

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SUSTENTABILIDADE

**RELAÇÕES ENTRE A ABORDAGEM DA ECOLOGIA DA RESTAURAÇÃO E O ODS
15: UM ESTUDO SOBRE OS IMPACTOS ANTRÓPICOS NA MATA ATLÂNTICA**

GABRIEL BARRETO MEIRELES

Campinas/SP
2021

GABRIEL BARRETO MEIRELES

**RELAÇÕES ENTRE A ABORDAGEM DA ECOLOGIA DA RESTAURAÇÃO E O ODS
15: UM ESTUDO SOBRE OS IMPACTOS ANTRÓPICOS NA MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sustentabilidade da Pontifícia Universidade Católica de Campinas para a obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade.

Área de Concentração: Sustentabilidade

Linha de Pesquisa: Ciência, Sociedade, Políticas Públicas e Sustentabilidade

Orientador: Professor Dr. Samuel Carvalho De Benedicto

**Campinas/SP
2021**

Ficha catalográfica elaborada por Fabiana Rizziolli Pires CRB 8/6920
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

574.5264
M514r

Meireles, Gabriel Barreto

Relações entre a abordagem da ecologia da restauração e o ODS 15: um estudo sobre os impactos antrópicos na Mata Atlântica / Gabriel Barreto Meireles. - Campinas:PUC-Campinas, 2021.

111 f.: il.

Orientador: Samuel Carvalho De Benedicto.

Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) - Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Centro de Economia e Administração, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2021.

Inclui bibliografia.

1. Mata Atlântica. 2. Recuperação ecológica. 3. Sustentabilidade. I. Benedicto, Samuel Carvalho de. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Economia e Administração. Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade. III. Título.

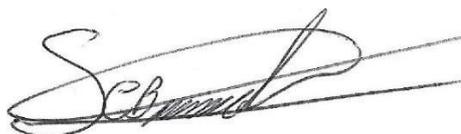
CDD - 22. ed. 574.5264

GABRIEL BARRETO MEIRELES

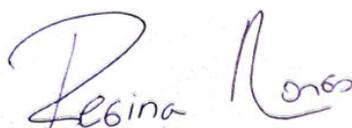
**RELAÇÕES ENTRE A ABORDAGEM DA ECOLOGIA DA RESTAURAÇÃO E O ODS
15: UM ESTUDO SOBRE OS IMPACTOS ANTRÓPICOS NA MATA ATLÂNTICA**

**Este exemplar corresponde à redação final
da Dissertação de Mestrado em
Sustentabilidade da PUC-Campinas, e
aprovada pela Banca Examinadora.**

APROVADA EM: 17 de Dezembro de 2021



Prof. Dr. Samuel Carvalho De Benedicto
(Orientador – PUC-Campinas)



Profa. Dra. Regina Márcia Longo
(Membro – PUC-Campinas)



Prof. Dr. Josias Jacintho Bittencourt
(Membro – Universidade de Coimbra)

“Quando as dificuldades da vida me fizerem sentir perdido, as recordações me lembrarão do caminho que percorri até aqui”.

Ayrton Senna
(1960-1994)

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Aos meus pais que sempre me apoiaram ao longo da minha vida acadêmica e me incentivaram a galgar novos patamares. Nos momentos difíceis sempre estiveram ao meu lado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Samuel Carvalho De Benedicto pelas orientações e em todos os meus deveres e tarefas realizadas neste Mestrado em Sustentabilidade da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Por ser um excelente profissional nas áreas de Administração, Biologia e Sustentabilidade. Por ser um ótimo guia e mestre versátil. Por me oferecer oportunidades para participar de várias palestras, eventos, congressos e estágio de docência. Agradeço pela amizade leal de todos os dias.

A Profa. Dra. Regina Márcia Longo por me orientar no estágio de docência na disciplina Manejo de Ecossistemas Florestais no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Por ser uma excelente profissional das áreas de Agronomia e Sustentabilidade. Por também participar das minhas bancas de qualificação e defesa. Por me dar muitos conselhos, críticas construtivas e por me estimular a ser um aluno mais focado e motivado.

Aos membros da banca de qualificação e defesa desta dissertação pelas contribuições que foram fundamentais para o aprofundamento do tema aqui pesquisado e para que os resultados deste trabalho possam apresentar melhores contribuições.

Ao mestre em Sustentabilidade e doutorando em Ambiente e Sociedade, Luiz Henrique Vieira da Silva. Agradeço por me dar conselhos, me fornecer a oportunidade de aprender mais sobre os ODS, agenda 2030 e as diversas conferências ambientais que ocorreram ao longo do tempo. Agradeço por agir como uma espécie de coorientador e por ser um dos coautores de um estudo já publicado.

A minha querida amiga Luciana Lima, por me aconselhar e me apoiar nos momentos difíceis. Por me abrir várias portas para conhecer novas áreas do conhecimento. Por me disponibilizar várias fontes e referências, acelerando o andamento do meu projeto. Uma amiga leal e companheira insubstituível.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que esta dissertação se concretizasse, o meu muito obrigado!

RESUMO

MEIRELES, G. B. **Relações entre a abordagem da ecologia da restauração e o ODS 15**: um estudo sobre os impactos antrópicos na Mata Atlântica. 2021. 111 f. Dissertação (Mestrado EM Sustentabilidade) – Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2021.

A Mata Atlântica é um bioma de alta importância e relevância, se destacando por possuir uma biodiversidade ampla. O bioma Mata Atlântica, pelo fato de possuir uma elevada biodiversidade, é considerada uma área prioritária de conservação que pode ser considerado um *Hotspot*. Entretanto, pesquisas apontam que a Mata Atlântica é o bioma do Brasil que mais sofreu ações antrópicas, desde à interferência dos portugueses no período colonial. Como resultado das ações antrópicas, atualmente, resta apenas cerca de 27% da mata original, porém já um bastante fragmentada, e apenas 8% em estado intocado. Diante disso, a restauração ecológica surge como uma alternativa para preservar e restaurar a Mata Atlântica, em consonância com o objetivo e metas do ODS 15. O estudo tem como objetivo buscar aportes na literatura para discutir a aplicação da restauração ecológica na Mata Atlântica e, conseqüentemente, promover o atingimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 15. Quanto a sua metodologia, a pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e documental. Os principais documentos consultados na pesquisa foram: artigos, dissertações, teses, relatórios de órgãos públicos, relatórios de pesquisa, sites especializados na restauração de áreas degradadas. A pesquisa revelou que há um processo de recuperação da Mata Atlântica em curso atualmente, inclusive em estados populosos e densamente industrializados, como São Paulo. A preservação da Mata Atlântica em cumprimento aos preceitos do ODS 15 é essencial para facilitar o acesso aos recursos que atendem as necessidades dos seres humanos e demais seres vivos, favorecendo a sua sobrevivência. Considerando que a Mata Atlântica é o bioma do Brasil que mais sofreu ações antrópicas, desde a interferência dos colonizadores, a partir do século XVI, até as últimas décadas, a possibilidade de incluir sua restauração nos esforços globais para o desenvolvimento sustentável figura como uma oportunidade valiosa de alinhamento entre ações locais e a transição para a sustentabilidade em escala global, conforme preconizado na COP26. Entretanto, a recuperação desse bioma deve envolver um esforço coordenado tanto das esferas governamentais, como também da iniciativa privada, das ONGs e de toda a sociedade brasileira.

Palavras-Chave: Biomas Brasileiros, Mata Atlântica, Ações Antrópicas, Restauração ecológica, ODS 15, Sustentabilidade.

ABSTRACT

MEIRELES, G. B. Relations between the restoration ecology approach and SDG 15: a study on anthropic impacts in the Atlantic Forest. 2021. 111 f. Dissertation (Master in Sustainability) - Postgraduate Program in Sustainability, Pontifical Catholic University of Campinas, Campinas, 2021.

The Atlantic Forest is a biome of high importance and relevance, standing out for having a wide biodiversity. The Atlantic Forest biome, because of its high biodiversity, is considered a priority area for conservation that can be considered a Hotspot. However, research shows that the Atlantic Forest is the biome in Brazil that has suffered the most from human activities, since the interference of the Portuguese in the colonial period. As a result of anthropic actions, currently, only about 27% of the original forest remains, however, already quite fragmented, and only 8% in an untouched state. Given this, ecological restoration emerges as an alternative to preserve and restore the Atlantic Forest, in line with the goal and targets of SDG 15. The study aims to seek contributions in the literature to discuss the application of ecological restoration in the Atlantic Forest and, consequently, promote the achievement of the Sustainable Development Goal (SDG) 15. Regarding its methodology, the research is characterized as bibliographic and documentary. The main documents consulted in the research were: articles, dissertations, theses, reports from public agencies, research reports, websites specialized in the restoration of degraded areas. The research revealed that there is an Atlantic Forest recovery process currently underway, including in populous and densely industrialized states such as São Paulo. The preservation of the Atlantic Forest in compliance with the precepts of SDG 15 is essential to facilitate access to resources that meet the needs of humans and other living beings, favoring their survival. Considering that the Atlantic Forest is the Brazilian biome that has suffered the most from anthropic actions, since the colonizers' interference, from the 16th century on, until the last decades, the possibility of including its restoration in the global efforts for sustainable development appears as a valuable opportunity to align local actions with the transition to sustainability on a global scale, as advocated at COP26. However, the recovery of this biome must involve a coordinated effort by the government, the private sector, NGOs, and Brazilian society as a whole.

Keywords: Brazilian Biomes, Atlantic Forest, Anthropic Actions, Ecological restoration, SDG 15, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da localização geográfica do bioma Mata Atlântica	19
Figura 2. As seis dimensões do desenvolvimento sustentável	25
Figura 3. Mapa dos biomas terrestres brasileiros	31
Figura 4. Distribuição espacial de áreas com cobertura vegetal natural e cobertura vegetal antrópica no bioma Cerrado	36
Figura 5. Localização e estado atual do bioma Caatinga	39
Figura 6. Cobertura original do bioma Pampa	41
Figura 7. Cobertura e uso do solo no bioma Pampa em 2018	42
Figura 8. Localização do bioma Pantanal no mapa da América do Sul	43
Figura 9. Situação do bioma Pantanal no ano 2012	44
Figura 10. Localização geográfica do bioma Amazônia	46
Figura 11. Mapa da situação do bioma Amazônia em 2020	49
Figura 12. Mapa da Mata Atlântica em sua formação original, com suas divisões	52
Figura 13. Expansão da pecuária bovina na Mata Atlântica nos estados do sul e sudeste	55
Figura 14. Comparativo do estado original e a sua situação atual do bioma Mata Atlântica	56
Figura 15. Reflorestamentos com espécies exóticas	61
Figura 16. método de sucessão ecológica auxiliada pelo homem: método de Miyawaki	65
Figura 17. Etapas do ciclo PDCA	71
Figura 18. Preparo da área antes da aplicação do lodo de esgoto e plantio	74
Figura 19. Aplicação e distribuição do lodo de esgoto na área	75
Figura 20. Vista geral do plantio das mudas	75
Figura 21. Vista geral do plantio após 15 meses da implantação	76
Figura 22. Vista do interior do plantio após 9 anos da implantação do plantio	77
Figura 23. Sequência cronológica do processo de RE de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas, MG	79

Figura 24. Proteção de nascente. Projeto Nascentes. Machadinho-RS. Fase inicial	81
Figura 25. Proteção de nascente. Projeto Nascentes. Machadinho-RS. Fase avançada	82
Figura 26. Vista geral da voçoroca antes da intervenção	83
Figura 27. Vista lateral da voçoroca 4 anos depois de ocorrer a intervenção	84
Figura 28. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	86
Figura 29. Dimensões da sustentabilidade utilizadas pela Agenda 2030	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais ações antrópicas causadoras de degradação do bioma Mata Atlântica	62
Quadro 2. Modelos possíveis de serem adotados para promover a sucessão ecológica	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área dos biomas terrestres brasileiros	31
--	----

ABREVIATURAS E SIGLAS

APPs (Áreas de Preservação Permanente)
 CDB (Convenção da Diversidade Biológica)
 CMMAD (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento)
 CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil)
 CT&I (Ciência, Tecnologia e Inovação)
 Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)
 FTSS (Floresta Tropical Sazonalmente Seca)

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)
INCT (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia)
INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)
IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza e Recursos Naturais)
MERS (Síndrome Respiratória do Oriente Médio)
MMA (Ministério do Meio Ambiente)
ODM (Objetivos de Desenvolvimento do Milênio)
ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável)
ONU (Organização das Nações Unidas)
PDCA (Plan, Do, Check and Action)
PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente)
PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas)
PSA (Prestação de Serviços Ambientais)
RAMSAR (Convenção das Áreas Úmidas)
SARS (Síndrome Respiratória Aguda Grave)
UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)
UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas)
USP (Universidade de São Paulo)
WWF (World Wide Fund for Nature)

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE QUADROS	IX
LISTA DE TABELAS	IX
ABREVIATURAS E SIGLAS	IX
SUMÁRIO	XI
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos: geral e específicos	15
1.2 Justificativa e contribuições do estudo	15
1.3 Estrutura da dissertação	17
2. MÉTODO E PROCEDIMENTOS	18
3. RESULTADOS	22
3.1 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade ambiental	22
3.2 A degradação dos biomas brasileiros	30
3.2.1 Cerrado	32
3.2.2 Caatinga	36
3.2.3 Pampas	39
3.2.4 Pantanal	42
3.2.5 Amazônia	45
3.3 O bioma Mata Atlântica e a sua degradação	50
3.4 Restauração ecológica: modelos aplicados na Mata Atlântica	63
3.5 Interfaces entre restauração ecológica e o ODS 15	85
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

1. INTRODUÇÃO

O conceito de sustentabilidade sempre caminhou ao lado da humanidade por séculos (BOFF, 2016). Mas somente a partir de reuniões mundiais entre especialistas e a divulgação de indicadores alarmantes, a sociedade começou a prestar a atenção nas consequências de seus atos e a repensar seus objetivos. Para todos os eventos internacionais realizados, o saldo positivo foi o crescimento da consciência na sociedade e nas lideranças sobre a questão ambiental (VEIGA, 2015).

Hoje, parte significativa da sociedade admite que está diante de uma fase extremamente crítica da história do planeta Terra. A humanidade tem o dever de escolher o seu próprio futuro, formar uma aliança global para cuidar da Terra, conjugada com o princípio do cuidado e da prevenção. De acordo com a Carta da Terra¹, a sustentabilidade surge como um fator de sobrevivência (BOFF, 2016). A humanidade corre risco de se tornar ameaçada de extinção, graças às suas próprias atividades, valendo o princípio de precaução e prevenção (PERALTA, 2014). Se existir uma centralidade à aliança de cuidado, chegaremos a um estágio de sustentabilidade geral de uma maneira segura, rumo a um futuro promissor (BOFF, 2016).

O modo mais recente de produção, que visa o mais alto nível de acumulação comporta o total domínio da natureza e a exploração de quase todos os seus respectivos bens e serviços (ROMEIRO, 2012). Para isso, utilizam tecnologias, desde as mais poluídas (não renováveis) relacionadas à extração de minérios, de gás natural e petróleo, até as mais sutis, como a engenharia genética e a nanotecnologia. O que mais agride o equilíbrio vital de Gaia² é o uso intenso de agrotóxicos e pesticidas, os quais exterminam os micro-organismos (que habitam os solos, garantindo a sua fertilidade) e afetam negativamente a saúde humana (BOFF, 2016). A diminuição não planejada das riquezas da Terra rompe com o ponto de equilíbrio e nos conduz à insustentabilidade dos ecossistemas. E a consequência mais deplorável desta insustentabilidade dos ecossistemas é, sem via de dúvidas, a erosão da biodiversidade a qual é indispensável à vida humana e de todos os seres bióticos (DECAËNS et al.,

¹ **Carta da Terra:** A Carta da Terra é uma argumentação de princípios éticos essenciais para construir uma sociedade global mais justa, sustentável e pacífica.

² **Gaia:** A deusa da Terra ou simplesmente Mãe-Terra nas mitologias grega e romana.

2018). O desmatamento e a degradação de áreas florestais é um dos principais promotores da erosão da biodiversidade em nível global. Por isso, a necessidade de preservar as florestas e restaurar as áreas já degradadas (SEMPER-PASCUAL et al., 2019).

De acordo com uma pesquisa publicada pelo PNUMA (Fundo das Nações Unidas para o Meio Ambiente) em 2011, mais de 22% das plantas do mundo infelizmente estão ameaçadas de extinção, isso ocorre porque o desmatamento e a queima das florestas em função do agronegócio e da pecuária, fez com que a vegetação perdesse seus habitats naturais. E devido ao desaparecimento das florestas, os animais são gravemente prejudicados, isso afeta negativamente o regime de umidade, indispensável para a existência de todas as formas de vida (BOFF, 2016).

No contexto brasileiro, a Mata Atlântica é um ecossistema de extrema importância, se destacando por possuir uma biodiversidade ampla. Porém, o que a sociedade não percebe é que é um bioma primordial para o meio ambiente, assim como para a história do Brasil.

Segundo relatório da Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os impactos antrópicos na Mata Atlântica aumentaram aproximadamente 30% entre 2018 e 2019 (RELATÓRIO SOS MATA ATLÂNTICA, 2019). Entre os anos de 2019 e 2020, 13 mil hectares foram desmatados. Essa área contempla 15% dos 3.429 municípios brasileiros que abrigam o bioma Mata Atlântica (RELATÓRIO SOS MATA ATLÂNTICA, 2021).

O contexto apresentado aponta para uma urgente necessidade de restaurar parte do que já foi degradado e preservar o restante da Mata Atlântica. Restaurar áreas degradadas remete-se, invariavelmente, ao conceito ecologia da restauração (também denominado restauração ecológica). A restauração ecológica é uma área da ciência considerada recente, que foi originada em função dos desafios de se recuperar e/ou manter a capacidade desses ecossistemas de fornecer bens e serviços, garantindo sua perpetuidade no tempo. É uma disciplina emergente da Ecologia, com um pilar teórico conceitual e prático experimental (SÃO PAULO, 2011).

Verifica-se que a restauração ecológica possui interface com alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas. Dentre eles,

podemos citar: ODS 2 (Fome zero e agricultura sustentável); ODS 6 (Água potável e saneamento); ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima); ODS 14 (Vida na água); ODS 15 (Vida terrestre). De modo específico, a restauração ecológica possui grandes afinidades com o ODS 15 (Vida terrestre), o qual estabelece como proposta proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra (AGENDA 2030, 2015).

O ODS 15 parte do pressuposto de que os seres humanos e os animais dependem da natureza para obter alimento, ar puro, água limpa e como um meio de combate à mudança do clima. Além de ser o lar de milhões de espécies, as florestas, que ocupam 30% da crosta terrestre, ajudam a equilibrar a qualidade da água e o clima da Terra em boas condições de uso, ou seja, manter a água limpa e própria para o uso ao mesmo tempo em que o clima terrestre seja favorável para a manutenção da vida. Promover o manejo sustentável das florestas, o combate à desertificação, parar e reverter a degradação da terra, interromper o processo de perda de biodiversidade também são consideradas metas estabelecidas no ODS 15 (AGENDA 2030, 2015).

Entretanto, a proposta deste estudo parte da perspectiva de que o ODS 15 não será alcançado se houver uma concentração apenas em manter as florestas que ainda restam. No caso da Mata Atlântica, estudos mostram que restam apenas 27% da mata original, porém já um pouco fragmentada, e apenas 8% em estado intocado, sob a proteção das unidades de conservação (LIMA et al., 2020). Portanto, para que o ODS 15 seja plenamente alcançado, além de preservar a Mata Atlântica, é necessário também restaurar ao menos uma parte das áreas devastadas, o que condiz com os propósitos da restauração ecológica.

Diante do exposto, surge a seguinte questão de pesquisa: como a abordagem da restauração ecológica pode auxiliar para que o objetivo e metas do ODS 15 sejam mais amplamente aplicados na preservação e restauração da Mata Atlântica?

1.1 Objetivos: geral e específicos

O estudo tem como objetivo buscar aportes na literatura para discutir a aplicação da restauração ecológica na Mata Atlântica e, conseqüentemente, promover o atingimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 15.

Para auxiliar no alcance do objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Levantar, descrever e discutir os impactos antrópicos causados na Mata Atlântica;
- ✓ Discutir o objetivo e metas do ODS 15 em contraposição às ações antrópicas que culminaram com a degradação de grande parte das florestas;
- ✓ Discutir as alternativas propostas pela restauração ecológica como suporte para que o objetivo e metas do ODS 15 sejam aplicados na preservação e restauração da Mata Atlântica.

1.2 Justificativa e contribuições do estudo

Não há neste estudo a intenção de apresentar uma receita universal, a qual possa ser utilizada como uma panaceia para os males que atingem o bioma Mata Atlântica. Também não há a intenção de propor a recuperação do bioma, integralmente, ao seu estado original, posto que o mesmo é fonte de recursos para a subsistência humana. Ou seja, existem justificativas plausíveis e aceitáveis para a retirada ou supressão de fragmentos do bioma. Nesse sentido, pode mencionar a ocupação de espaços para a construção de rodovias, residências, cultivo de plantas, criação de animais domésticos, dentre outras finalidades essenciais à sobrevivência humana.

Porém, é extremamente importante compreender que a Mata Atlântica é considerada um *Hotspot* de biodiversidade a nível global. É um patrimônio nacional da constituição federal de 1988, é considerada também uma reserva da biosfera de acordo com dados da Unesco. Porém, infelizmente, é um bioma extremamente ameaçado pelas ações antrópicas. Isso compromete a perenidade de um grande índice de espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção, tanto da flora quanto da fauna (LIMA et al., 2020).

A importância do bioma Mata Atlântica pode ser verificada ao considerarmos que (i) mais de 70% da população do Brasil, ou seja, cerca de 150 milhões de pessoas vivem ali; (ii) o bioma está presente em 3.410 municípios; (iii) 2.928 municípios possuem suas sedes na parte interna da Mata Atlântica. A Mata Atlântica fornece fontes de alimento, medicamentos e outros recursos que atendem as necessidades humanas tanto da população ali residente quanto de outras regiões (MAPBIOMAS, 2021).

Esta dissertação tem uma função fundamental de alertar a população com o intuito de diminuir ou eliminar as pressões e ameaças que o bioma vem sofrendo, por exemplo, o desmatamento, exploração predatória dos recursos naturais (extrativismo exacerbado), práticas não sustentáveis da agropecuária, industrialização e expansão urbana desordenada.

O bioma Mata Atlântica deve ser restaurado, com a finalidade de fornecer uma manutenção eficiente do clima, dos índices de precipitação, da quantidade de moléculas de oxigênio para a atmosfera provindas da fotossíntese da flora. Caso o contrário, o futuro da vida nas cidades e no campo, os recursos disponíveis para as gerações futuras serão bruscamente danificados. Sem a presença das matas ciliares³, os rios, os lagos e as represas ficarão cada vez mais contaminados, tornando o agronegócio e o abastecimento de água inviáveis. Na ausência da vegetação de encostas e áreas de elevada inclinação, populações inteiras ficam à mercê da sorte em épocas de chuvas, quando as encostas desprotegidas deslizam e vêm abaixo sem compaixão, causando inúmeros prejuízos econômicos, sociais e ambientais (BIODIVERSIDADE, 2010).

O estudo tem o intuito de mostrar a importância da proteção da biodiversidade local, pois muitas espécies estão ameaçadas de extinção. Essa proteção da biodiversidade fornece um equilíbrio climático mais aprofundado e poderá, no futuro, favorecer um incentivo para uma melhor distribuição de água em quantidade e qualidade para toda a população que habita regiões próximas ao bioma e, de modo complementar, possibilitar a implementação de atividades econômicas como agricultura sustentável, pesca, turismo e geração de energia.

³ **Matas Ciliares:** São florestas, ou outros tipos de cobertura vegetal nativa, que se encontram nas margens de rios, igarapés, lagos, olhos d'água e represas. O nome "mata ciliar" existe por serem extremamente importantes para a proteção de rios e lagos como os cílios são para os nossos olhos.

Este estudo assume grande importância na medida em que busca discutir propostas que podem gerar uma melhor qualidade de vida para a população que vive ao redor das reservas do bioma, pois aumentando o número de árvores e reflorestando áreas degradadas, aumenta a quantidade de oxigênio atmosférico produzido pela fotossíntese, diminuindo a probabilidade de doenças cardiorrespiratórias que se alastrarem devido à poluição atmosférica.

Segundo Brancalion et al. (2010, p. 456), há no Brasil, uma “limitação de conhecimentos aplicados e específicos de restauração ecológica de florestas tropicais”, uma “escassez de profissionais com capacitação nesse tema”, bem como uma “intensa demanda por ações emergenciais de restauração”. Isto resultou, “em uma infinidade de iniciativas malsucedidas e de pouca efetividade”, nas últimas décadas. Portanto, são necessários novos estudos para ampliar esse debate.

O contexto apresentado aponta para uma urgente necessidade de restaurar parte do que já foi degradado e preservar o restante da Mata Atlântica. Tendo como pano de fundo a restauração ecológica, este estudo, certamente, apresentará significativa contribuição ao relacionar o ODS 15 com as propostas de restauração da Mata Atlântica. De acordo com Passarinho (2021), a necessidade de preservar as florestas e restaurar as áreas degradadas foi o tema central da COP26. Ali, representantes de quase 200 países assinaram um acordo estabelecendo o ano 2030 como data limite para zerar o desmatamento em nível global.

1.3 Estrutura da dissertação

Essa Dissertação foi dividida em quatro capítulos, incluindo a introdução, que apresentou o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e a estrutura da dissertação. O segundo capítulo tratou da metodologia e os procedimentos da pesquisa, os quais são condizentes com uma pesquisa de natureza aplicada, abordagem qualitativa e objetivo exploratório. No terceiro capítulo foram apresentados os resultados da pesquisa. Nesse capítulo foram abordados os seguintes elementos: (i) alguns aspectos históricos bem como os conceitos relativos ao desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade, os quais serviram de alicerce para o desenvolvimento

desta dissertação; (ii) os biomas brasileiros (Cerrado, Caatinga, Pampa, Pantanal e Amazônia) dando ênfase às suas características e questões relativas a degradação ambiental; (iii) uma discussão sobre as características e importância do bioma Mata Atlântica bem como os acontecimentos relacionados à degradação ambiental e a necessidade de restaurar as suas áreas degradadas; (iv) foram discutidos alguns modelos possíveis de serem aplicados no processo de restauração de áreas degradadas e foram apresentadas algumas experiências práticas bem-sucedidas aplicadas no bioma Mata Atlântica; (v) foram abordadas as interfaces entre a restauração ecológica no bioma Mata Atlântica e o ODS 15. No quarto e último capítulo, foram feitas as considerações finais onde são sintetizados os principais resultados da pesquisa.

2. MÉTODO E PROCEDIMENTOS

A predileção do procedimento a ser utilizado em uma pesquisa deve estar em relação direta com a natureza da investigação e aos pressupostos teóricos norteadores da mesma (GIL, 2019).

Quanto à sua abordagem, o estudo é qualitativo. Segundo Gil (2019), a pesquisa qualitativa procura a explicação sistemática de fatos que ocorrem no contexto social ou natural, sendo que este geralmente encontra-se relacionado a uma multiplicidade de variáveis. É adequada quando se busca estudar os valores, as atitudes, as relações e práticas sociais, as estratégias, os modelos de gestão e as mudanças ocorridas no contexto organizacional, social, político, econômico e ambiental. Chizzotti (2018, p. 89) acrescenta que a finalidade precípua da pesquisa qualitativa “é realizar uma interferência em uma circunstância insuficiente, alterar condições percebidas como transformáveis”, o que condiz com o escopo deste trabalho.

A amostragem da pesquisa é intencional e não probabilística. A mesma foi escolhida por critério do investigador, levando em consideração a disponibilidade das informações e a possibilidade de acesso aos dados de pesquisa, conforme instruído por Bruni (2013) e envolve o bioma Mata Atlântica.

A Mata Atlântica abrange 17 estados, sendo eles: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí (SOS MATA ATLÂNTICA, 2018). Nesse bioma vive mais de 70% da população do Brasil, ou seja, cerca de 150 milhões de pessoas (MAPBIOMAS, 2021). A Figura 1 destaca, entre a linha amarela, a localização geográfica do bioma Mata Atlântica.

Figura 1: Mapa da localização geográfica do bioma Mata Atlântica.



Fonte: Planeta Biologia (2021).

Ao pesquisar fenômenos sob o enfoque qualitativo, são necessários também técnicas e instrumentos qualitativos para a coleta de dados (RICHARDSON, 2017). Os instrumentos e técnicas de coleta de dados condizentes com a pesquisa qualitativa são: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, entrevistas, técnicas observacionais (LAVILLE; DIONNE, 2007). Nesta pesquisa, as técnicas utilizadas para a coleta dos dados são a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental.

De acordo com Gil (2019) a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental são técnicas importantes na pesquisa qualitativa, seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema.

Alguns autores consideram que pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental são sinônimas (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009). Appolinário (2011), no Dicionário de Metodologia Científica afirma que a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental, em suma, se restringem à análise de documentos indistintamente. Ou seja, na visão do autor, tanto a pesquisa bibliográfica como a pesquisa documental têm o documento como objeto de investigação.

Entretanto, outros autores estabelecem uma diferença entre as duas técnicas de coleta de dados. Para Gil (2019) a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental são técnicas importantes na pesquisa qualitativa, seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema. O autor estabelece uma diferença entre as duas técnicas de coleta de dados afirmando que a pesquisa bibliográfica utiliza fontes constituídas por material já finalizado, enquanto a pesquisa documental utiliza fontes primárias, ou seja, dados e informações que ainda não foram comprovados de maneira científica ou analítica.

De acordo com Oliveira (2016, p. 70), existe uma similaridade entre a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica. A principal diferença entre a busca documental e a busca bibliográfica está localizada na natureza das fontes: i) a pesquisa bibliográfica remete para as contribuições de diferentes autores sobre o tema, atentando para as fontes secundárias; ii) a pesquisa documental recorre a materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou seja, as fontes primárias. Assim, a autora alerta para o fato de que: “na pesquisa documental, o trabalho do pesquisador (a) requer uma análise mais cuidadosa, sendo que os documentos não passaram antes por nenhum tratamento científico”.

Nesta pesquisa, várias fontes bibliográficas e documentais foram utilizadas com a finalidade de levantar informações sobre a restauração ecológica para dar suporte a uma discussão sobre o atingimento do ODS 15 na realidade da Mata Atlântica. Os principais documentos consultados foram: livros, artigos científicos, dissertações,

teses, relatórios de órgãos públicos, relatórios de pesquisa, sites especializados na restauração de áreas degradadas, dentre outros.

As técnicas utilizadas para analisar os dados coletados em uma pesquisa são essenciais para a obtenção de resultados robustos e confiáveis (LAVILLE; DIONNE, 2007). São várias as técnicas que podem ser utilizadas quando se realiza um estudo exploratório qualitativo. Neste contexto, as principais técnicas geralmente são: análise de conteúdo (BARDIN, 2016), análise de discurso (ORLANDI, 2009), análise descritiva (SEVERINO, 2016), descrição analítica (BARDIN, 2016), *Explanation Building* ou construção da explanação (YIN, 2015), dentre outras.

Nesta pesquisa foram adotadas duas técnicas de análise de dados, quais sejam: descrição analítica (BARDIN, 2016) e *Explanation Building* ou construção da explanação (YIN, 2015).

A técnica denominada “descrição analítica”, foi desenvolvida por Bardin (2016) e permite uma descrição do fenômeno acompanhada de análise. A descrição analítica constitui-se numa variação da análise de discurso com aplicação direta nas pesquisas de natureza qualitativas. Esta estratégia é bastante utilizada nas pesquisas, tanto isoladamente, quanto em associação com outros métodos e possui fundamentação teórica nos trabalhos de diversos autores (DE BENEDICTO, 2011).

A *Explanation Building* ou “construção da explanação”, é uma estratégia de análise de dados qualitativos que se enquadram nas análises de estudos exploratórios. A construção da explanação tem como objetivo construir um repertório analítico utilizando-se a forma de narrativa (DE BENEDICTO, 2011). Assim, as explanações são construídas de forma a refletir as proposições teóricas significativas, dando ênfase àquilo que realmente importa, ou seja, confrontando os elementos teóricos com os achados da pesquisa (YIN, 2015).

Assim, a *Explanation Building* associada à “descrição analítica” poderá contribuir para o estabelecimento de elos entre as fases teórica e empírica da pesquisa (DE BENEDICTO, 2011). A triangulação entre essas duas estratégias certamente oferece maior consistência aos resultados desta investigação em curso.

3. RESULTADOS

3.1 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade ambiental

O desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade não são sinônimos. Entretanto, os mesmos podem ser tratados como termos equivalentes (SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014), pois possuem um sentido similar (BELL; MORSE, 2008).

Sustentabilidade é um termo de origem latina. A palavra *Sustentare* significa: sustentar, suportar, defender, proteger, favorecer, auxiliar, manter, conservar em bom estado, fazer frente a, resistir. Envolve aquilo que pode ser mantido por longo tempo, que pode ser perpetuado (MANSANO, 2016).

O termo sustentabilidade foi empregado pela primeira vez na década de 1980, buscando qualificar a ideia de desenvolvimento e expressar uma nova e generosa visão do futuro. Entretanto, o termo não foi criado nessa ocasião. “Sua origem está intrinsicamente ligada a demanda por recursos naturais e seu reflexo nos impactos ambientais relatados ao longo da história humana”. Quando criado, o termo sustentabilidade estava mais ligado às questões ambientais. Com o passar dos anos, o termo foi cada vez mais separado do aspecto ambiental (ou ecológico) e passou a relacionar-se “com questões mais amplas de equidade, de governança e justiça social” (FEIL; STRASBURG; SCHREIBER, 2016, p. 15).

Do ponto de vista conceitual, sustentabilidade é a capacidade de um sistema humano, natural ou misto resistir ou se adaptar à mudança endógena ou exógena por tempo indeterminado. Por outro lado, o desenvolvimento sustentável é uma via de mudança intencional e melhoria que mantém ou aumenta esse atributo do sistema, ao responder às necessidades da população presente. O desenvolvimento sustentável é o caminho para se alcançar a sustentabilidade. Ou seja, este é um objetivo final, e não um meio (DOVERS; HANDMER, 1992).

Para que a sustentabilidade seja promovida e alcançada é necessário criar as condições para que um sistema se mantenha forte e tenha a capacidade de “adaptar-se aos distúrbios, tendo como consequência a qualidade dessas atividades e interações

entre sistemas humanos e ambientais, na qual a propriedade permanece a mesma ou aumenta no decorrer do tempo” (FEIL; STRASBURG; SCHREIBER, 2016, p. 9).

O conceito de Desenvolvimento Sustentável geralmente é definido como “aquele que atende às necessidades das gerações do presente sem afetar a capacidade das gerações futuras atenderem as suas próprias” (WCED, 1987, p. 43).

O tema Desenvolvimento Sustentável foi apresentado para garantir um crescimento econômico que não esgote os recursos do planeta, os quais devem estar disponíveis para as gerações futuras. Portanto, a definição clássica implica em um desenvolvimento que busca atender as necessidades da população sem afetar negativamente a biodiversidade, sem causar mudanças climáticas e evitar as desigualdades sociais, culturais, políticas e econômicas.

A construção desse conceito começou na segunda metade do século XX, após uma série de publicações que evidenciaram a problemática ambiental entre as décadas de 1960 e 1970, além de eventos como a Crise do Petróleo. Com isso, a reflexão sobre o futuro começou a ser exibida no raciocínio político, social e filosófico, ocasionando um questionamento da participação da humanidade no planeta (PIES; GRÄF, 2015).

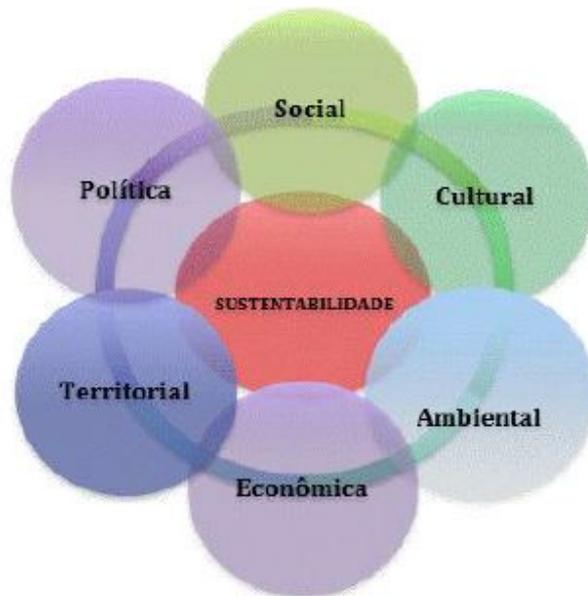
Diante disso, o termo foi popularizado pela Comissão para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD). Em 1987, o grupo recomendou a construção de uma declaração universal sobre o desenvolvimento sustentável, mais conhecida como “Relatório Brundtland”, em homenagem ao sobrenome da então primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland. O relatório transmite informações coletadas pela comissão durante três anos de pesquisa e análise, levando em destaque as questões ambientais e sociais, de preferência no que se refere ao uso da terra e aos países subdesenvolvidos (MEIRELES; DE BENEDICTO; SILVA, 2021).

De acordo com o documento, o desenvolvimento carrega consigo uma hipótese de metamorfose progressiva da economia e da sociedade. Se uma via de desenvolvimento for sustentada em sentido físico, ela poderá ser aplicada em um contexto social e político rigoroso (IPIRANGA; GODOY; BRUNSTEIN, 2011). O dever de maior importância do desenvolvimento sustentável é satisfazer as necessidades das civilizações do presente sem prejudicar as gerações futuras. No caso dos países subdesenvolvidos, as necessidades básicas de um grupo pequeno de pessoas

(alimentos, roupas, moradias e empregos) não estão sendo atendidas do melhor método. Além das necessidades básicas, a população continua buscando de forma legítima a melhor qualidade de vida. Esse fenômeno continua acontecendo em um mundo onde a pobreza e a injustiça se estabelecem e são endêmicas. Ou seja, a probabilidade de uma crise ecológica ocorrer é extremamente elevada (MENEZES; BORGES; COSTA, 2019). Portanto, para ocorrer um desenvolvimento de qualidade é essencial que todos sejam capazes de atender as suas necessidades básicas e que sejam providas oportunidades de desfrutar suas aspirações em melhores condições de vida (CUNHA; AUGUSTIN, 2014).

Tendo em vista que a sustentabilidade é o meio para se alcançar o desenvolvimento sustentável, diversos autores defendem que a mesma não deve ser compreendida apenas como uma questão de preservação ambiental. Embora a alta qualidade ambiental seja uma questão imprescindível, a sustentabilidade deve englobar também aspectos sociais, espaciais, econômicos, culturais, consolidando uma visão holística (BARBOSA, 2013). Há quem defenda até mesmo uma dimensão política relacionada à sustentabilidade (GUILHON, 2011). As seis principais dimensões da sustentabilidade apresentadas na literatura científica – ambiental, social, cultural, econômica, espacial e política – têm sido consideradas para o desenvolvimento de vários trabalhos relacionados ao tema e têm sido uma das classificações mais utilizadas entre os pesquisadores da área (BARBOSA, 2013). Ávila, Madruga e Beuron (2016) abordam os seis pilares da sustentabilidade, de acordo com a Figura 2.

Figura 2 – As seis dimensões do desenvolvimento sustentável



Fonte: Ávila, Madruga e Beuron (2016).

Já na década de 1990 Sachs acreditava na compatibilização entre desenvolvimento e meio ambiente. Para esse autor, o conceito de sustentabilidade está associado a uma mentalidade, atitude ou estratégia focada na solução das dificuldades que a humanidade enfrenta em todas as dimensões mencionadas.

Segundo Sachs (1993), para que haja o desenvolvimento de uma comunidade, empresa ou nação seja considerado sustentável, deve-se obrigatoriamente levar em consideração seis dimensões, quais sejam:

A dimensão ambiental ou capital natural significa preservação dos recursos naturais e o aumento da capacidade do planeta, mantendo sua deterioração em um índice mais baixo. Esse pilar envolve três níveis menores: (i) ecologia, diversidade do habitat e florestas; (ii) qualidade do ar e da água (poluição), proteção da saúde humana por meio da redução de contaminação química e da poluição, e; (iii) conservação e administração de recursos renováveis e não renováveis.

A dimensão espacial ou territorial está relacionada com a distribuição das atividades humanas para preservar a biodiversidade de uma melhor forma. Busca equilibrar a distribuição das populações rural e urbana no território e tende a reduzir a

concentração em excesso nas áreas metropolitanas. Costuma se preocupar com a preservação dos ecossistemas frágeis e busca fornecer a agricultura e a exploração das florestas através de técnicas modernas, regenerativas, por pequenos agricultores; tenta explorar o potencial da industrialização, acoplada à nova geração de tecnologias limpas.

A dimensão cultural possui um relacionamento com a necessidade de aceitação da modernização sem perder a identidade cultural dentro de cada contexto. Considera os valores culturais específicos de cada sociedade, promovendo processos que ocasionam mudanças dentro da continuidade cultural e que façam a tradução do conceito normativo de ecodesenvolvimento em um conjunto de soluções específicas para o ecossistema.

A dimensão política se origina do fato que o espaço é social. A participação da sociedade é indispensável para as tomadas de decisões a respeito do que é comum a todos. Defende uma sociedade participativa e democrática.

A dimensão social busca o desenvolvimento econômico aliado a uma melhoria significativa na qualidade de vida da população mundial, ou seja, maior equidade na distribuição de renda, melhorias na saúde, na educação, na oportunidade de emprego, de modo a reduzir a discrepância na concentração de bens e riquezas.

A dimensão econômica inclui não só a economia formal, como também as atividades informais que proveem serviços para os indivíduos e grupos e aumentam, assim, a renda monetária e o padrão de vida dos indivíduos. Envolve a alocação e gerenciamento eficiente dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados. A eficiência econômica deve ser avaliada em termos macrossociais, e não apenas pelo critério da rentabilidade empresarial de caráter microeconômico.

Na confluência das dimensões mencionadas espera-se uma conduta ética e transparente dos indivíduos, das empresas e da sociedade como um todo para que a sustentabilidade seja promovida, garantindo a existência das futuras gerações no planeta Terra.

Elkington (2012), criador do denominado *Triple Bottom Line* ou tripé da sustentabilidade, defende a aplicação das dimensões econômica, social e ambiental, no

ambiente organizacional. Para o autor, “a sustentabilidade é o princípio que assegura que nossas ações de hoje não limitarão a gama de opções econômicas, sociais e ambientais disponíveis para as futuras gerações” (ELKINGTON, 2012, p. 52).

Ressalta-se que não há entre os autores um consenso a respeito do total das dimensões. Porém, é possível afirmar que o consenso é que a sustentabilidade deve ser compreendida através de uma visão mais ampla e sistêmica. Apesar de reconhecer a importância de todas as dimensões supracitadas para o alcance da sustentabilidade em um sentido mais completo, para atender aos propósitos deste estudo será dada maior ênfase na dimensão ambiental.

Van Bellen (2004) ressalta que no final do século XX houve o crescimento da consciência da humanidade em relação à degradação ambiental provinda do processo de desenvolvimento. Quando a crise ambiental se tornou mais profunda, ao lado da reflexão sistemática sobre a influência da população neste fenômeno, conduziu a novas abordagens sobre desenvolvimento sustentável. Os economistas, por exemplo, criaram os conceitos de sustentabilidade fraca e forte. Estes conceitos alcançaram um destaque inusitado na década de 1990, passando a serem utilizados para definir um novo modelo de desenvolvimento.

Para Van Bellen (2004), a sustentabilidade fraca tende a se preocupar com a soma total do sistema. As partes, ou a subtração delas, podem ser substituídas por outras, ou o aumento destas. Dessa forma, a qualidade ambiental pode passar por um declínio de maneira isolada, porém pode receber uma recompensa pelo incremento na qualidade de vida humana. O incremento do capital humano é capaz de compensar o prejuízo do capital natural. A sustentabilidade forte exige a manutenção das partes do sistema, e do sistema como um todo, sempre em boas condições; nenhuma das partes do sistema deve ser substituída por outra (característica de um sistema fechado), havendo apenas uma sustentabilidade com limites dentro das partes.

Ao tratar da dimensão ambiental da sustentabilidade, Gonçalves-Dias, Teodósio e Barbieri (2007), destacam que, nos anos atuais, o globo terrestre não parou de enfrentar uma crise ambiental de extrema gravidade, a qual decorre, sobretudo, das ações antrópicas. A contínua degradação do meio ambiente despertou o interesse e a conscientização da sociedade sobre a relevância de protegê-lo, fazendo com que a

população exigisse cada vez mais atitudes proativas em benefício de tal causa. Diante desse cenário, a legislação ambiental cresceu em quantidade, severidade e complexidade.

Van Bellen (2008) afirma que a dimensão ambiental está relacionada diretamente ao impacto das atividades humanas no meio ambiente. O meio ambiente, segundo Barbieri (2016), é tudo que envolve ou cerca os seres vivos. Na visão do autor, os problemas ambientais são originados pelo uso do meio ambiente para ter os recursos necessários para a produção de bens e serviços.

Para Almeida (2007, p. 280) “o conceito de sustentabilidade parte da premissa de que há uma resiliência nos ecossistemas e, portanto, uma capacidade de uso”. Os ecossistemas possuem quatro características: organização entre as partes, heterogeneidade do comportamento espacial, resiliência e variabilidade dinâmica, sendo as relações entre as partes mais elucidativas.

Os ecossistemas estão ligados ao conceito de riqueza natural ou capital natural. Segundo Elkington (2012), todos os atores que exercem influência sobre o meio ambiente precisam saber avaliar se são ambientalmente sustentáveis e, para isso, é preciso compreender primeiramente o significado da expressão capital natural. O conceito de riqueza natural é complexo, pois inclui o ecossistema e funções como a contribuição da água, gases, flora e fauna. O capital natural pode ser visto conforme duas óticas, o capital natural crítico, voltado para a manutenção da vida e dos ecossistemas, e o renovável ou substituível, que pode ser renovado, recuperado ou substituído.

O conceito de riqueza natural não é de fácil definição. Elkington (2012, p. 488) comenta essa dificuldade utilizando o exemplo de uma floresta. Ali não basta contar o número de árvores para se avaliar seu capital natural, é preciso avaliar, entre outros aspectos, a “riqueza natural que sustenta o ecossistema da floresta”, os benefícios por ela gerados, a flora, a fauna e os produtos dela extraídos, que podem ser comercializados.

Elkington (2012) defende a existência de duas formas principais de capital natural: O ‘capital natural crítico’, que seria aquele fundamental para a perpetuidade do ecossistema, e o capital natural renovável ou substituível, sendo este, no entendimento

do autor, os recursos naturais renováveis, recuperáveis ou substituíveis. Segundo o autor, a sociedade precisa: identificar quais as formas de capital natural são impactadas pelas suas atividades; avaliar se elas são sustentáveis; se o nível de estresse causado é sustentável; e, finalmente, se o equilíbrio da natureza está sendo afetado de forma significativa.

Para Iaquinto (2018, p. 165), por meio da dimensão ambiental, “compreende-se que a existência da espécie humana depende da preservação e cuidado com o meio ambiente, a fim de que sejam garantidas condições mínimas de sobrevivência e bem-estar tanto para a presente geração, quanto para as futuras”.

O meio ambiente, ao qual está ligada a dimensão ambiental da sustentabilidade, pode ser visto como “um conjunto de elementos abióticos (físicos e químicos) e bióticos (flora e fauna), organizados em diferentes ecossistemas naturais e sociais em que se insere o homem, individual e socialmente”. Isso envolve um “processo de interação que atenda ao desenvolvimento das atividades humanas, à preservação dos recursos naturais e das características essenciais do entorno, dentro das leis da natureza e de padrões de qualidade definidos” (PEREIRA; CURI, 2012, p. 39).

Dulley (2004, p. 18-19) afirma que muitos autores simplificam o conceito de meio ambiente a uma visão reducionista. Entretanto autor afirma que o meio ambiente envolve uma ampla “relação entre coisas, como a que se verifica nas reações químicas e físico-químicas dos elementos presentes na Terra e entre esses elementos e as espécies vegetais e animais”. Envolve a relação “como a que se dá nas manifestações do mundo inanimado com a do mundo animado”. Inclui, especialmente: (i) a “relação entre os homens e os elementos naturais (o ar, a água, o solo, a flora e a fauna)”; (ii) “entre homens e as relações que se dão entre as coisas”; (iii) “entre os homens e as relações de relações, pois é essa multiplicidade de relações que permite, abriga e rege a vida, em todas as suas formas”. Os “seres e as coisas, isoladas, não formariam meio ambiente, porque não se relacionariam”.

Pereira e Curi (2012, p. 40) afirmam que o meio ambiente deve ser visto “como um recurso a ser utilizado e, como tal, deve ser analisado e protegido, de acordo com suas diferentes condições, numa atitude de respeito, conservação e preservação”. O “meio ambiente é social e historicamente construído”. Esta ideia está expressa na Carta

Encíclica *Laudato Si'* do Papa Francisco. Ou seja, cabe ao ser humano construir e cuidar ou explorar e destruir o meio ambiente (FRANCISCO, 2015).

É neste contexto que se insere este estudo que trata das ações antrópicas que contribuíram para degradar partes significativas do bioma Mata Atlântica e realiza um esforço para apresentar possibilidades de sua restauração ecológica.

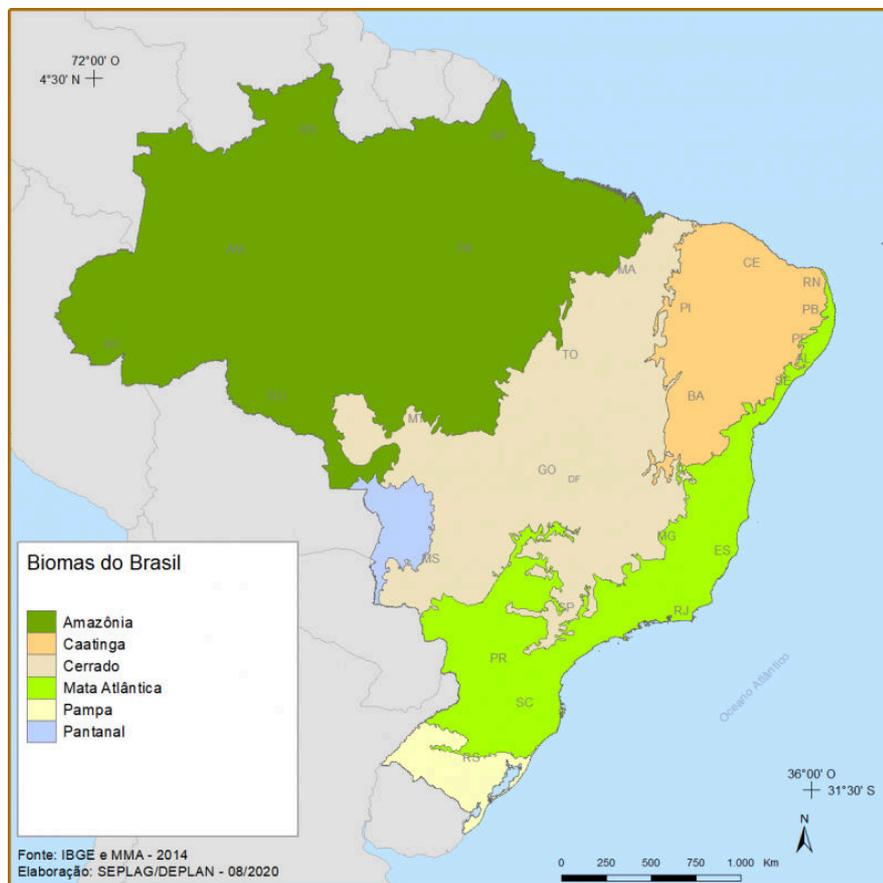
3.2 A degradação dos biomas brasileiros

A vegetação brasileira é o resultado da relação entre fatores bióticos e abióticos⁴ como o solo, relevo e clima. A vegetação no Brasil é subdividida em três grandes formações: Florestal, Herbácea e Complexa. É de extrema importância salientar que uma grande porção desses biomas está parcialmente ou totalmente degradada devido às ações antrópicas (KREUZER, 2017).

O Brasil possui uma das maiores reservas de recursos naturais do planeta, com ampla biodiversidade, áreas para agricultura e pecuária, inúmeras bacias hidrográficas e uma rica diversidade climática consolidada em um bioma marinho e seis importantes biomas terrestres, todos conceitualmente bem definidos, mapeados e apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004a) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA): Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa, visualizados na Figura 3.

⁴ **Fatores Bióticos e Abióticos:** **Bióticos** – Representam os seres vivos habitantes das comunidades como plantas, animais, fungos, protozoários, bactérias etc., os quais desempenham funções diferentes no ecossistema. **Abióticos** – São os fatores externos essenciais para a sobrevivência das espécies como água, sol, solo, gelo e vento.

Figura 3 – Mapa dos biomas terrestres brasileiros



Fonte: MapBiomias (2020).

O mapa apresentado na Figura 3 limita-se a apresentar os biomas terrestres, deixando de fora o importante bioma marinho. A Tabela 1 apresenta a área ocupada por cada bioma terrestre, expressa em km².

Tabela 1 – Área dos biomas terrestres brasileiros

Identificação	Biomias	Área (km ²)	% Área Brasil
1	Amazônia	4.198.273	49,30
2	Cerrado	2.047.190	24,04
3	Mata Atlântica	1.110.456	13,04
4	Caatinga	829.436	9,74
5	Pampa	178.831	2,10
6	Pantanal	151.581	1,78
Total	-	8.515.767	100,00

Fonte: Vilela, Callegaro e Fernandes (2019).

Estudos mostram que, ao longo do tempo, as ações antrópicas nos biomas brasileiros têm sido intensas, mormente puxadas pelo desmatamento para a expandir as áreas produtivas para a pecuária e cultivo de alimentos, exploração madeireira, além de áreas de mineração e garimpo. Em contrapartida, houve também o avanço da ciência e tecnologia direcionado aos biomas brasileiros. Esse êxito tem sido alcançado pelas instituições nacionais de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), em parceria com universidades e outras instituições nacionais e internacionais de CT&I no campo das Ciências Agrárias. Diversas campanhas institucionais e projetos vinculados às políticas agrícolas e ambientais foram baseados em um recorte territorial dos biomas. Um exemplo mais eficaz é o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.621/2012). Outros exemplos de políticas públicas diferenciadas com base nos biomas brasileiros são o Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado – Programa Cerrado Sustentável (Decreto nº 5.577/2005⁵); o Projeto Corredores Ecológicos (Lei 11.428/2006), nos biomas Mata Atlântica e Amazônia, o Plano Agrícola e há também projetos específicos expostos nos biomas, por exemplo o Projeto Biomas, uma colaboração entre a Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com a participação de mais de trezentos pesquisadores e docentes de diferentes instituições, exercendo suas respectivas funções nos seis biomas brasileiros, no período de nove anos (VILELA; CALLEGARO; FERNANDES, 2019).

3.2.1 Bioma Cerrado

O bioma Cerrado ocupa uma área de 2.036.448 km², representando quase 25% do território brasileiro (AMORIM, 2021). O bioma apresenta uma extensão de 203,92 milhões de hectares, ocupando a porção central do Brasil. Estende-se desde o litoral do Maranhão até a porção norte do Paraná (IBGE, 2004b). O Cerrado forma vários ecótonos (divisórias) com os biomas da Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Pantanal, cobre 1.389 municípios, está presente no Distrito Federal na sua totalidade e a maior parte dos estados de Goiás e Tocantins (97% e 91%, respectivamente). Os outros

⁵ O Decreto nº 5.577/2005 foi revogado pelo Decreto nº 10.473/2020.

estados que possuem mais de 50% dos seus territórios banhados pelo Cerrado são o Maranhão (65%), o Mato Grosso do Sul (61%) e Minas Gerais (57%). As porcentagens menores de Cerrado são encontradas nos estados de Mato Grosso (40%), Piauí (37%), São Paulo (33%), Bahia (27%), Paraná (2%) e Rondônia (0,2%). É importante ressaltar que existem áreas de Cerrado no Amapá e ainda várias ilhas disjuntas de Cerrado dentro do bioma Amazônia, porém não pertencem ao Cerrado propriamente dito (REZENDE, 2006; MMA, 2008).

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, sendo também o segundo maior entre os seis grandes biomas brasileiros, superado apenas pela Floresta Amazônica. No enfoque da diversidade biológica, é identificado como a savana mais rica do planeta, berço das águas do Brasil e celeiro do mundo. Composta por um mosaico natural de formações vegetais possui a mais diversificada biodiversidade florística e sua vegetação, por se alimentar principalmente de gás carbônico, é a que mais limpa a atmosfera (AMORIM, 2021).

Segundo Aguiar et al. (2015, p. 35), a vegetação do Cerrado, em particular os campos úmidos e as várzeas absorvem a água durante o período chuvoso e regulam seu fluxo para os rios. As matas ciliares são fundamentais na manutenção da qualidade da água ao estabilizarem os cursos d'água e agirem como biofiltros. O Cerrado atua como uma conexão com outros biomas. É um elo entre a Mata Atlântica, a Amazônia, a Caatinga e o Pantanal. Ao compartilhar espécies com os demais biomas, o Cerrado se torna um local de alta diversidade sendo considerado a savana mais rica em biodiversidade do planeta.

Amorim (2021) destaca que o Cerrado apresenta grande variedade de habitats que determinam uma notável alternância de espécies entre diferentes fitofisionomias. Possui notável abundância de espécies endêmicas e sofre uma extraordinária perda de habitat. Ao tratar desse tema, Aguiar et al. (2015) afirma que

O cerrado tem grande taxa de endemismo: cerca de 38% das plantas, 37% dos lagartos e serpentes, 50% dos anfíbios, 12% dos mamíferos e 4% das aves do bioma são endêmicos. Essas são as verdadeiras espécies do cerrado; o desaparecimento delas significaria uma extinção global, já que não ocorrem em nenhum outro local do planeta [...] Áreas com elevadas altitudes, como a serra do Espinhaço e as chapadas dos Veadeiros e dos Guimarães, somadas à planície do rio Araguaia, talvez sejam as mais relevantes em termos de endemismo tanto da fauna quanto da flora". (AGUIAR et al, 2015, p. 33).

Amorim (2021) afirma que o Cerrado abriga 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas; aproximadamente 199 espécies de mamíferos; a avifauna envolve em torno de 837 espécies. São elevados os números de peixes (1200 espécies), répteis (180 espécies) e anfíbios (150 espécies). Não é conhecida a quantidade de peixes endêmicos, embora os valores sejam bastante expressivos em relação a anfíbios (28%) e répteis (17%). Segundo a autora, o Cerrado é o refúgio de 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins dos trópicos. O Cerrado é um bioma do tipo savana, constituído por gramíneas, arbustos e árvores esparsas com caules retorcidos e raízes longas, que mesmo em períodos de seca possibilitam a absorção de água em uma profundidade abaixo de dois metros da superfície do solo. No Cerrado predominam os Latossolos em áreas sedimentares ou em terrenos cristalinos, ocorrendo também solos concrecionários em grandes extensões de terra.

Amorim (2021) ainda destaca que o Cerrado, além dos aspectos ambientais e estéticos, tem grande importância social. Ele contribui de diversas formas para o bem-estar humano através da provisão de bens e serviços ecossistêmicos. Populações que integram o patrimônio histórico e cultural brasileiro, incluindo etnias indígenas, babaçueiras, vazanteiros, quilombolas, geraizeiros e ribeirinhos sobrevivem de seus recursos naturais e detêm um conhecimento tradicional de sua biodiversidade por meio do consumo de diversas plantas nativas na forma de remédios, chás, garrafadas e emplastros, seja pela exploração de madeira para diversos fins. Segundo a autora, ali há mais de 220 espécies vegetais com potencial medicinal e mais 416 podem ser usadas na recuperação de solos deteriorados (como barreiras contra o vento, proteção contra a erosão, criação de habitat de predadores naturais de pragas). Mais de 10 espécies de frutos comestíveis são frequentemente utilizadas para consumo da população local e comercialização nos centros urbanos, como os frutos do Pequi (*Caryocar brasiliense*), Bacupari (*Salacia crassifolia*), Cajuzinho do cerrado (*Anacardium humile*), Araticum (*Annona crassifolia*), sementes do Barú (*Dipteryx alata*), Mangaba (*Hancornia speciosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*) e o Buriti (*Mauritia flexuosa*).

Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma brasileiro que mais sofreu transformações em virtude da intensa ocupação humana. Várias espécies de plantas e

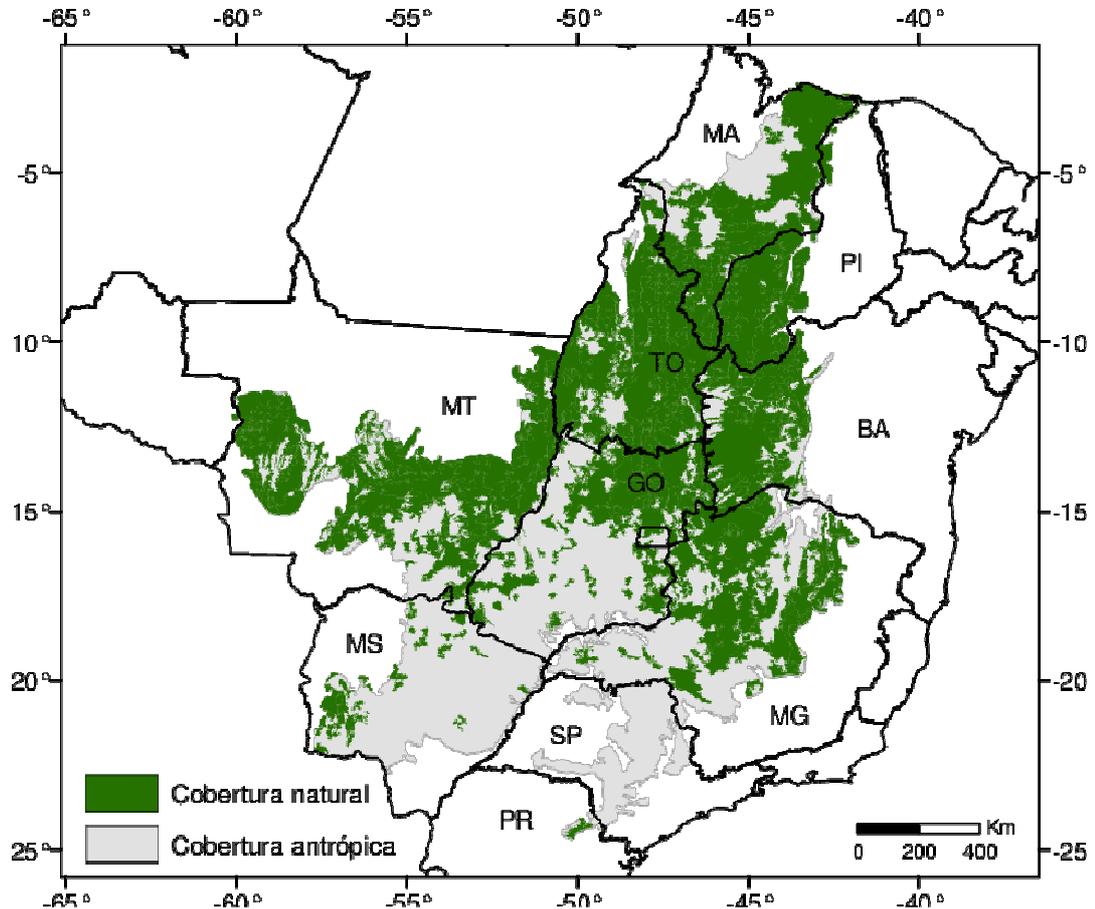
animais do cerrado correm risco de extinção. Aproximadamente 20% das espécies nativas e endêmicas já não existem em áreas protegidas e pelo menos 137 espécies de animais estão ameaçadas de extinção (AMORIM, 2021).

De acordo com Barbosa (2014), a destruição deste bioma já se tornou um processo irreversível, comprometendo os reservatórios de água de todo o país, podendo ocasionar perda da biodiversidade e extinção de muitas espécies. Para Mascarenhas (2010, p. 21) é fundamental que programas de conservação em áreas do bioma Cerrado sejam intensificados em razão de sua importância natural e ambiental e algumas pesquisas indicarem que caso permaneça o atual processo de degradação, esse importante domínio natural será extinto até o ano de 2030.

Amorim (2021) enfatiza que nas últimas três décadas houve ali uma expansão da fronteira agrícola brasileira para a produção de carne e grãos voltados à exportação. As atividades agropecuárias passaram a ocupar em larga escala os espaços onde, anteriormente, pertenciam ao espaço natural do Cerrado. Isso ocasionou um aumento progressivo da degradação e esgotamento dos recursos naturais do bioma, sendo também cenário de uma exploração extremamente predatória de seu material lenhoso para produção de carvão. Tal processo foi influenciado principalmente pelos avanços de diferentes técnicas de cultivo e correção dos solos ácidos do Cerrado brasileiro, o que facilitou a inserção de monoculturas.

Nos dias atuais, o Cerrado é o principal bioma que investe na produção de grãos como a soja, milho, algodão e café irrigado, com destaque ainda para a produção de carne bovina e etanol. Regiões como Luís Eduardo Magalhães no Oeste da Bahia, Jataí e Rio Verde no Sudeste de Goiás, Lucas do Rio Verde e Sinop em Mato Grosso são algumas das principais fronteiras agrícolas do país, com as produtividades mais extensas do globo. Nessa região, as lavouras de soja aumentaram drasticamente no período de 2000 a 2014 (de 0,97 milhões para 3,42 milhões de hectares) (AGROSATÉLITE, 2015), porém com todos os problemas decorrentes (VILELA; CALLEGARO; FERNANDES, 2019). A Figura 4 apresenta as dimensões e cobertura do bioma Cerrado.

Figura 4 - Distribuição espacial de áreas com cobertura vegetal natural e cobertura vegetal antrópica no bioma Cerrado



Fonte: Sano et al. (2019).

3.2.2 Bioma Caatinga

A Caatinga pertence à maior e mais diversificada floresta tropical sazonalmente seca do Novo Mundo (FTSS), um bioma global, o qual não apresentava um reconhecimento da comunidade científica até poucos anos atrás. Geralmente, a maior porção desse bioma permanece pouco pesquisada e preservada em comparação com as florestas tropicais e savanas adjacentes. No entanto, os biomas do FTSS que abrigam quase 1 bilhão de pessoas globalmente, estão entre os sistemas ecológicos mais vulneráveis às mudanças climáticas. A gestão de baixa qualidade dos FTSSs pode ocasionar a perda da biodiversidade e a redução dos custos dos serviços

ecossistêmicos, responsáveis por sustentar milhões de habitantes de baixa renda. O fracasso em tentar levar esse desafio adiante, exacerba os conflitos sociais e as migrações maciças. Portanto, os FTSSs são locais socioecológicos que devem ser analisados com urgência. Essas áreas estão muito próximas de três grandes grupos internacionais: as comunidades científicas, de conservação e de desenvolvimento (VILELA; CALLEGARO; FERNANDES, 2019).

No caso do Brasil, o bioma Caatinga ocupa 11% do território nacional, preenchendo uma área de 844.453 Km². O clima é semiárido e possui vegetação com poucas folhas, adaptadas para os períodos de secas, além de apresentar uma vasta biodiversidade. A Caatinga abrange 100% do Ceará e parte do território de Alagoas, Bahia, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (INSTITUTO BRASILEIROS DE FLORESTAS, 2021).

O solo encontrado na Caatinga é do tipo raso e pedregoso. As árvores da vegetação possuem alturas baixas, os troncos são tortuosos ricos em espinhos, as suas folhas caem no período da seca (com exceção de algumas espécies, como o juazeiro). As espécies: bromélias, xique-xique, mandacaru, embiratanha, acácia, juazeiro, macambira, maniçoba, umbu e mimosa são as que mais possuem destaque nesse bioma (INSTITUTO BRASILEIROS DE FLORESTAS, 2021).

A fauna da Caatinga apresenta as principais espécies, como: ararinha-azul, sapo-cururu, onça-parda, macaco-prego, asa-branca, cotia, tatu-bola, sagui-do-nordeste, preá, tatu-peba, veado-catingueiro, sagui-do-nordeste, guigó-da-caatinga e jacaré-de-papo-amarelo (INSTITUTO BRASILEIROS DE FLORESTAS, 2021).

Os ecossistemas do bioma Caatinga encontram-se extremamente modificados, por substituir espécies vegetais nativas por cultivos e pastagens. O desmatamento e as queimadas, continuam práticas comuns na preparação do solo que será utilizado na agropecuária, a qual além de destruir a cobertura vegetal, causam prejuízos a manutenção de populações da fauna silvestre, a qualidade da água, o equilíbrio do clima e do solo (INSTITUTO BRASILEIROS DE FLORESTAS, 2021).

Aproximadamente 30 milhões de pessoas habitam o polígono das secas. A extração madeireira, a monocultura da cana-de-açúcar e a pecuária nas grandes propriedades (latifúndios) originaram a exploração econômica. Na região da Caatinga,

existe um outro tipo de agricultura: a agricultura de sequeiro, a qual continua sendo praticada e é uma técnica para cultivo em terras extremamente secas. Os órgãos ambientais da esfera federal afirmam que aproximadamente 50% da área da Caatinga já foi degradada e é considerada ameaçada de extinção. É importante ressaltar que inúmeras espécies são endêmicas desse bioma, ou seja, existem apenas naquela determinada região (INSTITUTO BRASILEIROS DE FLORESTAS, 2021).

Nos últimos anos, a compressão sobre a exploração dos recursos naturais da Caatinga cresceu bruscamente, principalmente devido ao consumo de lenha nativa, explorada de maneira ilegal e não sustentável para fins domésticos e industriais, ao sobrepastoreio e à conversão para pastagens em agricultura. Esse método de exploração predatória ocasionou impactos negativos aos recursos naturais renováveis do bioma. Na atualidade, já foram registradas modificações na composição e diversidade da flora e fauna locais, assim como a aceleração do processo de erosão, do declínio da fertilidade do solo e da qualidade da água, cujo efeito agregado pode gerar a desertificação, o que já vem ocorrendo em inúmeras áreas do Bioma Caatinga (VILELA; CALLEGARO; FERNANDES, 2019).

Nos últimos anos, as taxas de precipitação reduziram bruscamente, ou seja, se tornaram menores do que a média histórica, possuindo consequências diretas para os pequenos produtores, em virtude da estrutura fundiária presente. Verificou-se que os desafios para o desenvolvimento sustentável da região são amplos e precisam ser cumpridos às pressas. O desmatamento elevado na Caatinga causou desertificação em diversas áreas com extrema frequência, alterando diretamente a biodiversidade local, o microclima e os solos, sendo essencial o desenvolvimento de técnicas de pesquisa capazes de incorporar informações capazes de identificar o estado dos recursos naturais, esclarecendo os seus relacionamentos e alguns decisões a serem tomados para realizar uma interferência eficiente que consiga recuperar e aproveitar as terras desse ambiente de uma forma mais sustentável (VILELA; CALLEGARO; FERNANDES, 2019). A Figura 5 mostra a localização e o estado atual do bioma Caatinga.

Figura 5 - Localização e estado atual do bioma Caatinga



Fonte: Planeta Biologia (2021).

3.2.3 Bioma Pampa

O bioma Pampa, localizado na porção sul do Rio Grande do Sul, é o menor bioma brasileiro em extensão (176.496 km²), correspondendo a 2,07% do território nacional (IBGE, 2004b). Corresponde à porção setentrional de uma região na qual predominam os campos subtropicais, também presentes no Uruguai e na Argentina, mais conhecida como Campos do Rio da Prata. Ali há um predomínio da vegetação herbácea (BEHLING; PILLAR; BAUERMANN, 2005).

As paisagens naturais do Pampa apresentam uma vegetação do tipo campestre. Em meio aos campos existem matas ciliares nas margens de rios e arroios, matas nas encostas, matas de pau-ferro, formações subarbustivas e arbustivas, butiazais, banhados e afloramentos rochosos (INCT, 2021).

Pelo fato deste bioma estar localizado abaixo do paralelo geográfico 30, em uma região classificada como subtropical, é o limite sul da biogeografia de muitas espécies

vegetais tropicais, cujo centro de diversidade localiza-se na região central do Brasil, e outras de origem temperada, as quais se distribuem ao sul do continente e encontram seu limite mais setentrional neste paralelo. Por esta ser uma localização de encontro de diferentes contingentes de floras, a riqueza específica é muito alta (2.150 spp.). Além da riqueza específica alta, muitos endemismos podem ser encontrados nestes campos (260 spp.), pois é uma região de formação geológica antiquada, com muitos ecossistemas em associação. Algumas espécies são mais restritas, como as cactáceas (INCT, 2021).

A característica fisionômica das áreas mais amplas e abertas é determinada pela grande cobertura das espécies de Gramíneas. Elas apresentam inúmeras estratégias associadas, colocando-as em vantagem sobre as demais espécies vegetais, bem como a sua capacitação a distúrbios como o pastejo e incêndios (INCT, 2021).

As Asteráceas, apesar de serem mais numerosas do que as Gramíneas, a grande maioria de suas espécies ocorrem isoladamente. Elas apresentam frutos cobertos por estruturas adaptadas à anemocoria (dispersão pelo vento), o que facilita o transporte de suas sementes a distâncias mais longas (INCT, 2021).

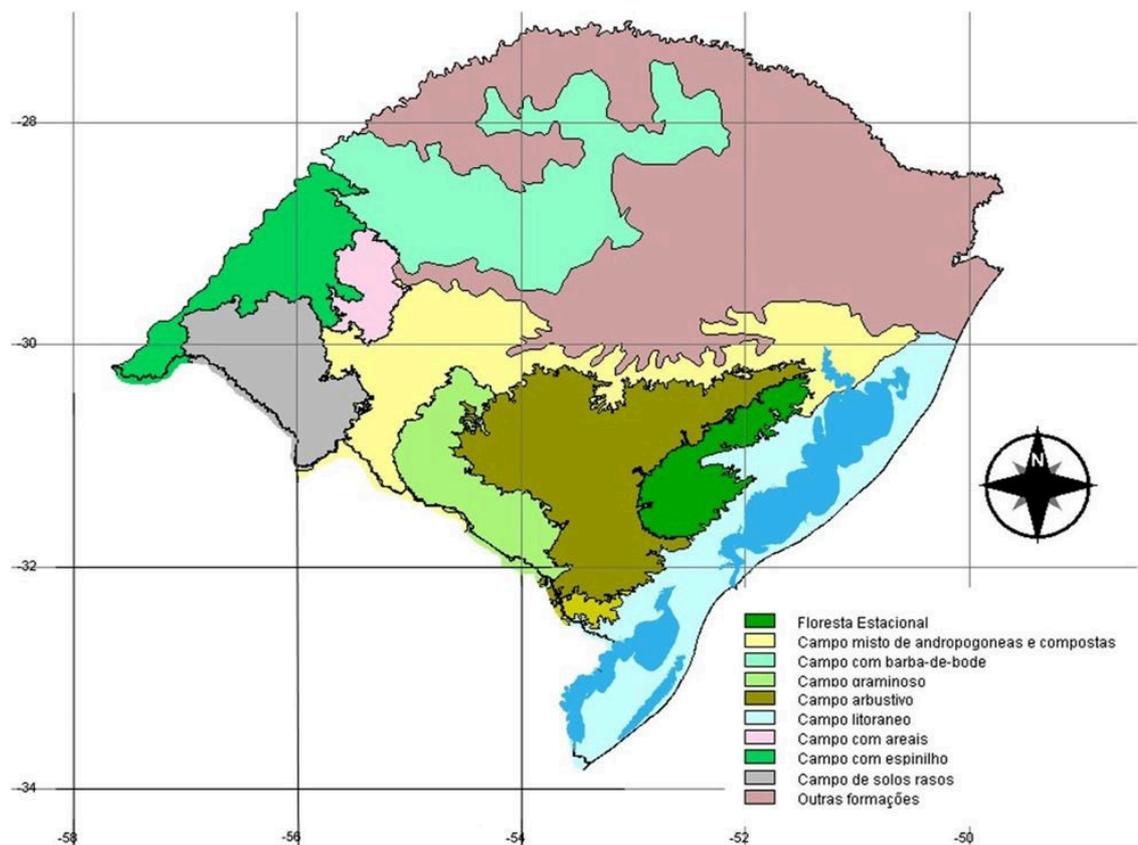
As leguminosas geralmente se desenvolvem nos campos, são predominantes em ambientes mais secos, pois apresentam estruturas subterrâneas desenvolvidas, os chamados xilopódios, os quais garantem a sua sobrevivência quando em ambiente e/ou períodos de stress hídrico (INCT, 2021).

A maioria das Ciperáceas habita solos úmidos a inundados, onde muitas vezes predominam devido à alta produção de sementes. Além disso, muitas espécies possuem multiplicação vegetativa e gemas basais protegidas, o que lhes favorecem dominância em terras baixas (INCT, 2021).

Pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) descobriram que: Quando é contabilizada a biodiversidade total do bioma, o Pampa se encontra atrás dos maiores ecossistemas brasileiros (Mata Atlântica, Amazônia, Cerrado e Caatinga). Porém, ao levar em conta o número de plantas encontradas por metro quadrado, o Pampa é o bioma que apresenta a maior diversidade. Foram encontradas até 57 espécies diferentes de plantas em 1 m² de campo nativo. Ou seja, o

Pampa está à frente do Cerrado, que possui até 35 espécies vegetais por m² (FONTANA; REED, 2019). A Figura 6 mostra a cobertura original do bioma Pampa.

Figura 6 - Cobertura original do bioma Pampa



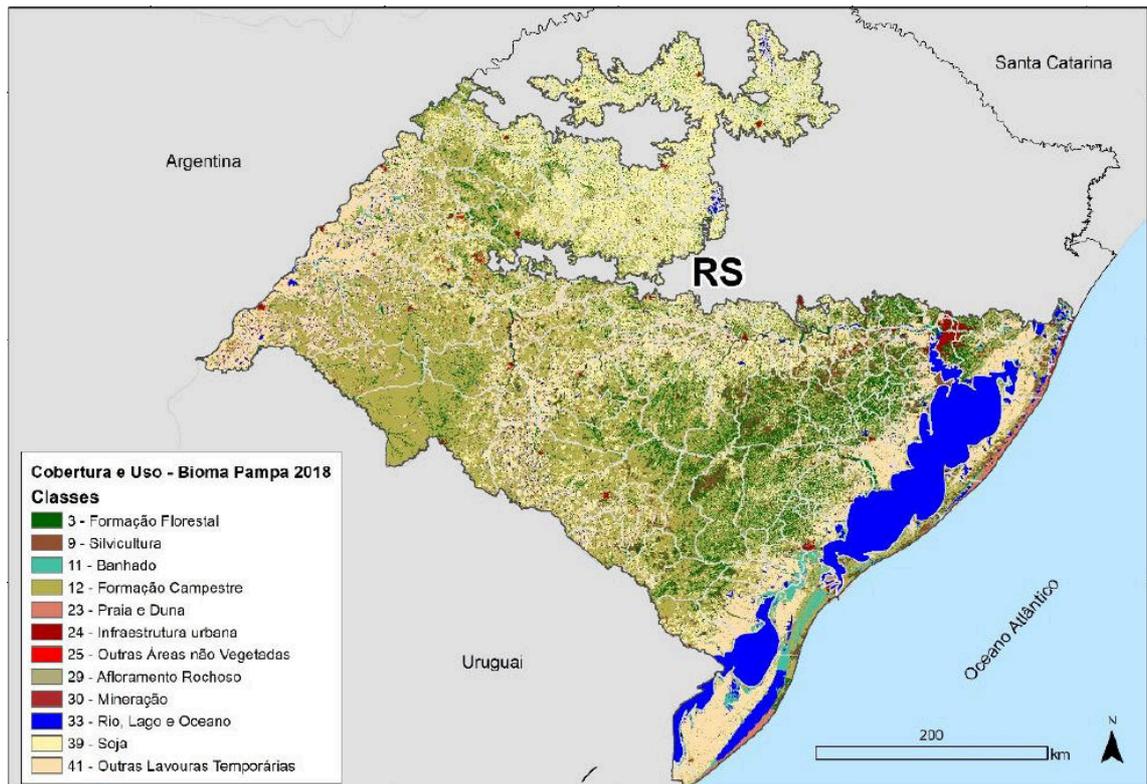
Fonte: INCT (2021).

Segundo Vilela, Callegaro e Fernandes (2019) o Pampa está em segundo lugar dos biomas brasileiros mais degradados, restando apenas 36% de remanescentes. O Pampa veio sofrendo uma redução brusca em sua área original a partir da década de 1970 e tem se acentuado exponencialmente nos últimos anos pela alteração da utilização do solo para cultivar grãos, com um enfoque maior na soja, para o cultivo de florestas, em alteração à pecuária extensiva.

A despeito de toda a riqueza natural existente no bioma Pampa, a sua conservação não tem sido prioridade para as autoridades. Monitoramento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) mostra que somente 47,3% da vegetação nativa está preservada. Ali há também um aumento no número de queimadas no ano

2019, em comparação com o mesmo período de 2018. Na comparação entre os dois anos, houve um salto de 593 para 981 focos de incêndio, um crescimento de 65%. É o maior índice desde 2009 (FONTANA; REED, 2019). A Figura 7 mostra a situação do bioma Pampa em 2018.

Figura 7 - Cobertura e uso do solo no bioma Pampa em 2018



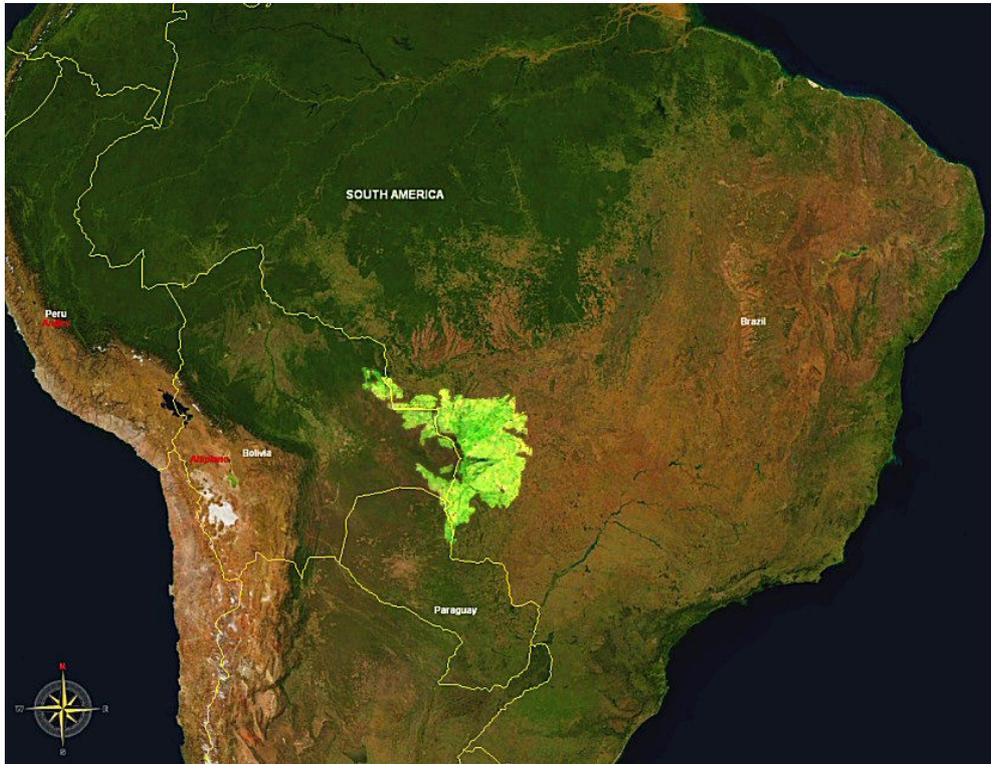
Fonte: UFRS (2020).

3.2.4 Bioma Pantanal

A região do Pantanal é uma planície inundável de extrema importância, localizada no centro da América do Sul abrangendo a Bolívia, o Paraguai e o Brasil. De um total de 160 mil km², aproximadamente 140 mil km² dessa planície estão no Brasil (SILVA; ABDON, 1998).

A Figura 8 mostra a localização geográfica do bioma Pantanal no mapa da América do Sul.

Figura 8 - Localização do bioma Pantanal no mapa da América do Sul



Fonte: Planeta Biologia (2021).

As variações no nível da água no Pantanal controlam os processos ecológicos regionais, em uma ampla escala temporal e espacial para o seu habitat. Por apresentar essa estrutura em mosaico, em associação com as características de solo e diferentes condições de inundação, o tempo de duração da inundação varia durante o ano, e esses fatores condicionam as características da paisagem em cada sub-região. Por exemplo, a vegetação campestre predomina nas regiões mais baixas e alagáveis, de preferência em anos mais úmidos. No caso da vegetação arbórea, ela predomina nas áreas de maior altitude e possui tendência a avançar em anos sequencialmente secos. Isso determina diferenças na paisagem, na ocupação e no uso do solo, ao longo do espaço e do tempo (VILELA; CALLEGARO; FERNANDES, 2019).

O Pantanal é considerado um conglomerado de ecossistemas, pois trata-se de uma região cheia de encontros entre Cerrado, Chaco, Amazônia, Mata Atlântica e Bosque Seco Chiquitano. São encontradas no Pantanal cerca de 3.500 espécies de vegetais, 550 de aves, 124 de mamíferos, 80 de répteis, 60 de anfíbios e 260 espécies

3.2.5 Bioma Amazônia

A Amazônia é um conjunto de diversos ecossistemas que possuem a maior biodiversidade do planeta, como matas de terra firme, florestas inundadas, várzeas, igapós, campos abertos e cerrados, possuindo a mais extensa rede hidrográfica do planeta (PNUMA, 2008). A extensão total do bioma Amazônia é de 7.413.827 km², envolvendo oito países da América do Sul: Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana e Suriname, além do território da Guiana Francesa. Somam-se 33 milhões de habitantes na região, sendo 1,6 milhão de indígenas de 370 etnias (PEIXOTO; LUZ; BRITO, 2016).

No Brasil, a Amazônia compreende os Estados do Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. O bioma possui mais de 5 milhões de km², agregando uma porcentagem de 60% do território nacional. Ela atinge não só as florestas tropicais úmidas como também faixa de vegetação de transição extensa, cerrados no sul da região e os campos ao norte, em Roraima, Pará e Amapá. A Amazônia não pode ser considerada um bioma 100% brasileiro, pois ela abrange áreas do Brasil e de vários países, por exemplo Colômbia, Guiana Francesa, Suriname, Peru etc. (REZENDE, 2006; MMA, 2008).

A Figura 10 apresenta a localização geográfica do bioma Amazônia, envolvendo vários países.

Figura 10 - Localização geográfica do bioma Amazônia



Fonte: BBC News Brasil (2020).

A Amazônia possui a maior bacia hidrográfica do mundo, a bacia amazônica, com 6.100.000 km² e mais de mil afluentes. A região detém cerca de 20% das reservas mundiais de água doce. Fazem parte da hidrografia amazônica os rios Amazonas, Araguaia, Nhamundá, Negro, Solimões, Tocantins, Trombetas, Xingu, Purus, Juruá, Japurá, Madeira, Tapajós e Branco. O rio Amazonas, com 6.992,06 km, é considerado o maior rio do mundo em volume de água e em extensão. Ele deságua no Oceano Atlântico 175 milhões de litros d'água por Segundo (PEIXOTO; LUZ; BRITO, 2016).

O bioma Amazônia, que detém a maior floresta tropical do mundo, é formado em grande parte pela floresta ombrófila densa e a floresta ombrófila aberta. A vegetação pode ser dividida em três grandes grupos: (i) Mata de várzea: característica de altitudes baixas, onde as inundações são periódicas; (ii) Mata de igapó: característica de regiões alagadas, onde as inundações são permanentes; (iii) Mata de terra firme: característica de altitudes elevadas, representa a maior parte da floresta amazônica. Exemplos de

espécies nativas da flora amazônica são: seringueira, cupuaçu, tucumã, castanheira e sumaúma (o "gigante da Amazônia", que pode atingir 60 m de altura). Na floresta amazônica são encontradas cerca de 2 500 espécies de árvores. Das 100 000 espécies de plantas conhecidas da América do Sul, 30 000 estão na floresta amazônica (PEIXOTO; LUZ; BRITO, 2016).

A fauna amazônica é bastante diversificada, sendo responsável por cerca de 20% da diversidade animal do planeta, com espécies exclusivas do local e muitas em risco de extinção. São exemplos de animais da Amazônia: onça-pintada, um dos maiores felinos do mundo, sucuri, uma das maiores cobras do mundo, pirarucu, um dos maiores peixes de água doce mundo, e mico-leão-dourado, um símbolo do Brasil e que hoje está entre as espécies ameaçadas de extinção. (PEIXOTO; LUZ; BRITO, 2016).

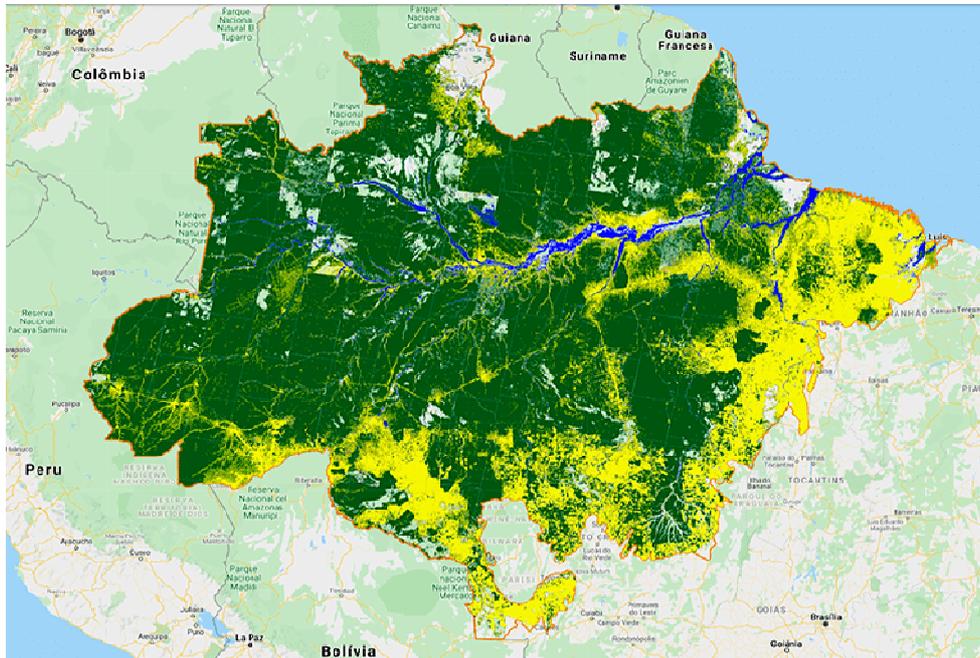
A floresta amazônica é responsável por realizar um equilíbrio ambiental.. Ela atua, por exemplo, no controle climático da América do Sul, sendo responsável pela umidade e influência no regime de chuvas. Também é responsável pela reciclagem de 8% do carbono presente na atmosfera da Terra, através da fotossíntese realizada pelas plantas que captam o CO₂. Sua biodiversidade é importante pela rica variedade de matérias-primas, sejam alimentares, medicinais, energéticas e minerais. (OLIVEIRA et al., 2020).

A Amazônia ocupa um local extremamente importante do ponto de vista brasileiro e mundial, sendo que o seu futuro é considerado preocupante por membros da academia e governantes. No imaginário brasileiro, a Amazônia é o principal *habitat* de animais, plantas e diversos povos originários, que a academia chama de biodiversidade e sociodiversidade. O bioma é banhado pelo maior rio do planeta, o rio Amazonas. Sua vegetação densa desenvolve um alto índice pluviométrico, por essa razão, o clima é equatorial (quente e úmido). As temperaturas médias da região podem ser ainda mais quentes, com estiagens e enchentes cada vez mais intensas. A região amazônica apresenta um dos piores indicadores de desenvolvimento humano. Por isso, as populações da Amazônia, as quais se aglomeram nas áreas urbanas, veem então na construção de rodovias e barragens e no desmatamento para agricultura, soluções alternativas para amenizar os problemas da região (VILELA; CALLEGARO; FERNANDES, 2019).

No cenário da Amazônia, o setor agropecuário assume importância, pois causa um desmatamento severo, o qual emite gases de efeito estufa e causam erosão e assoreamento de rios. Porém, produz alimentos, diminui a taxa de desemprego para alguns e riqueza para poucos, enquanto gera alimentação para as cidades dentro e fora da região, e exporta para vários países, tendo como destaque a China. Alguns pesquisadores afirmam que a Amazônia pode ser o celeiro do mundo, que precisa cada vez mais alimentos para uma população que cresce acima da média nacional. Outros defendem que a floresta precisa continuar firme e intacta para contribuir na estabilização do clima para uma sociedade global cada vez mais afetada pela poluição e aquecimento global. No entanto, a floresta está sendo substituída para a implantação do agronegócio e das pastagens. Embora a maioria dos pastos não receba um manejo correto e de qualidade, juntos sustentam cerca de 80 milhões de animais: o triplo da população humana da região e 39% da população nacional de bovinos. Em menos de 30 anos, a área da Amazônia que foi desmatada é maior do que o território da França. Por isso, conter o desmatamento não é apenas uma necessidade, é também uma prioridade e questão da segurança nacional (MELLO; FEITOSA, 2020).

A Figura 11 apresenta uma visão sobre o bioma Amazônia no ano 2020.

Figura 11 – Mapa da situação do bioma Amazônia em 2020



Fonte: Escobar (2020).

O desmatamento da Amazônia é uma causa de preocupação mundial devido à importância do ecossistema. A maior parte do impacto causado pelo homem na floresta amazônica está relacionada com o desmatamento. Áreas naturais deram lugar a estradas, hidrelétricas, urbanização e atividades, como agricultura, pecuária e mineração (EVANGELISTA-VALE, et al., 2021).

Do período compreendido entre o Brasil Colônia e a década de 1970, apenas 1% da floresta amazônica foi desmatada. A partir de então, estima-se que anualmente 20 mil km² de vegetação nativa seja extinta principalmente pela atividade madeireira, mineradora, agropecuária e incêndios (BUTT et al., 2020).

O impacto socioambiental do desmatamento é imenso em análise das suas consequências, pois a diversidade de relações e povos existentes na Amazônia não estão distantes. Ainda é essencial a reflexão a respeito da importância da água, da terra, do trabalho para os índios, agricultores e para o capitalismo são distintos. A situação causada pelas relações conflitantes e antagônicas de produção de desigualdades acabam contribuindo para o início de uma mobilização, no intuito de aplicar uma compressão no governo em relação a expansão do capitalismo no local.

Não é admissível permitir que os indígenas, os quilombolas e os ribeirinhos continuem perdendo suas terras e vidas (MELLO; FEITOSA, 2020).

Os indígenas estão sendo severamente afetados pela degradação de suas terras nativas através do aumento do agronegócio, da extração de minério e construção de barragens para a implantação de usinas hidrelétricas. Infelizmente há falta de políticas públicas e ações dos órgãos governamentais para fornecer proteção e preservação aos mesmos, pelo fato de ocorrer muitos conflitos com fazendeiros que habitam os locais. Os territórios dos indígenas atualmente, somam aproximadamente 12% do vasto território nacional, a quase totalidade constituída de ecossistemas relativamente conservados, abrigando uma biodiversidade expressiva, de preferência na floresta amazônica. Estas áreas, de acordo com o regime jurídico constitucional traçado, são territórios especialmente protegidos, encontrando-se afetados com a finalidade de possibilitar a sobrevivência física e cultural dos povos indígenas, segundo seus usos e costumes (Constituição da República, art. 231), e em seguida proteger o meio ambiente, por meio da preservação e restauração dos processos ecológicos essenciais, do manejo ecológico das espécies e ecossistemas, da conservação da biodiversidade e da garantia da integridade do patrimônio genético do Brasil (CIMI, 2020).

3.3 O bioma mata atlântica e a sua degradação

A Mata Atlântica é extremamente semelhante à Floresta Amazônica, por apresentarem árvores altas e clima úmido (KREUZER, 2017). A Mata Atlântica não é considerada uma única floresta homogênea. Ela é constituída por florestas nativas (Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual), e ecossistemas em associação (manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais) (BRASIL, 2019).

Segundo Marques et al. (2016, p. 54), as variações mencionadas anteriormente ocorrem devido a uma grande diversidade de condições ambientais que ocorrem ao longo de toda extensão da Mata Atlântica. Isso contribui para determinar a biodiversidade bem como a aparência (fitofisionomia) da vegetação. Na região litorânea

do Nordeste e Sudeste, onde os efeitos do oceano Atlântico determinam um clima quente e úmido, é encontrada a “chamada Floresta Ombrófila Densa, ou Floresta Pluvial Atlântica”. “Esta é caracterizada por uma flora tropical, com uma diversidade de formas de vida vegetal e animal”.

Marques et al. (2016, p. 54-55) afirmam que, “na região Sul, os climas úmidos e frios criam as condições propícias para a formação da Floresta Ombrófila Mista, ou Floresta com Araucária. Esta é caracterizada pela presença marcante da araucária, uma espécie de pinheiro de clima temperado”. Já o clima sazonal que prevalece no interior, “com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos”, do país é propício para a formação da “Floresta Estacional (Semidecidual e Decidual)”. Esta é “caracterizada por uma flora tropical rica que perde parte das folhas durante o inverno”.

Para Marques et al. (2016, p. 55) as florestas da Mata Atlântica podem também “ser ainda divididas de acordo com a posição altitudinal”. De acordo com esta classificação, as florestas podem ser: “aluviais (dentro dos terraços dos cursos d’água), passando por terras baixas e subindo as encostas montanhosas, recebendo as denominações de sub-montana, montana e alto-montana, esta última atingindo mais de 1.000 m de altitude”. Esta classificação mais detalhada atribui à Mata Atlântica 13 formações florestais diferentes.

Marques et al. (2016, p. 55) destacam que, associados ao bioma Mata Atlântica também “ecossistemas importantes no funcionamento e na diversidade das florestas”, tais como: (i) “as restingas, vegetação com influência marinha que ocorre nas planícies litorâneas do nordeste ao sul do país”; (ii) “os manguezais, vegetação com influência fluvio-marinha que ocorre nas regiões de desembocadura dos rios no mar”; (iii) “os campos de altitude, nas regiões mais altas dos grandes maciços de montanhas da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira”; (iv) “e os campos sulinos, entremeados à Floresta de Araucária, em partes do sul do país”.

Na Figura 12, a cobertura original da Mata Atlântica é representada através de suas divisões, como os Campos de Altitude, Floresta Estacional, Floresta Ombrófila, Formações Pioneiras.

Figura 12: Mapa da Mata Atlântica em sua formação original, com suas divisões.



Fonte: SOS MATA ATLÂNTICA (2017).

Essa riqueza é mais que a de alguns continentes. Por exemplo, a América do Norte possui 17 mil espécies vegetais e Europa, com 12,5 mil. Esse é uma das principais razões que torna a Mata Atlântica prioritária para a conservação da biodiversidade global. Em relação à fauna, o bioma possui, aproximadamente, 850 espécies de aves, 370 de anfíbios, 200 de répteis, 270 de mamíferos e 350 de peixes. Além de ser um dos biomas mais ricos do mundo em biodiversidade, a Mata Atlântica provê serviços ecossistêmicos fundamentais para os mais de 150 milhões de brasileiros que a abrigam (BRASIL, 2019).

Segundo Marques et al. (2016, p. 53-54) em função da importância mundial da Mata Atlântica “para a conservação da biodiversidade e para o desenvolvimento sustentável, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco)” a reconheceu como “Reserva da Biosfera e duas de suas regiões como Patrimônios Naturais Mundiais, a Reserva do Sudeste da Mata Atlântica, que engloba os estados do Paraná e São Paulo, e a Costa do Descobrimento, que se estende pelo

litoral da Bahia e do Espírito Santo”. O bioma Mata Atlântica “é declarado Patrimônio Nacional no artigo 225 da Constituição Federal e é o único a ter uma legislação específica, a Lei da Mata Atlântica⁶”. Para os autores, por ser “uma das áreas biologicamente mais insubstituíveis e importantes no mundo, com pouco mais de sete mil espécies endêmicas de plantas”, e por se encontrar num estágio de “alta vulnerabilidade, comprovada pela avançada redução e fragmentação da sua área original, é também considerada uma região prioritária (hotspot) para conservação”.

Desde a chegada dos colonizadores, em 1500, a degradação da Mata Atlântica foi essencial para a colonização do território e o crescimento de sua economia. Os ciclos econômicos brasileiros, que sempre modificaram a economia e as condições de vida da população só foram possíveis devido ao desmatamento da Mata Atlântica. Quando os europeus chegaram em território brasileiro, não encontraram tantos ativos financeiros naturais quanto nas outras colônias. Por isso, começaram a explorar o pau-brasil, árvore de boa utilidade a qual inspirou o nome do país. Áreas vastas do litoral brasileiro foram desmatadas, utilizando-se principalmente de mão-de-obra indígena. Após o esgotamento das atividades de extração de minérios, o desmatamento da Mata Atlântica subiu bruscamente para o agronegócio, de preferência para a plantação de café. O desmatamento se tornou mais frequente para a implantação das cidades e para a pecuária (com um enfoque na criação de gado). No entanto, no século XX ocorreu o desmatamento e a exploração madeireira em níveis alarmantes. É nas áreas litorâneas que a Mata Atlântica sofre os impactos mais graves. A especulação imobiliária, a pressão demográfica e a ocupação irregular estimulam a degradação ambiental (LARANJEIRA; REICHERT; SILVA, 2016).

Explorada e devastada de uma forma intensa para extração de madeira, por atividades do agronegócio e pela ocupação humana, a Mata Atlântica brasileira é extremamente frágil em consequência de suas inúmeras interações ecológicas. Devido à sua grande biodiversidade constitui-se em um banco genético de natureza tropical, com alto grau de endemismo. É considerado intenso o número de espécies endêmicas, não apenas de vegetais, assim como de anfíbios (incluindo a menor espécie de sapo do mundo), répteis, aves e mamíferos, como os primatas (VILELA; CALLEGARO;

⁶ Lei nº 11428/2006, regulamentada pelo decreto 6660/2008.

FERNANDES, 2019). Estima-se que existam na Mata Atlântica cerca de 20 mil espécies vegetais (aproximadamente 35% das espécies existentes no Brasil), incluindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (BRASIL, 2019).

Embora a degradação da Mata Atlântica venha ocorrendo há cinco séculos, a maior degradação vem ocorrendo em tempos recentes. Como exemplo podemos citar os “planos governamentais para expansão do cultivo de cana-de-açúcar para produção de etanol, na década de 1970”, os quais contribuíram boa parte do bioma. Já no século XXI, “as ameaças ao bioma incluem, principalmente, corte seletivo para produção de carvão, desmatamento ilegal de áreas florestadas, caça, coleta de espécies vegetais e invasão por espécies exóticas vegetais e animais” (MARQUES et al., 2016, p. 57).

A escassez de compromisso com a conservação é o que costuma agravar o estímulo ao desmatamento e, muitas vezes, tiveram mãos do governo. Todos os ciclos econômicos que ocorreram desde a exploração do pau-brasil, a mineração do ouro e diamantes, a criação do gado, as plantações de cana-de-açúcar e café, a industrialização, a exportação de madeira e, mais recentemente, o plantio de soja e fumo, plantios florestais de espécies exóticas e outras *commodities* foram, passo-a-passo, devastando seriamente a Mata Atlântica. Antigamente, os pilares agropecuário, madeireiro, siderúrgico e imobiliário raramente se preocupavam com o futuro das florestas ou com a conservação da biodiversidade. Corroborando esse raciocínio, basta verificar que, em 1850, o estado de São Paulo possuía 80% de seu território envolto por Mata Atlântica, sendo os 20% restantes cobertos por Cerrado, incluindo zonas de transição entre esse bioma e a Mata Atlântica. Com o aumento da lavoura cafeeira e a industrialização, apenas 100 anos depois, em 1950, restou apenas 18% de Mata Atlântica, mas a sociedade não demonstrava preocupação com esse impacto. Na Mata Atlântica, a expansão da pecuária gerou diversos impactos ao meio ambiente, como os observados na Figura 13 (BIODIVERSIDADE, 2010).

Figura 13 – Expansão da pecuária bovina na Mata Atlântica nos estados do sul e sudeste.



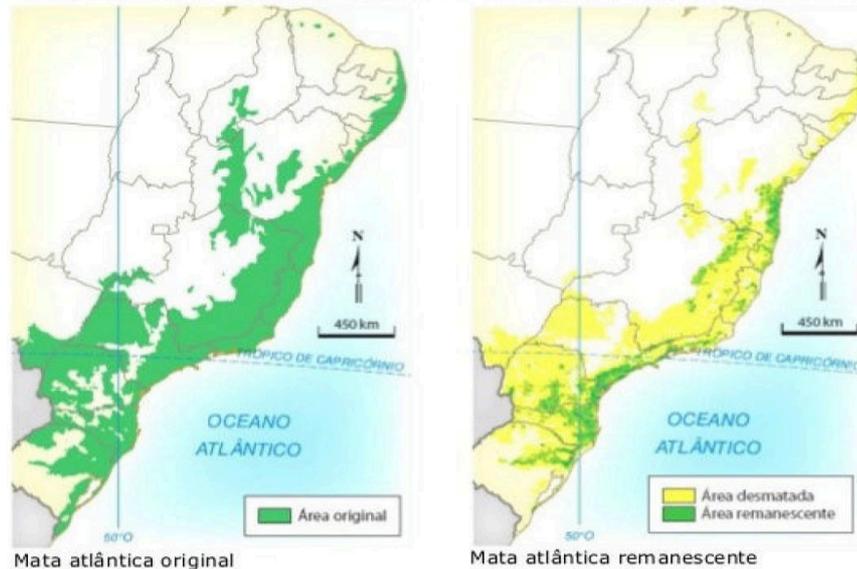
Fonte: Biodiversidade (2010).

A Figura 13 apresenta uma área degradada por impactos que necessita de restauração com urgência. O principal impacto negativo aparente é a pecuária. A expansão da pecuária é considerada um impacto negativo extremamente grave, pois leva ao aumento da emissão de gases estufa como o metano (CH₄) através da digestão alimentar dos animais. O gás metano é prejudicial não apenas para o oxigênio atmosférico. É perigoso para a camada de Ozônio, ocasionando mudanças climáticas e eventos extremos.

Antigamente, o bioma costumava ocupar mais de 1,3 milhões de km² em 17 estados do território brasileiro, estendendo-se por praticamente toda a costa do país. Devido à ocupação e atividades humanas na região, atualmente, resta cerca de 27% da mata original, porém já um pouco fragmentada. Só restam, aproximadamente, 8% da floresta de Mata Atlântica original preservada, sob a proteção das unidades de conservação (LIMA et al., 2020). A intensidade da degradação do bioma Mata Atlântica pode ser observada na Figura 14.

Figura 14: Comparativo do estado original e a sua situação atual do bioma Mata Atlântica.

Dimensões territoriais e características físicas



Fonte: Planeta Biologia (2021).

Muitos questionam: por que é tão importante preservar o que sobrou e recuperar as áreas degradadas do bioma Mata Atlântica? A resposta não é tão simples e nem é o propósito deste estudo se aprofundar neste quesito. Porém, vale a pena refletir sobre alguns aspectos que evidenciam, em partes, a dimensão deste problema.

Ao tratar dessa temática, Marques et al. (2016, p. 62) afirmam que a questão da degradação das florestas se encontra ligado aos denominados “serviços ambientais ou ecossistêmicos”. Estes “podem ser definidos como as condições e processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies mantêm a vida humana”. Segundo os autores, a ciência reconhece hoje, 24 serviços ecossistêmicos, os quais podem ser agrupados em quatro principais categorias: (i) “serviços de provisão, como alimento e água”; (ii) “serviços de regulação, como a regulação de enchentes e secas, degradação dos solos e doenças”; (iii) “serviços de suporte, como a formação dos solos, a produção de oxigênio e os ciclos de nutrientes”; (iv) “e serviços culturais, como o ecoturismo e a recreação, o valor espiritual e religioso e outros benefícios não materiais”. Indubitavelmente, “todos estes serviços trazem benefícios à humanidade”. Porém, “para que possam ser gerados, é necessário que os processos que ocorrem nos

ecossistemas e a própria diversidade biológica sejam conservados nos ambientes naturais”.

À semelhança de outras florestas tropicais, a Mata Atlântica assume um papel imprescindível no “fornecimento de serviços ambientais para a população humana”. Se considerarmos que esse bioma se encontra distribuído ao longo de 17 estados brasileiros, onde vive grande parte da população do país, “os serviços oferecidos pela Mata Atlântica representam uma parcela importante das condições de vida no Brasil”. Também é importante considerar que, “dada a grande variedade de ecossistemas, a complexidade de seu funcionamento, bem como a particularidade de sua biota, a Mata Atlântica tem um papel singular na entrega de serviços, os quais não podem ser substituídos ou entregues por outros ecossistemas” (MARQUES et al., 2016, p. 62).

Ao tratar da importância do bioma Mata Atlântica, Peixoto, Luz e Brito (2016, p. 63) afirmam que há dois fenômenos imprescindíveis que ocorrem nas florestas tropicais que precisam ser considerados: (i) elas conseguem armazenar, abaixo ou acima do solo, uma quantidade de carbono equivalente a um terço do total de carbono de reservas mundiais carvão, gás e petróleo; (ii) tanto as intactas quanto as secundárias, conseguem sequestrar continuamente o carbono atmosférico resultante de emissões de gases do efeito estufa. Entretanto, os autores chamam a atenção para o fato de que “o acúmulo de carbono, medido pela biomassa aérea, varia entre as fitofisionomias, com florestas montanas acumulando mais que as submontanas, que por sua vez acumulam mais que florestas de terras baixas e as restingas”. Diante dessa realidade, a “fragmentação pode alterar drasticamente esse processo, reduzindo a um terço o total de carbono sequestrado”. Se por um lado os estudos mostram que “essa situação de alta fragmentação” é bastante “recorrente em diferentes regiões do país”, por outro lado a ciência já demonstrou “que a restauração da Mata Atlântica pode reverter esse quadro, sendo possível triplicar a quantidade de carbono sequestrado em áreas florestais em regeneração em apenas 60 anos”.

Ainda tratando da importância da Mata Atlântica, Peixoto, Luz e Brito (2016, p. 63) afirmam que esse bioma “desempenha papel importante na regulação dos serviços locais, regionais e globais de água e clima, por meio de diferentes funções interligadas”. Tanto a cobertura vegetal quanto o solo das florestas desse bioma “estocam grande

volume de água e a transportam para o ar via transpiração, resfriando a atmosfera e proporcionando a formação de nuvens e precipitação”. Hoje a ciência já demonstrou, de maneira substancial, que a “derrubada das matas interfere neste ciclo, pois impede o armazenamento da água no solo, gerando enchentes e grandes prejuízos aos seres humanos”. Na medida em que “o ciclo da água é mantido pelas áreas florestais, o clima torna-se ameno, favorecendo a produção agrícola e a própria permanência das populações humanas nas regiões próximas à floresta, ou mesmo nas cidades”.

Quando se trata da formação do solo e sua proteção, a Mata Atlântica também assume uma grande importância. Nesse sentido, a Mata Atlântica no “controle da interceptação da água sobre o solo e da regulação do fluxo de sedimentos”. Em condições naturais, “os solos florestais retêm sedimentos no ecossistema, controlando a perda de nutrientes em escala local”. Já nas “áreas onde a cobertura vegetal foi removida ou convertida em sistemas agrícolas, o solo é erodido, com uma constante remoção de sedimentos das camadas mais superficiais e inúmeros impactos negativos sobre os serviços ecossistêmicos”. Os efeitos desta condição incluem: (i) redução da qualidade do solo; (ii) eutrofização, com o aumento drástico na quantidade de nutrientes; (iii) contaminação e sedimentação de reservatórios e cursos de água devido ao transporte superficial de sedimentos; (iv) e o aumento das emissões de gases de efeito estufa. Nesse sentido, a “restauração da vegetação nativa pode reverter parte das perdas”. Assim, é necessário haver “um controle efetivo dos solos sob as florestas [...] para a entrega de serviços para as pessoas” (MARQUES et al., 2016, p. 64).

Marques et al. (2016, p. 64-65) também discutem a importância da diversidade de espécies no bioma Mata Atlântica. Quanto a isso, “a ciência vem demonstrando que ecossistemas mais diversos em espécies fornecem maior quantidade ou qualidade de serviços ambientais”. Os autores afirmam que “essa relação é especialmente importante em ecossistemas como a Mata Atlântica, onde a diversidade de espécies e o endemismo são altos”. Nesse contexto, “a ação positiva da diversidade se dá pelo efeito dominante de algumas espécies chave, que fornecem uma quantidade grande de serviços”. Como exemplos, os autores citam: (i) as “espécies de árvores gigantes que sequestram carbono em sua biomassa”; (ii) e o “somatório dos serviços variados desempenhados por múltiplas espécies (algumas com maior efeito sobre o sequestro

de carbono, outras realizando o aprisionamento de sedimentos pela ação de suas raízes etc.); (iii) “as abelhas nativas, que, ao se deslocarem da floresta para as áreas agrícolas vizinhas, realizam a polinização e aumentam substancialmente a produção de espécies agrícolas, como frutíferas e grãos”. Outro aspecto importante é que “a rica variedade de flora e fauna que interagem entre si e com o ambiente assegura a renovação e a resiliência da floresta, atuando positivamente na própria manutenção das espécies”. Como decorrência, “é assegurado o armazenamento de material genético único de produtos potencialmente úteis à população humana” (MARQUES et al., 2016, p. 64-65).

Além dos aspectos ambientais mencionados, Peixoto, Luz e Brito (2016) destacam que a Mata Atlântica fornece diversos serviços culturais para as populações que vivem nas suas proximidades. Em algumas regiões, o bioma Mata Atlântica também apresenta impacto positivo na atividade econômica. Isso se verifica, por exemplo, em algumas áreas da Mata Atlântica que servem parcialmente como meio de subsistência para populações locais e outras que possuem importante estrutura de ecoturismo, como acontece em vários pontos do litoral brasileiro.

Apesar da importância do bioma Mata Atlântica, Marques et al. (2016, p. 65) chamam a atenção para o fato de que “recentemente houve retrocesso na lei de proteção dos remanescentes florestais”. Os autores afirmam que “o Código Florestal aprovado em 2012⁷ permitiu uma redução da cobertura vegetal exigida nas margens dos rios e topos de montanhas no Brasil, estabelecendo faixas mínimas de vegetação de acordo com o tamanho da propriedade rural”. Estudos estimam “que as mudanças promovidas por essa lei” contribuíram para reduzir bastante “os serviços providos pela Mata Atlântica, especialmente a qualidade de hábitat, o estoque de carbono e a retenção de sedimentos”. Diante desse quadro, torna-se “necessário reverter essa situação com ações que permitam recuperar as áreas que já foram degradadas, assim como rever o código de forma que a Mata Atlântica seja restaurada e que todos possam usufruir de seus serviços”. Segundo os autores, caso não sejam implementadas políticas públicas de incentivo para “a restauração dos ecossistemas e a manutenção da biodiversidade”, surgirão “consequências graves para a humanidade”. Tais

⁷ Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012).

“consequências que já se fazem sentir nos eventos de enchentes e falta d’água em diferentes partes do Brasil” [...] “A segurança hídrica, energética e alimentar do país dependerá, cada vez mais, da restauração das florestas”.

De acordo com Marques et al. (2016, p. 65-66) “o desmatamento e a consequente fragmentação são algumas das principais ameaças à Mata Atlântica” [...] “As áreas remanescentes sofrem tanto com expansão desordenada das cidades e com a instalação de empreendimentos hidrelétricos e de mineração, quanto com a ampliação dos plantios de árvores exóticas para construção civil e carvão vegetal”. Segundo os autores, “as soluções para a conservação da Mata Atlântica passam pela proteção dos remanescentes de floresta nativa, através da criação de novas unidades de conservação, e pela restauração ecológica de áreas degradadas e abandonadas principalmente por atividades agropastoris”. Os autores enfatizam que “a recuperação dessas áreas possibilita o crescimento gradual da floresta, que pode recuperar algumas das suas características funcionais e estruturais, e assim contribuir para melhoria dos serviços ambientais”. Um aspecto importante a ser destacado é que as “áreas restauradas também podem ser usadas como corredores ecológicos que ligam unidades de conservação”. Ao associar “a proteção em unidades de conservação à restauração ecológica”, é possível “aumentar as chances de proteger a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos deste importante bioma brasileiro”.

Nesse contexto, pergunta-se: Como podem ser restauradas as áreas degradadas? Quais métodos podem ser utilizados? As áreas degradadas podem ser restauradas ou reflorestadas por meio de diversos métodos como, por exemplo, banco de sementes e a plantação de mudas de espécies nativas ou exóticas. Entretanto, muitos estudos condenam o uso de espécies exóticas para a restauração de áreas degradadas. De acordo com Almeida (2016), essa prática, normalmente ocorre na ausência de observação da legislação, contribuindo cada vez mais para a degradação da Mata Atlântica. A Figura 15 mostra um reflorestamento feito com espécies exóticas.

Figura 15: Reflorestamentos com espécies exóticas.



Fonte: Biodiversidade (2010).

Assim como mostrado na Figura 15, diversas áreas degradadas estão sendo restauradas ou reflorestadas sem a orientação de algum órgão público ou o cumprimento das normas apontadas pela legislação. Isso torna-se uma grande desvantagem, favorecendo a degradação do bioma (ALMEIDA, 2016).

Segundo Almeida (2016, p. 71), “a ampla infestação de espécies exóticas invasoras [...] em algumas regiões brasileiras (em especial na Mata Atlântica, nas áreas de restinga) interferiu muito nos projetos de conservação e restauração ambiental”. O autor afirma que “a presença destas espécies faz perder o equilíbrio no ecossistema e altera o curso normal da sucessão ecológica por completo”.

Embora a adoção de espécies de plantas exóticas e invasoras “tenham trazido inúmeros prejuízos econômicos e até mesmo ecológicos”, eles também “apontaram caminhos a serem seguidos para que as ações de restauração ecológica atingissem um nível aceitável de efetividade”, seja no “estabelecimento de florestas viáveis, seja na obtenção dos serviços ambientais esperados” (BRANCALION et al., 2010, p. 456).

O Quadro 1 apresenta as principais ações antrópicas causadoras de degradação do bioma Mata Atlântica.

Quadro 1 - Principais ações antrópicas causadoras de degradação do bioma Mata Atlântica

Ações antrópicas	Causas	Autores que tratam do assunto
Queimadas	Algumas são acidentais. Outras são intencionais para atender interesse da agricultura, pecuária, mineração, carvoaria, etc.	Vilela, Callegaro e Fernandes (2019).
Agronegócio	Áreas são desmatadas para o plantio de culturas diversas, tais como soja, cana, milho, café, dentre outras.	Marques et al. (2016). Vilela, Callegaro e Fernandes (2019).
Pecuária	Áreas são desmatadas para formação de pastagem a fim de atender a criação extensiva de gado de leite e corte. Causa impacto negativo extremamente grave, pois leva ao aumento da emissão de gases estufa como o metano (CH ₄) através da digestão alimentar dos animais.	Vilela, Callegaro e Fernandes (2019).
Indústria madeireira	Parte da degradação da Mata Atlântica ocorre devido a atuação direta da indústria madeireira. Muitas espécies nativas desse bioma (Andiroba, Angico, Araribá, Canjarana, Cedro-rosa, Imbuia, Ipê, Jacarandá, Jatobá, Jequitibá, Mogno, Pau-Brasil, Pau-Ferro, Pau-Pereira, Peroba-Rosa, etc.) são bastante visadas pelas madeireiras.	Campos Filho e Sartorelli (2015).
Uso industrial	Partes significativas da Mata Atlântica são extraídas para alimentar carvoarias destinadas, principalmente, à indústria siderúrgica. Partes do bioma também são degradadas para alimentar indústria cerâmica, caldeirarias, pizzarias, padarias e restaurantes.	Cavalcanti e Barros (2006). Rocha e Pereira (2016).
Exploração imobiliária	Áreas diversas são desmatadas para atender interesses da exploração imobiliária, principalmente, visando a ampliação das áreas urbanas. São afetados principalmente áreas de restinga, nascentes de águas, áreas de encostas, reservas ambientais periurbanas e áreas de preservação permanente.	Fernandes (2020). Pereira (2021).
Uso doméstico	Usos cotidiano, cozimento, confecção de artefatos como cabos de vassouras, enxadas etc. É a principal motivação alegada para o deslocamento até as florestas por parte dos assentados.	Cavalcanti e Barros (2006). Vilela, Callegaro e Fernandes (2019). Brasil (2019).

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nas fontes citadas.

Difundir as práticas corretas de restauração de áreas degradadas pela ação antrópica, são os objetivos de um ramo da ciência denominado restauração ecológica (também denominada ecologia da restauração), o qual será tratado no próximo tópico desta pesquisa.

3.4 Restauração ecológica: modelos aplicados na mata atlântica

A restauração ecológica “é uma ação responsável por iniciar ou acelerar o reflorestamento de um ecossistema em relação a sua saúde, integridade e sustentabilidade” (CLEWELL; ARONSON; WINTERHALDER, 2004, p. 3). A restauração ecológica abrange toda a gama de estratégias que buscam a recuperação de um ambiente degradado, de modo que pelo menos parte de suas funções volte à ativa. Enquanto a conservação biológica busca evitar ou diminuir a degradação de ecossistemas, a perda de biodiversidade e das funções ambientais, a restauração ecológica procura agir em áreas extremamente danificadas, com o objetivo de recompor as partes degradadas. No entanto, as ações de restauração e conservação ambiental certamente são complementares (WWF, 2017).

Segundo Tabarelli et al. (2010) o objetivo central da restauração ecológica é o restabelecimento de florestas que sejam capazes de se autoperpetuar. Ou seja, torná-las florestas biologicamente viáveis e que não dependam de intervenções humanas constantes. Além do cumprimento da legislação ambiental, as iniciativas de restauração de florestas tropicais, visam também o restabelecimento de serviços ecossistêmicos e\ou a proteção de espécies nativas locais.

Normalmente, o ecossistema que precisa de restauração foi devastado, afetado, transformado ou inteiramente exterminado como resultado direto ou indireto de ações antrópicas. Em alguns casos, os impactos negativos foram causados ou agravados por fatores provenientes da natureza como fogo, enchentes, tempestades ou erupções vulcânicas a um nível no qual o ecossistema não terá a capacidade de regredir ao seu estado anterior à perturbação, ou sua trajetória histórica de seu desenvolvimento. Sendo assim, a restauração é uma tentativa de retornar o ecossistema à sua trajetória histórica (CLEWELL; ARONSON; WINTERHALDER, 2004).

Um dos métodos mais recomendados para ampliar em prática da restauração ecológica é o conceito de sucessão ecológica. Mais conhecida como a “lei universal” na qual todo local vazio evolui para novas comunidades, com a exceção daqueles que apresentam escassez muito extremas de água, temperaturas amenas, índices ideais de radiação solar e solo de alta qualidade. O processo de sucessão é subdividido em

sistemas sucessionais (sistema colonizador, sistema de acumulação e sistema de abundância), que são caracterizados por diferentes consórcios com ocorrência concomitante de espécies pioneiras, secundárias, intermediárias e transicionais, apresentando adaptações a cada sistema. Os representantes costumam se desenvolver no mesmo período, porém em cada fase da sucessão haverá uma comunidade dominante possuindo o controle da sucessão (INSTITUTO FLORESTAL, 2011).

Para cada consórcio, os indivíduos das espécies em um estágio mais avançado da sucessão não se estabelecem enquanto as iniciais não possuem domínio. Os vegetais devem obrigatoriamente ser tutorados pelos seus antecessores. Neste processo afirma-se, pela abordagem sistêmica, que a planta acaba não perecendo, pois ela é transformada. A transformação costuma transmitir a ideia de continuidade, de dependência, entre todos os indivíduos no tempo, durante todo o processo de Sucessão (INSTITUTO FLORESTAL, 2011).

De acordo com Almeida (2016), uma grande parte das técnicas utilizadas na restauração ecológica é originada das observações dos processos naturais de sucessão e autoecologia e comportamento das espécies. O diagnóstico bem elaborado das condições atuais do terreno, a seleção de espécies nativas para iniciar a restauração, a organização do espaço, a diversidade de espécies e a proporção de plantio são definições essenciais para obter sucesso em todo o processo.

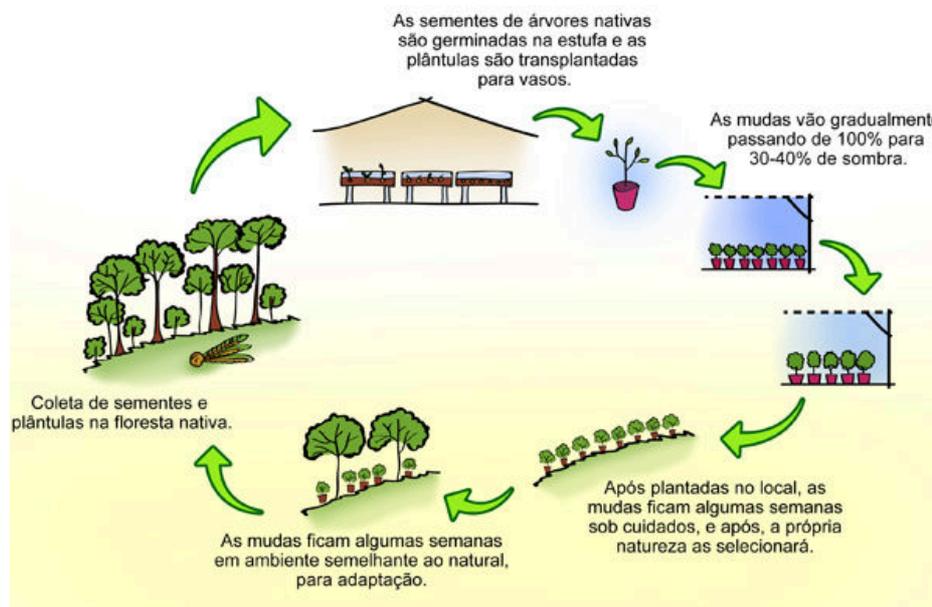
Almeida (2016, p. 82) afirma que “os grandes programas de manejo ambiental e recuperação demandam levantamentos florísticos e fitosociológicos detalhados”. Esse processo envolve um estudo mais acurado de “áreas em estágios distintos de sucessão ecológica (estágio inicial, estágio médio, estágio avançado e floresta primária), de fragmentos florestais próximos à vizinhança da área degradada”. Na restauração de “pequenas áreas, geralmente, apenas em diagnósticos rápidos e observação de vegetação primária da região podem atender às necessidades pioneiras do projeto”.

Segundo Almeida (2016, p. 83), o grupo das espécies pioneiras tem a possibilidade de ser “a solução para o processo de recuperação, pois estas espécies se responsabilizam pelo arranque inicial, pelo recobrimento veloz do solo e pela criação das condições essenciais para as outras espécies se desenvolverem”. Portanto, “uma

excelente escolha de espécies pioneiras, com base nas observações regionais, é ponto básico para um projeto de recomposição atingir o sucesso”.

Dentre os inúmeros métodos existentes para restaurar áreas degradadas, a Figura 16 esclarece o processo de reabilitação (enriquecimento de floresta) em ecossistema tropical, de acordo com o método de sucessão auxiliada pelos seres humanos, conhecido como “método de Miyawaki”, inventado pelo botânico japonês Miyawaki.

Figura 16: Método de sucessão ecológica auxiliada pelo homem: “método de Miyawaki”.



Fonte: USP (2021).

O método em exposição na Figura 16 indica uma importante opção, dentre várias outras apontadas pela Society for Ecological Restoration International – SER (Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica) e por várias instituições brasileiras de pesquisa e organizações defensoras do meio ambiente.

Segundo Almeida (2016), a maioria das técnicas utilizadas na restauração florestal vem das observações dos processos naturais de sucessão ecológica e da ecologia comportamental. O diagnóstico bem elaborado das condições atuais do local, a correta seleção de espécies nativas para iniciar a restauração, o espaçamento, a biodiversidade e a proporção de plantio são definições essenciais para o

reflorestamento de áreas degradadas. Atualmente, a sucessão ecológica difere do que se pensava anteriormente, na teoria holística da sucessão, descrita por Clements, em 1916. Ou seja, não funciona como um mecanismo previsível, unidirecional e progressivo, e não é sempre que consegue seguir para uma fase clímax único. Isto ocorre porque o processo de sucessão recebe influência de muitos fatores externos que conduzem para vários trajetos.

Martins (2015) aponta que, no processo de restauração ecológica, o estado clímax não é considerado obrigatório. O essencial no processo envolve: i) identificar as espécies pioneiras típicas de cada ecossistema e dentro deles, típica de cada ambiente (alto de morro, matas ciliares, encostas com exposição para o sul, encosta com exposição para o norte, áreas úmidas etc.); ii) selecionar as espécies que serão utilizadas na sequência sucessória (secundárias iniciais, secundárias tardias, espécies clímax). Mesmo não conseguindo atingir um estado clímax idêntico ao original, a utilização correta das espécies irá fornecer a integração entre o componente vegetal e outros do ecossistema que estão passando por restauração.

Segundo Almeida (2016), outros componentes importantes para o sucesso do processo de restauração ecológica são:

Polinização e dispersão de sementes. É fundamental conhecer as interações planta-animal que ocorrerão no novo habitat que será formado, para que haja uma eficiência nesse processo. A polinização e dispersão de sementes, “realizada principalmente por animais, influencia o estabelecimento das espécies de diferentes estádios sucessionais, e a presença destas populações deve ser considerada no projeto de recuperação”. A simples “falta de um agente polinizador, ou dispersor de determinada espécie ou grupo de espécies, pode paralisar o processo de sucessão estagnando-o”. Isso pode ocorrer, principalmente, “em estágios mais avançados de sucessão, quando as relações plantas-animais ficam mais estreitas, envolvendo um número menor de espécies” (59).

Aspectos climáticos. São necessárias informações “sobre os índices de precipitação e sua distribuição ao longo do ano, o déficit hídrico, as temperaturas mínimas, máximas e médias anuais, a umidade relativa” (p. 79). Estas informações são, geralmente, em uma estação climática mais próxima.

Levantamentos edáficos. Os levantamentos edáficos são realizados utilizando referência cartográfica (planta da propriedade ou fotografias aéreas). O exame *in loco*, permitirá: i) identificar diferentes manchas de solos; ii) colher materiais para análises químicas (NPK, micronutrientes, acidez, capacidade de troca catiônica, Al); iii) identificar solos compactados e muito alterados e que necessitam de “aração, gradagem, subsolagem, coveamento e em quais dimensões, quantidade e formulação de adubação, necessidade de correções (calagem) e seleção de espécies apropriadas para aquele tipo de solo (ambiente)” (p. 80).

Banco de sementes e de plântulas. Avaliar “o potencial de regeneração da área degradada é fundamental para subsidiar os projetos de recuperação”. Muitas vezes, “o banco de sementes do solo é ativado com o desmatamento e possui a capacidade de recobrir a área degradada, sem nenhuma outra necessidade de intervenção, reduzindo custos de recuperação”. Entretanto, “em casos drásticos, como queimadas, retirada das camadas superficiais do solo, aplicação de herbicidas”, o banco de sementes, geralmente, é “eliminado da superfície, dificultando a regeneração natural, fazendo-se necessárias intervenções, como o plantio de mudas” (p. 83). O banco de plântulas, “presente no sub-bosque de florestas, é composto principalmente por espécies secundárias tardias e clímax, sendo geralmente eliminado com o desmatamento”. Por exemplo, “pode constituir um importante elemento para recuperação, em áreas onde foi realizado apenas o corte seletivo - extração de poucas árvores dentro de um fragmento florestal”. Quando é identificado “um bom banco de sementes e de plântulas, o simples isolamento da área - contrafogo e animais domésticos - pode vir a dar bons resultados como método de recuperação” (p. 84).

Autores como Almeida (2016), Moraes et al. (2013) e WWF (2017) afirmam que, no Brasil, diversas estratégias e modelos de restauração de áreas degradadas são utilizadas contemplando experiências bem-sucedidas e documentadas. As tendências recentes dos modelos de restauração ecológica incluem novas estratégias e modelos de restauração (onde a recuperação ambiental com uso múltiplo recebe mais destaque), estratégia onde o processo de recuperação, os aspectos ambientais, os aspectos sociais, econômicos, legais e culturais são levados em consideração. Dentro desta linha, destaca-se que no Brasil o surgimento de iniciativas para o plantio de

espécies nativas para fins econômicos, um grande esforço no desenvolvimento de estratégias de plantios de espécies nativas, focados na produção econômica (produção madeireira e não madeireiros). A prestação de serviços ambientais (PSA) pelas florestas está cada vez mais reconhecida e facilitam a multiplicação de ações, estratégias e desenvolvimento de modelos, no sentido de fornecer restauração ecológica para produção de serviços ambientais (produção de água, biodiversidade, carbono etc.).

Almeida (2016, p. 104-119) apresenta uma gama de modelos de recuperação ambiental: Condução da regeneração natural; Plantio de mudas; Recuperação com espécies pioneiras; Formação de ilhas de diversidade (Nucleação); Modelo sucessional - plantio em linhas alternadas; Modelo sucessional - plantios em módulos; Indução da chuva de sementes; Plantio inicial de mudas e posterior semeio; Plantio de estacas diretamente no campo; Semeio direto (Muvuca); Semeadura aérea; Hidrossemeadura; Plantio adensado; Plantio de leguminosas; Recuperação com uso de espécies frutíferas; Ampliação Ecológica de Fragmentos Florestais; Recuperação ambiental de ecossistemas com invasão de espécies exóticas.

O Quadro 2 apresenta um resumo das principais estratégias ou modelos possíveis de serem adotados para promover a sucessão ecológica e alcançar a recuperação ambiental.

Quadro 2 - Modelos possíveis de serem adotados para promover a sucessão ecológica

Modelo	Explicação
Condução da regeneração natural	É um misto do plantio ativo com a restauração passiva. Consiste em deixar os processos naturais ocorrerem com a finalidade de restaurar as áreas degradadas naturalmente. Na regeneração natural utiliza-se todo e qualquer tipo de espécie vegetal nativa (ervas, arbustos, palmeiras, árvores) capaz de se estabelecer e se desenvolver naturalmente nas áreas de restauração ecológica.
Plantio de Mudas	O plantio de mudas é uma forma efetiva de ampliar o processo de nucleação. Uma técnica que introduz plântulas (indivíduos vegetais jovens) nas áreas degradadas. Neste processo são plantadas mudas de maneira aleatória ou sistemática (em linhas), com espaçamentos diversos variando em função do relevo, do tipo de vegetação a ser restaurado e da velocidade do recobrimento do solo.
Recuperação com espécies pioneiras	A recuperação de uma área degradada utilizando espécies vegetais que iniciam a colonização de uma região ainda inabitada. As espécies pioneiras são consideradas indispensáveis na recuperação de áreas degradadas, pois são capazes de alterar as características do ambiente onde se instalaram, fazendo com que este local possua mais nutrientes e possa se restaurar até que seja

	favorável para outras espécies vegetais se estabelecerem.
Formação de ilhas de diversidade (Nucleação)	O processo consiste em formar "ilhas" ou núcleos de vegetação com espécies com capacidade ecológica de melhorar significativamente o ambiente, facilitando a ocupação dessa área por outras espécies. Assim, a partir desses núcleos, a vegetação secundária entra em expansão ao longo do tempo, acelerando o processo de sucessão natural.
Modelo sucessional (plantio em linhas alternadas)	O plantio em linhas alternadas é uma solução para facilitar o lado operacional de implantação, por isso é o modelo mais comumente aplicado em grandes áreas, principalmente em plantios mecanizados. As linhas alternadas facilitam a preparação das mudas no viveiro florestal, assim como a parte operacional de plantio de campo, onde os trabalhadores compreendem com facilidade o procedimento de plantio.
Modelo sucessional (plantios em módulos)	No modelo sucessional em módulos, as espécies são divididas em grupos ecofisiológicos. Utiliza-se uma planta na parte central (secundária tardia ou clímax), rodeada por quatro espécies pioneiras (espécies sombreadoras). Os módulos são implantados por toda área que está sendo restaurada. É um modelo mais aplicável em áreas de pequeno porte. Para áreas maiores é mais utilizado o plantio em linhas alternadas.
Indução da chuva de sementes	Ocorre quando uma árvore, arbusto, erva ou liana de uma floresta produz vários frutos e sementes, os quais são dispersos (espalhados) pela mata, seja por animais ou pelo vento. Esse conjunto de sementes depositado por toda a área das florestas é chamado chuva de sementes. Seu estudo é realizado através de coletores (semelhantes a peneiras), que são instalados no interior da mata, e coletam amostras da chuva de sementes.
Plantio inicial de mudas e posterior semeio	É um modelo misto que constitui o plantio inicial de 100% de espécies pioneiras na área total e, posteriormente (após o plantio gerar condições de sombra e solo para germinação de espécies secundárias), a promoção do enriquecimento da área com sementes de espécies secundárias tardias e clímax entre a plantação de espécies pioneiras. As sementes de espécies secundárias tardias e clímax, as quais normalmente são sementes de grande porte e não sofrem dormência, sempre germinando nas condições de campo. É um método de baixo custo (pois implica somente no plantio de pioneiras) e, na segunda etapa, apenas semeio de espécies não pioneiras.
Plantio de estacas diretamente no campo	A técnica de plantio de estacas pode ser utilizada de maneira bem-sucedida para determinadas espécies florestais e arbustivas. As limitações são encontradas no fato de que são poucas espécies a aceitar este tipo de propagação e necessidade de chuva constante, no período inicial do processo ou irrigação até as estacas serem adquiridas, ou exige irrigação intensa no período pós-plantio.
Semeio direto (Muvuca)	A técnica do semeio direto, apesar de não ser muito utilizada atualmente para espécies florestais, é uma alternativa promissora, em especial se for combinada com outros métodos, podendo gerar bons resultados. Entre as diversas possibilidades de combinação do semeio direto, existe a conciliação do semeio de espécies secundárias tardias e clímax com o plantio de mudas de espécies pioneiras, ou leguminosas.
Semeadura aérea	A semeadura aérea ou chuva de sementes é um método biológico, recomendado para ser utilizado em áreas de difícil acesso, onde a utilização de outros métodos não é viável. São utilizadas de

	preferência espécies pioneiras e em menor intensidade, sementes de espécies secundárias iniciais.
Hidrossemeadura	Trata-se de uma técnica mecanizada, na qual as sementes são lançadas na área a ser restaurada por meio do jateamento (utilizando uma bomba), misturando-se com a água, sementes, fertilizantes e outros produtos como agentes cimentantes, com a função de aderir a semente à superfície na qual foi aplicada.
Plantio adensado	É um modelo desenvolvido para ser utilizado em áreas, nas quais existem diversos problemas de invasão com plantas herbáceas (por exemplo, gramíneas invasoras), que competem com as mudas arbóreas plantadas e onde não é necessária a aplicação de herbicidas.
Plantio de leguminosas	O plantio de mudas de leguminosas arbóreas, que fixam nitrogênio atmosférico, é uma alternativa favorável para áreas em condições de maior degradação ambiental, onde as camadas superficiais do solo foram retiradas ou fortemente alteradas. Nestes locais, este grupo de árvores tem efeito bastante positivo, por geralmente possuírem um rápido crescimento e de serem capazes de melhorar a qualidade do solo, depositando matéria orgânica.
Recuperação com uso de espécies frutíferas	O plantio de espécies nativas frutíferas é um modelo bem interessante para proporcionar alimento e atrair a fauna silvestre. A formação de pomares de espécies frutíferas para fauna silvestre (não para o homem) fornece alimentos para a fauna silvestre. Este modelo pode ser aplicado em áreas próximas a fragmentos florestais, onde será fomentada a migração de animais da floresta para a área em restauração. Esta migração vai trazer propágulos da floresta original para a área florestal em restauração. Podem-se utilizar, neste modelo, espécies frutíferas capazes de alimentar vários grupos de fauna (aves, morcegos, roedores etc.), desde que exista conectividade com fragmentos florestais nos quais estes grupos de animais são abundantes.
Ampliação Ecológica de Fragmentos Florestais	A técnica da “Ampliação Ecológica de Fragmentos Florestais” contempla como estratégia a restauração da biodiversidade, partindo das áreas de alta diversidade ainda existentes. Esta alternativa surge, dentro da situação atual da Mata Atlântica, como uma nova alternativa de promover a restauração ecológica deste bioma e outros ecossistemas fragmentados, se tornando uma referência e ponto de partida a matriz mais bem conservada (fragmento florestal sustentável).
Recuperação Ambiental de ecossistemas com invasão de espécies exóticas	Consiste em introduzir espécies não nativas em uma área degradada. Nos dias de hoje, existe o presente problema em relação à situação de áreas naturais, invadidas por espécies exóticas, em muitas áreas florestais, geralmente em todos os biomas. A invasão de espécies exóticas pioneiras atrapalha a organização do ecossistema, desde a composição florística e fitossociológica original até a relação e interação flora e fauna.

Fonte: Dados da pesquisa.

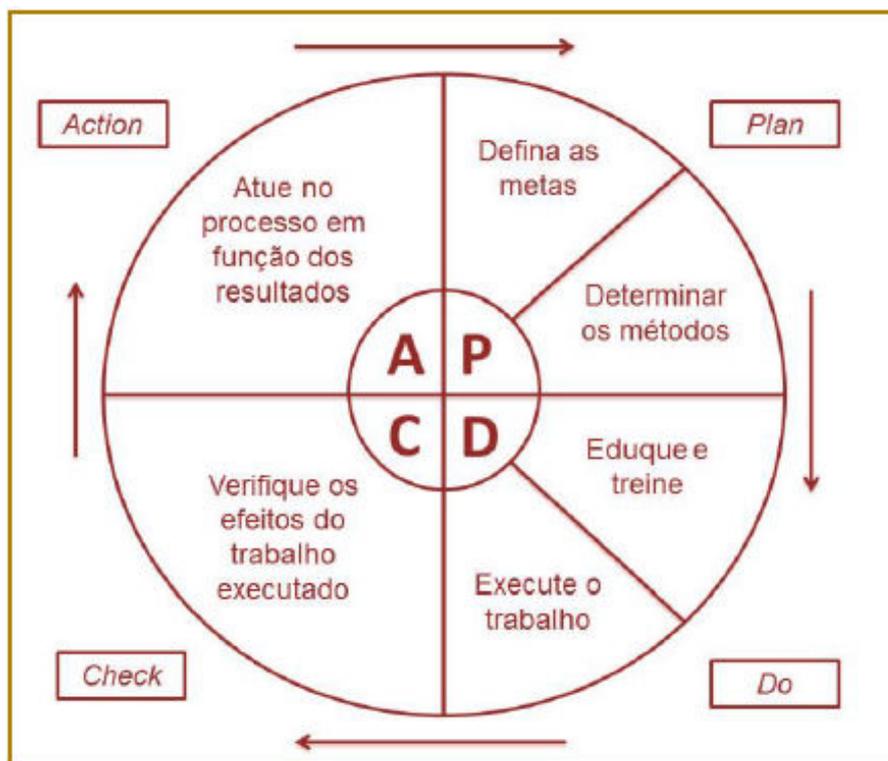
Entretanto, qualquer que seja a estratégia ou modelos de restauração da área degradada, é fundamental que haja um projeto bem elaborado e consistente.

Em linhas gerais pode-se dizer que os projetos de restauração de áreas degradadas seguem o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action - Planejar, Executar,

Controlar, Atuar) oriundo da Administração. O ciclo PDCA é constituído pelas seguintes etapas abaixo (COUTO; MARASH, 2012) e conforme representado na Figura 17:

- ✓ **Planejamento (P)** – Estabelecer objetivos e metas. Definir o método para atingir os objetivos e metas propostos, de acordo com os requisitos e políticas pré-determinados.
- ✓ **Execução (D)** – Fazer, executar - implementar as ações necessárias. Coletar dados que servirão para a próxima etapa de verificação do processo. Nesta etapa deve haver educação e treinamento dos envolvidos no projeto.
- ✓ **Verificação (C)** – Checar, verificar – monitorar e medir os processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos estabelecidos e relatar os resultados.
- ✓ **Atuação Corretiva (A)** - Agir – executar ações para promover continuamente a melhoria dos processos.

Figura 17: Etapas do ciclo PDCA.



Fonte: Pacheco et al. (2018, p. 9).

Ao tratar do contexto da restauração da área degradada, WWF (2017, p. 38-39) relata que um projeto, geralmente, envolve quatro etapas (coincidentes com o ciclo PDCA):

- ✓ **Diagnóstico** – O diagnóstico é a base do projeto técnico de restauração, com a definição dos objetivos da intervenção. Nessa etapa identificam-se: i) “as características do local a ser restaurado e o entorno imediato”; ii) os “fatores de degradação, potencial regenerativo e florística regional”, os quais são muito importantes “para a escolha das espécies a serem utilizadas e das técnicas mais adequadas” (p. 38).
- ✓ **Planejamento** – Esta etapa envolve a elaboração do projeto técnico de restauração. Aqui “são definidos os objetivos da intervenção, bem como a escolha das técnicas mais adequadas”. A depender do “tipo de restauração que se pretende, serão necessárias ações como marcação de matrizes, coleta e beneficiamento das sementes e produção das mudas”, ou a compra das mesmas (p. 38).
- ✓ **Execução** – Nesta etapa coloca-se em prática o projeto técnico de restauração. Envolve “o preparo da área a ser restaurada, à implantação das técnicas adotadas e ao isolamento dos fatores de degradação, tais como fogo e criações de animais” (p. 39).
- ✓ **Monitoramento** – Esta etapa envolve “o acompanhamento do processo de restauração, que inclui a definição de indicadores capazes de atestar se a área está reagindo às ações empreendidas”. O monitoramento permite “identificar medidas de manejo corretivo após a detecção de algum indicador não satisfatório”. Essas “medidas são cruciais para o retorno da resiliência de áreas restauradas” (p. 39).

Segundo Nogueira (1977), no Brasil, a primeira tentativa de restauração de áreas degradadas ocorreu no século XX no ano de 1886, quando o Major Manuel Gomes Archer, por ordem do Imperador, deu início ao reflorestamento da floresta da Tijuca. Neste plantio, foi utilizada uma mescla de plantas nativas e exóticas, incluindo eucaliptos. Além do plantio histórico da floresta da Tijuca, são poucas as intervenções para a recuperação de trechos da Mata Atlântica registradas na literatura. Dentre elas, destaca-se o trabalho desenvolvido na área de Mata Atlântica, de recomposição de uma porção de mata ciliar, no município de Cosmópolis, estado de São Paulo, onde o

plantio foi iniciado em 1955. Almeida (2016, p. 19) enfatiza que, neste período inicial de restauração florestal no Brasil, “além do baixo conhecimento da dinâmica dos ecossistemas naturais, existia uma carência muito grande de áreas de produção de mudas nativas”. As dificuldades encontradas, “levaram à implantação de vários projetos com uma baixa variedade de espécies”. Eram utilizadas as mudas disponíveis, em plantios aleatórios, na maioria dos casos, utilizando espécies exóticas nos ambientes que estavam sendo reflorestados.

A partir da década de 1980, surgiram novas propostas e modelos de restauração. Os trabalhos de Kageyama, Castro e Carpanezzi (1989) e Rodrigues, Mathes e Torres (1990), por exemplo, propuseram “o uso da combinação das espécies de diferentes grupos ecológicos, segundo sucessão secundária”, bem como a adoção “de modelos baseados em levantamentos florísticos e fitossociológicos de florestas remanescentes” na restauração de áreas da Mata Atlântica (ALMEIDA, 2016, p. 19).

No Brasil, o modelo de projeto de restauração de áreas degradadas mais conhecido e aplicado é o PRAD (Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas). De acordo com a Fundação para Conservação e a Proteção Florestal do Estado de São Paulo (2004), o PRAD, tem como principal objetivo elaborar um roteiro sistemático, contendo as informações técnicas organizadas em etapas lógicas, para orientar a tecnologia de restauração de áreas degradadas para atingir os resultados esperados. O projeto técnico é uma ferramenta de planejamento, execução e avaliação. O PRAD surgiu para suprir as exigências do artigo 225, da Constituição Federal de 1988 e o Decreto-Lei n. 97.632/89. No princípio, o PRAD era utilizado apenas na atividade mineradora. Na década de 1990, foi ampliado como forma de condicionante e ajustes de conduta ambiental para outras atividades que causam impactos negativos, sendo adicionado como um programa complementar da maioria dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), em Relatórios de Impacto Ambiental e em Termos de Ajuste de Conduta (TAC), firmados entre organizações e o Ministério Público.

A maioria dos trabalhos de restauração florestal, originários de PRAD, surge das imposições da legislação brasileira. A Instrução normativa n. 4, de 13 de abril de 2011, por exemplo, estabelece processos para elaborar o PRAD. Esta instrução diferencia dois tipos de PRAD (PRAD e PRAD simplificado), que são aplicados segundo cada

caso especificado nas normas. Na instrução é determinado que “o PRAD deve unificar informações, diagnósticos, levantamentos e estudos capazes de permitir a avaliação da degradação ou modificação e a consequente definição de medidas cabíveis à restauração da área” (ALMEIDA, 2016, p. 37).

A seguir serão apresentados alguns exemplos de modelos bem-sucedidos de restauração de áreas no bioma Mata Atlântica.

Experiência 1: Uma experiência realizada pela Embrapa e concluída em 2011, envolveu uma porção da Mata Atlântica localizada no município de Jaguariúna SP, cuja fitofisionomia é do tipo Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifolia). O objetivo da experiência foi promover a restauração ecológica do local, levando em consideração questões de segurança relacionadas ao tipo de relevo e a composição do lodo do esgoto. No passado, a área degradada passou por atividades de terraplenagem, com subsolo exposto (SOUZA et al., 2011). As figuras 18, 19, 20, 21 e 22 mostram as etapas de preparo do solo, aplicação do fertilizante (lodo de esgoto), plantio das mudas e o desenvolvimento da floresta em dois estágios.

Figura 18: Preparo da área antes da aplicação do lodo de esgoto e plantio



Fonte: Souza et al. (2011).

Figura 19: Aplicação e distribuição do lodo de esgoto na área



Fonte: Souza et al. (2011).

Figura 20: Vista geral do plantio das mudas



Fonte: Souza et al. (2011).

Figura 21: Vista geral do plantio após 15 meses da implantação



Fotos: L. A. Skorupa.

Fonte: Souza et al. (2011).

Figura 22: Vista do interior do plantio após 9 anos da implantação do plantio



Fonte: Souza et al. (2011).

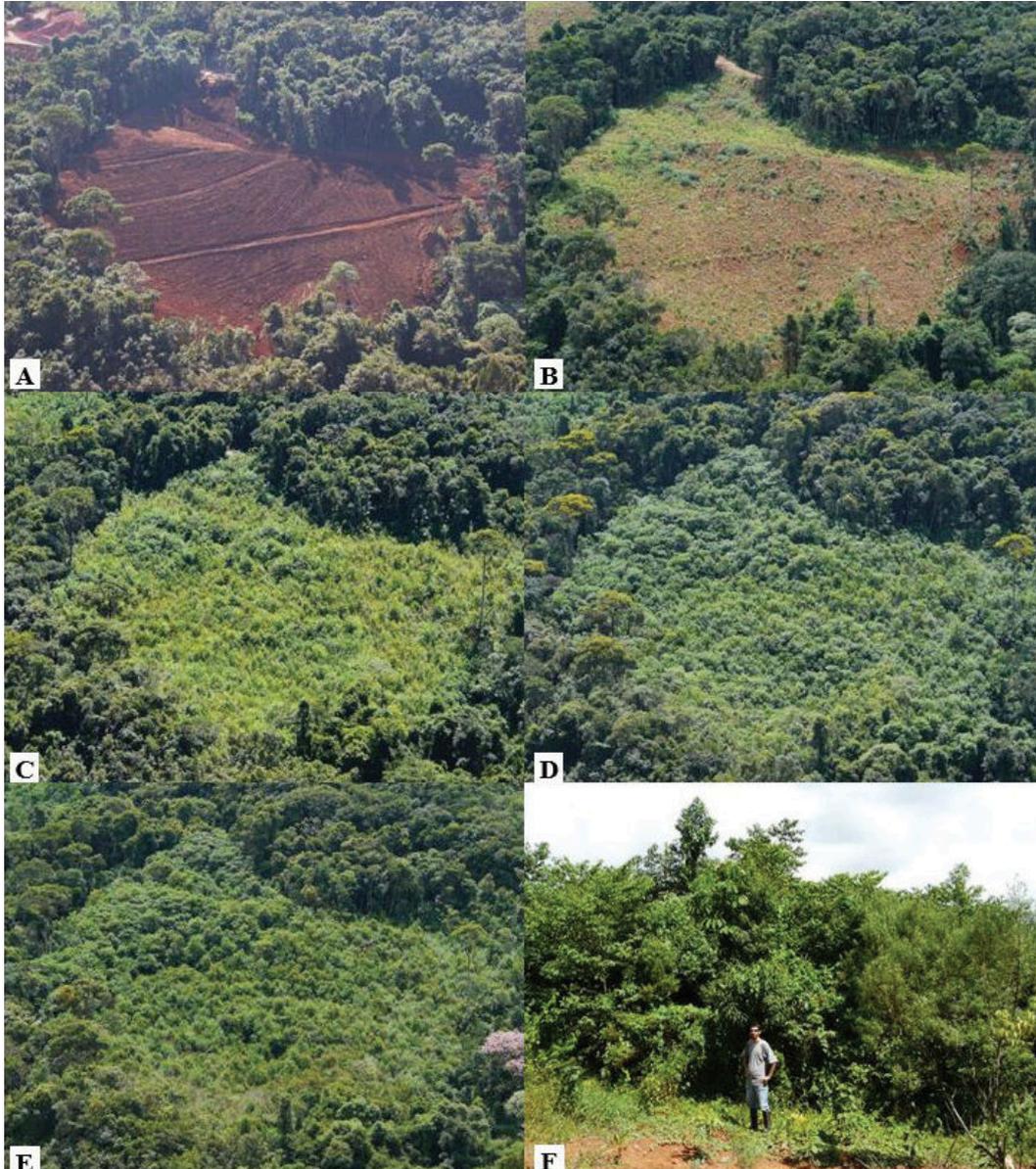
A utilização de lodo de esgoto com a finalidade de recuperação de áreas degradadas é uma prática cuja aplicação requer atenção especial a diversos quesitos. A primeira delas diz respeito à origem do lodo de esgoto, refletindo de maneira direta na sua composição em termos de metais pesados, micropoluentes e a concentração de nutrientes, como o nitrogênio. Dessa forma, a origem da geração do lodo possui alta relevância, ou seja, se de centros tipicamente industriais ou predominantemente urbanos. Outros aspectos também devem ser levados em consideração, buscando-se evitar impactos ambientais negativos, exemplificando a condição de relevo, evitando-se o escoamento de resíduos através de águas superficiais para ambientes aquáticos; a altura do lençol freático; o trânsito de pessoas, entre outras. Todos esses aspectos devem passar por avaliações e a aplicação do insumo autorizada por um órgão competente. Nessa presente experiência, o solo com compactação elevada exigiu uma aração com aiveca seguida de gradagem pesada, operações que foram fundamentais para o preparar os sulcos úteis para a plantação das espécies arbóreas. Uma atenção

especial também foi dada à distribuição do lodo de esgoto, uma vez que foi realizada em uma área totalmente uniforme nas parcelas (SOUZA et al., 2011).

Os resultados alcançados indicaram que o uso de lodo de esgoto é capaz de ser uma alternativa para a recuperação de outras áreas degradadas com solo compactado, desde que observadas as questões de segurança apontadas acima e que as áreas de aplicação sejam de preferência planas, onde não exista o risco de carreamento de partículas de solo e lodo para áreas mais baixas das localizações (terrenos inclinados). O componente arbóreo na área tratada com lodo de esgoto demonstrou um desenvolvimento de alta qualidade, recobrando o solo e permitindo o estabelecimento de regenerantes no sub-bosque, indicados pelas figuras 21 e 22 (SOUZA et al., 2011).

Experiência 2: Guimarães, Silva e Van Den Berg (2015) relatam uma experiência bem-sucedida de restauração ecológica (RE) numa área de mineração de bauxita no planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais. Após o esgotamento da mina – uma lavra com cerca de 2ha - foi realizada a terraplanagem do local e realizado o espalhamento do *topsoil*. Foram tomados alguns cuidados, tais como: (i) a eliminação do uso do tapete verde; (ii) plantio de mudas de no mínimo 50 espécies nativas; (iii) resgate de plântulas previamente ao desmate, possibilitando em alguns casos a produção de mudas de espécies cuja obtenção de sementes é difícil, ou que apresentam restrições quanto à quebra de dormência; (iv) remoção de serapilheira de florestas previamente à supressão para mineração, e espalhamento imediato em áreas adjacentes em processo de implantação de RE. O conjunto destas ações, somado ao plantio adensado (superior a 4.000 mudas ha), possibilitou o sucesso do projeto num prazo aproximado de 3,5 anos. a Figura 23 apresenta as diversas etapas do processo de restauração.

Figura 23 – Sequência cronológica do processo de RE de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas, MG



Legenda: A) logo após receber o *topsoil*; B) 4 meses; C) 16 meses; D) 28 meses; E) 40 meses; F) corte da borda aos 40 meses.

Fonte: Guimarães, Silva e Van Den Berg (2015, p. 548).

Segundo Guimarães, Silva e Van Den Berg (2015), a conjunção de vários fatores possibilitou uma elevada densidade de plantas, resultante da soma das mudas plantadas com as plântulas regenerantes do banco de sementes do *topsoil* e da serapilheira, assim como dos indivíduos provenientes da chuva de sementes propiciada pelo entorno. Nota-se, aos 40 meses, a elevada densidade de plantas, típica da fase de

construção inicial do ciclo silvigenético. Guardadas as devidas proporções, pode-se dizer que esta área minerada foi restaurada com sucesso, conseguindo restabelecer o ciclo silvigenético.

Experiência 3: Carpanezzi e Santarosa (2021) relatam uma experiência realizada em 2012 como parte do Projeto Nascentes. O projeto envolveu a restauração ecológica no entorno de nascentes, através do plantio de enriquecimento com espécies florestais nativas e técnica de talhões facilitadores. O projeto foi desenvolvido no Bioma Mata Atlântica em uma Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária) em Machadinho-RS.

As espécies foram escolhidas levando em consideração a região bioclimática da área a ser recuperada e as características edafoclimáticas. Foram utilizadas espécies nativas na proporção de 50% de espécies de abrigo e 50% de espécies de crista para facilitar a sucessão ecológica desde o começo e de forma duradoura, pela associação de dois princípios básicos: dinâmica das copas e nucleação. Este método levou em conta a dinâmica de copas desejadas a fim de recobrir o terreno, para controlar as gramíneas, que prejudicam muito o crescimento das espécies plantadas. Aproximadamente cinco anos após a implantação do projeto, foi realizado um desbaste para permitir o desenvolvimento de espécies da crista e de espécies vindas de fontes de sementes naturais, trazidas principalmente por animais. A Figura 24 mostra o projeto em sua fase inicial.

Figura 24 - Proteção de nascente. Projeto Nascentes. Machadinho-RS. Fase inicial



Fonte: Carpanezi e Santarosa (2021).

A Figura 25 mostra o projeto em sua fase já avançada no entorno da nascente, com isolamento (cerca) e plantio de mudas de espécies florestais considerando o método de talhões facilitadores.

Figura 25 - Proteção de nascente. Projeto Nascentes. Machadinho-RS. Fase avançada



Fonte: Carpanezi e Santarosa (2021).

Verifica-se na Figura 25 algumas espécies com desenvolvimento mais rápido (abrigo) e espécies com desenvolvimento mais lento (crista), formando a dinâmica de copas para restauração ecológica. Segundo os autores, essa estratégia pode ser replicada em outras regiões, desde que planejado de acordo com as condições edafoclimáticas de cada local, principalmente em relação a escolha das espécies florestais e espaçamentos.

Experiência 4: Campelo (2021) relata uma experiência realizada com o objetivo de recuperar uma Área de Preservação Permanente de encosta com voçoroca utilizando leguminosas inoculadas. A área recuperada pertence ao bioma Mata Atlântica, no município de Pinheiral/RJ. A floresta é do tipo Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia). A região passou pelo ciclo do café e quando entrou

em decadência, começou o predomínio das pastagens degradadas na maior parte da paisagem, culminando no aparecimento de grandes voçorocas. A Figura 26 apresenta uma visão geral da voçoroca antes do processo de recuperação. A Figura 27 mostra a voçoroca 4 anos depois de ocorrer a intervenção.

Figura 26 - Vista geral da voçoroca antes da intervenção



Fonte: Campelo (2021).

Figura 27 - Vista lateral da voçoroca 4 anos depois de ocorrer a intervenção



Fonte: Campelo (2021).

Segundo o autor, a experiência foi finalizada com sucesso. A recuperação de voçorocas em muitas situações é indispensável pois, do contrário, os prejuízos na propriedade podem ser maiores.

Experiência 5: No ano de 1989, houve um estudo de semeadura aérea em áreas degradadas localizadas na região de Cubatão SP (conhecida como a cidade mais poluída do planeta naquele período). Em laboratórios, sementes de espécies nativas foram embaladas em cápsulas de gel. Depois de se passarem três anos de pesquisa, foi realizado o primeiro lançamento das sementes armazenadas nas cápsulas de gel. Foram recompostos 100 Km² em Cubatão. A experiência estimulou outras iniciativas nas décadas seguintes. O inventário florestal de São Paulo (iniciado naquela época) mudou a sua fisionomia. Nos últimos dez anos, a vegetação nativa aumentou de 4.340.000 para 5.670.000 hectares. A cobertura vegetal aumentou de 17,9% para 22,9%, um aumento significativo e além das expectativas (JORNAL NACIONAL, 2020).

3.5 Interfaces entre a restauração ecológica e o ODS 15

Na mudança de século, o desenvolvimento sustentável recebeu medidas mais complexas, com a aplicação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), no princípio dos anos 2000. A intenção dessa agenda era adicionar 8 metas globais de forma prática até 2015. Entretanto, dada sua complexidade e as velozes modificações vivenciadas em escala global naquele período, tornou-se necessário realizar uma atualização dos mesmos, a fim de que os novos objetivos fossem capazes de esclarecer uma melhor resposta aos anseios das diferentes realidades encontradas no planeta, ainda que o cumprimento de algumas metas tenha dado certo (MEIRELES; DE BENEDICTO; SILVA, 2021). Em 2015 definiram-se os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma parte do documento “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram oficialmente publicados na 70ª Assembleia Geral das Nações Unidas, em setembro de 2015, com o objetivo de substituir Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Os ODS constituem a nova agenda universal de desenvolvimento. Trata-se da renovação ou da ampliação de compromissos outrora assumidos, os quais ainda não foram concluídos. Sob uma nova indumentária semântica, agora recebe o título de Agenda 2030. Portanto, é uma agenda para o futuro, a qual deve investigar se os ODS possuem alguma relação com eventos que tendem a ocorrer nos próximos anos (OKADO; QUINELLI, 2016).

A Agenda 2030 é composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030. A Agenda 2030 desafia a comunidade internacional a promover mudanças em áreas como: erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura, industrialização, entre outros (ESTRATÉGIA ODS, 2021).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) contemplados na Agenda 2030 se encontram elencados na Figura 28.

Figura 28: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Nações Unidas Brasil (2015).

Os objetivos elencados na Figura 28 são descritos a seguir.

Objetivo 1. Encerrar a pobreza em todas as suas maneiras, em todos os locais

Objetivo 2. Atingir a fome zero, alcançar a segurança alimentar e uma melhor nutrição, promover a agricultura sustentável

Objetivo 3. Garantir uma vida saudável e fornecer o bem-estar para todos, em todas as faixas etárias.

Objetivo 4. Penhorar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.

Objetivo 5. Atingir a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.

Objetivo 6. Prometer a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.

Objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível de energia para todos.

Objetivo 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho decente para todos.

Objetivo 9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.

Objetivo 10. Reduzir as desigualdades dentro dos países e entre eles.

Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Objetivo 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

Objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

Objetivo 14. Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

Objetivo 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.

Objetivo 17. Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2015, p. 14, tradução do autor).

Na maioria dos casos, os ODS estão em constante harmonia, ou seja, há uma relação de interdependência e complementaridade entre eles. Como exemplo da indivisibilidade, transversalidade e interdependência dos Objetivos Globais, pode-se afirmar que o desmatamento de florestas (ODS 13 e 15) próximo a nascentes de rios compromete a quantidade e a qualidade da água (ODS 6 e 14), algo que afetará dramaticamente a alimentação (ODS 2) e a saúde (ODS 3) de milhões de pessoas, até mesmo a muitos quilômetros de distância, em grandes centros urbanos (ODS 11), que, com menos água, encontrarão problemas para a obtenção de energia elétrica (ODS 7),

caso a maior parte dessa energia provenha de hidrelétricas, como acontece no Brasil, prejudicando, também, a produção industrial (ODS 9). Ou ainda, um Estado que promova educação de qualidade (ODS 4) favorecerá a inserção das pessoas no mercado de trabalho, em condições laborais cada vez mais dignas (ODS 8), contribuindo, assim, para a redução da pobreza e das desigualdades (ODS 1 e 10). E todos esses exemplos são calcados em parcerias, ou seja, articulados pelo ODS 17.

A relação dos ODS com a restauração de biomas e áreas degradadas é extremamente ampla. Por exemplo, o ODS 2 envolve a construção de bancos de genes de plantas e animais com a finalidade de manter a biodiversidade. Assim, existe uma relação com o ODS 15, o qual aborda os ecossistemas terrestres e a sustentabilidade florestal.

O ODS 3, que busca promover a saúde e bem-estar. Isso implica, dentre outros, e assegurar ambientes livres de poluição. Porém pergunta-se: como ter saúde e um ambiente livre de poluição, sem as matas? Por outro lado, quando falamos de saúde, não poderíamos deixar de lado as doenças, muitas delas causadas indiretamente pelo desmatamento e um maior contato entre os animais selvagens com o ser humano, a exemplo da COVID-19. Nesse contexto, a preservação das matas, que é o objeto deste estudo, certamente irá contribuir para o alcance do ODS 3.

A preocupação com a existência de água potável e segura para todos é o centro do ODS 6. Como manter as nascentes em boas condições qualitativas e quantitativas sem a preservação das matas?

Os ODS 8 e 9 apresentam uma grande relação com o ODS 15, objeto deste estudo. O ODS 8 aborda o crescimento econômico sustentável enquanto o ODS 9 trata da promoção da industrialização sustentável. Entretanto, pode-se afirmar que somente é possível fazer a promoção de um crescimento econômico e industrialização sustentável se houver a preservação florestal, as quais fornecem grande parte das matérias primas e da água utilizadas nas indústrias e em todo o sistema econômico. Nesse sentido, é essencial que as indústrias e todo o mercado produtivo tenham acesso aos recursos ambientalmente adequados (ESTRATÉGIA ODS, 2021).

O ODS 13 trata dos riscos associados ao clima e às catástrofes naturais. O alcance deste objetivo está associado à preservação das florestas, desacelerar as queimadas e corte das árvores, pois esses impactos catalisam o aquecimento global.

O tema central do ODS 15 envolve a conservação dos ecossistemas terrestres, das florestas e da biodiversidade. Os objetivos e metas do ODS 15 são, sem via de dúvidas, os mais extensos. Isso envolve: (i) promover a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, de preferência, florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as tarefas decorrentes dos acordos internacionais; (ii) prover a implementação da gestão sustentável de todos os tipos de florestas, conter o desmatamento, restaurar florestas degradadas e aumentar o florestamento e o reflorestamento; (iii) combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e batalhar para alcançar um planeta neutro em termos de degradação do solo (ESTRATÉGIA ODS, 2021).

A preservação e/ou conservação não é a única preocupação existente. A reversão de danos já causados ao ambiente também deve ser uma prioridade. Conter o desmatamento é uma das principais missões do ODS 15, com o qual o Brasil possui muito envolvimento, dados os ataques constantes sofridos pelos biomas, Cerrado, Mata Atlântica e Floresta Amazônica, por exemplo. Quando ocorre o desmatamento nas áreas em geral, é muito comum ocorrer processos de desertificação, que devem ser detidos, com a finalidade de preservar a biodiversidade, incluindo espécies ameaçadas de extinção. Há também uma meta específica para eliminar a caça ilegal e o tráfico de espécies da fauna e da flora. Os valores dos ecossistemas e da diversidade biológica devem ser integrados aos processos de desenvolvimento e de redução da pobreza (ESTRATÉGIA ODS, 2021).

Dentre outros aspectos, a consecução dos objetivos do ODS 15 deve envolver: (i) assegurar a conservação dos ecossistemas montanhosos, incluindo a sua biodiversidade, para aprimorar sua capacidade de proporcionar benefícios, que são fundamentais para o desenvolvimento sustentável; (ii) tomar medidas cabíveis de alta urgência e significativas para reduzir a degradação de habitat naturais, impedindo a perda de biodiversidade; (iii) proteger e evitar a extinção de espécies ameaçadas; (iv)

assegurar uma repartição digna e equitativa dos benefícios derivados e facilitar o acesso adequado aos recursos genéticos; (v) tomar medidas urgentes para barrar a caça ilegal e o tráfico de espécies da flora e fauna protegidas, abordando tanto a demanda quanto a oferta de produtos ilegais da vida nas florestas; (vi) implantar medidas para evitar a introdução e reduzir de maneira significativa o impacto de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres e aquáticos, com a finalidade de controlar ou erradicar as espécies prioritárias (ESTRATÉGIA ODS, 2021).

Os biomas em geral pertencem ao grande conjunto do ambiente terrestre (litosfera), o qual é mais fácil de obter acesso pelos seres humanos. Ele engloba os mais variados ambientes, incluindo coberturas vegetais até as áreas urbanas. Contida na própria noção de ecossistema, está a ideia de ações danosas, geralmente provocadas pelo homem, podem causar um desequilíbrio capaz de afetar toda uma estrutura maior. Conforme preconizado no ODS 15, as florestas, por exemplo, compõem a parte mais essencial dos ecossistemas terrestres. A abundância de florestas pelo globo favorece a distribuição de oxigênio (essencial para a vida), aumenta os índices de precipitação, ou seja, fornece manutenção do clima (AZEVEDO, 2021).

Aproximadamente 1 bilhão e 600 milhões de pessoas dependem das florestas para a sua subsistência, incluindo 70 milhões de indígenas (os quais fazem parte da história da nação). No contexto do ODS 15, destaca-se que as florestas também são moradias de mais de 80% de todas as espécies terrestres de plantas e animais. Portanto, gerir as florestas de forma sustentável é preservar a biodiversidade, ou seja, o conjunto de todas as formas de vida. Fornecer manutenção e preservação das florestas é indispensável, visto que, embora a ciência tenha evoluído por um longo período, continua restando uma porcentagem ampla da biodiversidade a ser explorada. Das mais de 80 mil espécies arbóreas, menos de 1% foram pesquisadas para a identificação do seu uso potencial. Os micro-organismos e os invertebrados são essenciais para realizar os serviços que a natureza oferece aos humanos, por exemplo, na fabricação de bens de consumo não duráveis (alimentos e medicamentos). Porém, o desmatamento continua crescendo com o passar do tempo (AZEVEDO, 2021).

De acordo com a lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e Recursos Naturais (IUCN), em 2017, das mais de 5 mil espécies de

mamíferos, mais de 20% delas podiam ser consideradas ameaçadas de extinção. A modificação das florestas pela lavoura causa consequências extremamente graves, como a degradação do solo. Um exemplo clássico de degradação é a desertificação (IBGE, 2018).

Outro aspecto importante diz respeito a poluição atmosférica, provinda da emissão de gases estufa pela queimada das árvores das florestas, a qual não gera apenas patologias cardiorrespiratórias (Asma, Bronquite, Pneumonia etc.). (FIOCRUZ, 2019). Os impactos antrópicos podem causar danos extremamente graves, como o aumento da temperatura média da Terra, aumento dos índices de chuva ácida, tempestades devastadoras e o aumento da propagação de zoonoses, ou seja, doenças provindas de animais com potencial epidêmico e em muitos casos pandêmico. Gripe Suína, Gripe Espanhola, Gripe Aviária, Ebola, Peste Negra, SARS, MERS, Nipah, Hendra, Dengue, Zika, Doença de Chagas, Lepra, HIV, Toxoplasmose, Varíola e Covid-19. Essas são as principais zoonoses que foram emitidas através do desmatamento de florestas e extermínio de animais selvagens ao redor do globo durante o passar dos anos (PNUMA, 2020; SILVA; NASCIMENTO; AMARAL, 2020).

Ainda em conexão com o ODS 15, as florestas do bioma Mata Atlântica são, certamente, as principais responsáveis por fornecer a água que abastece a maior parte da população brasileira, a qual é originada das nascentes de rios e dos mananciais que estão ali localizados. Água para beber, água para irrigação das lavouras, água utilizada pelas usinas hidrelétricas, vapor d'água que as plantas emitem para a atmosfera e que será condensado para se transformar em chuvas. Ou seja, é de extrema importância a preservação das florestas para facilitar o acesso aos recursos que atendem as necessidades dos seres humanos, favorecendo a sua sobrevivência. As florestas são extremamente essenciais para manter um alto volume de chuva na região, fornecendo uma manutenção do clima, favorecendo o reuso da água pluvial para diversos fins, por exemplo transportá-la para estações de tratamento de água, utilizá-la na agropecuária e para a produção de energia elétrica (PORTAL G1, 2021).

O patrimônio natural brasileiro de grande porte implica em amplas oportunidades de desenvolvimento econômico em diversos setores, como no extrativista, biotecnológico, de turismo ecológico etc. Favorece também pesquisas e produção de

produtos alimentícios, fármacos e fitoterápicos. Entretanto, é enorme a necessidade de esforços de conservação em grande escala dessa vasta cobertura de vegetação nativa que se encontra dispersa em fragmentos de diferentes tamanhos. Após ser transmitida a importância da conservação e do uso sustentável do seu determinado patrimônio natural, o Brasil assumiu obrigações, através da adesão a tratados internacionais, como a Convenção da Diversidade Biológica (CDB), a Convenção de Áreas Úmidas (RAMSAR) e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC). Esses compromissos sempre demandaram não apenas a preservação e conservação de áreas naturais existentes, mas também a recuperação de ecossistemas degradados. É fato que o planeta está passando por modificações preocupantes nas últimas décadas e o ser humano é o principal responsável por realizar essas mudanças. Do agravamento do efeito estufa à possível extinção de mais de 1 milhão de espécies vegetais e animais, nossas ações sobre as florestas, ecossistemas e recursos ambientais já foram responsáveis por modificar 75% da superfície terrestre, segundo dados da ONU (BRIGHT CITIES, 2021).

A preservação do meio ambiente é algo indispensável pois é uma das principais formas de facilitar a sobrevivência da espécie humana. Portanto, é um dever que os próprios seres humanos não estão cumprindo. Vale a pena ressaltar o papel das florestas, as quais cobrem 30% do território do globo, sendo o lar de mais de 80% de todas as espécies vegetais e animais. Apenas as árvores são essenciais para absorver o carbono da atmosfera, um dos gases estufa mais nocivos e responsáveis pelo aquecimento global. As árvores são responsáveis por regular a umidade e a temperatura da Terra, protegendo inúmeros recursos vitais para a sobrevivência humana, como fontes de rios, alimentos e substâncias medicinais (BRASIL, 2017).

A principal consequência é aquela que mais ameaça a biodiversidade dos biomas é a extinção de uma espécie. Com a perda das primeiras espécies, o patrimônio genético é perdido, podendo prejudicar a dinâmica das relações tróficas entre os seres vivos que compõem a teia alimentar que inclui essa espécie. Dentre os fatores que mais ameaçam a biodiversidade, destacam-se as queimadas das florestas, a poluição de rios, do solo e do ar, a caça predatória e os desmatamentos. Os desmatamentos acabam com habitats de espécies que são dependentes deles para sobreviver. A

diminuição da biodiversidade afeta a sustentabilidade e a disponibilidade permanente dos recursos ambientais (CAMPANILI; SCHAFFER, 2010).

Em setembro de 2021 foi divulgado o estudo mais completo dos últimos anos sobre o bioma Mata Atlântica. O estudo realizado pelo MapBiomas (Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra na Mata Atlântica - Coleção 6.) mostra imagens de satélites, trazendo informações inéditas e detalhadas sobre o que ocorreu nos últimos 35 anos (1985 e 2020) na Mata Atlântica. O estudo tem como o principal desafio zerar o desmatamento no bioma onde vive mais de 70% da população brasileira. Entretanto, o bioma mais ameaçado do Brasil continua sofrendo uma enorme compressão pelas demandas de aproximadamente 150 milhões de pessoas. Restam apenas 25% da formação florestal, uma área equivalente aos territórios ocupados pelas pastagens; outras atividades econômicas respondem por aproximadamente 40% do espaço (MAPBIOMAS, 2021).

O levantamento do MapBiomas indica que bacias hidrográficas de alta importância da região possui uma cobertura florestal escassa, ao redor de apenas 20%. Um quarto da cobertura florestal da Mata Atlântica está sob preservação. Com isso, foram analisados todos os remanescentes florestais do bioma, incluindo partes do Piauí e Ceará. Os 465.711 km² remanescentes da Mata Atlântica são encontrados em 17 estados (a área contínua estende-se por apenas 15 estados). O mapeamento das transformações da Mata Atlântica demonstra que a cobertura florestal passou de 27,1% em 1985 para 25,8% em 2020. Atualmente, outros 25% são banhados por pastagens; 16,5% por mosaicos de agricultura e pastagens; 15% pela agricultura; 10,5% por formação de savana, entre outras (MAPBIOMAS, 2021).

A cobertura florestal se manteve estável nos últimos 30 anos, após um período de intenso desmatamento ocorrido entre 1985 e 1990. Entretanto, por trás dessa estabilidade, a perda de florestas maduras e a regeneração de matas jovens continuam ocultas. Entre 1985 e 2020 a perda de vegetação primária foi de 10 milhões de hectares. Nesse mesmo período, a área de vegetação secundária recebeu 9 milhões de hectares. Essa perda ainda pode ser vista em determinadas regiões do bioma, como as matas das araucárias do Paraná e ao norte de Minas Gerais, na fronteira com a Bahia. O mesmo procedimento ocorre em locais de campos naturais, como na divisa entre os

estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Entre 1985 e 2020, a perda de formações campestres foi de 28% (MAPBIOMAS, 2021).

Marcos Rosa, coordenador técnico do MapBiomas alerta que “A aparência estável da cobertura florestal da Mata Atlântica é um engano pois existe uma diferença de qualidade entre uma floresta em estágio clímax, madura, rica em biodiversidade e com carbono estocado, de uma área em restauração”. Além disso, uma área abandonada por quatro ou cinco anos já possui floresta em estágio inicial, porém na maioria dos casos ela é desmatada, evitando que essa floresta se restaure. Luís Fernando Guedes, coordenador responsável pelas equipes Mata Atlântica e Pantanal do MapBiomas afirma que “Devemos inibir essa tendência de devastação de florestas clímax e fomentar a manutenção das matas restauradas para promover os serviços ambientais prestados pelo bioma”. Na região da Mata Atlântica vivem mais de 70% dos brasileiros, que são dependentes dos serviços ambientais do bioma para manter a qualidade do ar, o abastecimento de água e energia. Estimular a restauração de florestas ao redor dos rios, áreas de nascentes e de recarga dos sistemas de abastecimento urbano reduz o risco hídrico para essa população (MAPBIOMAS, 2021, s. p.).

Uma parte desse processo já está em curso: as imagens de satélite demonstram recuperação em Áreas de Preservação Permanentes (APPs) ao redor dos rios, de preferência no interior de São Paulo e do Paraná, onde as pastagens foram substituídas pela agricultura, exemplificando a cana de açúcar. Segundo Marcos Rosa, coordenador técnico do MapBiomas,

As áreas de pastagem estavam ocupando até a borda dos rios, facilitando a erosão e o assoreamento dos cursos d'água. Com a substituição pela agricultura, a APP na margem dos rios foi respeitada e se restaurou - naturalmente ou com plantio de espécies nativas. Essa vegetação, a qual é mais presente no entorno das nascentes, é essencial para a qualidade e quantidade da água (MAPBIOMAS, 2021, s. p.).

Apesar de todos os fatos ocorridos, a situação de bacias hidrográficas de maior importância para o abastecimento de água desses estados, onde se localizam grandes centros urbanos, continua sendo preocupante. A maioria possui baixa cobertura vegetal e isso prejudica a produção de águas. A cobertura vegetal nativa da bacia do Paraná foi reduzida de 24% em 1990 para 19% em 2020. A bacia do Rio Grande também sofreu uma leve oscilação negativa, de 21% (1990) para 20% (2020). A bacia do Tietê passou

de 19% (1990) para 20% (2020). Paranapanema permaneceu estável em 23% em ambas as datas. A bacia do Paraíba do Sul oscilou levemente para cima (de 27% em 1990 para 29% em 2020). Segundo Marcos Rosa, coordenador técnico do MapBiomias,

O planejamento da restauração florestal da Mata Atlântica segundo as bacias hidrográficas é uma grande oportunidade para gestores públicos [...] Como metade da vegetação nativa da Mata Atlântica pertence às áreas privadas, políticas como a de Pagamento por Serviços Ambientais e criação de corredores possui papel estratégico para a restaurar e conservar o bioma (MAPBIOMAS, 2021, s. p.).

Nos últimos 35 anos, 12 estados perderam vegetação nativa. A Bahia foi o estado que teve a maior perda (com 9.642 km²), em segundo lugar ficou o Rio Grande do Sul (6.899 km²), em terceiro Santa Catarina (6.359 km²) e em quarto Paraná (com 3.744). A década que possuiu a maior recuperação de áreas florestais ocorreu entre 2000 e 2010, quando a Mata Atlântica recebeu 5.754 km² de florestas. Por duas décadas, desde 2000, o estado de São Paulo conseguiu manter o crescimento da área de florestas (MAPBIOMAS, 2021). O webinar completo encontra-se em: <https://www.youtube.com/watch?v=LWm63jNbib0>.

A partir do estudo realizado pelo MapBiomias sobre o bioma Mata Atlântica, torna-se indispensável retornar à questão levantada na introdução desta pesquisa: como a abordagem da restauração ecológica pode auxiliar para que o objetivo e metas do ODS 15 sejam mais amplamente aplicados na preservação e restauração da Mata Atlântica?

Certamente que “as leis e regulamentações governamentais podem contribuir da melhor forma para uma restauração eficaz, bem-sucedidas e em larga escala”, como afirmam Aronson et al. (2011, p. 690). Entretanto, a Agenda 2030 pautou-se em cinco áreas, em torno das quais orbitam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015). Suas inter-relações se encontram estampadas na Figura 29.

Figura 29: Dimensões da sustentabilidade utilizadas pela Agenda 2030.



Fonte: Nações Unidas Brasil (2015).

Segundo Silva (2021, p. 53),

[...] apesar de a responsabilidade pelo cumprimento dos Objetivos Globais, sabidamente, recair sobre os Estados-membros, muitas das temáticas contidas neles envolvem desafios locais, necessitando uma governança multinível, que envolva a administração pública em nível subnacional, empresas, Organizações da Sociedade Civil, Academia, fundações e institutos, movimentos sociais e os indivíduos sem organização formal, como voluntários, por exemplo. Com isso, advém a necessidade de se aplicar essa agenda global não somente em políticas públicas encabeçadas pelos entes governamentais, como também em ações empresariais e da sociedade civil.

Roma (2019, p. 39) endossa essa afirmação ao defender que o atingimento dos objetivos e metas da Agenda 2030 “requer um esforço coordenado não apenas ao nível das esferas governamentais, mas também da iniciativa privada, das ONGs e de toda a sociedade brasileira”, de maneira a permitir que o potencial dessa agenda global de induzir o desenvolvimento sustentável se concretize e provenham os benefícios almejados para a sociedade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo buscar aportes na literatura para discutir a aplicação da restauração ecológica na Mata Atlântica e, conseqüentemente, promover o atingimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 15, que integra a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

O Brasil é a nação com a maior riqueza de biodiversidade do globo. Possui clima e recursos capazes de favorecer a vida de diversas espécies em abundância. Entretanto, tem seguido um caminho oposto à vida que a humanidade costuma seguir permitindo a destruição de suas florestas e da sua rica biodiversidade. A restauração de áreas e ecossistemas degradados é algo de extrema urgência para reverter a tendência que provoca erosão genética, erosão dos solos e à perda exponencial dos recursos fundamentais para a manutenção da vida. Em algumas circunstâncias e localidades, o nível de degeneração já alcançou nível tão elevado que muitos fenômenos naturais são considerados irreversíveis e muitas espécies deixaram de existir. A restauração de ecossistemas possui busca restabelecer condições para o próprio ecossistema se reinventar e se curar.

O estudo mostrou que há diversas estratégias e modelos de restauração ecológica, onde o processo de recuperação, bem como os aspectos ambientais, sociais, econômicos, legais e culturais são levados em consideração. Ou seja, não faltam técnicas e modelos de restauração ecológica. No Brasil, o surgimento de iniciativas para o plantio de espécies nativas para fins econômicos revela-se um grande esforço no desenvolvimento de estratégias de recuperação de áreas degradadas. A prestação de serviços ambientais (PSA) pelas florestas está cada vez mais reconhecida e facilitam a multiplicação de ações, estratégias e desenvolvimento de modelos, no sentido de fornecer restauração ecológica para produção de serviços ambientais, envolvendo produção de água, biodiversidade, carbono etc.

Entretanto, a restauração ecológica é uma prática que ainda necessita de muitos avanços para que atinja a efetividade necessária, especialmente em regiões de ocorrência de florestas tropicais e subtropicais biodiversas, cujos remanescentes estão totalmente inseridos em paisagens fragmentadas e degradadas. Justamente nessas condições mais críticas, a restauração ecológica tem de ser muito mais do que a

aplicação de um simples pacote de técnicas silviculturais, acreditando-se que a diversidade biológica e os processos ecológicos serão restabelecidos por si só, em situações que já ultrapassaram o nível crítico da resiliência. Nesse contexto, a restauração ecológica deve assumir a difícil responsabilidade de restabelecer os processos ecológicos necessários ao estabelecimento de florestas viáveis, para que estas prestem os serviços almejados, sejam serviços ambientais, de conservação de biodiversidade, ou de fornecimento de produtos florestais, salvaguardando, assim, os interesses maiores da sociedade, a qual paga por esse tipo de investimento na forma de iniciativas públicas e privadas.

A pesquisa revelou que há um processo de recuperação da Mata Atlântica em curso atualmente, inclusive em estados populosos e densamente industrializados, como São Paulo. Concomitantemente, os esforços para o alcance de um desenvolvimento genuinamente sustentável incluem a restauração de florestas, na dimensão “Planeta”, como um de seus pilares.

Considerando que a Mata Atlântica é o bioma do Brasil que mais sofreu ações antrópicas, desde a interferência dos colonizadores, a partir do século XVI, até as últimas décadas, a possibilidade de incluir sua restauração nos esforços globais para o desenvolvimento sustentável figura como uma oportunidade valiosa de alinhamento entre ações locais e a transição para a sustentabilidade em escala global.

Entretanto, a recuperação desse bioma deve envolver um esforço coordenado tanto das esferas governamentais, como também da iniciativa privada, das ONGs e de toda a sociedade brasileira. Estas ações coadunam com o tema central da COP26, em que se discutiu a necessidade de preservar as florestas e restaurar as áreas degradadas, e onde foi assinado um acordo por representantes de quase 200 países, estabelecendo o ano 2030 como data limite para zerar o desmatamento.

Estudos futuros podem lançar luz à confluência entre os avanços observados nas localidades abrangidas pela Mata Atlântica e o atingimento das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, sobremaneira o ODS 15, por meio da confrontação entre dados oficiais e políticas públicas formuladas e implementadas à luz da Agenda 2030, nos estados em que o supramencionado bioma está presente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA 2030. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <<http://www.agenda2030.org.br/sobre/>>. Acesso em: 16 mar. 2021.
- AGROSATÉLITE. **Análise geoespacial da dinâmica das culturas anuais no bioma Cerrado: 2000 a 2014**. Florianópolis: Agrosatélite, 2015, 28 p.
- AGUIAR, L. et al. Cerrado Terra incógnita do século 21. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 330, p. 32-37, Out. 2015. Disponível em: <https://mosaicospv.com.br/2017/03/09/cerrado-terra-incognita-do-seculo-xxi/>. Acesso em: 12 mai. 2020.
- ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. Revista e Ampliada. Ilhéus, BA: Editora da UESC, 2016.
- ALMEIDA, F. **Os desafios da sustentabilidade, uma ruptura urgente**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- AMORIM, L. R. O Cerrado - meu, seu, nosso: cuidemos! In: Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas (Sustentare), 3., 2021, Campinas / Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade (WIPIS), 6., 2021, São Carlos. **Anais...**, Campinas / São Carlos: Sustentare / WIPIS, 2021.
- APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico**. 2. ed. São Paulo, Atlas, 2011.
- ARONSON, J. et al. Are socioeconomic benefits of restoration adequately quantified? A metaanalysis of recent papers (2000–2008) in Restoration Ecology and 12 other scientific journals. **Restoration Ecology**, v.18, n. 2, p.143-154, 2010.
<https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00638.x>
- ÁVILA, L. V.; MADRUGA, L. R. R. G.; BEURON, T. A. Planejamento e Sustentabilidade: O Caso das Instituições Federais de Ensino Superior. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 5,. N. 1, p. 18-32, Jan./Abr. 2016. Disponível em: <<http://www.revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/view/218>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

- AZEVEDO, J. **Restauração Florestal**: o que é e para que serve?. 2021. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/restauracao-florestal/>>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial**: Conceitos, Modelos e Instrumentos. 4. ed. São Paulo: Saraiva UNI, 2016.
- BARBOSA, R. T. Z. **As seis dimensões da sustentabilidade como abordagem para recomendações para a habitação unifamiliar baseadas nas diretrizes do selo casa azul**. 2013. 157 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Viçosa, Viçosa, 2013.
- BARBOSA, A. S. O Cerrado está extinto e isso leva ao fim dos rios e dos reservatórios de água. **Jornal Opção**, Goiânia, ed. 2048, 5 a 11 out. 2014. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/entrevistas/o-cerrado-esta-extinto-e-isso-leva-ao-fim-dos-rios-e-dos-reservatorios-de-agua-16970/>>. Acesso em: 26 out. 2021.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BBC NEWS BRASIL. **Amazônia**: O que ameaça a floresta em cada um de seus 9 países?. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-51377232>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in Western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 133, n. 3, p. 235-248. 2005. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2004.10.004>
- BELL, S.; MORSE, S. **Sustainability Indicators**: Measuring the Immeasurable? London, UK: Earthscan Publication, 2008.
- BIODIVERSIDADE, 34. **Mata Atlântica**: Patrimônio Nacional dos Brasileiros. Brasília: MMA, 2010. 408 p.
- BOFF, L. **Sustentabilidade O que é - O que não é**. 4º Ed. Petrópolis: Vozes, 2016.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.455-470, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000300010>

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 25 set. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (...) e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 25 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mata Atlântica**. 2019. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento.html. Acesso em: 02 jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Planaveg**: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Brasília, DF: MMA, 2017.

BRIGHT CITIES. **Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2021. Disponível em: <https://blog.brightcities.city/pt-br/confira-o-ebook-gratuito-sobre-os-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods-da-onu/>. Acesso em: 09 nov. 2021.

BRUNI, A. L. **Estatística aplicada à gestão empresarial**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2013.

BUTT, E. W. et al. Large air quality and human health impacts due to Amazon forest and vegetation fires. **Environmental Research Communications**, v. 2, n. 9, p. 095001, 2020. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/abb0db>

CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W. B. **Mata Atlântica**: manual de adequação ambiental. Brasília: MMA/SBF, 2010. Disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/handle/1/745>. Acesso em: 09 nov. 2021.

CARPANEZZI, A. A.; SANTAROSA, E. **Proteção e restauração ecológica de nascentes utilizando talhão facilitador diversificado**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/13310826/ID05.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

CAMPELO, E. **Recuperação de Área de Preservação Permanente de encosta com voçoroca com uso de leguminosas inoculadas**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/13310826/ID13.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2021.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico.** 2015. Disponível em: https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2015/11/Guia_de_arvores_com_valor_economico_Agroicone.pdf.

Acesso em: 11 jan. 2021.

CAVALCANTI, B. C.; BARROS, R. R. A. Desejos de Cidade – Imaginários Urbanos em Assentamentos Rurais numa Área de Reserva de Mata Atlântica Brasileira. **Horizontes Antropológicos**, Porto Alegre, ano 12, n. 25, p. 217-235, jan./jun. 2006.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** 9. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

CIMI – CONSELHO INDIGENISTA MISSIONÁRIO. **Violência Contra os Povos Indígenas no Brasil** – Dados de 2019. 2020. Disponível em: <https://cimi.org.br/wp-content/uploads/2020/10/relatorio-violencia-contra-os-povos-indigenas-brasil-2019-cimi.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2021.

CLEWELL, A.; ARONSON, J.; WINTERHALDER, K. **Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group.** The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, 2004. Disponível em: <https://floridalivingshorelines.com/wp-content/uploads/2015/05/Clewell.Aronson.Winterhalder.2004-SER-Primer.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.

COUTO, B.; MARASH, R. **Gestão por processos em sistemas de gestão da qualidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

CUNHA, B. P.; AUGUSTIN, S. (Orgs.). **Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais.** Caxias do Sul, RS: Educs, 2014.

DECAËNS, T. et al. Biodiversity loss along a gradient of deforestation in Amazonian agricultural landscapes. **Conservation Biology**, v. 32, n. 6, p. 1380-1391, August, 2018. <https://doi.org/10.1111/cobi.13206>

DE BENEDICTO, S. C. **Apropriação da Inovação em Agrotecnologias: estudo multicasos em universidades brasileiras.** 309 p. 2011. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

DOVERS, S. R.; HANDMER, J. W. Uncertainty, sustainability and change. **Global Environmental Change**, v. 2, n. 4, p. 262-276, 1992. [https://doi.org/10.1016/0959-3780\(92\)90044-8](https://doi.org/10.1016/0959-3780(92)90044-8)

DULLEY, R. D. Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais. **Agric.**, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 15-26, jul./dez. 2004. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/pdf/asp-2-04-2.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2021.

ELKINGTON, J. **Sustentabilidade** – Canibais com garfo e faca. São Paulo: Makron Books, 2012.

ESCOBAR, H. **Desmatamento da Amazônia dispara de novo em 2020**. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/desmatamento-da-amazonia-dispara-de-novo-em-2020/>. Acesso em: 01 jun. 2021.

ESTRATÉGIA ODS. **Por que o desenvolvimento sustentável é importante para todos?** 2021. Disponível em: <https://www.estrategiaods.org.br/por-que-o-desenvolvimento-sustentavel-e-importante-para-todos/?fbclid=IwAR1JwEnn7aeILQLDBH7YHX9jJviad4jQODcqdO3fDYTA-BQNPLoMjLaITbg>. Acesso em: 07 fev. 2021.

EVANGELISTA-VALE, J. C. et al. Climate change may affect the future of extractivism in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v.257, p.109093, may, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109093>

FEIL, A. A.; STRASBURG, A. A.; SCHREIBER, D. Análise dos eventos históricos para a concepção dos termos Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável. **Rede – Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 10, n. 1, p. 7-21, 2016.

FERNANTES, R. B. **As causas do novo ataque contra a Mata Atlântica**. 2020. Disponível em: <https://outraspalavras.net/outrasmidias/as-causas-do-novo-ataque-contra-a-mata-atlantica/>. Acesso em: 11 jan. 2021.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Queimadas na Amazônia e seus impactos na saúde: A incidência de doenças respiratórias no sul da Amazônia aumentou significativamente nos últimos meses. **3º Informe técnico do Observatório de Clima e Saúde**, Rio de Janeiro, 30 de setembro de 2019.

FONTANA, V.; REED, S. **Mais degradado que Cerrado e Amazônia, Pampa é o bioma menos protegido do país**. 2019. Disponível em:

<<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/10/degradacao-cerrado-amazonia-pampa-bioma-brasil-rio-grande-do-sul-vegetacao>>. Acesso em: 02 nov. 2021.

FRANCISCO. **Carta encíclica Laudato si'**: Sobre o Cuidado da Casa Comum. 1ª ed. São Paulo: Paulinas, 2015.

FUNDAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E A PROTEÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Recuperação florestal da muda à floresta**. São Paulo: Secretaria do Estado de Meio Ambiente, 2004.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. S. S.; BARBIERI, J. C. Desafios e perspectivas da sustentabilidade: caminhos e descaminhos na gestão empresarial. In: Encontro Internacional sobre Gestão Ambiental e Meio Ambiente, 9., São Paulo, 2007. **Anais...**, Curitiba: Engema, 2007.

GUILHON, V. V. **Indicadores de sustentabilidade urbana**: aplicação ao conjunto habitacional "Parque Residencial Manaus/AM". 2011. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GUIMARÃES, J. C. C.; SILVA, I M. M.; VAN DEN BERG, E. Recuperação de áreas mineradas sob o enfoque da reabilitação e da restauração ecológica. DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Orgs.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais**: 25 anos de experiência em matas ciliares. Lavras: UFLA, 2015. p. 529-567.

IAQUINTO, B. O. A sustentabilidade e suas dimensões. **Revista da Esmesc**, Florianópolis, v. 25, n. 31, p. 157-178, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.14295/revistadaesmesec.v25i31.p157>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa da Distribuição Regional da Vegetação Natural do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 2004a.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de biomas e de vegetação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em 22 de out. 2020.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. ODS #15: Vida terrestre - IBGE Explica. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Q5TYyD7HB8&t=203s>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. **Caatinga**. 2021. Disponível em: <https://bityli.com/GMakOO>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- INSTITUTO FLORESTAL. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **IF Série Registros**, n. 44., p. 1-38, ago. 2011.
- INCT. Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia. **Biodiversidade e produtos naturais (BioNat)**. 2021. Disponível em: <http://inct-bionat.iq.unesp.br/biomas/bioma-pampa/>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- IPIRANGA, A. S. R.; GODOY, A. S.; BRUNSTEIN, J. Introdução. **Revista de Administração Mackenzie** (Online), São Paulo, v. 12, n. 3, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1678-69712011000300002>
- JORNAL NACIONAL, São Paulo recupera parte da vegetação nativa do Estado. Reportagem exibida em 12 de agosto de 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=P4d4_CLA1ck
- KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A.; CARPANEZZI, A. A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, Campinas/SP. **Anais...**, Campinas/SP: Fundação Cargill, 1989. p. 130-143.
- KREUZER, M. R. **Geografia**. Curitiba: InterSaberes, 2017.
- LARANJEIRA, D.; REICHERT, L. M.; SILVA, D. R. Avaliação de impacto ambiental no bioma Mata Atlântica. In: Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 10., 2016, Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: PUC-RS, 2016.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. S. **A construção do saber**. Belo Horizonte: UFMG, 2007.
- LIMA, R. A. F. et al. The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. **Nature Communications**, v. 11, n. 6347, p. 1-16, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20217-w>
- MANSANO, S. R. V. Espaço urbano, natureza e relações sociais: por uma sustentabilidade afetiva. **Revista Psicologia: Teoria e Prática**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 49-59, jan.-abr. 2016. <http://dx.doi.org/10.15348/1980-6906/psicologia.v18n1p49-59>

MAPBIOMAS. **Mata Atlântica**: o desafio de zerar o desmatamento no bioma onde vivem mais de 70% da população brasileira. Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra na Mata Atlântica - Coleção 6. 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/mata-atlantica-o-desafio-de-zerar-o-desmatamento-no-bioma-onde-vivem-mais-de-70-da-populacao-brasileira-1>. Acesso em: 12 out. 2021.

MAPBIOMAS. **Biomass brasileiros**. 2020. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/midia/imagem/map-biomass-br>. Acesso em: 02 nov. 2021.

MARQUES, M. C. M. et al. Mata Atlântica: O desafio de transformar um passado de devastação em um futuro de conhecimento e conservação. In: PEIXOTO, A. L.; LUZ, J. R. P.; BRITO, M. A. (Orgs.). **Conhecendo a biodiversidade**. Brasília: MCTIC, CNPq, PPBio, 2016. p. 51-68.

MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2015. V. 1. 376 p.

MASCARENHAS, L. M. A. A tutela legal do bioma Cerrado. **Revista UFG**, Goiânia, v. 12, n. 9, dez. 2010. Dossiê Cerrado. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/694/o/09_Atuteladobiomacerrado.pdf. Acesso em: 22 out. 2021.

MEIRELES, G. B.; DE BENEDICTO, S. C.; SILVA, L. H. V. Impactos antrópicos na mata atlântica brasileira: a restauração ecológica e o ODS 15 como contrapontos ao estado atual do bioma. In: Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas (Sustentare), 3., 2021 / Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade (WIPIS), 6., 2021, Campinas, Piracicaba, São Carlos. **Anais...**, Campinas, Piracicaba, São Carlos: Sustentare / WIPIS, 2021.

MELLO, A. H.; FEITOSA, N. K. **Dinâmicas da ocupação territorial na Amazônia**: Reflexões sobre os impactos socioambientais pós-pandemia decorrentes do avanço do desmatamento. Unifesspa: Painel Reflexão em tempos de crise. 15 mai. 2020. Disponível em: <https://bityli.com/sJpU9Z>. Acesso em 08 jun. 2020.

MENEZES, C.; BORGES, G.; COSTA, K. **ODS 1 – Erradicação da pobreza**. 2019. Disponível em: <https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/2-erradicacao-da-pobreza.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021.

- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Amazônia Sustentável**: diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira. Brasília: MMA, 2008. 112 p.
- MORAES, L. F. D. et al. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.
- NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 23 fev. 2019.
- NOGUEIRA, J. C. B. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. **Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo**, n. 24, p. 1-71, 1977.
- OEKO. **Pantanal pressionado**. 2013. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/salada-verde/24023-pantanal-pressionado/>. Acesso em 01 jun. 2021.
- OKADO, G. H. C.; QUINELLI, L. Megatendências Mundiais 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): Uma reflexão preliminar sobre a “Nova Agenda” das Nações Unidas. **Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 109-110, jul./dez 2016. <http://dx.doi.org/10.18224/baru.v2i2.5266>
- OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 7. ed. Petrópolis, Vozes, 2016.
- OLIVEIRA, G. et al. Smoke pollution's impacts in Amazonia. **Science**, v. 369, p. 634.2-635, 2020. DOI: 10.1126/science.abd5942
- ORLANDI, P. E. **Análise de Discurso**: Princípios e Procedimentos. 6. Ed. São Paulo: Pontes, 2009.
- PACHECO, P. P. et al. A importância das ferramentas de gestão da qualidade na identificação de problemas organizacionais: estudo de caso em uma indústria do sul de Santa Catarina. In: POISSON (Org.). **Gestão da Produção em Foco - Volume 25**. Belo Horizonte: Poisson, 2018. p. 7-15.
- PASSARINHO, N. **COP26**: Os principais fracassos e vitórias do acordo final da cúpula sobre mudança climática. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-59274397>. Acesso em: 16 nov. 2021.
- PEIXOTO, A. L.; LUZ, J. R. P.; BRITO, M. A. (Orgs.). **Conhecendo a biodiversidade**. Brasília: MCTIC, CNPq, PPBio, 2016.
- PERALTA, C. E. A justiça ecológica como novo paradigma da sociedade de risco contemporânea. In: PERALTA, C. E.; ALVARENGA, L. J.; AUGUSTIN, S. (Orgs.).

Direito e justiça ambiental: diálogos interdisciplinares sobre a crise ecológica. Caxias do Sul, RS: Educs, 2014. p. 13-29.

PEREIRA, P. **Devastação na Mata Atlântica aumenta em oito Estados:** Em SP, exploração imobiliária é causa. 2021. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/sustentabilidade/devastacao-na-mata-atlantica-aumenta-em-oito-estados-em-sp-exploracao-imobiliaria-e-causa,eaad504d0517ee57afd6fa65c0a147bd1wvh7c5.html>. Acesso em: 11 jan. 2021.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C. Meio Ambiente, Impacto Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Conceituações Teóricas sobre o Despertar da Consciência Ambiental. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, Campinas Grande, v. 2, n. 4, p. 35-57, Set-Dez., 2012. <https://doi.org/10.18696/reunir.v2i4.78>

PIES, W.; GRÄF, C. O. Desenvolvimento Sustentável: uma análise a partir do método Safe. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 794-804, mai./ago. 2015. DOI: 105902/2236117015960

PLANETA BIOLOGIA. **Os principais biomas brasileiros.** 2021. Disponível em: <https://bityli.com/aVfNjp>. Acesso em: 31 mar. 2021.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **GEO Amazônia.** Perspectivas do meio ambiente na Amazônia. Brasília: PNUMA; OTCA 2008.

PNUMA - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **6 fatos sobre coronavírus e meio ambiente.** 2020. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/covid19/6-fatos-sobre-coronavirus-e-meio-ambiente/>. Acesso em: 16 jun. 2021.

PORTAL G1. **Cientistas divulgam o efeito da Mata Atlântica nos reservatórios de água para energia e saneamento.** 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2021/09/15/estudo-mostra-o-efeito-da-mata-atlantica-nos-reservatorios-de-agua-para-energia-e-saneamento.ghtml>. Acesso em: 27 set. 2021.

RELATÓRIO SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório Anual 2018.** 2018. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/11/RA_SOSMA_2018_DIGITAL.pdf. Acesso em: 31 maio 2020.

RELATÓRIO SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório Anual 2018**. 2019. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/11/RA_SOSMA_2018_DIGITAL.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2020.

RELATÓRIO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**: período 2019-2020. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. 2021. 89 p. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2021/05/SOSMA_Atlas-da-Mata-Atlantica_2019-2020.pdf>. Acesso em: 06 out. 2021.

REZENDE, T. V. F. D. **A conquista e a ocupação da Amazônia brasileira no período colonial: a definição das fronteiras**. 2006. 353 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

ROCHA, J. A.; PEREIRA, J. L. S. **Utilização ilegal de lenha e carvão vegetal como matriz energética em pizzarias**. 2016. Disponível em: https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Edicao_11_Rocha_Juliane_Andrade.pdf. Acesso em: 11 jan. 2021.

RODRIGUES, R. R.; MATHES, C. A. F.; TORRES, R. B. Metodologia usada na recomposição de mata de planalto após ocorrência de fogo, Santa Elisa, Campinas/SP. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 10., 1990, Campinas/SP. **Anais...**, Campinas: Unicamp/IAC, 1990.

ROMA, J. C. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e sua transição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 71, n. 1, p. 33-39, jan. 2019. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100011>

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100006>

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, Rio Grande, v. 1, n. 1, p. 1-15, jul. 2009.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. **Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993. p. 29-56.

- SANO, E. E. et al. Cerrado ecoregions: a spatial framework to assess and prioritize Brazilian savana environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, v. 232, p. 813-828, Feb. 2019. DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.11.108.
- SÃO PAULO. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **Instituto Florestal – Série Registros**, São Paulo, n. 44, p. 1-38, ago. 2011.
- SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 01-22, mar. 2014. DOI:10.1590/S1414-753X2014000100002
- SEMPER-PASCUAL, A. et al. Biodiversity loss in deforestation frontiers: Linking occupancy modelling and physiological stress indicators to understand local extinctions. **Biological Conservation**, v. 236, p. 281-288, Agust, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.050>
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2016.
- SILVA, L. H. V. **Aplicação e impactos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em grandes empresas privadas do setor industrial no Brasil**. 2021. 157 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) – PUC-Campinas, Campinas, 2021.
- SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 33, n. 13, p. 1703-1711, 1998.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**: período 2015-2016. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. 2017. 69 p.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica**. 2018. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/causas/>. Acesso em: 28 fev. 2018.
- SOS PANTANAL. **Entenda como o SOS Pantanal apoia a fauna e comunidades afetadas pelos incêndios no Pantanal**. Disponível em: <https://bityli.com/IYc3l0>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- SOUZA, M. D. et al. **Atributos físicos e químicos de área degradada tratada com lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. 6 p. (Circular Técnica 21). Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/13310826/ID11.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2021.

TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v. 148, n. 10, p. 2328-2340, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.005>

UFRS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **A agonia do Pampa: um panorama atual sobre a supressão da vegetação nativa campestre**. 2020. Disponível em: http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Agonia_do_Pampa.pdf. Acesso em 02 nov. 2021.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. Nova Iorque, UN. 2015. Disponível em: www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em: 12 out. 2015.

USP – Universidade de São Paulo. E-Disciplinas, apoio às disciplinas. **Ecologia da Restauração**. 2021. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/book/view.php?id=2438695&chapterid=20786>. Acesso em: 02 jun. 2021.

VAN BEELEN, H. M. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 67-87, jun. 2004. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2004000100005>

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2008.

VEIGA, J. E. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015.

VILELA, E. F.; CALLEGARO, G. M.; FERNANDES, G. W. **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019.

WCED – WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

WWF. **Restauração Ecológica no Brasil: Desafios e oportunidades**. 2017. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/restauracao_ecologica_1.pdf. Acesso em: 02 jun. 2021.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 5.^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.