013), Andreacci e Marenzi (2017), Pastório *et al.* (2020), entre outros – abordam a classificação de estágios sucessionais segundo a perspectiva estrutural do ecossistema.

Nesses trabalhos, variáveis quantitativas da vegetação florestal (DAP médio, altura média, área basal por hectare) foram obtidos a campo, a partir de florestas secundárias cujos estágios de regeneração (inicial, médio, avançado) eram previamente conhecidos, geralmente em função do tempo de abandono de áreas agrícolas. Em seguida, foram realizadas análises estatísticas para verificação da consistência dos resultados e sua conformidade com os valores de referência estipulados legalmente. Entre os resultados apresentados por esses estudos, identificou-se a necessidade de padronização da amostragem quantitativa por meio do estabelecimento de nível de inclusão de DAP para realização de inventários florestais, a fim de viabilizar o enquadramento dos resultados nos valores de referência legais (SIMINSKI *et al.*, 2004a; SIMINSKI; FANTINI, 2010).

Possivelmente como consequência da interação acadêmica, o IMA estabeleceu o nível de inclusão de DAP em 4 cm para realização de inventários florestais inseridos em processos de licenciamento ambiental no Estado de Santa Catarina, por meio de atualizações da IN-23 e IN-24, realizadas na década de 2010. Tratou-se de detalhamento técnico desenvolvido em função da aptidão dos Estados para elaborar normas supletivas e complementares para gestão ambiental em seus territórios, desde que respeitadas as disposições do CONAMA (BRASIL, 1981, art. 6º, inciso VI, § 1º) – não sendo possível, no entanto, que essas normas regulatórias gerem conflitos na aplicação de legislação superior, tornando-a menos restritiva, por exemplo.

Alterações em dispositivos de resoluções do CONAMA são de responsabilidade do próprio órgão. Dessa forma, o caminho legislativo que propostas de aprimoramento técnico percorrem até serem concretizadas, mostra-se mais extenso do que se realizado por meio de atualizações em instruções normativas estaduais. O presente trabalho procurou retomar a questão da padronização da amostragem – enfatizando, nesse caso, as variáveis não dendrométricas (qualitativas e semiquantitativas) estipuladas legalmente para classificação florestal. Cabe recordar que a amostragem dessas variáveis florestais é prevista no Item 13 da IN-23 e IN-24 do IMA (SANTA CATARINA, 2008), porém sem haver definição de metodologia, atualmente.

A proposta metodológica apresentada procurou considerar a biodiversidade e a complexidade estrutural das florestas tropicais como os principais critérios norteadores da classificação de estágios de regeneração – atendo-se, para isso, à expressão no ecossistema dos elementos formadores de sinúcias, cujos padrões gerais de instalação indicam a precocidade ou a maturidade do processo sucessional secundário.

Em relação aos métodos de amostragem propostos, a elaboração de lista florística para o sub-bosque e a observação de padrões de ocorrência de epífitas e trepadeiras podem ser ferramentas úteis para analistas com maior experiência em Botânica e Ecologia Florestal, permitindo realizar registros padronizados de espécies e outros atributos do ecossistema que seriam apenas “percebidos” pelo profissional – na melhor das hipóteses, relatados textualmente e por meio de imagens nos laudos técnicos.

Por outro lado, a necessidade de profissionais experientes para identificação de espécies indicadoras de estágios de regeneração florestal, apontada por Jaster (2002; citado por SIMINSKI *et al.*, 2004a) como limitadora para a adequada aplicação da resolução CONAMA nº 04/1994, torna-se ainda mais relevante com a metodologia proposta. De qualquer forma, a amostragem florística do sub-bosque amplia a probabilidade de levantamento de espécies ecologicamente importantes, como as raras, endêmicas ou listadas oficialmente como ameaçadas de extinção – aumentando a atuação do analista na conservação da biodiversidade, nos termos da responsabilidade atribuída constitucionalmente a todos cidadãos brasileiros (BRASIL, 1988, art. 225).

A utilização de diagrama de perfil para a identificação da fisionomia florestal, por sua vez, é bastante intuitiva e direta, requerendo pouca especialização do analista – configurando, todavia, elemento muito assertivo para a classificação sucessional. Já a técnica de amostragem de estratos predominantes por meio do percentual de cobertura da vegetação é difundida para a análise de fitofisionomias menos complexas do que as florestas tropicais; no entanto, cabe destacar que estimativas de cobertura vêm sendo utilizadas em âmbito legal para verificação do sucesso de projetos de recomposição vegetal, sendo incluídas, por exemplo, na resolução SMA nº 32/2014 (SÃO PAULO, 2014) e na portaria CBRN nº 01/2015 (SÃO PAULO, 2015).

Entre as variáveis consideradas na proposta, diversidade e dominância de espécies (arbóreas) apresenta uma forma de análise experimental, considerando que não existem estudos que relacionem diretamente as proporções de espécies de grupos ecológicos distintos aos estágios de regeneração da Mata Atlântica, tendo o IVI como base. A forma de análise proposta para essa variável procura, de maneira geral, relacionar os grupos ecológicos pioneiro e

secundário inicial aos estágios de regeneração com maior incidência de luminosidade no ecossistema; as espécies secundárias tardias, com a mudança qualitativa da luminosidade no sub-bosque (FANTINI; SIMINSKI, 2013); e a ausência de espécies dominantes com as florestas primárias, abrigando sinúsias arbóreas altamente diversas (BUDOWSKY, 1965; CHAZDON, 2012).

De qualquer forma, a análise da referida variável florestal (diversidade e dominância de espécies) com base nas respostas das espécies à luminosidade demanda maior aprofundamento teórico, considerando que estas nem sempre se comportam de acordo com o grupo ecológico segundo o qual foram classificadas – e as florestas catarinenses apresentam espécies adaptadas à utilização de diferentes níveis energéticos, ocasionando variações em sua estrutura etária e distribuição espacial nas comunidades, evitando naturalmente a sobreposições de nichos, de modo que os sistemas de classificação de grupos ecológicos são artificiais e simplificados (REIS, 1993).

Em relação à suficiência amostral, obtida por meio de curva de acumulação de espécies dos estratos regenerante e arbustivo – bem como a utilização da área mínima amostral para classificação sucessional – pode-se afirmar que os valores propostos na metodologia também são experimentais, possivelmente sendo necessários aprimoramentos futuros. Pelo fato de restringir a amostragem a apenas dois grupos de plantas componentes das comunidades florestais, torna-se plausível a execução dessa metodologia para a Mata Atlântica.

As variáveis não incluídas na proposta metodológica – serapilheira, área basal por hectare e espécies indicadoras – apresentam dificuldades particulares de utilização, que demandam modificações em diferentes níveis hierárquicos da legislação. Enquanto tais aprimoramentos legislativos não ocorrem, não é possível desconsiderá-las ao realizar a classificação de estágios de regeneração florestal de Mata Atlântica, no âmbito do licenciamento ambiental e perícia criminal ambiental – por conta de sua previsão em diversos diplomas legais que regulamentam o uso desse patrimônio nacional, de modo que a não utilização dessas variáveis incorreria em ilegalidade. Assim, as variáveis florestais não incluídas na proposta metodológica devem ser descritas nos laudos técnicos de forma dissertativa, devendo ser considerado no texto as peculiaridades inerentes à análise dessas variáveis – apresentadas neste trabalho.

Serapilheira – tratando-se de variável intrínseca às condições edáficas florestais (MENDES, 2014) e que sofre influência de diversos outros fatores físico-climáticos – demandaria reformulação mais profunda, sendo possível aventar sua retirada do rol de variáveis

florestais utilizadas legalmente na classificação sucessional, por conta de sua aparente incapacidade de indicar os estágios de regeneração florestal (a menos que investigações acadêmicas futuras comprovem o contrário). Caso a hipótese de retirada da variável se concretizasse, o caminho legislativo adotado deveria ser por meio de modificação na Lei da Mata Atlântica, com a revogação do inciso VI, artigo 4º, da norma federal – implicando reflexos nas demais resoluções do CONAMA para classificação de Mata Atlântica, em outros Estados.

Área basal por hectare, como amplamente investigado academicamente e relatado brevemente neste trabalho, embora se trate da variável dendrométrica que apresenta a melhor capacidade de indicar o estágio sucessional, necessita de adequações em relação aos valores de referência definidos para os estágios (parâmetros) – reforma que deveria ser realizada no âmbito da resolução CONAMA nº 04/1994, pelo próprio órgão.

Espécies indicadoras de estágios de regeneração florestal, por sua vez, necessitam de adequação na nomenclatura e notação científica, nas listas apresentadas na resolução CONAMA nº04/1994. Por outro lado, figura como essencial a revisão das espécies elencadas na norma, a fim de promover maior acuracidade em relação ao estágio sucessional que indicam – bem como a ampliação do número de espécies nas listas referentes aos estágios, considerando as características latitudinais, longitudinais e altitudinais existentes no território catarinense. Por conta da grande variação desses gradientes – e das peculiaridades dos processos de regeneração florestal secundária, em função de características diversas, levando a trajetórias sucessionais distintas (CHAZDON, 2012) – é necessário elaborar listas de espécies indicadoras em âmbito regional. Embora se trate de trabalho extenso e complexo, o aprimoramento das listas de espécies indicadoras pode promover grandes benefícios para a classificação florestal, considerando a característica marcante das florestas secundárias apresentarem grupos de espécies dominantes nos diferentes estágios de regeneração, que imprimem fisionomias características ao ecossistema (KLEIN, 1980; SIMINSKI *et al.*, 2004a).

A proposta de análise de dados e interpretação de resultados buscou estender a padronização ao processo classificatório como um todo, conferindo maior confiabilidade à atividade técnica. Em relação ao método de interpretação de resultados, a utilização da média aritmética ponderada entre os valores numéricos atribuídos às variáveis florestais não dendrométricas e variáveis florestais dendrométricas procurou integrar os dispositivos da legislação (BRASIL, 2006, art. 4º, incisos I a IX).

A abordagem da vegetação proposta apresenta potencial para conservação da biodiversidade pois, além de permitir o levantamento sistemático de espécies ecologicamente

importantes, presentes nas sinúcias florestais não arbóreas, torna visíveis atributos florestais que representam a complexidade e a qualidade do ecossistema – de modo que, mesmo havendo resultados dendrométricos que indiquem etapa de sucessão mais precoce, garante-se a classificação mais conservadora em função dos padrões de ocorrência de estratos e formas de vida. A metodologia proposta mostra-se útil, por exemplo, nos casos de classificação de áreas florestais submetidas a limitações edáficas, cujo crescimento fenotípico é menor do que o esperado, porém com possibilidade de abrigarem alta biodiversidade e complexidade estrutural em seus estratos inferiores.

Diante do exposto, pode-se afirmar que a presente proposta metodológica é apta ao reconhecimento de remanescentes florestais primários de Mata Atlântica no Estado, uma vez que esses ambientes podem não corresponder à descrição apresentada pela Resolução CONAMA nº 04/1994. Caso o remanescente florestal em análise se encontre condicionado edaficamente (topos de moro, fundos de vale, solos higromórficos), sua expressão fenotípica e ecológica máxima, bem como sua composição florística, apresentarão características peculiares – usualmente não correspondendo aos parâmetros da legislação catarinense, especialmente os dendrométricos.

Nesse sentido, a metodologia proposta para classificação florestal, além de concentrar a análise em elementos que denotem a altíssima biodiversidade e complexidade estrutural das florestas tropicais maduras, baseia a classificação de florestas primárias na ausência de espécies exóticas em todos os estratos para os quais é prevista elaboração de lista florística – evidenciando, dessa forma, a ausência ou níveis muito baixos de impactos antropogênicos, em conformidade com os textos legislativos vigentes (BRASIL, 1993, art. 2º, inciso I; BRASIL, 1994, art. 1º).

7 CONCLUSÕES

Considerando o objetivo principal do trabalho, conclui-se que a proposta metodológica apresenta potencial para ser utilizada na classificação de estágios de regeneração florestal no Estado de Santa Catarina, em âmbito legal (licenciamento ambiental, perícia criminal ambiental).

A metodologia de classificação proposta promove padronização, tanto do esforço de amostragem de variáveis não dendrométricas, como da interpretação dos resultados obtidos (integrando dados de variáveis dendrométricas), aumentando a confiabilidade da classificação sucessional baseada em análise qualitativa.

A proposta metodológica é potencialmente eficiente para o reconhecimento da biodiversidade e complexidade do ecossistema florestal de Mata Atlântica.

As variáveis florestais serapilheira, espécies indicadoras e área basal por hectare, previstas legalmente para classificação sucessional no Bioma Mata Atlântica, apresentam dificuldades particulares de utilização, necessitando de aprimoramentos técnicos na esfera legislativa.

Existe possibilidade de adaptação da proposta a outras fitofisionomias que apresentem sucessão secundária, pois a metodologia baseia-se uma vez que a metodologia é baseada no diagnóstico de características intrínsecas ao processo ecológico – notadamente o aumento da diversidade botânica e da complexidade estrutural das comunidades, em função do tempo.

Considerando que o presente trabalho oferece abordagem teórica de questões inerentes à análise de vegetação, tendo como pano de fundo a legislação do tema, sugere-se que trabalhos futuros investiguem a aplicabilidade da proposta metodológica a casos concretos e sua correspondência com as classificações baseadas na estrutura florestal e análise de variáveis quantitativas da vegetação.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Carlos Francisco Gonçalves. **Flora e vegetação da Serra de Nogueira e do Parque Natural de Montesinho**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.

ALMEIDA JR, Eduardo Bezerra de et al. Caracterização da vegetação de restinga da RPPN de Maracaípe, PE, Brasil, com base na fisionomia, flora, nutrientes do solo e lençol freático. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, p. 36-48, 2009.

ALMENDINGER, John C. A handbook for collecting releve data in Minnesota. **TESTED STUDIES FOR LABORATORY TEACHING**, v. 63, 1988.

ANDREACCI, Fernando; MARENZI, Rosemeri Carvalho. Avaliação da aplicação da Resolução CONAMA 04/94 na definição dos estágios sucessionais de fragmentos florestais da Floresta Ombrófila Densa de Santa Catarina. **Biotemas**, v. 30, n. 4, p. 117-128, 2017.

AYALA, Patrick de Araújo. Direito ambiental de segunda geração e o princípio de sustentabilidade na política nacional do meio ambiente. **PNMA**, p. 163, 2011.

BENJAMIN, Antônio Herman et al. O meio ambiente na Constituição Federal de 1988. **Desafios do direito ambiental no século XXI: estudos em homenagem a Paulo Affonso Leme Machado**. São Paulo: Malheiros, p. 363-398, 2005.

BONZI, Ramón Stock. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 28, 2013.

BRANDELIK, Caio Cesar Moraes et al. Inteligência artificial como ferramenta de apoio à classificação dos estágios de regeneração estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 04/94. 2021.

BRASIL. **Lei nº 4771**, de 15 de setembro de 1965. Instituiu o novo Código Florestal. Brasília, DF, 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 18 set. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 289**, de 28 de fevereiro de 1967. Cria o Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Florestal e dá outras providências. Brasília, DF, 1967. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del0289.htm>. Acesso em: 18 set. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> Acesso em: 18 set. 2021.

BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei nº 7804**, de 18 de julho de 1989. Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências. Brasília, DF, 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7804.htm>. Acesso em: 06 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 8028**, de 12 de abril de 1990. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. Brasília, DF, 1990. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8028.htm>. Acesso em: 06 abr. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 99547**, de 25 de setembro de 1990. Dispõe sobre a vedação do corte, e da respectiva exploração, da vegetação nativa da Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF, 1990. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D99547impressao.htm>. Acesso em: 21 abr. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 750**, de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF, 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D750impressao.htm>. Acesso em: 18 set. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm>. Acesso em: 18 set. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 6660**, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm. Acesso em: 31 out. 2021.

BRAUN-BLANQUET, Josias et al. Plant sociology. The study of plant communities. **Plant sociology. The study of plant communities. First ed.**, 1932.

Brazil Flora Group (2021): Brazilian Flora 2020 project - Projeto Flora do Brasil 2020. v393.274. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Dataset/Checklist. doi:10.15468/1mtkaw

BRENA, D. A. **Inventário florestal nacional: proposta de um sistema para o Brasil**. Curitiba, 1995.

BUDOWSKI, Gerardo. **Distribution of tropical American rain-forest species in the light of successional processes**. 1965.

CAIN, Stanley A. The species-area curve. **American Midland Naturalist**, p. 573-581, 1938.

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.

CAMPELO, Meiciane Ferreira et al. Estudo de fenofases da espécie-Solidago microglossa DC. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 21., 2017, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017., 2017.

CAPELO, JORGE. Conceitos e métodos da Fitossociologia. **Formulação contemporânea e métodos numéricos de análise da vegetação. Estação Florestal Nacional, Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, Oeiras**, p. 107, 2003.

CARVALHO, Leticia Renata de; SILVA, Edvaldo Aparecido Amaral da; DAVIDE, Antônio Claudio. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 15-25, 2006.

CARVALHO, Fabrício Alvim; NASCIMENTO, Marcelo Trindade; BRAGA, João Marcelo Alvarenga. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 717-730, 2007.

CHAZDON, Robin. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.

CITADINI-ZANETTE, Vanilde; SOARES, João Juarez; MARTINELLO-BAILLARGEON, Clair Maria. Lianas de um remanescente florestal da microbacia do Rio Novo, Orleans, Santa Catarina, Brasil. **INSULA Revista de Botânica**, v. 26, p. 45-63, 1997.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 1**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, DF. 1986. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95508>>. Acesso em: 19 set. 2021.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 10**, de 01 de outubro de 1993. Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão da

Mata Atlântica. Brasília, DF. 1993. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/1993/res_conama_10_1993_estagioSUCESSAOMATAATLANTICA.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 4**, de 04 de maio de 1994, Brasília, DF. 1993. Orienta os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no Estado de Santa Catarina. Brasília, DF. 1994. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0004-040594.PDF>>. Acesso em: 21 set. 2021.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 388**, de 23 de fevereiro 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 11428, de 22 de dezembro de 2006. Brasília, DF. 2007. Disponível em: <<https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-40-34-2007-02-23-388>>. Acesso em: 18 set. 2021.

CORDEIRO, Juliano; RODRIGUES, William Antônio. Caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, v. 31, p. 545-554, 2007.

DALLA CORTE, Thaís; PORTANOVA, Rogério Silva. MOVIMENTO POR JUSTIÇA AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE: FUNDAMENTOS PARA A GOVERNANÇA DA ÁGUA/MOVEMENT FOR ENVIRONMENTAL JUSTICE AND SUSTAINABILITY: GROUNDS FOR THE WATER GOVERNANCE/MOVIMIENTO PARA LA JUSTICIA AMBIENTAL Y LA SOSTENIBILIDAD: FUNDAMENTOS. **Revista Culturas Jurídicas**, v. 2, n. 3, 2015.

DA ROSA, Patrícia Silveira. A preservação da mata atlântica e a inconstitucionalidade do decreto nº 99.547/90. **Revista de Administração Pública**, v. 25, n. 4, p. 33 a 42-33 a 42, 1991.

DE OLIVEIRA-LIMA, Thais Espinola; HOSOKAWA, Roberto Tuyoshi; DO AMARAL MACHADO, Sebastião. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de floresta

ombrófila mista aluvial no município de Guarapuava, Paraná. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 553-564, 2012.

DE SOUZA, Pedro Henrique Ribeiro; ROCHA, Marcelo Borges. Sistemática filogenética em revista de divulgação científica: análise da Scientific American Brasil. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 75-99, 2015.

DE SOUZA SOBRINHO, Ranulpho José. Agricultura na Ilha de Santa Catarina no Brasil Colônia. **INSULA Revista de Botânica**, v. 5, 1972.

DICKOW, Kauana Melissa Cunha et al. Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma floresta subtropical secundária, em Antonina, PR. **Cerne**, v. 18, p. 75-86, 2012.

DO NASCIMENTO, Diego Marcelino et al. AVALIAÇÃO DE MÉTODOS PARA AMOSTRAGEM DO SUB-BOSQUE: IMPLICAÇÕES PARA ESTIMATIVAS DE DIVERSIDADE E ESTRUTURA FLORESTAL. 2011.

ELLENBERG, Dieter; MUELLER-DOMBOIS, Dieter. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974.

ENGEL, Vera Lex; FONSECA, Renata Cristina Batista; OLIVEIRA, RE de. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.

FANTINI, Alfredo C.; SIMINSKI, Alexandre. Dinâmica das formações florestais secundárias da Mata Atlântica no Litoral de Santa Catarina. **Laboratório de Ecologia e Manejo de Ecossistemas Florestais, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis**, 2013.

FARIAS, Talden Queiroz. Aspectos gerais da política nacional do meio ambiente: comentários sobre a Lei nº 6.938/81. **Âmbito Jurídico, Rio Grande, IX**, n. 35, 2006.

FELFILI, Jeanine Maria; VENTUROLI, Fábio. Tópicos em análise de vegetação. **Comunicações técnicas florestais**, v. 2, n. 2, p. 1-25, 2000.

FELFILI, J. M. et al. O projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: hipóteses e padronização da metodologia. **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis: Vozes, p. 157-163, 2001.

FELFILI, Jeanine Maria; CARVALHO, Fabrício Alvim; HAIDAR, Ricardo Flores. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de engenharia florestal, 2005.

FERREIRA, Paula Iaschitzki et al. Espécies potenciais para recuperação de áreas de preservação permanente no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, p. 173-182, 2013.

FILGUEIRAS, Tarciso S. et al. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994.

FRANKE, Carlos Roberto et al. Mata Atlântica e biodiversidade. 2005.

FREITAS, Welington Kiffer de; MAGALHÃES, Luís Mauro Sampaio. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. **Floresta e Ambiente**, v. 19, p. 520-539, 2012.

GAIO, Alexandre. **Lei da mata atlântica comentada**. Grupo Almedina, 2019.

GOMES, Juliana Silva et al. Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de floresta atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 295-310, 2009.

GOMEZ-POMPA, Arturo; VAZQUEZ-YANES, Carlos; GUEVARA, Sergio. The tropical rain forest: a nonrenewable resource. **Science**, v. 177, n. 4051, p. 762-765, 1972.

GUTIERRES, Francisco et al. Cartografia e Interpretação de Habitats (Rede Natura 2000). Dois Exemplos no Portugal Mediterrânico. **Actas do XII Colóquio Ibérico de Geografia. Porto: Faculdade de Letras (Universidade do Porto), 2010.**

Haidar, R. F; Felfili, J. M.; Fagg, C. W. & Pinto, J. R. R. 2005. Fitossociologia da vegetação arbórea em fragmentos de floresta estacional, Np Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco, GO. Boletim do Herbário Ezchias Paulo Heringer, 15: 19-46.

Hartmann, Analúcia. A proteção da Mata Atlântica em zona urbana. **MPF–Grupos de Trabalho/Zona Costeira. Disponível em:< http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/gruposde-trabalho/encerrados/gt-zona-costeira/docs-zona-costeira/A_Protecao_da_Mata_Atlantica_em_Zona_Urbana.pdf>.**

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Vegetação do Brasil. 1988.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Vegetação do Brasil (1:5000000). 2004.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Biomas Brasileiros. 2004.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006. 2008.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. 2012.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Contas de ecossistemas: o uso da terra nos biomas brasileiros: 2000-2018 / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Coordenação de Contas Nacionais. 2020. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101753.pdf>>

KERSTEN, Rodrigo A. Métodos de amostragem de epífitas: o que temos aprendido nas últimas décadas. 2013.

KLEIN, Roberto Miguel. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí, SC. 24p. (SUDESUL, FATMA, HBR, Flora Ilustrada Catarinense, 5). 1978.

KLEIN, Roberto Miguel et al. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí (continuação). **Sellowia**, v. 32, n. 32, p. 165-389, 1980.

LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos metodos para el analisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana**, Mérida, v.13, n.2, p.57-65, 1962.

LEITÃO FILHO, H. de F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. **IPEF**, v. 35, n. 35, p. 41-46, 1987.

LEPŠ, Jan; HADINCOVÁ, Věra. How reliable are our vegetation analyses? **Journal of Vegetation Science**, v. 3, n. 1, p. 119-124, 1992.

LIMA, André; CAPOBIANCO, João Paulo. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação. 1997.

LIMA, Renato A. Estrutura e regeneração de clareiras em Florestas Pluviais Tropicais. **Brazilian Journal of Botany**, v. 28, p. 651-670, 2005.

LONGHI, Solon Jonas. A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil. 1980.

MACHADO, S. A.; BARTOSZEK, A. C. P. S.; DE OLIVEIRA, E. B. Estudo da estrutura diamétrica para *Araucaria angustifolia* em florestas naturais nos Estados da região sul do Brasil. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1996.

MACIEL, Maria de Nazaré Martins et al. Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 1, n. 2, p. 69-78, 2003.

MARTINS, SEBASTIÃO VENÂNCIO; RODRIGUES, RICARDO RIBEIRO. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Brazilian Journal of Botany**, v. 22, n. 3, p. 405-412, 1999.

MARTINS, Fernando Roberto; SANTOS, FAM dos. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Revista Holos**, v. 1, n. 1, p. 236-267, 1999.

MARTINS, F. R. Para que serve a fitossociologia. **JARDIM, MAG; BASTOS, MNC; SANTOS, JUM Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, EMBRAPA Amazônia Oriental**, p. 252-254, 2003.

MARTINS-DA-SILVA, Regina Célia Viana et al. Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica. **Embrapa Amazônia Oriental-Livro científico (ALICE)**, 2014.

MENDES, Lislaine Sperandio. Classificação fitofisionômica e sua aplicação na análise ambiental e valoração cênica da paisagem. 2014.

MENEZES, Carlos Eduardo Gabriel et al. APORTE E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA E PRODUÇÃO DE BIOMASSA RADICULAR EM FLORESTAS COM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS EM PINHEIRAL, RJ1. **Ciência Florestal**, v. 20, p. 439-452, 2010.

MYERS, Norman et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

MORO, Marcelo F.; MARTINS, FR de. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. **FELFILI, JM; EISENLOHR, PV; MELO, MMRF; ANDRADE, LA**, p. 174-212, 2011.

NADKARNI, Nalini M. Biomass and mineral capital of epiphytes in an *Acer macrophyllum* community of a temperate moist coniferous forest, Olympic Peninsula, Washington State. **Canadian Journal of Botany**, v. 62, n. 11, p. 2223-2228, 1984.

NUNES, Yule Roberta Ferreira et al. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta botanica brasílica**, v. 17, p. 213-229, 2003.

PEIXOTO, Ariane Luna; ROSA, Maria Mercedes Teixeira da; JOELS, Luiz Carlos de Miranda. Diagramas de perfil e de cobertura de um trecho da floresta de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Acta Botanica Brasílica**, v. 9, p. 177-193, 1995.

PEREIRA, Israel Marinho et al. Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 235-253, 2010.

PEREIRA, Marízia. Método fitossociológico de Braun-Blanquet ou clássico sigmatista (análise da vegetação). 2011.

PETEAN, Marise Pim. As epífitas vasculares em uma área de Floresta Ombrófila Densa em Antonina, PR. 2009.

PINTO, Luiz Paulo et al. Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. **Biologia da conservação: essências. São Carlos: RiMa**, p. 91-118, 2006.

PODANI, János. O legado de Braun-Blanquet e a análise de dados na ciência da vegetação. **Journal of Vegetation Science**, v. 17, n. 1, pp. 113-117, 2006.

PORTELA, Rita de Cássia Quitete; SANTOS, Flavio Antonio Maës dos. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, p. 271-280, 2007.

PRIMACK, Richard B.; CORLETT, Richard. **Tropical rain forests: an ecological and biogeographical comparison**. Blackwell Pub., 2005.

REIS, Ademir. **Manejo e conservação das florestas catarinenses**. 1993. Tese de Doutorado.

REIS, Ademir et al. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma floresta ombrófila densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC. 1995.

RIBEIRO, Sabina Cerruto et al. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 33, p. 917-926, 2009.

RIBEIRO, Sílvia Benedita Rodrigues Almeida. Padrão de diversidade florística de comunidades herbáceas sujeitas a diferentes usos no território interior de Portugal continental. 2013.

RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997. 747 p.

ROLLET, B. Arquitetura e crescimento das florestas tropicais. **Belém: SUDAN**, 1978.

ROMANIUC NETO, Sergio et al. Caracterização florística, fitossociológica e fenológica de trepadeiras de mata ciliar da Fazenda Campininha, Mogi Guaçu, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 39, p. 145-155, 2012.

ROSÁRIO, L. S. et al. Análise Orientada a Objeto no Mapeamento dos Estágios Sucessionais da Vegetação na Escala 1: 25.000—um Estudo de Caso da REBIO União, RJ. **XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, Natal, p. 25-30, 2009.

RUSCHEL, Ademir Roberto et al. Caracterização e dinâmica de duas fases sucessionais em floresta secundária da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 33, p. 101-115, 2009.

SANTA CATARINA. **Instrução Normativa nº 23**, publicada em 25 de março de 2008, atualizada em 18 de outubro de 2018. Define a documentação necessária para a emissão de autorização para a supressão da vegetação nativa em área rural. Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <<https://www.ima.sc.gov.br/index.php/licenciamento/instrucoes-normativas>>. Acesso em: 18 set. 2021.

SANTA CATARINA. **Instrução Normativa nº 24**, publicada em 25 de março de 2008, atualizada em 18 de outubro de 2018. Define a documentação necessária para a emissão de autorização para a supressão da vegetação nativa em área urbana. Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <<https://www.ima.sc.gov.br/index.php/licenciamento/instrucoes-normativas>>. Acesso em: 18 set. 2021.

SANTA CATARINA. **Diário Oficial do Estado (DOE) nº 21682-A**, publicado em 06 de janeiro de 2022. p. 446.

SÃO PAULO. **Resolução nº 32**, de 03 de abril de 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SMA) de São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/2016/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-032-2014-a.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

SÃO PAULO. **Portaria nº 01**, de 17 de janeiro de 2015. Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projeto de Restauração Ecológica. Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN) da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2015. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2016/12/2015_1_15_Procotolo_monitoramento_restauracao_vfinal.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2022.

SCHILLING, Ana Cristina; BATISTA, João Luis Ferreira. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Brazilian Journal of Botany**, v. 31, n. 1, p. 179-187, 2008.

SCHNITZER, Stefan A.; DEWALT, Saara J.; CHAVE, Jérôme. Censusing and Measuring Lianas: A Quantitative Comparison of the Common Methods 1. **Biotropica**, v. 38, n. 5, p. 581-591, 2006.

SIMINSKI, Alexandre et al. Formações florestais secundárias como recurso para o desenvolvimento rural e a conservação ambiental no litoral de Santa Catarina. 2004a.

SIMINSKI, Alexandre et al. Sucessão florestal secundária no município de São Pedro de Alcântara, litoral de Santa Catarina: estrutura e diversidade. **Ciência florestal**, v. 14, p. 21-33, 2004b.

SIMINSKI, Alexandre; FANTINI, Alfredo Celso. Roça-de-toco: uso de recursos florestais e dinâmica da paisagem rural no litoral de Santa Catarina. **Ciência Rural**, v. 37, p. 690-696, 2007.

SIMINSKI, Alexandre; FANTINI, Alfredo Celso. A Mata Atlântica cede lugar a outros usos da terra em Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 51-59, 2010.

SIMINSKI, A.; FANTINI, A.C. Classificação da Mata Atlântica do litoral catarinense em estádios sucessionais: ajustando a lei ao ecossistema. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.11, n.2, p20- 25, 2012.

SIMINSKI, Alexandre; FANTINI, Alfredo Celso; REIS, Mauricio Sedrez. Classificação da vegetação secundária em estágios de regeneração da Mata Atlântica em Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 369-378, 2013.

SOBRAL-SOUZA, Thadeu; LIMA-RIBEIRO, Matheus Souza. De volta ao passado: revisitando a história biogeográfica das florestas neotropicais úmidas. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 2, 2017.

SWAINE, Michael D.; HALL, John B. Early succession on cleared forest land in Ghana. **The Journal of Ecology**, p. 601-627, 1983.

SWAINE, Michael D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, n. 1, p. 81-86, 1988.

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

TRACEY, J. G. A note on rainforest regeneration. 1985.

TRAUCZYNSKI, Romão Alberto et al. Perícias criminais em delitos contra a flora no Estado de Santa Catarina. 2013.

UNEP. United Nations Environmental Programme. Declaração de Estocolmo. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. **Recuperado de <https://nacoesunidas.org/agencia/unesco>**, 1972.

VIBRANS, Alexander Christian et al. Diversidade e conservação dos remanescentes florestais. **Vol. I. Edifurb, Blumenau. 344p**, 2012.

VIBRANS, Alexander Christian et al. MonitoraSC: um novo mapa de cobertura florestal e uso da terra de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 2, p. 42-48, 2021.

VARJABEDIAN, Roberto. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos avançados**, v. 24, p. 147-160, 2010.

VITAL, Ana Rosa Tundis et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v. 28, p. 793-800, 2004.

WHITMORE, T. C. **Tropical rain forests of the Par East**. Oxford. Clarendon Press, 1984.

WHITMORE, Timothy C. Tropical rainforest dynamics and its implications for management. **Rainforest regeneration and management**, p. 67-87, 1991.

ZANINI, Katia Janaina. Dinâmica da regeneração da Mata Atlântica: Análise funcional da composição de espécies vegetais em diferentes estágios sucessionais. 2011.