



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PERÍCIAS AMBIENTAIS

Lauriane Kamila Santos Silva

Associação de métodos indiretos para a valoração econômica de danos ambientais, decorrentes de desflorestamentos: estudos de caso na Floresta Nacional do Jamanxim – PA.

Florianópolis
2020

Lauriane Kamila Santos Silva

Associação de métodos indiretos para a valoração econômica de danos ambientais, decorrentes de desflorestamentos: estudos de caso na Floresta Nacional do Jamanxim – PA.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Perícias Ambientais, da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Perícia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr.^a Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto

Coorientador: MSc. Kleber Isaac Silva de Souza.

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

SANTOS SILVA, LAURIANE KAMILA

Associação de métodos indiretos para a valoração econômica de danos ambientais, decorrentes de desflorestamentos : estudos de caso na Floresta Nacional do Jamanxim - PA / LAURIANE KAMILA SANTOS SILVA ; orientadora, Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, coorientador, Kleber Isaac Silva de Souza, 2020.

146 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Perícias Criminais Ambientais. 2. Valoração de danos ambientais. 3. Métodos indiretos. Método CATE. Método do Custo de Reposição. 4. Desflorestamento. 5. Floresta Nacional do Jamanxim / PA. I. Carvalho Pinto, Cátia Regina Silva de . II. Silva de Souza, Kleber Isaac. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Perícias Criminais Ambientais. IV. Título.

Lauriane Kamila Santos Silva

Associação de métodos indiretos para a valoração econômica de danos ambientais, decorrentes de desflorestamentos: estudos de caso na Floresta Nacional do Jamanxim – PA.

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

Prof^ª Dr^ª Marina de Medeiros Machado.
Universidade Federal de Ouro Preto

Prof. Dr. João de Deus Medeiros
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Perícia Ambiental

Prof. Dr. Roberto Fabris Goerl
Coordenador do Programa

Prof^ª Dr^ª Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto
Orientadora

MSc. Kleber Isaac Silva de Souza.
Coorientador

Florianópolis, 2020.

Este trabalho é dedicado a Deus e à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, a Deus, Senhor das minhas forças, meu escudo e fortaleza. Senhor de toda ciência e sabedoria, pois, Dele emana todo o conhecimento.

À minha família e, principalmente, à minha mãe, por acreditar em mim e sempre me apoiar, incondicionalmente. Pelas orações e súplicas a meu favor.

Ao meu esposo, pelo carinho e compreensão nessa jornada.

Aos meus professores do curso da pós-graduação, pela generosidade ao transmitir o conhecimento adquirido, pelo esforço em prol da pesquisa e do crescimento acadêmico da instituição.

À minha orientadora Cátia, por compartilhar de forma solidária o conhecimento, pela confiança e orientação científica.

Ao meu coorientador Kléber, pela disponibilidade e sugestões oportunas na construção deste trabalho.

“Então, disse Deus: Cubra-se a terra de vegetação: plantas que deem sementes e árvores cujos frutos produzam sementes de acordo com as suas espécies. E assim foi. A terra fez brotar a vegetação: plantas que dão sementes de acordo com as suas espécies, e árvores cujos frutos produzem sementes de acordo com as suas espécies. E Deus viu que ficou bom.”

(BÍBLIA, Gênesis, 1, 11-12, p. 5)

RESUMO

As unidades de conservação cumprem um papel significativo na preservação da biodiversidade. Os esforços para sua consolidação e implementação esbarram nos desafios impostos por segmentos da sociedade para exploração ilegal e não-sustentável dos recursos naturais, causando degradação ambiental, diminuindo o fornecimento de serviços ambientais, além de impactar, diretamente a qualidade do meio ambiente e bem-estar da população, gerando externalidades negativas ao coletivo. A inexistência de regramento institucional de uma metodologia objetiva, prática e simples para valoração dos danos ambientais, decorrentes da lavratura de autos de infração, oriundos de desflorestamento, implica em respostas evasivas aos órgãos competentes nas esferas cível e criminal, quanto aos impactos monetários causados ao meio ambiente, o que não é o desejável, pois leva à conclusão da ineficiência do órgão e favorecimento ao infrator, consolidando a crença de que o crime compensa. O objetivo do presente trabalho é associar métodos indiretos de valoração econômica ambiental, a partir do Método do Custo de Reposição (MCR), para determinação do valor de uso direto, e o Método dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), para determinação do valor de uso indireto. Os valores de uso direto para restauração florestal, custos de demolição e preço da madeira comercial foram obtidos na literatura e sítio oficial para o estado do Pará. Para a validação do método foram selecionadas as infrações ambientais contra flora, mais cometidas no município de Novo Progresso / PA, identificadas pelo IBAMA, e corroboradas pelas medidas cautelares de embargo aplicadas pelo ICMBIO, na FLONA do Jamanxim. A FLONA do Jamanxim foi selecionada para os estudos de caso em função dos seguintes quesitos: é a terceira unidade de conservação mais extensa do bioma Amazônia e a maior FLONA do estado do Pará, os mecanismos de proteção e gestão mostraram-se ineficazes para o alcance dos objetivos de sua criação, com ameaças recorrentes de alteração de seus limites, invasão ilegal e exploração ilegal de madeira, implicando, diretamente, na fragmentação do habitat e redução da biodiversidade, além dos prejuízos aos cofres públicos, na execução rotineira de operações de fiscalização, na perda de receita e atratividade econômica, em virtude da diminuição do estoque de madeira a ser comercializado com a concessão florestal. Os resultados obtidos pela equação matemática proposta mostraram-se objetivos e práticos, incorporando na matemática financeira conceitos ecológicos, impondo valores monetários proporcionais aos estágios de sucessão da floresta suprimida, bem como o valor indenizatório pela privação da sociedade pelo tempo decorrido sem usufruto dos benefícios ambientais do ecossistema florestal degradado. Além da disponibilização para download na internet, da planilha eletrônica, para a valoração econômica do dano ambiental, possibilitando ao profissional a visualização consolidada das variáveis da equação proposta, permitindo a otimização na identificação, inserção, cálculo e análise dos dados. Assim como a edição e atualização de valores dos custos de demolição, restauração florestal e madeira *in natura* ou serrada, dos intervalos temporais dos estágios sucessionais da vegetação, conforme a literatura e a variação dos preços de mercado.

Palavras-chave: Valoração de danos ambientais. Desflorestamento. Métodos indiretos. Método CATE. Método do Custo de Reposição. Floresta Nacional do Jamanxim.

ABSTRACT

Conservation units play a significant role in preserving biodiversity. Efforts for its consolidation and implementation face the challenges imposed by segments of society for illegal and unsustainable exploitation of natural resources, causing environmental degradation, reducing the supply of environmental services, in addition to directly impacting the quality of the environment and well-being of the population, generating negative externalities to the collective. The inexistence of institutional regulation of an objective, practical and simple methodology for valuing environmental damages, resulting from the drawing up of infraction notices, arising from deforestation, implies evasive responses to the competent bodies in the civil and criminal spheres, regarding the monetary impacts caused to the environment, which is not desirable, as it leads to the conclusion of the organ's inefficiency and favoring the offender, consolidating the belief that crime pays off. The objective of the present work is to associate indirect methods of environmental economic valuation, using the Replacement Cost Method (MCR), to determine the direct use value, and the Expected Total Environmental Costs Method (CATE), to determine the value indirect use. The values of direct use for forest restoration, demolition costs and price of commercial wood were obtained from the literature and official website for the state of Pará. For the validation of the method, environmental infractions against flora, most committed in the municipality of Novo Progresso, were selected. / PA, identified by IBAMA, and corroborated by the precautionary embargo measures applied by ICMBIO, on the Jamanxim FLONA. The Jamanxim FLONA was selected for the case studies in view of the following requirements: it is the third most extensive conservation unit in the Amazon biome and the largest FLONA in the state of Pará, the protection and management mechanisms proved to be ineffective in reaching of the objectives of its creation, with recurring threats of alteration of its limits, illegal invasion and illegal logging, directly implying in the fragmentation of habitat and reduction of biodiversity, in addition to the damage to public coffers, in the routine execution of inspection operations, in the loss of revenue and economic attractiveness, due to the decrease in the wood stock to be traded with the forest concession. The results obtained by the proposed mathematical equation proved to be objective and practical, incorporating ecological concepts in financial mathematics, imposing monetary values proportional to the succession stages of the suppressed forest, as well as the indemnity value for the deprivation of society for the time elapsed without enjoying the environmental benefits. degraded forest ecosystem. In addition to making the spreadsheet available for download on the internet, for the economic valuation of environmental damage, allowing the professional to have a consolidated view of the variables in the proposed equation, allowing optimization in the identification, insertion, calculation and analysis of data. As well as editing and updating values of demolition costs, forest restoration and fresh or sawn wood, of the time intervals of the successional stages of vegetation, according to the literature and the variation of market prices.

Keywords: Valuation of environmental damage. Deforestation. Indirect methods. CATE method. Replacement Cost Method. Jamanxim National Forest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Categorias de UC em maior número no bioma Amazônia	38
Figura 2 - Metas nacionais cumpridas pelo Brasil	40
Figura 3 - Atividades que deixam de ser realizadas pela escassez de recursos humanos.	42
Figura 4 - Comparação de área (km ²) por servidor no ICMBio e órgãos ambientais internacionais.....	43
Figura 5 - Quantidade de imóveis cadastrados como “posses” na Amazônia Legal.....	46
Figura 6 - Área dos imóveis cadastrados como “posses” na Amazônia Legal.....	46
Figura 7 - Taxas de desmatamento nas Unidades de Conservação da Amazônia Legal entre 2008 e 2015 e sua participação (%) no total do desmatamento na região.....	55
Figura 8 - Distribuição percentual do desmatamento, por estado, nas 50 Unidades de Conservação críticas da Amazônia Legal entre 2012 e 2015.....	56
Figura 9 - Distribuição do desmatamento (ha), por gestão e estado, nas 50 Unidades de Conservação críticas da Amazônia Legal entre 2012 e 2015.....	57
Figura 10 - As dez Unidades de Conservação mais desmatadas da Amazônia Legal entre 2012 e 2015.	58
Figura 11 - Decomposição dos valores de uso e não-uso dos recursos ambientais.	61
Figura 12 - Métodos de valoração e tipos de valores	63
Figura 13 - Desmatamento na Floresta Nacional do Jamanxim entre 2012 e 2015.....	68
Figura 14 - Localização da FLONA do Jamanxim.....	69
Figura 15 - Estimativa dos custos médios (R\$/metro linear) para instalação de aceiros e.....	88
Figura 16 - Tempo médio de duração dos projetos avaliados de acordo com a técnica empregada.....	88
Figura 17 - Estimativas do custo médio para implementação das técnicas de restauração (R\$/ha), segundo os cenários CAD e CAF.....	89
Figura 18 - Estado do Pará (área do estudo), com estradas, rios e Áreas Protegidas (Terra Indígena, Unidade de Conservação e Área Militar).	97
Figura 19 - Descrição dos métodos de restauração.	98
Figura 20 - Custos de restauração (R\$/ha) em diferentes métodos, sem exploração madeireira.	99
Figura 21 - Escala Comparativa. Relação danos ambientais diretos (d) e indiretos (i).....	102

Figura 22 – Infrações ambientais mais cometidas no município de Novo Progresso, de acordo com autuações realizadas pelo IBAMA.	106
Figura 23 – Planilha eletrônica para valoração de danos ambientais, decorrentes de desflorestamento.....	108
Figura 24 – Descrição das sentenças matemáticas para o cálculo do CATE e DAI.	109
Figura 25 - Embargos aplicados pelo ICMBIO, no período de 2008 a 2019, no território nacional.....	111
Figura 26 – Números de embargos realizados pelo ICMBIO na Amazônia Legal.....	112
Figura 27 - Infrações ambientais mais cometidas na FLONA do Jamanxim / PA, nos anos de 2008 a 2019.	113
Figura 28 – Planilha eletrônica para cálculo dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), utilizado pelo MPMT.	116
Figura 29 - Planilha eletrônica para cálculo dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), utilizado pelo MPMT, com base na TAXA SELIC.....	116
Figura 30 - Planilha eletrônica para valoração do dano ambiental, para a infração descrita no estudo de caso 01.....	121
Figura 31 - Planilha eletrônica para valoração do dano ambiental, para a infração descrita no estudo de caso 02.....	124
Figura 32 – Planilha eletrônica para valoração do dano ambiental, para a infração descrita no estudo de caso 03.....	127
Figura 33 - Custos de restauração (R\$/ha) em diferentes métodos, sem exploração madeireira.	145

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das categorias das unidades de conservação, objetivos, conselho e titularidade.....	30
Quadro 2 - Comparativo das metas estipuladas para o período de 2017 a 2019.....	31
Quadro 3 - Escala Comparativa. Relação danos ambientais diretos (d) e indiretos (i).	66
Quadro 4 - Estágios sucessionais definidos no Sistema Capoeira Classe.....	82
Quadro 5 - Preços mínimos praticados no mercado madeireiro, no estado do Pará.	101
Quadro 6 - Preços das madeiras apreendidas (R\$/m ³).....	123
Quadro 7 - Comparação entre valorações de danos a florestas com a utilização individual do MCR e CATE.....	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área em hectares de Florestas Públicas destinadas e não destinadas.....	34
Tabela 2 - Quantidade de unidades de conservação federais, do bioma Amazônia, que possuem Plano de Manejo e Conselho Gestor.....	36
Tabela 3 - Unidades de conservação, nos Biomas do Brasil.	37
Tabela 4 - Passivo de áreas particulares, dentro das UC federais, para regularização fundiária.	51
Tabela 5 - Custo estimado para indenizações de terras privadas dentro das UC federais.....	52
Tabela 6 - Recursos financeiros aplicados em regularização fundiária entre 2009 e 2012.....	53
Tabela 7 - Ranking das mais extensas Florestas Nacionais federais no bioma Amazônia.	68
Tabela 8 - Resumo da Estimativa do Volume por Grupo de Espécies Comerciais (Grupo de Valor da Madeira), para Árvores com DAP \geq 10 cm, para a FNJ.....	74
Tabela 9 - Estimativas para o Número de Árvores, Volume e Área Basal por Hectare, por Tipologia Florestal, por Classe Diamétrica.	75
Tabela 10 - Zonas Definidas para a FLONA do Jamanxim.	76
Tabela 11 - Custos de demolição e remoção de entulhos.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACP	Ação Civil Pública
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
ARIE	Área de Relevante Interesse ecológico
CATE	Custos Ambientais Totais Esperados
CDB	Convenção da Diversidade Biológica
CCDRU	Contrato de Concessão de Direito Real de Uso
CGFPU	Cadastro Geral das Florestas Públicas da União
CNFP	Cadastro Nacional de Florestas Públicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONABIO	Comissão Nacional da Biodiversidade
COP	Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica
CR - 10	Coordenação Regional 10
CRF	Custo de Restauração Florestal
DAI	Dano Ambiental Irreversível
DETER	Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real
DFS	Distrito Florestal Sustentável
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESEC	Estação Ecológica
FLONA	Floresta Nacional
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
IBAMA	Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis e Não-Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IMAZON	Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCR	Método dos Custos de Reposição
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MP	Medida Provisória
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MONA	Monumento Natural
MPF	Ministério Público Federal
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Pará
PAOF	Plano Anual de Outorga Florestal
PARNA	Parque Nacional
PAS	Plano Amazônia Sustentável
PFE	Procuradoria Federal Especializada

PF	Polícia Federal
PM	Plano de Manejo
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PRAD	Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas
PRONABIO	Programa Nacional da Diversidade Biológica
RAPPAM	Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management
RDS	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
REBIO	Reserva Biológica
REFAU	Reserva de Fauna
RESEX	Reserva Extrativista
RL	Reserva Legal
RO	Rondônia
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RVS	Reserva de Vida Silvestre
SAMGe	Sistema de Análise e Monitoramento de Gestão
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
SEMAS	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SER	Society for Ecological Restoration
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
STF	Superior Tribunal Federal
STJ	Superior Tribunal de Justiça
TCU	Tribunal de Contas da União
TRJ	Taxa real de juros
UC	Unidade de Conservação
US	Uso Sustentável
VNU	Valor de não-uso
VERA	Valoração econômica do recurso ambiental
VU	Valor de uso
VUD	Valor de uso direto
VUI	Valor de uso indireto
WWF-Brasil	World Wide Fund For Nature - Brasil
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	JUSTIFICATIVA	21
1.2	OBJETIVOS	22
1.2.1	Objetivo Geral.....	22
1.2.2	Objetivos Específicos	23
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1	RESPONSABILIDADE CIVIL E O DANO AMBIENTAL.....	24
2.1.1	Infrações ambientais e a Ação Civil Pública	25
2.2	SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.....	27
2.3	CADASTRO NACIONAL DE FLORESTAS PÚBLICAS.....	32
2.3.1	As Florestas Nacionais.....	35
2.4	A EFETIVIDADE DA GESTÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS NO BIOMA AMAZÔNIA	36
2.4.1	Recursos Humanos	42
2.4.2	Relação da ocupação e grilagem de terras na Amazônia.....	43
2.4.3	Regularização fundiária e consolidação territorial das unidades de conservação federais.....	50
<i>2.4.3.1</i>	<i>Procedimentos para a regularização fundiária no ICMBio.....</i>	<i>53</i>
2.4.4	Ranking das UC mais desmatadas da Amazônia Legal.....	54
2.5	VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS	58
2.5.1	Valor Econômico dos Recursos Ambientais.....	60
2.6	MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL.....	61
2.6.1.1	Método Direto	61
2.6.1.2	Método Indireto	62
2.6.1.2.1	Método dos Custos de Reposição (MCR)	62

2.6.1.2.2	Método CATE	63
2.6.1.2.3	Cálculo do Dano Ambiental Intermitente ou Intercorrente	64
2.6.1.2.4	Cálculo do Dano Ambiental Contínuo	64
2.6.1.2.5	Cálculo do Dano Ambiental Irreversível.....	66
2.7	A FLONA NACIONAL DO JAMANXIM.....	67
2.7.1	Aspectos gerais	69
2.7.2	Histórico de criação da FLONA do Jamanxim.....	70
2.7.2.1	<i>O Distrito Florestal Sustentável da BR 163</i>	72
2.8	CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO DA FLONA DO JAMANXIM	73
2.8.1	Inventário Florestal	74
2.8.2	Zoneamento da FLONA do Jamanxim	76
2.9	SUCESSÃO ECOLÓGICA.....	78
2.9.1	Estágios sucessionais da vegetação no estado do Pará	79
2.10	RESTAURAÇÃO FLORESTAL	83
2.10.1	CUSTOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO BIOMA AMAZÔNIA..	85
3	MATERIAS E MÉTODOS.....	90
3.1	TAXA SOCIAL DE RETORNO DO CAPITAL	91
3.2	CUSTOS DE DEMOLIÇÃO DE ESTRUTURAS.....	94
3.3	CUSTOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ	97
3.4	VALOR DA MADEIRA COMERCIAL	100
3.5	FATOR DE CONVERSÃO (F i/d)	102
3.6	CUSTOS AMBIENTAIS TOTAIS ESPERADOS – CATE.....	103
3.7	LEVANTAMENTO DAS INFRAÇÕES AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO / PA	104
3.8	PLANILHA DE VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS, DECORRENTES DE DESFLORESTAMENTOS.....	106
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	110

4.1	INFRAÇÕES AMBIENTAIS MAIS COMETIDAS E A COBRANÇA DA REPARAÇÃO DO DANO AMBIENTAL	110
4.2	VARIÁVEIS DA EQUAÇÃO MATEMÁTICA	114
4.3	PLANILHA DE VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS	118
4.4	ESTUDOS DE CASO	119
4.4.1	Estudo de Caso 1	119
4.4.2	Estudo de Caso 2	122
4.4.3	Estudo de Caso 3	125
5	CONCLUSÃO	130
6	RECOMENDAÇÕES FUTURAS	133
	REFERÊNCIAS	134
	ANEXO A – Custos de restauração florestal (R\$/ha) em diferentes métodos, sem exploração madeireira.	145

1 INTRODUÇÃO

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade foi criado pela Medida Provisória nº 366/2007, convertida na Lei nº 11.516/2007, com objetivos de executar as ações definidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, cabendo a ele propor, gerir, implantar, fiscalizar, monitorar e proteger as unidades de conservação na esfera federal (BRASIL, 2007).

As unidades de conservação cumprem um papel significativo na preservação dos recursos naturais relevantes a diversos setores da sociedade, tais como: turismo, produção de fármacos, geração de energia, por exemplo. A natureza pública e gratuita, da maior parte dos bens e serviços ambientais prestados pelas Unidades de Conservação (UC), implica em menor assimilação pelo usuário do seu valor e internalização dos custos nos processos produtivos da economia nacional (MEDEIROS et al., 2011).

Durante a Conferência das Nações Unidas, no ano de 1992, o Brasil tornou-se signatário de um dos mais importantes tratados internacionais sobre o meio ambiente, assumindo compromissos com o objetivo de cumprir três objetivos: a conservação da diversidade biológica, o uso sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios resultantes do uso de recursos genéticos (MMA, 2017).

Mesmo com o empenho do Governo Federal para cumprir as metas acordadas na CDB, com a criação de novas unidades de conservação, a sua implementação e consolidação esbarram nos desafios da regularização fundiária, recursos humanos, dentre outros, impedindo o cumprimento efetivo dos objetivos que fundamentaram sua criação (MEDEIROS et al., 2011).

De acordo com a publicação do Ministério do Meio Ambiente sobre o potencial econômico das unidades de conservação para a economia nacional, o valor dos bens e serviços ambientais fornecidos pelas UC ultrapassam os investimentos do Poder Público para sua preservação, como exemplos de benefícios temos: a diversificação do uso da água pelos cidadãos, na geração de energia elétrica, onde 80% das hidrelétricas do País têm pelo menos um tributário a jusante de unidade de conservação; a captação de água para consumo humano e para irrigação da agricultura que são captadas de fontes dentro ou a jusante de unidades de conservação; a capacidade produtiva das Florestas Nacionais e Estaduais, com estimativas de

gerar, anualmente, entre R\$ 1,2 bilhão a R\$ 2,2 bilhões, mais do que toda a madeira nativa atualmente extraída no país, no modelo de concessão florestal (MEDEIROS et al., 2011).

Em que pese todo o potencial das unidades de conservação, o Tribunal de Contas da União – TCU, no ano de 2013, realizou uma auditoria referente à governança das 107 unidades de conservação instituídas pela União, no bioma Amazônia, constatando pontos vulneráveis na gestão desses espaços protegidos, que inviabilizam a implementação e consolidação das UC, principalmente o passivo referente à regularização fundiária e ausência de planos de manejo (TCU, 2013).

A apropriação ilegal de terras públicas na Amazônia é um fato recorrente num cenário de disputas por áreas e recursos naturais, onde invasores iniciam um ciclo de uso e ocupação da terra. ARAÚJO et al. (2017), pesquisadores do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), publicaram o ranking das 50 unidades de conservação mais desmatadas na Amazônia Legal, contabilizando 229,9 mil hectares de supressão ilegal de vegetação nativa, nos períodos de 2012-2015, com os estados do Pará e Rondônia concentrando 49,8% e 38,9% das áreas desmatadas, respectivamente.

A experiência na rotina administrativa, no julgamento dos autos de infração, no âmbito da Coordenação Regional 10 (CR 10) / ICMBio, demonstrou a carência de metodologia para a valoração dos danos ambientais, decorrentes do desmatamento e ocupação ilegal de terras públicas, principalmente, nas demandas do Ministério Público Federal (MPF) e subsídios técnicos para proposição de Ação Civil Pública (ACP) pela Procuradoria Federal Especializada (PFE) junto ao ICMBio. Não basta, apenas, a apresentação de PRAD, para restauração florestal, uma vez que os prejuízos referentes às perdas dos serviços ambientais não estão sendo cobrados do infrator.

Embora, não haja consenso na literatura científica sobre a melhor metodologia a ser utilizada, variando caso a caso e conforme a quantidade de dados disponíveis, a valoração econômica é uma ferramenta importante para o desenvolvimento sustentável, atribuindo valores monetários aos bens e serviços ambientais, colocando em evidência problemas socioeconômicos que devem ser discutidos por gestores ambientais, na formulação de políticas públicas, visando o uso e a recuperação da qualidade ambiental e o bem-estar humano, além de limitar a exploração desordenada ao internalizar os custos dos recursos naturais no processo produtivo (MOTTA, 1997).

Nesse contexto, o presente trabalho propõe a associação dos Método de Custo de Reposição (MCR), para estimativa dos valores de uso direto dos recursos florestais e demolição de estruturas e retirada de entulhos, e do Método CATE para valoração do uso indireto, referente aos parâmetros para determinação do fator de conversão para valoração dos serviços ambientais providos pelo ecossistema florestal, no bioma Amazônia, a partir de autos de infração tipificados como ilícitos contra a flora e danos à unidade de conservação, tais como desmatamento, exploração de madeira, impedimento da regeneração natural da vegetação nativa e ocupação em áreas não passíveis de regularização fundiária, na Floresta Nacional do Jamanxim.

A aplicação de um método de valoração econômica de forma clara, prática e proporcional quanto aos valores monetários da degradação ao meio ambiente, garante subsídios técnicos para a tomada de decisão para proposição da ação civil pública pelo ICMBio. Bem como, o aceite pelo Poder Judiciário, por instituições públicas ou privadas, de metodologia onde sejam adotados critérios mais claros e objetivos para a fixação da quantia indenizatória para reparação dos danos ambientais.

1.1 JUSTIFICATIVA

As unidades de conservação são alvos da intensa exploração ilegal de madeira, conversão do uso do solo para a pastagem, grilagem de terras e ocupação humana desordenada em virtude da escassez de recursos humanos, reduções sucessivas na destinação de fundos voltados para a proteção dos espaços protegidos, regularização fundiária dispendiosa, enfraquecimento da política ambiental, aliado ao aumento exponencial da demanda por produtos madeireiros, expansão da fronteira agropecuária e sob influência de projetos de infraestrutura. A exploração econômica dos recursos naturais acima da capacidade de reposição da natureza causa degradação ambiental, diminui o fornecimento de serviços ecológicos e gera externalidade negativa, onde os custos sociais superam os custos privados, beneficiando somente o empreendedor e não o bem-estar coletivo, imputando à sociedade todo o prejuízo causado pelo interesse pessoal de um grupo ou indivíduo.

A identificação das infrações ambientais é o primeiro passo para apuração dos ilícitos e danos na esfera administrativa e posterior cobrança do infrator, embora seja de conhecimento

público o alto percentual de inadimplência nos pagamentos das multas ambientais, apesar das operações de fiscalização que Governo Federal tem realizado, concentrando as ações na região do Arco do Desmatamento, que abrange o sul do estado do Amazonas até porções do estado do Maranhão, para combater as infrações ambientais nas áreas de competência federal e, supletivamente, nas áreas de competência dos governos estaduais. A inexistência de regramento institucional para a valoração econômica dos danos ambientais implica em respostas evasivas aos órgãos competentes nas esferas cível e criminal, quanto aos impactos monetários causados ao meio ambiente.

Na ausência de uma metodologia clara e prática, observa-se a indicação de compensação dos danos através da doação de bens e serviços a serem executados ou beneficiados pela unidade de conservação, o que não é o desejável, pois leva à conclusão da ineficiência do órgão e favorecimento ao infrator, consolidando a crença de que o crime compensa. Além de desacreditar as ações de fiscalização na certeza dos infratores da prescrição na cobrança efetiva da multa administrativa e a postergação da exigência da reparação dos danos ambientais. Nesse contexto, é fundamental uma metodologia adequada, de fácil aplicação e entendimento pelos servidores do órgão e operadores do direito, para valoração econômica dos danos ambientais, subsidiando as ações civis públicas instadas por instituições públicas ou privadas, informando à sociedade o custo da degradação ambiental e cobrança do débito pela União.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é a associação de métodos indiretos: Método do Custo de Reposição (MCR) e o Método dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), para quantificar o valor do dano ambiental e subsidiar a tomada de decisão na propositura de Ação Civil Pública pelo ICMBio e demais instituições públicas ou privadas, de forma eficaz e objetiva e, efetivamente, auxiliar os interessados no cumprimento do dever de exigir a reparação do dano ambiental, em ecossistemas florestais.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar as variáveis de valor de uso direto, referentes aos custos de demolição das estruturas, restauração florestal e valor comercial das madeiras apreendidas;
- b) Demonstrar a aplicação do fator de conversão e correção para o uso indireto, nos ilícitos ambientais descritos nos estudos de caso;
- c) Elaborar planilha eletrônica, demonstrando a aplicação da equação matemática, para valoração de danos ambientais decorrentes do desflorestamento, servindo como um arquivo base para inserir ou modificar as variáveis definidas, de forma rápida e sucinta, disponibilizando-a na rede mundial de computadores;
- d) Apurar as infrações ambientais mais cometidas no município de Novo Progresso / PA, onde localiza-se, integralmente, a FLONA do Jamanxim, objeto dos estudos de caso;
- e) Aplicar a equação matemática proposta em estudos de caso, provenientes de autos de infração lavrados, decorrentes de danos ambientais diretos, desflorestamentos e construção de estruturas em áreas não passíveis de regularização fundiária, no interior da Floresta Nacional do Jamanxim – PA.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESPONSABILIDADE CIVIL E O DANO AMBIENTAL

A responsabilidade civil é um importante instrumento de defesa do meio ambiente, obrigando aquele que o altera a recuperar o que foi degradado, e/ou com efeito cumulativo de indenizar a coletividade pelos prejuízos sofridos.

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) alçou o meio ambiente como direito fundamental do ser humano, difuso e indisponível, cabendo ao Poder Público e à sociedade o dever de proteger e preservá-lo para as gerações seguintes, além de impor a responsabilização penal e administrativa, vedando qualquer utilização que comprometa os atributos dos territórios especialmente protegidos, independente das ações para reparar os danos ambientais causados.

De acordo com o art. 14, §1º, da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) (BRASIL, 1981), a responsabilidade ambiental é objetiva e independe de culpa.

Art 14 - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores: (...).

§ 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente. (BRASIL, 1981).

No entanto, de nada adianta todos esses dispositivos legais para a proteção do meio ambiente se não houver efetiva aplicação do princípio poluidor-pagador nas agressões à biota. Desse modo, para o efetivo cumprimento da proteção ambiental, infere-se que para a recuperação do meio ambiente ora degradado, a reparação do dano deve ser integral, de forma a restabelecer a condição anterior.

Para MARQUES (2011), atualmente, o processo para reconstituir o ambiente degradado revela-se insatisfatório, pois não há como auferir com exatidão os danos causados ao ecossistema afetado. Além disso, o cálculo para a completa reparação dos danos deveria ser similar à indenização de patrimônio particular, no qual somar-se-ão os custos para recomposição do ambiente + lucro cessante ambiental + depreciação + dano moral (se couber).

Certamente, a prioridade de recuperação do local degradado prevalece sobre a indenização em dinheiro, mesmo sendo destinados a fundos em prol do meio ambiente.

Nesse sentido, por meio da Súmula nº 629, o Superior Tribunal de Justiça (STJ) firmou o entendimento de que a reparação integral do dano compreende a cumulação das obrigações de fazer, de não fazer e indenização pecuniária, revertendo à sociedade os benefícios econômicos auferidos com a atividade ilícita, em detrimento do meio ambiente. Outro ponto relevante destacado por MARQUES (2011), é a dificuldade em quantificar os prejuízos pelas perdas dos serviços ambientais prestados pela natureza, interrompidos desde a data do ilícito até sua recomposição nas mesmas condições da que foi suprimida, como por exemplo, o desmatamento, tipificado nas infrações contra a flora, onde a supressão da vegetação afeta os processos ecológicos, diminuindo a qualidade ambiental, impactando diretamente o bem estar das populações locais, até mesmo em nível global.

Apesar da escassez de dados científicos e de procedimentos para mensurar essas “perdas”, a omissão na estimativa dos prejuízos causados pela ação do degradador, não é justificativa para a não indicação de um valor para pleitear a indenização, desestimulando o infrator na reincidência de novas infrações. Portanto, diante da recusa do responsável pela degradação em promover, às próprias custas, a recuperação do dano ambiental, é dever do Poder Público agir em defesa do meio ambiente e exigir, em juízo, o cumprimento de ações necessárias para a reparação da degradação ambiental, caso contrário, poderá ser réu ao invés de autor da ação, sob pena de responsabilização civil da União por omissão.

2.1.1 Infrações ambientais e a Ação Civil Pública

Tanto o ICMBio quanto o IBAMA, são autarquias federais, subordinadas ao MMA, que possuem dentre seus objetivos a missão de executar ações direcionadas para a proteção das unidades de conservação. Dentre as ações dessas instituições públicas, a fiscalização ambiental é a linha de frente, que exerce o poder de polícia, indicando as sanções administrativas, nos termos do artigo 70, da Lei nº 9605/1998, regulamentada pelo Decreto nº 6.514/2008 (BRASIL, 2008).

Após a constatação do ilícito ambiental, por meio de utilização de diversas ferramentas e formas de detecção, tais como, imagens de satélites disponibilizadas pelo Instituto Nacional

de Pesquisas Espaciais (INPE), Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), e outras instituições ou organizações não-governamentais, bem como vistorias em campo e através de canais de atendimento ao cidadão, para formalização de denúncias, o órgão ambiental competente formaliza a ocorrência mediante a lavratura do auto de infração, dando início ao processo sancionador ambiental, onde as sanções aplicadas serão homologadas ou não.

Na finalização do julgamento do auto de infração, a autoridade julgadora competente, poderá determinar a recuperação ambiental da área, através da apresentação de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Caso o autuado não cumpra a determinação, o ICMBio ingressará com Ação Civil Pública - ACP, em defesa do meio ambiente, por meio da Procuradoria Federal Especializada (PFE).

A recuperação do dano ambiental não é penalidade administrativa prevista no artigo 70, da Lei nº 9605/1998, mas, responsabilidade civil. Por isso, quando o interessado não atender à notificação da autoridade administrativa para reparação do dano é necessário ingressar com Ação Civil Pública, para o Poder Judiciário instá-lo a fazer, sem prejuízo da aplicação da infração formal por descumprimento de notificação administrativa, nos termos do artigo 80, do Decreto nº 6514/2008.

A legitimidade do ICMBio decorre da Lei Federal 7.347/1985, que em seu artigo 5º, inciso IV, legitima as autarquias para proposição de ação civil pública e, internamente, a Portaria ICMBIO nº 07, de 31 de janeiro de 2014, que delega ao coordenador regional a competência para manifestação conclusiva acerca do interesse da autarquia na propositura e no ingresso em ações judiciais de qualquer natureza, ouvida a Procuradoria (MMA, ICMBio, 2014, p. 5).

A ACP poderá ser proposta tanto pelo órgão ambiental responsável, a qualquer tempo, quanto pelos Ministério Público Federal ou Estadual, como parte no processo ou, obrigatoriamente, como fiscal da lei, pois são informados, oficialmente, da existência do ilícito ambiental, para apuração na esfera penal e cobrança da reparação do dano.

Neste momento, o papel do servidor concentra-se nos subsídios técnicos a serem fornecidos para PFE, fundamentando a ACP, para os pedidos de:

a) Desocupação da área e demolição das edificações existentes, com remoção dos entulhos resultantes da ação; haja vista, sua permanência ser a perpetuação dos danos

ambientais existentes e a total incompatibilidade entre a ocupação e manutenção das estruturas, de acordo com as limitações administrativas impostas pela categoria de manejo na qual está inserida;

b) Elaboração do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, com cronograma de execução e monitoramento, a ser analisado e aprovado pelo órgão ambiental competente. O PRAD a ser apresentado deverá obedecer ao disposto na Instrução Normativa ICMBIO nº 11/2014, que estabelece os procedimentos técnicos a serem observados em sua elaboração;

c) Proibição de novas construções e supressão de vegetação nativa na área;

d) Remoção dos animais domésticos e plantas exóticas inseridas na propriedade, nas unidades de conservação de proteção integral;

e) Cálculo do valor monetário do dano ambiental causado, se possível.

Tais disposições legais conferem ao ICMBIO legitimidade para promover as medidas necessárias para defesa dos interesses da unidade de conservação, nos quais se incluem os interesses difusos.

2.2 SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

No Brasil, o artigo 225, da Constituição da República, fixou a incumbência ao Poder Público em “definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos”, imputando a todos o dever de protegê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1998).

Além das unidades de conservação, a Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), são exemplos de espaços territoriais protegidos, dotados de regramentos específicos, com limitações administrativas, onde quaisquer atividades antrópicas devem ser autorizadas pelo Poder Público.

O artigo 2º, da Lei nº 9.985/2000, define o conceito de unidade de conservação como:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. (BRASIL, 2000)

Os incisos II e III, do artigo 3º, da Lei nº 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, traz as definições de APP e RL:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa; (BRASIL, 2012)

Com a publicação da Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, a União regulamentou o artigo 225, da Constituição Federal, estabelecendo um conjunto de normas e diretrizes para a criação, implantação e gestão desses espaços protegidos (BRASIL, 2000), sendo composto por unidades de conservação federais, estaduais, municipais e particulares, classificados em doze categorias de manejo, com diferentes níveis de proteção e formas de uso dos recursos naturais.

De acordo com o MMA, o SNUC é um dos modelos de conservação mais aprimorados a nível global, idealizado para maximizar o potencial social e econômico das UC, de forma a garantir a representatividade de amostras da biodiversidade no território nacional, aliando a conservação da natureza às inúmeras possibilidades de usos do solo e dos recursos naturais, no desenvolvimento socioambiental desses espaços protegidos, refletindo na qualidade de vida das populações tradicionais afetadas e na sociedade como um todo.

O Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, regulamentado pelo Decreto nº 99.274/1990, teve origem e previsão legal na PNMA, com a função de estruturar a gestão ambiental nacional, com as participações dos órgãos e entidades da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios responsáveis pela proteção, melhoria e recuperação da qualidade ambiental no Brasil.

A composição do CONAMA foi alterado pelo Decreto nº 9.806/2019, reduzindo a quantidade de 96 membros para 23, com a justificativa de “manutenção da proporção existente entre os vários segmentos componentes do colegiado e o agrupamento dos Estados” (MMA, 2019). De acordo com Ministério do Meio Ambiente, na nova configuração, o Conselho será composto por oito representantes do governo federal, cinco de governos estaduais, representando uma região geográfica, dois de governos municipais, quatro de entidades ambientalistas de âmbito nacional e dois de entidades empresariais.

O SNUC classifica as categorias das UC em dois grupos: as de Proteção Integral, admitindo, apenas, o uso indireto dos recursos naturais, e as de Uso Sustentável, visando o uso racional de uma parcela dos seus recursos naturais, conforme demonstrado no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Classificação das categorias das unidades de conservação, objetivos, conselho e titularidade.

Grupo	Categoria	Definição e/ou Objetivo (s)	Conselho	Titularidade
Proteção Integral	Estação Ecológica (ESEC)	Preservação da natureza, visitas educacionais e pesquisa científica.	Consultivo	Posse e domínio da União.
	Reserva Biológica (REBIO)	Preservação integral da biota e visitas educacionais	Consultivo	Posse e domínio da União.
	Parque Nacional (PARNA)	Preservação do ecossistema, pesquisas científicas, educação ambiental, lazer e e turismo ecológico.	Consultivo	Posse e domínio da União.
	Monumento Natural (MONA)	Preservação de sítios naturais raros e visitação pública.	Consultivo	Particular, se estiver de acordo com os objetivos da UC
	Refúgio da Vida Silvestre (RVS)	Preservar ambientes naturais para proteção da flora e fauna local. Permitida visitação pública.	Consultivo	Particular, se estiver de acordo com os objetivos da UC
Uso Sustentável	Floresta Nacional (FLONA)	Exploração sustentável de florestas nativas. São permitidas a visitação, pesquisa científica e a permanência de populações tradicionais residentes antes da criação da UC.	Consultivo	Posse e domínio da União.
	Reserva Extrativista (RESEX)	Proteger os meios de vida e a cultura das populações tradicionais e garantir o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.	Deliberativo	Área de domínio da União, cedidas mediante emissão do Contrato de Concessão de Direito Real de Uso - CCDRU.
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)	Área ocupada por populações tradicionais, cuja sobrevivência depende de sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais.	Deliberativo	Área de domínio da União, cedidas mediante emissão do Contrato de Concessão de Direito Real de Uso - CCDRU. As áreas particulares, serão desapropriadas, <i>se necessário</i> .
	Reserva de Fauna (REFAU)	Área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.	Consultivo	Posse e domínio da União.
	Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)	Conservar os ecossistemas naturais de importância regional ou local, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.	Consultivo	Públicas e privadas
	Área de Proteção Ambiental (APA)	Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.	Consultivo	Públicas e privadas
	Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)	Área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica	Consultivo	Privadas

Fonte: BRASIL, (2000). Elaborado pela autora (2019).

Um dos fatores inovadores da lei é a participação da sociedade civil como estratégia para conservação a longo prazo, com a criação dos conselhos deliberativos e consultivos, garantindo às populações tradicionais e sociedade civil, representatividade na gestão das unidades de conservação, além da possibilidade da criação de corredores ecológicos e mosaicos de UC, inclusive, com criação de Núcleo de Gestão Integrada (NGI), arranjo organizacional adotado pelo ICMBio, dada a proximidade física e ações conjuntas executadas pelas unidades, visando a otimização de recursos humanos e financeiros.

Outro ponto com destaque no SNUC é a exigência da elaboração do Plano de Manejo (PM) da unidade de conservação, documento técnico e instrumento de planejamento, legalmente instituído, fundamental para a definição do zoneamento, normas de uso e infraestrutura necessária à sua gestão, considerando seus limites, a zona de amortecimento e corredores ecológicos, além de promover ações para a sua inserção no contexto socioeconômico das comunidades do entorno, com integração de diversos atores locais, proporcionando uma sensação de pertencimento e apropriação do bem coletivo. A Lei nº 9.985/2000 estipula o prazo de cinco anos para a elaboração do plano de manejo, a partir da data de criação da UC.

Apesar da determinação legal para a confecção do PM, apenas 58,68% dos 334 espaços protegidos, possuem planos de manejo publicados (ICMBIO, 2019), comprometendo a gestão e, conseqüentemente, os motivos que ensejaram a sua criação. Contudo, no Relatório de Gestão, o ICMBIO traz os principais desafios e resultados encontrados para a gestão das UC no ano de 2018. Para o cumprimento de um dos objetivos estratégicos do órgão, no caso, “contribuir para a integração e para o fortalecimento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação”, um dos indicadores foi o total de UC com Plano de Manejo publicado, ultrapassando a meta estipulada em comparação com o ano de 2017 e com previsão ambiciosa para o ano corrente (Quadro 2).

Quadro 2 - Comparativo das metas estipuladas para o período de 2017 a 2019.

Indicador	2017		2018		2019
	Previsto	Realizado	Previsto	Realizado	Meta
UC com PM aprovado	184	182	190	195	208

Fonte: ICMBIO, 2018, p. 32.

Ademais, o órgão reconhece que houve avanços na sistematização de procedimentos internos, como a publicação da Portaria nº 1.163, de 27 de dezembro de 2018, que trata do roteiro metodológico para elaboração de plano de manejo, com consequências positivas quanto ao alcance das metas institucionais.

2.3 CADASTRO NACIONAL DE FLORESTAS PÚBLICAS

O Cadastro Nacional de Florestas Públicas – CNFP, foi instituído pela Lei Federal nº 11.284/2006, que trata da gestão de florestas públicas no Brasil, e é uma ferramenta para otimizar a gestão florestal, a fim de fornecer uma base consolidada de dados georreferenciados, para fundamentar a destinação de florestas públicas, de forma transparente, abrangendo o Cadastro Geral das Florestas Públicas da União (CGFPU) e os Cadastros de Florestas Públicas dos estados, do Distrito Federal e dos municípios. O artigo 2º, do Decreto 6.063/2007 determina a inclusão no CGFPU, as terras indígenas, unidades de conservação, florestas localizadas em imóveis urbanos ou rurais que estão em nome da União, de autarquias, de fundações, de empresas públicas e de sociedades de economia mista, florestas públicas em áreas militares, as quais são incluídas no CGFPU apenas quando autorizadas pelo Ministério da Defesa, assim como as florestas públicas federais plantadas após março de 2006, não localizadas em reserva legal ou em unidades de conservação, que podem ser cadastradas mediante consulta ao órgão gestor da floresta.

Para garantir que as florestas públicas sejam utilizadas de forma racional, visando compatibilizar a preservação do meio ambiente com a exploração sustentável dos seus recursos naturais e geração de benefícios socioambientais, a Lei Federal nº 11.284/2006, prevê três possibilidades gestão que são:

- 1) Através da criação de florestas nacionais, estaduais ou municipais e a sua gestão direta, nos moldes do SNUC, de responsabilidade dos órgãos ambientais competentes;

- 2) Destinação não onerosa¹ para populações tradicionais, mediante a criação de RESEX ou RDS, e cessão de uso por meio da CCDRU², bem como atendimento às diretrizes do Programa Nacional de Reforma Agrária e outras formas previstas em Lei e;
- 3) Por meio de contratos de concessão florestal, das unidades de manejo previstas no Plano Anual de Outorga Florestal.

Na Lei Federal nº 11.284/2006, as florestas públicas são definidas como florestas naturais ou plantadas, localizadas nos diversos biomas brasileiros, identificadas como bens sob o domínio da União, dos estados, do Distrito Federal, dos municípios ou das entidades da administração indireta. Atualmente, o Brasil possui 309,69 milhões de hectares de florestas públicas³, equivalente a 36,3% do território brasileiro, com 284,98 milhões de hectares no bioma amazônico, seguido do cerrado com 17,35 milhões de hectares.

Do total da área de florestas públicas, 1,02 milhão de hectares de florestas nacionais e 477 mil hectares de florestas estaduais, totalizando 26 unidades de manejo florestal sustentável, são áreas sob concessão florestal, conforme os dados atualizados do Cadastro Nacional de Florestas Públicas – CNFP (2018).

O Serviço Florestal Brasileiro (SFB) classifica as florestas públicas em três tipos: 1) Florestas públicas do Tipo A (FPA); 2) Florestas Públicas do TIPO B (FPB) e 3) Florestas Públicas do TIPO C (FPC), sendo que nesta última não é realizada a concessão florestal.

1. Florestas Públicas do TIPO A (FPA) - São florestas que apresentam destinação e dominialidade específica como as Unidades de Conservação da Natureza, as Terras Indígenas, os Assentamentos Rurais Públicos, as áreas

¹ A destinação não onerosa de florestas públicas, de forma, não onerosa significa que não envolve pagamentos ao governo pelo uso dos recursos (IFT, 2012). Disponível em: <<http://ift.org.br/wp-content/uploads/2014/11/Informativo-T%C3%A9cnico-2.pdf>>.

² A CDRU é um contrato assinado pelo poder público e pela associação representativa dos moradores ou produtores da comunidade local que dá o direito de uso da terra. O contrato tem tempo de validade, mas pode ser renovado para que os herdeiros das famílias reconhecidas sejam também beneficiados, desde que cumpram as regras do contrato. A CDRU é uma ferramenta de regularização fundiária aplicada em UCs e em assentamentos diferenciados previstos no Programa Nacional de Reforma Agrária. Com a CDRU, os assentados e beneficiários de UCs têm o direito real de uso, ou seja, podem desenvolver as atividades necessárias para sua reprodução sociocultural e econômica, desde que tais atividades estejam de acordo com os instrumentos de gestão destas áreas. Estes instrumentos podem ser o plano de manejo para as RESEX e as RDS, ou o Plano de Desenvolvimento Sustentável dos Assentamentos (PDSA) para os assentamentos. Mesmo com a CDRU, a titularidade da terra permanece em nome do Poder Público (IFT, 2012, p. 11). Disponível em: < <http://ift.org.br/wp-content/uploads/2014/11/Informativo-T%C3%A9cnico-2.pdf>>.

³Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/cadastro-nacional-de-florestas-publicas/127-informacoes-florestais/cadastro-nacional-de-florestas-publicas-cnfp/1670-cadastro-nacional-de-florestas-publicas-atualizacao-2018>>.

- militares e outras formas de destinação previstas em lei. São destinadas à proteção e conservação do meio ambiente e uso de comunidades tradicionais
2. Florestas Públicas do TIPO B (FPB) - São as florestas localizadas em áreas arrecadadas pelo Poder Público, mas que ainda não foram destinadas.
 3. Florestas Públicas do TIPO C (FPC) - São as florestas localizadas em áreas de dominialidade indefinida, comumente chamadas de terras devolutas. (SF, 2019)

A situação atual das florestas públicas cadastradas no Brasil foi atualizada pelo SFB em janeiro de 2019, onde 79% foram destinadas⁴ e 21 % não destinada⁵ (Tabela 1).

Tabela 1 - Área em hectares de Florestas Públicas destinadas e não destinadas inseridas no CNFP.

Tipo de Floresta	União (Área em ha)	Estados (Área em ha)	Municípios (Área em ha)	Total
Destinadas	198.057.391	46.903.841	157.829	245.119.061
Não Destinadas	42.383.431	22.187.596	0	64.571.027
Total	240.440.822	69.091.437	157.829	309.690.088

Fonte: CNFP (2018).

Até o final de 2018, as categorias, por tipo de uso das Florestas Públicas, representavam 37,2% em Terras Indígenas, 8,9% em Unidades de Conservação de uso comunitário, 26,7% em Unidades de Conservação, 4,8% em Assentamentos, 21,4 % de Glebas não destinadas, além de 1% de áreas militares e outros (CNFP, 2018).

O MMA atua como poder concedente, com competência para elaborar as diretrizes para a gestão das florestas públicas. Na estrutura do MMA, existem 02 órgãos que atuam, conjuntamente, para a concessão florestal, no interior das UC. O ICMBio, como órgão gestor das UC federais, é o responsável pela fiscalização e elaboração do plano de manejo das FLONA, delimitando as áreas passíveis para exploração florestal. No processo de concessão florestal, o IBAMA atua como órgão licenciador e fiscalizador dos Planos de Manejo Florestais Sustentáveis, objetos das licitações. Para habilitação da UC, é fundamental a existência de PM

⁴Florestas Públicas destinadas são aquelas que possuem dominialidade pública e uma destinação específica, correspondente à Floresta Pública Tipo A (FPA), a exemplo das localizadas nas Unidades de Conservação, nas Terras Indígenas e nos Assentamentos. (SFB, 2018, p. 17) Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/4087-relatorio-de-gestao-de-florestas-publicas-2018/file>>

⁵Florestas Públicas não destinadas são aquelas que, embora possuindo dominialidade pública, ainda não foram destinadas à utilização pela sociedade, por usuários de serviços ou bens públicos ou por beneficiários diretos de atividades públicas. Também são denominadas Florestas Públicas Tipo B (FPB), (SFB, 2018, p. 17) Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/4087-relatorio-de-gestao-de-florestas-publicas-2018/file>>

para a concessão florestal. A gestão da concessão florestal fica a cargo do SFB, subordinado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com a competência de conduzir o processo de outorga florestal, gestão e monitoramento do contrato de concessão florestal com o concessionário.

O Plano Anual de Outorga Florestal (PAOF), discrimina as unidades de manejo florestal, a serem exploradas no ano, com exclusão das florestas públicas não aptas ou com restrições legais para a concessão florestal, que não apresentem conflitos fundiários, tais como: grilagem de terras públicas, exploração ilegal de madeira ou pretensão de posse por populações tradicionais, além da existência de viabilidade econômica para a exploração florestal (IFT, 2012).

Atualmente, os estados do Pará e Rondônia abrigam as seis FLONAS sob regime de concessão florestal: Floresta Nacional do Jamari (RO), Floresta Nacional de Jacundá (RO), Floresta Nacional de Caxiuanã (PA), Floresta Nacional de Altamira (PA), Floresta Nacional Saracá-Taquera (PA) e Floresta Nacional de Crepori (PA), totalizando uma área de 1.018.671,85 ha mediante contratos para concessão florestal, com dez empresas, por um período de 40 anos.

No Plano de Outorga Florestal para o ano de 2020, há previsão de 3,8 milhões de ha, de áreas habilitadas para concessão, localizadas nos estados do Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, São Paulo e Santa Catarina (MAPA, PAOF, 2019).

2.3.1 As Florestas Nacionais

A Floresta Nacional é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos naturais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas. Essa UC, de uso sustentável, é de posse e domínio públicos, devendo as áreas particulares inseridas nos seus limites serem desapropriadas. A permanência de populações tradicionais que a habitavam no momento de sua criação é permitida, bem como a visitação pública e pesquisa científica incentivadas, de acordo com o regulamento e plano de manejo da unidade, onde será definido o zoneamento, com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade

possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz. Além da existência de um conselho consultivo, presidido pelo gestor do espaço protegido e constituído de órgãos públicos, organizações da sociedade civil e das populações residentes (BRASIL, 2000).

Na base de dados do CNUC (MMA, 2019), consta que a Amazônia possui 60 UC, na categoria Floresta, sendo 26 Florestas Estaduais e 34 Florestas Nacionais, correspondendo a 312.555,75 km² de área protegida.

As Florestas Nacionais (FLONAS) representam 4,22% do território amazônico. Das 34 FLONAS, apenas 11 (32,35%) possuem Plano de Manejo, que é um instrumento de planejamento e gestão. Enquanto, 22 (64,71%) das UC apresentam conselho consultivo (Tabela 2). O estado do Pará é o que possui maior número de FLONAS, 14 no total. No entanto, é no estado do Amazonas que está localizada a Floresta Nacional do Amazonas, a maior FLONA do país.

Tabela 2 - Quantidade de unidades de conservação federais, do bioma Amazônia, que possuem Plano de Manejo e Conselho Gestor.

UF	Nº de UC's	Possui Plano de Manejo	Não possui Plano de Manejo	Possui Conselho Gestor	Não possui Conselho Gestor	Área (km ²)
PA	14	6	8	10	4	65.491,14
AM	11	3	8	5	6	92.947,06
AC	3	0	3	2	1	4.290,24
RO	3	2	1	2	1	5.434,81
RR	2	0	2	2	0	4.290,27
AP	1	0	1	1	0	4.603,60
Total	34	11	23	22	12	177.057,12

Fonte: CNUC, 2019. Acesso em 01 de setembro de 2019.

2.4 A EFETIVIDADE DA GESTÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS NO BIOMA AMAZÔNIA

As unidades de conservação são redutos significativos de amostras da biodiversidade nos biomas, sendo este definido como um complexo de vida composta pela fauna, flora e vegetação, com variáveis homogêneas, resultando numa heterogeneidade biológica única (IBGE, 2019).

Os biomas brasileiros são formados pela Amazônia, Pantanal, Cerrado, Caatinga, Pampas e a Mata Atlântica (MMA, 2019).

A Amazônia é o maior bioma do Brasil e ocupa cerca de 49% do território nacional, abrangendo os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e parte dos

estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso. Além da grandeza de sua área, a Amazônia possui a maior bacia hidrográfica e floresta tropical úmida do planeta, abrigando uma biodiversidade impressionante, além dos estoques minerais e madeireiros (MMA⁶, 2019).

De acordo com o MMA (2019), estão cadastradas 2.412 unidades de conservação, nas esferas federal, estadual e municipal, das quais 1004 UC encontram-se no bioma Amazônia. As unidades desse bioma ocupam 1.178.370 km² e representam 28,06% da área total das UCs federais no Brasil. A Mata Atlântica é o segundo maior bioma em quantidade de UC, com 1.364 espaços protegidos, seguidos dos biomas Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal (⁷Tabela 3).

Tabela 3 - Unidades de conservação, nos Biomas do Brasil.

Bioma	Área Bioma			
	(km ²) ¹	Área UC Federal (km ²)	Área UC/Bioma (%)	Nº de UC's ²
Amazônia	4.199.073	1.178.370	28,06	351
Mata Atlântica	1.118.224	106.670	9,54	1364
Cerrado	2.040.285	170.017	8,33	438
Caatinga	828.080	73.481	8,87	201
Pampa	175.955	5.529	3,14	33
Pantanal	151.331	6.950	4,59	25
Total	8.512.979	1.541.017	18,1³	2412

Notas: ¹ MMA, 2019. ² UC com sobreposição. ³ referente a % da área total dos biomas (km²).

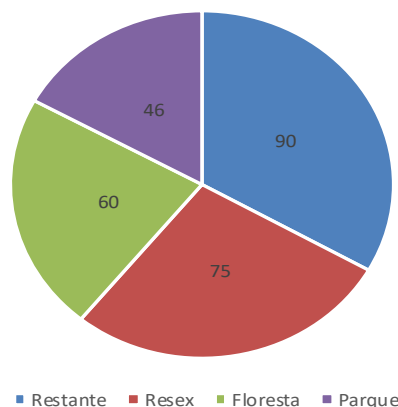
Fonte: MMA, dados do CNUC, atualizados em 01/07/2019.

As categorias de maior ocorrência no bioma Amazônia, especificamente, as UC federal e estadual, são as Reservas Extrativistas, as Florestas e os Parques, somando 75, 60 e 46 unidades, respectivamente, enquanto as demais categorias correspondem a 90 UC (Figura 1).

⁶ Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia.html>

⁷ Disponível em: https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80229/CNUC_JUL19%20-%20C_Bio.pdf

Figura 1 - Categorias de UC em maior número no bioma Amazônia
Demonstrativo das UC's, federal e estadual, no
bioma Amazônia



Fonte: MMA, CNUC (2019). Elaborado pela autora, 2019.

O Brasil é signatário da Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica (CDB), ratificada pelo Governo Federal desde o ano de 1994, onde diversos países assumiram compromissos para o alcance dos objetivos para a:

“conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, mediante, inclusive, o acesso adequado aos recursos genéticos e a transferência adequada de tecnologias pertinentes, levando em conta todos os direitos sobre tais recursos e tecnologias, e mediante financiamento adequado”. (BRASIL, 1992)

No artigo 2º, a CDB define a diversidade biológica como:

‘variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (BRASIL, 2000).

E, reforça que a “exigência fundamental para a conservação da diversidade biológica é a conservação *in situ* dos ecossistemas e dos habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies no seu meio natural, bem como as “medidas *ex situ*, preferivelmente no país de origem, desempenham igualmente um importante papel”.

A CDB, no artigo 8º, recomenda aos países signatários a manutenção de um sistema de áreas protegidas, além de traçar prioridades globais e políticas para a conservação *in situ* da biodiversidade:

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

- a) Estabelecer um sistema de áreas protegidas ou áreas onde medidas especiais precisem ser tomadas para conservar a diversidade biológica;
- b) Desenvolver, se necessário, diretrizes para a seleção, estabelecimento e administração de áreas protegidas ou áreas onde medidas especiais precisem ser tomadas para conservar a diversidade biológica; (CDB, 1994)

Em 2010, na cidade de Nagoya, Província de Aichi, no Japão, foi realizada a 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-10), resultando na aprovação das Metas de Aichi, Plano Estratégico da Biodiversidade para o período de 2011 a 2020, onde foram definidas 20 metas, agrupadas em cinco macros objetivos estratégicos para deter a redução da biodiversidade global (MMA⁸, 2019).

A Meta 11 de Aichi, estabelece como finalidade a ampliação de espaços protegidos:

“Até 2020, pelo menos 17% das áreas terrestres e de águas continentais e 10% das áreas marinhas e costeiras, especialmente áreas de especial importância para biodiversidade e serviços ecossistêmicos, terão sido conservados por meio de sistemas de áreas protegidas geridas de maneira efetiva e equitativa, ecologicamente representativas e satisfatoriamente interligadas e por outras medidas espaciais de conservação, e integradas em paisagens terrestres e marinhas mais amplas”.

Com a publicação da Resolução CONABIO n° 06, de 03 de setembro de 2013, o Brasil resolve fixar as metas nacionais de biodiversidade para o período de 2011 a 2020, discriminando as prioridades, os percentuais a serem cumpridos pelo país e implementados pelos órgãos executores, tendo como marco flexível as Metas de Aichi Plano Estratégico de Biodiversidade 2011 a 2020. Na Meta Nacional 11: em 30% do Bioma Amazônia, 17% dos demais biomas terrestres e 10% das áreas marinhas e costeiras, nas categorias de manejo previstas no SNUC e outras áreas legalmente protegidas, tais como: APP, RL e TI.

“Até 2020, serão conservadas, por meio de unidades de conservação previstas na Lei do SNUC e outras categorias de áreas oficialmente protegidas, como APPs, reservas legais e terras indígenas com vegetação nativa, pelo menos 30% da Amazônia, 17% de cada um dos demais biomas terrestres e 10% de áreas marinhas e costeiras, principalmente áreas de especial importância para biodiversidade e serviços ecossistêmicos, assegurada e respeitada a demarcação, regularização e a gestão efetiva e equitativa, visando garantir a interligação, integração e representação ecológica em paisagens terrestres e marinhas mais amplas”.

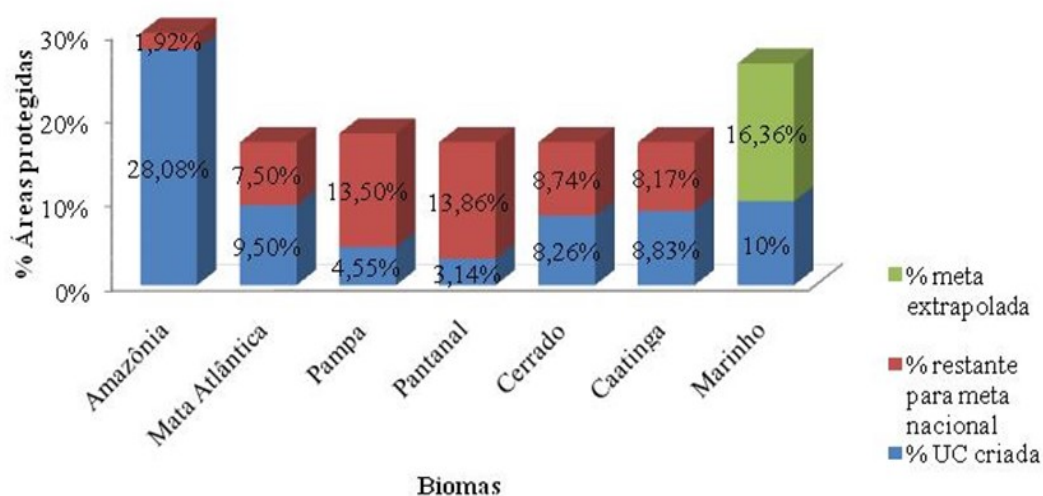
⁸ Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/perguntasfrequentes.html?catid=33>>

Segundo Jenkins e Joppa (2009, p. 2170), no período de 2003 a 2008, as áreas protegidas brasileiras corresponderam a 74% do total criado no planeta. De modo geral, o Brasil já cumpriu a Meta de Aichi 11, com 18,60% da área continental protegida e 26,45% da área marinha protegida (CNUC, 2019), se considerarmos a meta no contexto do comprometimento global.

Com a criação de quatro unidades de conservação marinhas⁹, o total de áreas protegidas somam 92.584.798,96 de hectares, aumentando o percentual de 1,5% para 26,36% do bioma marinho legalmente instituído, extrapolando as metas fixadas e possibilitando ao Brasil o cumprimento do objetivo para este bioma (Figura 2).

Se contabilizarmos somente as áreas das unidades de conservação, para atendimento da Meta Nacional 11, a maior parte dos biomas brasileiros (Figura 2), dificilmente, será alcançada, com exceção da Amazônia, a depender de atos do Poder Público para a criação de novas UC até o ano de 2020.

Figura 2 - Metas nacionais cumpridas pelo Brasil



Fonte: MMA (2019). Elaborado pela autora (2019).

O ICMBio é responsável pela gestão de cerca de 78,9 milhões de hectares (ha) terrestres (aproximadamente 9,1% do território brasileiro) e 92,5 milhões de ha marinhos

⁹Unidades de Conservação criadas pelo DECRETO Nº 9.313, DE 19 DE MARÇO DE 2018: a) APA do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, e b) MONA do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Além das criadas pelo DECRETO Nº 9.312, DE 19 DE MARÇO DE 2018: c) APA do Arquipélago de Trindade e Martim Vaz, e d) Monumento Natural das Ilhas de Trindade e Martim Vaz e do Monte Columbia.

(distribuídos nas faixas de Mar territorial, Zona contínua e Zona econômica exclusiva), totalizando 334 UCs, além da cooperação na gestão de 681 RPPN (BRASIL, ICMBIO, 2018).

As 334 unidades de conservação federais correspondem a 793.525,84 km² de área continental protegida e a 9,32 % do território brasileiro.

Apesar dos esforços do Governo Federal na criação de UCs, sua implementação e efetiva gestão constituem um enorme desafio. A criação de uma unidade de conservação implica, imprescindivelmente, na regularização fundiária das áreas particulares inseridas em seu interior, o que representa a consolidação territorial da unidade, além da exigência de um plano de manejo e conselho gestor.

As dificuldades operacionais e financeiras enfrentadas pelo ICMBIO para a desapropriação de imóveis rurais e pagamentos de benfeitorias, nos casos de posse, culminam em conflitos territoriais, afetando, drasticamente, a gestão das áreas protegidas.

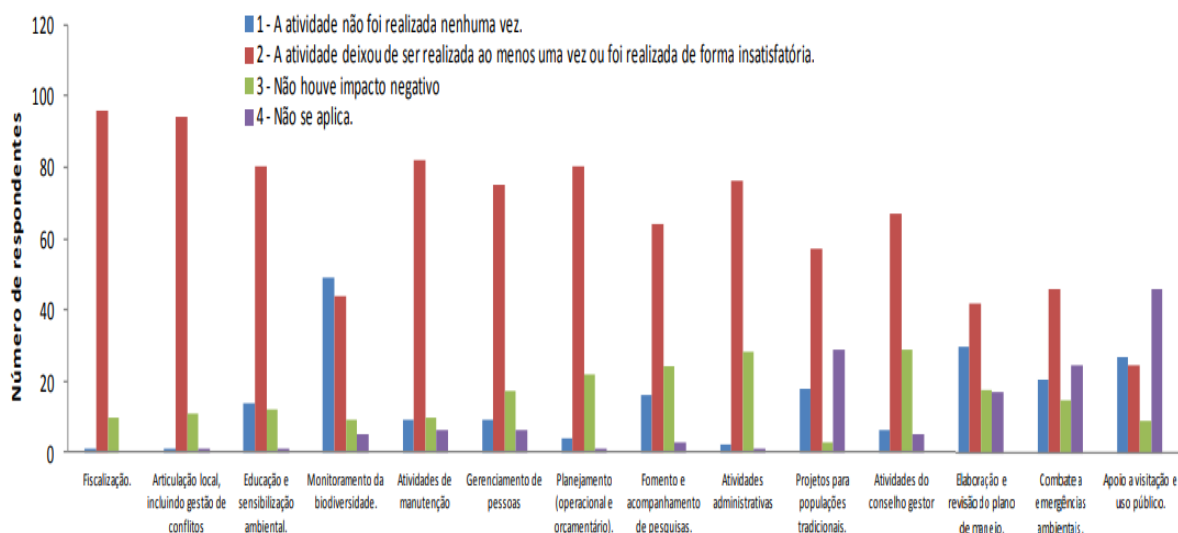
No ano de 2013, o TCU, no exercício de sua função, realizou uma auditoria coordenada nas unidades de conservação federais e estaduais do bioma Amazônia, abrangendo os estados do Amapá, Roraima, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Amazonas, Acre, Maranhão e Tocantins, onde foram avaliadas as condições normativas, institucionais e operacionais necessárias para que as UCs da Amazônia atinjam os objetivos para os quais foram criadas, identificando os principais aspectos e fragilidades da gestão das unidades, bem como as relações entre causa e efeito.

Aplicada como estratégia, a criação de unidades de conservação em áreas com amostras representativas da biodiversidade, representa o melhor mecanismo para proteção dos recursos naturais, fato corroborado pela auditoria do TCU, ao constatar a efetividade das UC na contenção do desmatamento. No período de 2008 a 2012, foram desmatados mais de 15.000 km² no bioma Amazônia, onde, apenas, 971 km² teve origem no interior de UC. Ou seja, aproximadamente, 94% dos desmatamentos ocorreram fora dos limites da unidade. Porém, o TCU ressalta que somente o ato normativo para a criação de áreas protegidas não é suficiente para a contenção de ilícitos ambientais, mas, também, ações de comando e controle, expressos através das fiscalizações, planos de manejo, conselhos atuantes, além de políticas de incentivo financeiro para a redução do desmatamento (TCU, 2014).

2.4.1 Recursos Humanos

Dentre as causas principais que dificultam a implementação dos espaços protegidos estão a regularização fundiária e consolidação territorial de seus limites, além da escassez de recursos humanos e financeiros, comprometendo as atividades finalísticas do órgão gestor. Na auditoria realizada em 2013, o TCU (2013) constatou que não há servidores em quantidade compatível com o expressivo número de unidades de conservação, no bioma Amazônia, apesar de um incremento de 65%, passando de 179 para 265, no período de 2008 a 2012, resultando em atividades não executadas (Figura 3).

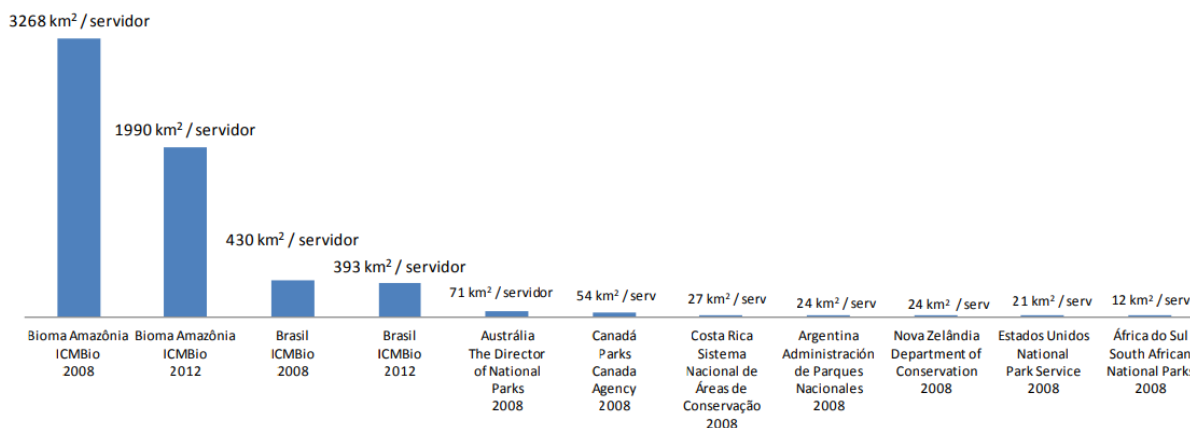
Figura 3 - Atividades que deixam de ser realizadas pela escassez de recursos humanos.



Fonte: TCU, 2013, p. 51.

A relação de km² por servidor mostra-se desproporcional, sendo muito maior em comparação com outros órgãos ambientais internacionais e, muito expressivo nas imensas dimensões do bioma Amazônia, mesmo quando relacionado com a média de servidores do ICMBio (Figura 4).

Figura 4 - Comparação de área (km²) por servidor no ICMBio e órgãos ambientais internacionais.



Fonte: TCU, 2013, p. 55.

Além do número reduzido de servidores na instituição, a situação pode piorar com as aposentadorias eminentes de 35% do quadro efetivo, ou seja, até o ano de 2020, 665 de um total de 1909, irão atender aos requisitos para requerer esse direito.

A situação é crítica, com 90 das 107 (84%) das UC da Amazônia operando com menos de 05 funcionários públicos, sendo o mais comum a gestão da unidade ser realizada por 01 ou 02 servidores.

A fim de demonstrar a precariedade do quadro efetivo do ICMBio, a auditoria cita como exemplo, a ESEC Terra do Meio, localizada no estado do Pará, com superfície de 33,7 mil km² e, apenas, dois servidores para lidar com as pressões externas quanto à invasão de terras públicas e exploração ilegal de madeiras.

2.4.2 Relação da ocupação e grilagem de terras na Amazônia

A ausência de infraestrutura básica e escassez de investimentos longos e duradouros, capazes de gerar riquezas, emprego e renda, eram considerados os grandes entres para atrair grupos econômicos e financeiros, nacionais ou internacionais para a Amazônia e países periféricos, considerados subdesenvolvidos na seara econômica (Loureiro et al., 2005).

De acordo com Loureiro et al. (2005), até a década de 1960, a Amazônia era constituída, primariamente, por terras devolutas da União ou dos estados da Federação. De

acordo com o censo agrícola publicado pelo IBGE, 87% dessas terras eram utilizadas por populações tradicionais, que sobreviviam a base do extrativismo vegetal e animal, sem grandes intervenções nas florestais nativas; a atividade pecuária estava presente em, apenas 11% dessas áreas, com implantação da pastagem em áreas naturais, sobretudo nas regiões do Marajó, de Roraima e do Baixo Amazonas, cujos títulos de terra tinham lastro de legalidade, além de usufruir dos recursos naturais de forma sustentável. Apenas 1,8% das terras eram cultivadas, sendo que a metade destas possuíam documentação legal, comprovando o domínio particular do imóvel rural. Ou seja, a maior parte da Amazônia era formada por terras públicas, sem grandes conflitos fundiários.

O Governo Federal, a partir da década de 50, implementou políticas e concedeu incentivos fiscais, inclusive com a criação de órgãos públicos, para impulsionar o desenvolvimento da Amazônia, resultando numa ocupação desordenada e exploração irracional dos recursos florestais, decorrentes, principalmente, das aberturas das rodovias, como por exemplo, a Rodovia Transamazônica (BR-230) e a Belém-Brasília (BR-153). Além da implantação de projetos colonizadores, para ampliar a área agrícola na Amazônia, criação de assentamentos rurais e um pacote de incentivos fiscais, crédito e proteção, favoráveis à iniciativa privada, consolidando a migração para ocupação efetiva das terras (MMA, 2006).

De acordo com Torres et al. (2017), a União provoca uma federalização de grande parte do território paraense com a publicação do Decreto-Lei nº 1.164/1971 (BRASIL, 1971), onde confisca 200 km as margens dos eixos das rodovias federais existentes e futuras, mediante o argumento de estratégia fundamental para a segurança e desenvolvimento nacional, bem como a edição do Decreto nº 68.443/1971 (BRASIL, 1971), que declara o interesse social e desapropria uma área de seis milhões de hectares, com a finalidade de implantar projetos de reforma agrária e núcleos de colonização e da rodovia Transamazônica (BR-230). Logo em seguida, temos a promulgação da Lei nº 6.383, de 07 de dezembro de 1976, fornece um instrumento jurídico para a regularização fundiária, mediante Ação Discriminatória¹⁰, que possibilita a legitimação da posse aos ocupantes de terras públicas, quando comprovado o trabalho familiar e uso produtivo na área. O que não impediu a grande demanda de legitimação da posse, de extensas áreas, nos processos de regularização fundiária junto ao Instituto Nacional

¹⁰Regulamentada pela Lei nº 6.383, de 7 de dezembro de 1976. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6383.htm>.

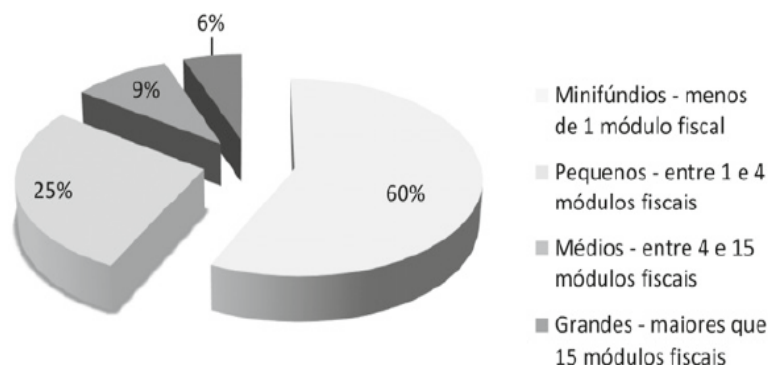
de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). O esquema acontecia com a divisão de grandes áreas em pequenos lotes, de tamanho de acordo com a normativa vigente, e protocolo no INCRA em nome de diversos “laranjas”, gerando inúmeros processos, em benefício de um único grileiro. Na década de 90, o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e INCRA, constataram que o cerne do problema fundiário na Amazônia, era a grilagem de terras, mas, somente, após pressão de setores que demandavam áreas para a reforma agrária e diversos setores da sociedade para o combate do desmatamento na região.

Os benefícios fiscais e financeiros ofertados não produziram os efeitos esperados, onde os empresários investiram na aquisição de terras, para especulação futura ou para atividade pecuária, em detrimento do meio ambiente e da economia local, incorporando terras regionais ao mercado nacional de terras, num modelo de desenvolvimento que perdura até os dias atuais. A partir daí, para assegurar aos grandes empresários e pretensos investidores futuros, a legitimidade da terra, o Poder Público edita normas legais para atender esse segmento. (Loureiro et al., 2005).

Torres et al. (2017), afirmam que durante o processo histórico de ocupação na Amazônia, houve permissividade do governo na formação de latifúndios, privilegiando os interesses de grupos macroeconômicos em detrimento da maioria da população. Notadamente, a Medida Provisória (MP) nº 458/2009, posteriormente convertida na Lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009, base do Programa Terra Legal, que dispõe sobre “a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal”. Sob a justificativa da “Teoria do Fato Consumado”¹¹, a MP nº 458 trouxe requisitos para a legitimação de terras públicas na Amazônia Legal, consolidando a crença de grileiros de que um dia o Poder Público irá legalizar o processo maculado. Embora a MP tenha sido editada em prol de pequenos proprietários, dados do MDA mostram os reais beneficiários do instrumento: os latifúndios, pois, ainda que representassem 19% dos imóveis a serem regularizados, detinham 81% da área que seria regularizada (Figura 5). Ao contrário das pequenas posses e minifúndios, com até quatro módulos fiscais (máximo 400 hectares), que representavam a maior demanda, com 85% que correspondiam a 15% das solicitações por regularização (Figura 6).

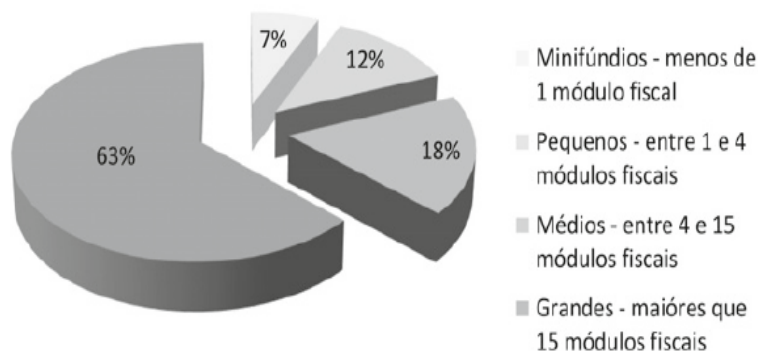
¹¹A Teoria do Fato Consumado é a convalidação da situação pelo decurso de longo prazo. (ROBALDO, 2014). Disponível em: <<https://joseroaldo.jusbrasil.com.br/artigos/142853929/teoria-do-fato-consumado>>.

Figura 5 - Quantidade de imóveis cadastrados como “posses” na Amazônia Legal.



Fonte: Torres et al. (2017, p. 17).

Figura 6 - Área dos imóveis cadastrados como “posses” na Amazônia Legal.



Fonte: Torres et al. (2017, p. 17)

Com a promessa de infraestrutura na região, o Governo Federal assegurou o financiamento de projetos aeroportuários e de estradas e, à medida que as obras avançavam, o rastro de destruição da floresta e a migração de mão-de-obra barata cresciam exponencialmente, bem como a disputa por terras às margens das rodovias. O reflexo da migração foi imediato, quase dobrando o número de habitantes na Amazônia¹², pois nos anos 60 eram de 2.601.519 de moradores, saltando para 4.197.038 em 1970. Todo o incentivo promovido resultou numa grande concentração de renda e terras, dos grupos econômicos beneficiados pelo governo. Tal resultado culminou num grande comércio de terras, com a conivência dos órgãos fundiários e

¹²Para a autora, refere-se à Amazônia clássica ou geográfica (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Roraima, Rondônia e Tocantins, este criado em 1991; a população corresponde àquela que habitava a área desmembrada para formar aquele Estado). IBGE, Censos Demográficos, Rio de Janeiro, 1960-1970. (Loureiro et al., 2005)

de pessoas que se apropriavam, indevidamente, da terra pública, ignorando os povos tradicionais que habitavam a Amazônia há séculos. Nesse contexto, de concentração fundiária, ausência de controle e fiscalização dos órgãos competentes quanto ao processo de legitimação da cadeia dominial da terra, carência de inovação tecnológica e disponibilização da ferramenta para o georreferenciamento de imóveis rurais, fomentou a ação de indivíduos voltados para a prática da grilagem de terras públicas, apropriadas das formas mais fraudulentas possíveis, sendo estas discriminadas pelos autores Loureiro et al. (2005):

Desde os anos de 1960, tornaram-se comuns certas práticas que ainda hoje ocorrem objetivando a grilagem de terras, tais como: a venda de uma mesma terra a compradores diversos; a revenda de títulos de terras públicas a terceiros como se elas tivessem sido postas legalmente à venda através de processos licitatórios; a falsificação e a demarcação da terra comprada por alguém numa extensão muito maior do que a que foi originalmente adquirida, com os devidos documentos ampliando-a; a confecção ou adulteração de títulos de propriedade e certidões diversas; a incorporação de terra pública a terras particulares; a venda de títulos de terra atribuídos a áreas que não correspondem aos mesmos; a venda de terra pública, inclusive indígena e em áreas de conservação ambiental, por particulares a terceiros; o remembramento de terras às margens das grandes estradas federais, que em anos anteriores haviam sido distribuídas em pequenos lotes para fins de reforma agrária a agricultores e a posterior venda dos lotes, já remembrados, transformando-os em grandes fazendas de gado; e ainda, mais recentemente, a venda de terra pública pela internet como se os vendedores fossem seus reais proprietários, com base em documentação forjada.

A grilagem¹³ é um meio de apropriação ilegal de terras públicas, na tentativa de burlar a lei, dando um aspecto de legalidade à títulos de imóveis falsos, com a conivência de cartórios. Esse complexo *modus operandis* para assegurar o acesso à terra e aos recursos naturais está enraizado na formação de propriedade rural no Brasil (IPAM, 2006). Na Amazônia, a privatização de terras públicas está intimamente relacionada a crimes ambientais e problemas sociais, como o trabalho escravo, atuando diretamente no processo do desmatamento da vegetação nativa e exploração ilegal de madeira, no intuito de consolidar a área, mediante a implantação de atividade agropecuária, tornando-se centro de desavença por diversos atores,

¹³Diz a história que a expressão grilo, empregada para definir as terras apropriadas e registradas ilegalmente, vem de um antigo artifício utilizado para dar a documentos novos a aparência de velhos. Para tanto, os fraudadores de títulos imobiliários colocavam os falsos documentos recém elaborados em uma caixa metálica ou de madeira juntamente com diversos grilos, fechando-a em seguida. Depois de algumas semanas, os documentos já apresentavam manchas amarelo-fosco-ferruginosas, decorrentes dos dejetos dos insetos, além de ficarem corroídos nas bordas e com pequenos orifícios na superfície, tudo a indicar a suposta ação do tempo (INCRA, 1999).

com objetivos opostos, violando os direitos de povos indígenas, populações tradicionais e de posseiros de boa-fé (IPAM, 2006).

A grilagem de terras encontra resguardo na política, no processo de criação de novos municípios, quando ocorre a apropriação de renda fundiária e financiamentos públicos. No estado do Pará, no período de 1980 a 1996, houve um acréscimo no número de municípios de 83 para 143, com estreita relação da ascensão de municípios a partir da dinâmica social e populacional da classe trabalhadora, como por exemplo, a criação do município de Ourilândia do Norte, originado da expulsão dos prestadores de serviços, do projeto Tucumã e, se acomodaram as margens de uma estrada, no local onde, futuramente, seria a sede do município (MMA, 2006).

Além das atividades agropecuárias, o setor madeireiro é uma variável constante no processo da grilagem, por meio de financiamentos privados para a exploração ilegal de madeira, fato comum na Amazônia e, principalmente, no estado do Pará. O fomento à atividade ilegal tem início a partir da liberação de crédito com garantia da venda da madeira para o investidor, a preços aquém do mercado formal. O esquema ilegal apresenta uma variedade de artifícios, dentre elas, o esquentamento de madeira, mediante a fraude de um documento, para comprovar a origem do produto florestal, visando burlar a legislação ambiental, envolvendo diversos atores da sociedade, desde o posseiro da área explorada até a madeireira, impulsionando o ciclo do desmatamento, que tem início na invasão de terras públicas, exploração seletiva da madeira comercial, corte raso da vegetação nativa que sobrou, queima, implantação da pastagem e criação de bovinos, conferindo, assim, aspecto de atividade produtiva a um processo de usurpação do patrimônio coletivo com altos custos sociais e ambientais (MMA, 2006).

Com um sistema de controle informatizado, os fraudadores tiveram que se adaptar a nova realidade. Atualmente, a metodologia adotada pelos criminosos consiste na inserção de créditos virtuais falsos, no sistema de controle do órgão ambiental competente, no intuito de “esquentar madeira ilegal”, a maior parte, oriunda de unidade de conservação ou terra indígena, para o transporte e comercialização do produto florestal ilícito.

Essa prática é extremamente injusta com os empresários que realizam a atividade dentro das normas, obedecendo aos preceitos de exploração sustentável da floresta, haja vista que pagam impostos e não conseguem competir com os valores de venda da madeira ilegal, desestimulando o setor. Ademais, compromete a cadeia de custódia, onde o consumidor final

não tem como rastrear a origem legal da madeira, com o objetivo de aceitação no mercado nacional e internacional, cada vez mais exigente em matéria ambiental e certificação da produção sustentável (MPF, 2015).

Visando o combate aos ilícitos ambientais, nos anos de 2009 e 2010, o IBAMA em ação conjunta com a Polícia Federal (PF), executaram as operações “Boi Pirata I e II”, sendo esta última para a retirada de bovinos do interior da FLONA do Jamanxim e, posterior doação ao Programa Fome Zero, do Governo Federal.

Outra ação de grande repercussão foi a operação “Castanheira”, realizada pelo IBAMA, MPF e PF, no ano de 2014, com a finalidade de coibir a grilagem e comércio de terras públicas, em resposta ao crime organizado que atuava livremente na região sudoeste do Pará.

Já em 2016, a operação “Rios Voadores”, deflagrada pelo MPF, PF, IBAMA e Receita Federal (RF), culminou com a prisão do pecuarista Sr. Antônio José Junqueira Vilela Filho, denunciado como o chefe de um esquema de desmatamento ilegal e grilagem de terras no interior do estado do Pará (MPF, 2016). O acusado e a família movimentaram R\$ 1,9 bilhão de reais, no período entre 2012 e 2015, causando a destruição de 300 km² de floresta nativa. O infrator ambiental acumulou multas ambientais, aplicadas pelo IBAMA, no montante de 163 milhões de reais, sendo o valor estimado de 420 milhões de reais em prejuízos ambientais. De acordo com os fatos noticiados pelo MPF:

“Segundo as investigações, o grupo invadia florestas em terras públicas, retirava e vendia a madeira de valor mais alto, e depois derrubava a mata remanescente e ateava fogo. Na terra devastada era plantado capim e instalada criação de gado. Para praticar esses crimes, a organização criminosa utilizava mão de obra submetida a condições semelhantes às de escravos. Após a consolidação das pastagens, o grupo registrava os terrenos em cadastros ambientais rurais oficiais. Os registros eram feitos em nome de laranjas (pessoas que servem como intermediárias em negócios fraudulentos). As pastagens, então, eram exploradas pelos próprios integrantes do grupo ou arrendadas para terceiros.” (MPF¹⁴, 2015).

Na nova conjuntura política nacional, Brito et al. (2019), prevê que o cenário de degradação ambiental tende a piorar, haja vista o enfraquecimento dos órgãos ambientais, paralização na demarcação de terras indígenas e criação de unidades de conservação, bem como a publicação da Lei n° 13.465/2017, que concede anistia à quem se apropriou, ilegalmente, de

¹⁴ Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/noticias-pa/operacao-rios-voadores-aj-vilela-e-presos-em-sao-paulo>.

terras públicas, entre os anos de 2005 a 2011, possibilitando sua aquisição a preços abaixo do praticado no mercado imobiliário, perpetuando a crença de regularização fundiária futura de áreas públicas invadidas, promovendo a privatização de terras públicas.

2.4.3 Regularização fundiária e consolidação territorial das unidades de conservação federais

Paralelamente, as UC ainda apresentam desafios para a regularização fundiária e consolidação territorial. A regularização fundiária das propriedades inseridas nos limites das unidades de conservação é fundamental para possibilitar sua implementação efetiva. Além da questão dominial, regularização fundiária significa, ainda, retirar eventuais posses verificadas em seu interior e incompatíveis com o seu regime jurídico, seja por se tratar de modalidade que, por sua natureza definida, não admite uso amplo.

O SNUC determina que as áreas particulares inseridas nos limites das categorias de UC de proteção integral (e.g.: ESEC, REBIO e PARNA), serão desapropriadas nos termos da lei, bem como, as de uso sustentável (e.g.: FLONA, RESEX e REFAU) uma vez que são de posse e domínio público (BRASIL, 2000). As populações tradicionais, moradores das unidades de conservação, onde a sua permanência não são permitidas, serão reassentadas e suas benfeitorias indenizadas, conforme o artigo 42, da Lei nº 9.985/2000:

Art. 42. As populações tradicionais residentes em unidades de conservação nas quais sua permanência não seja permitida serão indenizadas ou compensadas pelas benfeitorias existentes e devidamente realocadas pelo Poder Público, em local e condições acordados entre as partes. (BRASIL, 2000)

Em virtude da estratégia adotada para o alcance das Metas de Aichi, pelas partes contratantes da CDB, durante a COP 10, o Governo federal determinou a criação de um Grupo de Trabalho¹⁵, o qual foi instituído pela Portaria Interministerial nº 391/2011, para propor um Plano de Regularização Fundiária de Unidades de Conservação Federais, com a missão de

¹⁵Art. 3º O GTI será composto pelos representantes, titular e suplente, a seguir indicados: I- três representantes do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, que o coordenará; II- dois representantes do Ministério do Meio Ambiente, sendo: um da Secretaria de Biodiversidade e Florestas; e um da Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. III- dois representantes do Ministério do Desenvolvimento Agrário; IV- um representante do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária; e V- um representante da Secretaria de Patrimônio da União (BRASIL, 2011).

“priorizar e estabelecer cronograma para regularizar a situação fundiária das Unidades de Conservação, bem como prever mecanismos financeiros para tal” (BRASIL, 2011).

O Plano construído propôs a adoção de 07 eixos estratégicos¹⁶ “com foco na regularização da situação fundiária, na demarcação e sinalização física de seus limites e no acesso a terras para os povos e comunidades tradicionais das unidades de conservação de uso sustentável” (CHEADE, 2015). No eixo estratégico “Transferência da gestão das terras públicas para o ICMBio”, há estimativas de que 33 milhões de hectares de áreas já desapropriadas ou arrecadadas e matriculadas em favor da União não foram transferidas para o ICMBio.

Segundo CHEADE (2015), com o desmembramento das funções do IBAMA e criação do ICMBio em 2007, como órgão gestor das UC federais, este herdou um passivo para regularização fundiária de, aproximadamente, 50 milhões de hectares, referentes a 287 unidades de conservação criadas no período de 1937 até 2006.

Informação corroborada na auditoria do TCU, onde o ICMBio estima em 54 mil km² de áreas particulares, no interior de UC, com limitações administrativas quanto a moradia e, que não foram indenizadas ou desapropriadas. De acordo com o TCU (2013), essas terras privadas, não indenizadas, correspondem a 7,2% da área total das UC federais. As áreas federais não indenizadas, localizadas nas UC na Amazônia correspondem a, aproximadamente, 29,7 km² e, representa 5,1% da área total do bioma (Tabela 4).

Tabela 4 - Passivo de áreas particulares, dentro das UC federais, para regularização fundiária.

Bioma	Áreas particulares (km ²)	Área do bioma (km ²)	% de Áreas particulares pendentes de regularização no bioma	% de Áreas particulares pendentes de regularização no bioma em relação ao total das Ucs
Amazônia	29.706	587.175	5,10%	54,6%
Caatinga	1.207	40.010	2,60%	1,9%
Cerrado	16.769	52.540	31,90%	30,8%
Pampa	358	35.781	1%	0,7%
Mata Atlântica	6.528	30.213	21,60%	12,0%
Marinho Costeiro	6	3.198	0,20%	0,0%
Pantanal	0	1.472	0%	0,0%
Total	54.395	750389¹	7,20%	100,0%

Fonte: TCU, 2013, p. 60.

Nota¹: Refere-se à área total das unidades de conservação federais.

¹⁶O plano estabeleceu 7 eixos estratégicos: 1) Estruturação da capacidade operacional; 2) Aquisição de Imóveis Privados e Indenização de Benfeitorias; 3) Transferência da gestão das terras públicas para o ICMBio; 4) Reassentamento de famílias residentes em unidades de conservação sob domínio público; 5) Concessão de Direito Real de Uso para Populações Tradicionais; 6) Consolidação de limites e 7) Desenvolvimento e implantação do Sistema de Informações sobre Consolidação Territorial.

De acordo com o ICMBio, para o pagamento das indenizações, no momento da aquisição do total das terras privadas no interior das UC, a União deveria dispor de, aproximadamente, R\$ 7,1 bilhões para as desapropriações, sendo R\$ 2,3 bilhões para o bioma Amazônia a um custo de R\$ 800,00/ha (TCU, 2013), conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Custo estimado para indenizações de terras privadas dentro das UC federais.

Bioma	Terras privadas no interior de UC (ha)	Custo de indenização por hectare (R\$)	Custo total das indenizações de terras privadas (R\$)
Amazônia	2.970,592	800,00	2.376.473,600
Caatinga	102,696	2.000,00	205.392,000
Cerrado	1.676,925	1.500,00	2.515.387,500
Pampa	35,826	2.000,00	71.652,000
Mata Atlântica	652,78	3.000,00	1.958.343,000
Marinho Costeiro	0,633	2.000,00	1.266,000
Total	5.439,453	750.389¹	7.128.514,100

Fonte: TCU, 2013, p. 60.

Nota¹: Refere-se à área total das unidades de conservação federais.

Dentre as ações para a consolidação territorial de uma UC, são fundamentais a demarcação topográfica e sinalização do perímetro (materialização e georreferenciamento), transferência de terras públicas (devolutas¹⁷ ou arrecadadas¹⁸) para o ICMBio, a desapropriação de imóveis privados e a indenização pelas benfeitorias dos posseiros de boa-fé (CHEADE, 2015).

No recorte das UC's da Amazônia, apenas 27,1% estão demarcadas e sinalizadas, o que representa 29 das 109 unidades do bioma.

Para Araújo (2015), o processo de desapropriação de imóveis privados e indenizações das benfeitorias no sistema atual adotado pelo ICMBio, torna o processo administrativo extremamente burocrático. As justificativas apresentadas pelo órgão detalham a (1) escassez de recursos humanos e equipe técnica especializada no tema, (2) ações judiciais visando a

¹⁷ Terra arrecadada é aquela que foi registrada e titulada em nome do governo federal, estadual ou municipal, dependendo de sua localização em áreas da União, do Estado ou do Município, respectivamente; mas ainda sem destinação a um fim específico. Já a terra destinada tem sua finalidade já garantida pelos meios legais, como é o caso das unidades de conservação (Balieiro et al., 2010, p. 37). Disponível em: <http://www.imaflora.org/downloads/biblioteca/manual_concessoes_ed2.pdf>

¹⁸ De acordo com o artigo 5º, do Decreto-Lei nº 9760/1946, as terras devolutas são consideradas as: na faixa da fronteira, nos Territórios Federais e no Distrito Federal, as terras que, não sendo próprios nem aplicadas a algum uso público federal, estadual territorial ou municipal, não se incorporaram ao domínio privado: ...". Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del9760.htm>. As terras devolutas indispensáveis à preservação ambiental são de domínio da União, nos termos do art. 20, II, da CF /1988.

caducidade da declaração de utilidade pública das UC, (3) informações gerenciais limitadas e malha fundiária das UC incompletas e, (4) orçamentos financeiros e orçamentários insuficientes (Maciel, 2012). Além dos fatores apontados pelo órgão, o TCU ressalta as complexidades nos procedimentos para demarcação e arrecadação de terras devolutas, na esfera federal o órgão responsável é o INCRA, as diversas irregularidades na cadeia dominial do imóvel e nos cartórios de registros, além das barreiras para realocação das famílias atingidas.

Na tentativa de reduzir o passivo da regularização fundiária, a União destinou o montante de R\$ 279,7 milhões para esta finalidade, no período de 2009 a 2012, com média de R\$ 69,9 milhões / ano. Considerando essa média anual como base para as destinações de recursos para este fim, o passivo seria eliminado em mais de 100 anos, conforme demonstrado na Tabela 6, abaixo.

Tabela 6 - Recursos financeiros aplicados em regularização fundiária entre 2009 e 2012.

Ano	Valor aplicado (R\$)	Origem do Recurso
2009-2011	162.763.218	Compensação Ambiental
2009	0	Orçamento Geral da União
2010	20.997.609	Orçamento Geral da União
2011	51.327.046	Orçamento Geral da União
2012	2.569.444	Orçamento Geral da União
2012	12.075.534	Compensação Ambiental
Total (A)	279.732.851	
Média anual (B) = (A) / 4	69.933.213	
Estimativa de recursos para desapropriações (C)	7.128.514.100	
Tempo estimado de pagamento das indenizações (D) = C/B	101,9 anos	

Fonte: TCU, 2013, p. 62.

Essa situação fundiária complexa contribui, diretamente, para os conflitos agrários, consolidando o ciclo do desmatamento, mediante a grilagem e implantação de atividade agropecuária. Ainda mais, no cenário político atual, onde há o enfraquecimento do MMA e desvirtuamento das suas funções, na proteção do meio ambiente.

2.4.3.1 Procedimentos para a regularização fundiária no ICMBio

A Instrução Normativa ICMBio nº 02/2009, disciplina o procedimento administrativo para a aquisição de terras e indenização de benfeitorias e desapropriação de imóveis privados, no interior das UC federais.

CHEADE (2015, p. 38) descreve as modalidades de regularização fundiária no âmbito do Instituto Chico Mendes, que ocorrem por via “administrativa, judicial (direta e indireta), doação (voluntária, judicial ou por Reposição Florestal), Compensação de Reserva Legal (que gera recebimento de doação dos imóveis ao ICMBio), transferência de terras públicas através de Concessão de Direito Real de Uso (CDRU) e Indenização de Posse e Benfeitoria”.

A regularização fundiária das UC é o início da consolidação do espaço protegido, reduzindo as pressões externas, que ameaçam seus limites, assim como facilitam a identificação de infratores ambientais e responsabilização pelos danos ambientais (CHEADE, 2015).

2.4.4 Ranking das UC mais desmatadas da Amazônia Legal

No período de 2003 a 2006, houve uma explosão na criação de UC federais e estaduais. Entre o período de 2003 a 2010, as regiões classificadas como pressão humana¹⁹ consolidada²⁰ (alta) ou incipiente²¹ (moderada) abrigavam, aproximadamente, 55% das UC de Proteção Integral (PI) e 58 % das de Uso Sustentável (US). As proporções para as UC estaduais são inversamente proporcionais, uma vez que foram criadas em locais remotos, com representatividade de 14% de UC de PI e 33% de US.

Contudo, Salomão et al. (2011) ressaltam que nas áreas de baixa pressão humana, o estabelecimento de UC, também, é uma estratégia relevante para conservação da biodiversidade, para orientar o ordenamento territorial e coibir a especulação e grilagem de terras, como exemplo, o direcionamento para a criação do mosaico de áreas protegidas estaduais da calha norte do rio Amazonas.

Verissimo et al. (2011) afirmam que do total de unidades de conservação instituídas até ano de 2010, a União tutelou mais de 200.000 km² em UCs, representando cerca de 40% do total, ao passo que os governos estaduais protegeram, aproximadamente, 287.000 km², com

¹⁹ Pressão humana, aqui, é definida como a presença de atividades humanas que levam à perda e à degradação da floresta. (Barreto, 2005)

²⁰ Pressão humana consolidada. Nessas áreas, a presença humana é totalmente estabelecida, os assentamentos são permanentes e o uso do solo tende a ser mais intensivo. Os impactos ambientais nessas áreas são mais intensos que nas fronteiras de ocupação por causa da maior fragmentação da floresta e das atividades industriais e urbanas. (Barreto, 2005)

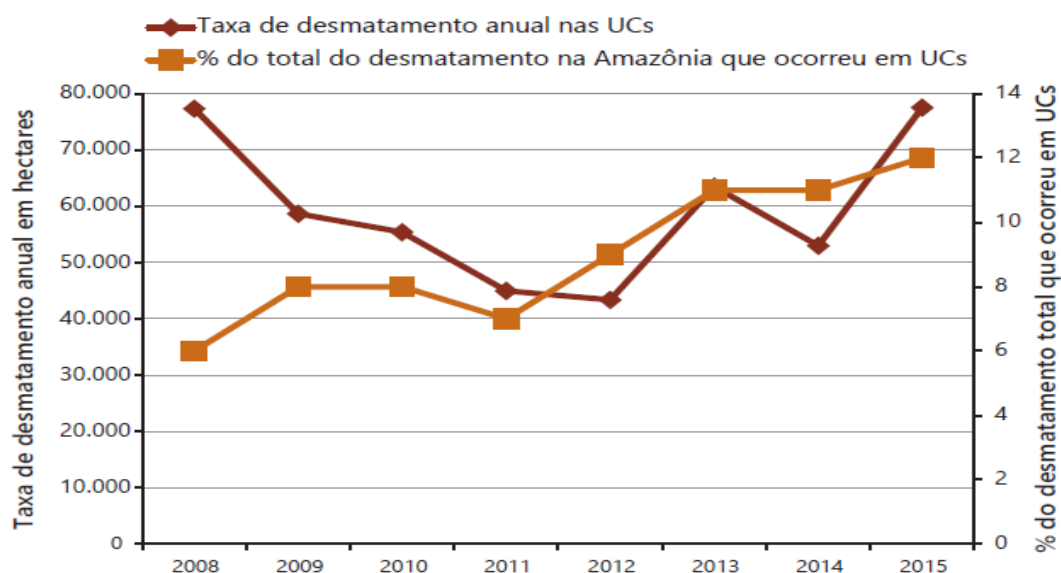
²¹ Pressão humana incipiente. Nessas áreas, a presença humana pode ser temporária. Porém, em alguns casos, colonizadores poderão ocupá-las no futuro e influenciar as condições da floresta, fragmentando o ecossistema florestal, por exemplo. A exploração madeireira, a garimpagem, a caça, a coleta de produtos florestais não-madeireiros e a agricultura de corte e queima são algumas das atividades que ocorrem nessas áreas. (Barreto, 2005)

destaque para o estado do Pará que colaborou com 149.000 km², seguido do Amazonas, com 87.000 km². O autor aponta três motivos para a ação conjunta: (1) ordenamento territorial e medida do Poder Público para inibir o desmatamento ilegal e apropriação ilegal de terras públicas; (2) prioridade para delimitar, oficialmente, área de relevante valor biológico; (3) consolidar o espaço territorial de populações tradicionais e proteger o grande maciço florestal, garantindo a exploração sustentável do potencial madeireiro florestal, mediante criação de UC compatíveis com esta finalidade e, posteriormente, destiná-las para concessão onerosa.

Araújo et al. (2017), publicaram as vertentes do desmatamento desde o ano de 2008 nas UC e atualização do ranking das 50 unidades de conservação mais desmatadas da Amazônia Legal, no período de 2012 a 2015, demonstrando a situação crítica dessas áreas protegidas, dada a sua baixa efetividade na gestão e implementação, sobretudo, nas questões territoriais, um dos pontos mais vulneráveis que ameaçam à sua integridade.

No período de 2008 a 2015, as áreas desmatadas no interior da UC, praticamente, dobraram de 6% para 12%, em relação ao total desmatado na Amazônia (Figura 7). A estratégia no direcionamento das ações de combate ao desmatamento nas UC da Amazônia Legal não foi suficiente para suprir a demanda de enfrentamento aos ilícitos ambientais.

Figura 7 - Taxas de desmatamento nas Unidades de Conservação da Amazônia Legal entre 2008 e 2015 e sua participação (%) no total do desmatamento na região.



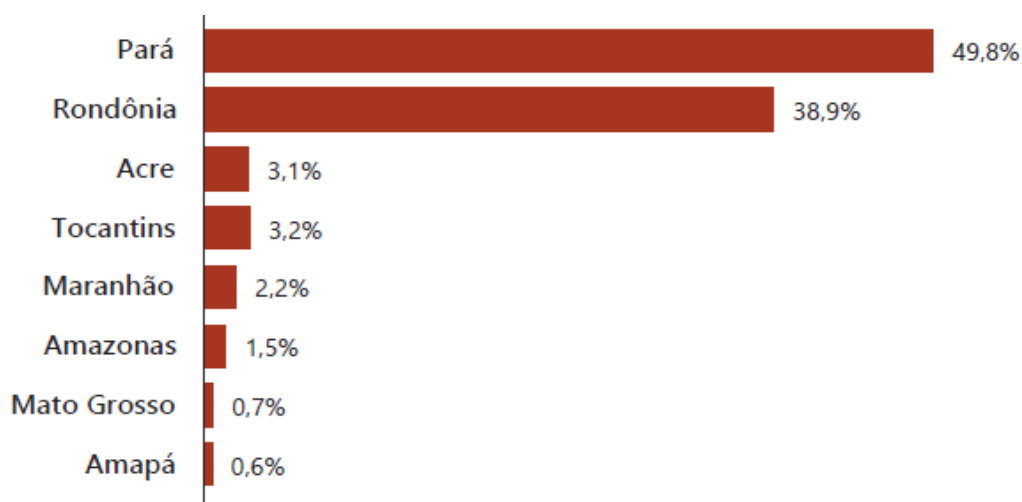
Fonte: Araújo et al., 2017, p. 16.

O desmatamento nas UC aumentou 79%, no intervalo de 2012 a 2015, segundo o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), equivalente a 237,3 mil hectares de vegetação suprimida e, com impactos diretos na morte ou afugentamento da fauna nativa. Outro problema decorrente do desmatamento é a queima da vegetação, com emissões de gás carbônico equivalentes a 41 milhões de automóveis (Torres et al., 2017). A atividade de desmatamento é altamente lucrativa, onde os posseiros das áreas desmatadas obtiveram um ganho de R\$ 300 milhões de reais na venda da volumetria de madeira a ser explorada, assim como na comercialização das terras apropriadas, com estimativas de rendimento na ordem de R\$ 344 milhões de reais.

Do total de 237 mil hectares de áreas desmatadas na Amazônia, no período de 2012 a 2015, as 50 UC em situações críticas respondem por 229,9 mil hectares (97%). Esses espaços protegidos localizam-se em área de expansão agropecuária e na zona de influência de infraestruturas portuárias, de rodovias e hidrelétricas, por exemplo, e representam 16% do total de unidades de conservação da Amazônia Legal.

A distribuição das 50 UC abrange oito dos nove estados que compõem a Amazônia Legal, onde o Pará e Rondônia foram os campeões de desmatamento no período analisado, com percentual de 49,8% e 38,9%, respectivamente (Figura 8).

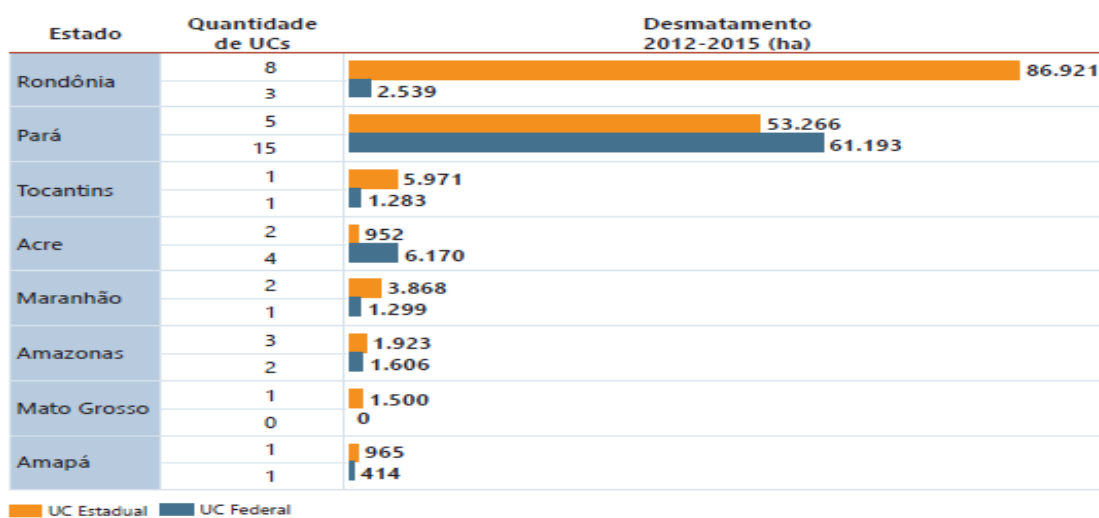
Figura 8 - Distribuição percentual do desmatamento, por estado, nas 50 Unidades de Conservação críticas da Amazônia Legal entre 2012 e 2015.



Fonte: Araújo et al., 2017, p. 20.

Dentre as 50 UCs críticas, aquelas sob governança estadual foram as que tiveram maior área desmatada, com 155.366 mil hectares, apesar da maior quantidade de unidades de conservação federais no ranking, com 27 territórios protegidos, enquanto as estaduais somam 23. No entanto, nas UCs federais, do estado do Pará, observa-se maior superfície desflorestada que em Rondônia (Figura 9).

Figura 9 - Distribuição do desmatamento (ha), por gestão e estado, nas 50 Unidades de Conservação críticas da Amazônia Legal entre 2012 e 2015.

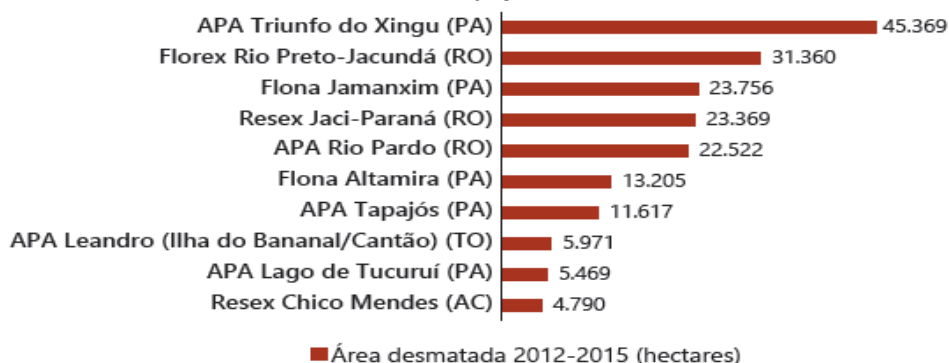


Fonte: Araújo et al., 2017, p. 20.

As categorias de unidades de conservação, do grupo de Uso Sustentável, mais permissivas quanto ao uso dos recursos naturais e presença humana, que mais sofreram ações de desmate foram: APA, Floresta e Resex, nas taxas de 42,4%, 21,1 % e 16,6%, respectivamente. Em contrapartida, as UC de proteção integral, que permite somente o uso indireto dos recursos naturais, corresponderam a 6% do total desmatado. Apesar de categorias de uso distintas, todas as 50 UC apresentam o fator “ocupação irregular” como uma variável comum, por motivo da localização em região com alta pressão humana ou grilagem de terras públicas.

A Floresta Nacional do Jamanxim, objeto dos estudos de caso, do presente trabalho, é a terceira unidade de conservação, no ranking das dez UC mais desmatadas da Amazônia Legal, com 23.756 mil hectares de floresta devastada (Figura 10).

Figura 10 - As dez Unidades de Conservação mais desmatadas da Amazônia Legal entre 2012 e 2015.



Fonte: Araújo et al., 2017, p. 23.

De modo geral, as UC críticas mais desmatadas enfrentam problemas em comum de vulnerabilidade à sua integridade, os quais ocupam lugar de destaque: a franca expansão da fronteira agropecuária e a implantação de infraestruturas.

A FLONA do Jamaxim, embora possua plano de manejo e conselho gestor, esses instrumentos de gestão, mostram-se ineficazes para o alcance dos objetivos de sua criação, com ameaças recorrentes de alteração de seus limites, invasão ilegal e exploração ilegal de madeira, implicando, diretamente, na fragmentação do habitat e redução da biodiversidade, além dos prejuízos aos cofres públicos, na execução rotineira de operações de fiscalização e na perda de receita e atratividade econômica, em virtude da diminuição do estoque de madeira a ser comercializado com a concessão florestal.

2.5 VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS

A questão ambiental tornou-se assunto principal de debates acadêmicos e de ativistas ambientais, no final da década de 60, ganhando destaque nos segmentos políticos, sociais e econômicos, a fim de discutir os danos ambientais causados pelos impactos da expansão tecnológica, crescimento populacional e desenvolvimento econômico em detrimento dos recursos naturais, com discrepância entre o estoque e a demanda por produtos e serviços advindos da natureza, limitando o progresso da economia frente ao uso não sustentável dos bens naturais (AMAZONAS, 2001).

Para encontrarmos o valor de um recurso ambiental, a Economia Neoclássica, fundamentada na teoria do bem estar e utilidade, estabelece uma relação econômica com as

preferências do indivíduo, atribuindo um valor monetário aos bens e serviços ambientais, na disposição a pagar (DAP) pelos benefícios obtidos pelo seu consumo ou receber indenização pelo decréscimo da qualidade ambiental (AMAZONAS, 2001). Desse modo, a valoração ambiental ganhou importância como instrumento econômico para orientar o uso dos recursos naturais, priorizando o raciocínio econômico ao raciocínio ambiental, onde os critérios econômicos, a partir da expressão monetária dos bens e serviços produzidos pela natureza, definiriam o uso do patrimônio natural (AMAZONAS, 2001).

Quando a exploração indiscriminada dos bens naturais acarreta dano ambiental e os custos dessa degradação não são internalizados pelo gerador do dano, esses prejuízos são transferidos para o coletivo e seus descendentes, que irão arcar com essas decisões sem a devida indenização, apoderando-se dos benefícios e serviços prestados pela natureza em detrimento da sociedade afetada. Mesmo que os bens e serviços ambientais não sejam “comercializáveis” e não tenham mercado definido, o seu valor econômico é percebido na medida em que proporciona maior satisfação ao indivíduo e qualidade de vida da comunidade na medida em que influencia os processos e cadeias produtivas da economia, além da sua relação com o meio ambiente (MOTTA, 1997). Por exemplo, os danos ambientais decorrentes do desmatamento de vegetação nativa destinada à concessão florestal, resultam na degradação qualidade de vida e bem estar da população, alterando o clima, com prejuízos ao solo, fauna e recursos hídricos, além das perdas econômicas com a venda das madeiras, fomentando o comércio ilegal de toras e promovendo a exclusão social e econômica das pequenas madeireiras locais.

Por sua vez, a posição adotada por Lipton et al. (2018) define que a principal finalidade de se quantificar os danos ambientais causados é a sua remediação e compensação mediante a execução de projetos de reabilitação do ecossistema afetado, determinando as suas causas, grau, extensão temporal e espacial, bem como a natureza dos danos. Os trabalhos com estes objetivos devem ser projetados para gerar dados científicos rigorosos, de alta qualidade, a fim de responder os questionamentos importantes para a valoração de danos ambientais, já que sem informações quantitativas exatas sobre os danos é difícil a análise e a indicação da metodologia correta para saneamento do problema.

Conforme discorre Motta (1997), diversos métodos de valoração econômica ambiental são descritos na literatura científica, sem consenso na melhor metodologia a ser adotada, sendo aplicada caso a caso, com suas vantagens e desvantagens, no intuito de preencher as lacunas

provenientes da escassez de transações comerciais das externalidades geradas por quem degrada o meio ambiente, servindo como uma ferramenta na tomada de decisão de gestores públicos, no uso racional dos recursos naturais de modo a auxiliar na sua preservação e na cobrança efetiva dos infratores para a reparação integral dos danos ambientais constatados.

2.5.1 Valor Econômico dos Recursos Ambientais

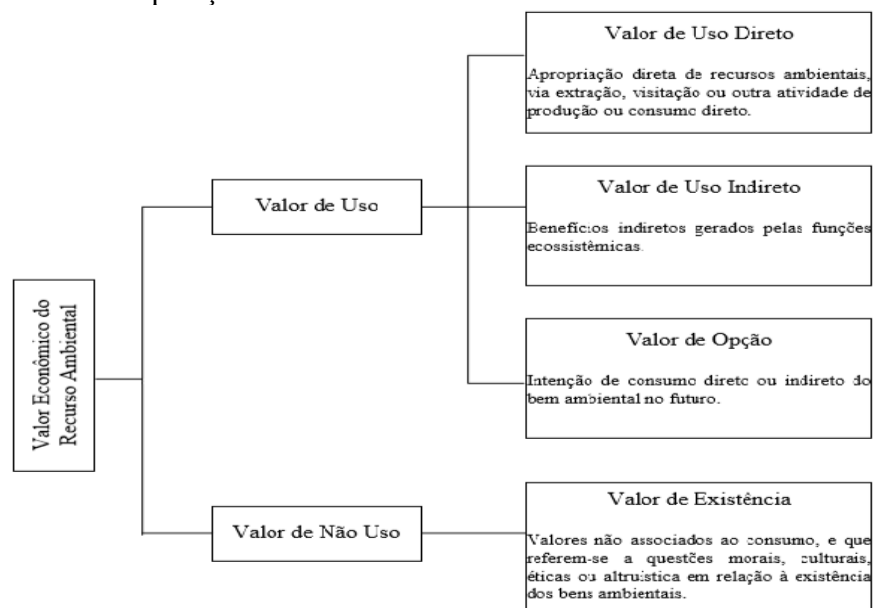
Como os valores dos recursos ambientais não são, usualmente, transacionados no mercado, de modo que os preços não refletem sua real importância, Motta (1997) atribui o valor de um recurso ambiental às suas características, associadas ou não a algum tipo de uso. Existem fluxos de bens e serviços ambientais que tem seu valor de uso (VU) definido a partir de suas características peculiares, cujas demandas de consumo possam ser praticadas no mercado. No entanto, certos bens e serviços ambientais têm valores intangíveis, definidos na sua simples existência e na satisfação do indivíduo em preservar determinado bem ambiental, sem intenção de uso atual ou futuro, representando seu Valor de Não-Uso (VNU) (MOTTA, 1997).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2009), o Valor Econômico dos Recursos Ambientais (VERA) é demonstrado pela somatória do Valor de Uso (VU) e Valor de Não-Uso (VNU). O valor de uso é subclassificado em:

- **Valor de uso direto:** valor atribuído a um recurso ambiental, em função do bem-estar que ele proporciona através do seu uso direto na atividade de produção ou no consumo, como, por exemplo, no caso da extração e da visitação.
- **Valor de uso indireto:** valor atribuído a um recurso ambiental, em função do bem-estar que ele proporciona através de suas funções ecossistêmicas, como, por exemplo, a proteção do solo e o estoque de carbono retido nas florestas, que são capturados indiretamente.
- **Valor de opção:** valor atribuído a um recurso ambiental, hoje desconhecido e realizável no futuro, associado a uma disposição de conservá-lo para uso direto ou indireto, como, por exemplo, o benefício decorrente de fármacos ainda não descobertos, desenvolvidos a partir da flora nativa de uma região.
- **Valor de existência:** valor de não-uso que deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não humanas ou de preservação de outras riquezas naturais, mesmo que não apresentem uso atual ou possibilidade de uso futuro, como, por exemplo, a preservação de espécies existentes em regiões remotas do planeta.

Ou, como ilustrado, na Figura 11:

Figura 11 - Decomposição dos valores de uso e não-uso dos recursos ambientais.



Fonte: MAIA, 2002, p. 08.

2.6 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL

A ABNT (2009) trata do regramento geral para avaliação de recursos naturais e ambientais, definindo conceitos e classificando os métodos de valoração ambiental em dois grupos: diretos e indiretos.

Método Direto: utilizam mercados de bens e serviços substitutos e complementares ou mercados hipotéticos para medir as variações de bem-estar diretamente da demanda dos indivíduos pela qualidade ambiental.

Método Indireto: valoram os benefícios ambientais usando os custos evitados, relacionados diretamente com as mudanças na qualidade ambiental, sem estarem diretamente relacionados com uma alteração de bem-estar, medida pela disposição a pagar ou a receber dos indivíduos.

2.6.1.1 Método Direto

Para MAIA (2002), o método direto considera as preferências do consumidor, quanto à disposição a pagar (DAP) ou receber indenização / compensação (DAC), pelas variações da qualidade ambiental fornecidas por um determinado recurso, que podem afetar seu bem estar, estimando o seu valor econômico por meio de mercados hipotéticos ou de bens suplementares, obtendo preços-sombras, de acordo com a função de demanda.

Os métodos mais utilizados para a obtenção dessas informações são: Método da Valoração Contingente (MVC), Método do Custo de Viagem (MCV) e Método dos Preços Hedônicos (MPH).

2.6.1.2 Método Indireto

Marques et al. (1997) argumentam que o método indireto busca relacionar os efeitos do decréscimo da qualidade ambiental às alterações percebidas pelo homem, baseando-se em dados e informações científicas. Para a aplicação deste método, Maia (2004) relata que é essencial conhecer a dinâmica entre alterações ambientais e o impacto econômico no processo produtivo, obtido com referências no preço do mercado do produto afetado (Método da Produtividade Marginal ou Dose-Resposta) ou no mercado de bens substitutos: Método dos Custos Evitados (MCE), Método dos Custos de Controle (MCC) e Método dos Custos de Reposição (MCR).

2.6.1.2.1 Método dos Custos de Reposição (MCR)

O método de custo de reposição foi considerado o mais adequado nesse estudo por tratar-se de valores de mercado para estimar o custo da restauração florestal de 01 (um) hectare de área desmatada, preço comercial do m³ de madeira *in natura* ou beneficiada e valores para demolição das estruturas e remoção dos entulhos. Motta (1997) afirma que este método se baseia nos custos incorridos pelo consumidor para evitar, recuperar ou manter a qualidade ambiental desejada frente a uma degradação, de modo que estes custos expressam o valor do dano ambiental. Por exemplo, estimativas de custos de construção de muro de arrimo em APP desmatada, para evitar desabamento, custos de reposição de nutrientes para manter a produtividade de um cultivo ou custos de recomposição de área desmatada, tal como o objetivo deste trabalho.

A ABNT (2009) demonstra, através da Figura 12, a relação entre cada valor que cada método de valoração descrito anteriormente pode captar:

Figura 12 - Métodos de valoração e tipos de valores

Métodos de Valoração		VU			VE
		VUD	VUI	VO	
Métodos indiretos	Custos de reposição			NA	NA
	Custos de re-localização			NA	NA
	Custos defensivos ou de proteção evitados			NA	NA
	Custos de controle evitados			NA	NA
	Custo de oportunidade da conservação			NA	NA
Métodos diretos	Produtividade Marginal			NA	NA
	Mercado de bens substitutos			NA	NA
	Custo de viagem			NA	NA
	Preços hedônicos				NA
	Valoração contingente				

Nota: NA – não aplicável: o método não capta este tipo de valor

Fonte: ABNT (2009, p. 8).

2.6.1.2.2 Método CATE

O Método de Custos Ambientais Totais Esperados - CATE foi desenvolvido como um modelo de avaliação de danos ambientais, sob enfoque no tema florestal.

O autor assume como princípio de que a metodologia representa a renda perpétua que a sociedade estaria inclinada a aceitar, como indenização pecuniária ou não, nos casos de deterioração da qualidade ambiental (RIBAS, 1996).

A fórmula proposta por Ribas (1996), determina o valor presente dos custos de restauração e prejuízos ambientais, no tempo “n” a uma taxa de desconto “i”, de acordo com a classificação da vegetação nativa suprimida, por uma série uniforme de pagamento periódica, capitalizadas no tempo “n” mesma taxa de desconto “i”.

A tradução básica do que o CATE representa é definida por Ribas (1996), como:

Valor presente dos custos ambientais esperados em função de determinado tipo de dano ambiental intermitente/contínuo, a partir dos fluxos de caixa produzidos por uma série infinita de vidas úteis de n anos ou, de outra forma, valor presente dos custos ambientais totais esperados de um determinado processo ambiental degradativo, em unidade monetária por unidade de área; (Ribas, 1996, p. 128)

RIBAS (1996) explica que o método CATE, apesar da matemática objetiva, necessita de variáveis que expressem os custos ambientais diretos e indiretos. Desta forma, a metodologia apresenta duas variações do modelo matemático proposto:

- a) Custos Ambientais Totais Esperados/Dano Ambiental Intermitente (CATE I), e;
- b) Custos Ambientais Totais Esperados/Dano Ambiental Contínuo (CATE II).

2.6.1.2.3 Cálculo do Dano Ambiental Intermitente ou Intercorrente

No CATE I, as variáveis do modelo matemático expressam a existência de danos ambientais intermitentes, originários de uma ação degradadora não repetitiva, única, não periódica (RIBAS, 1996, p.126), como no caso de desmatamento, por exemplo.

$$\text{CATE I} = \frac{(\text{Vc} + \text{Cd} \cdot \text{F}_{i/d}) (1+j)^n}{(1+j)^n - 1} \quad (1)$$

Onde:

CATE I = Custos ambientais esperados para danos ambientais intermitentes;

Vc = Valor comercial da área, benefício direto a ser auferido por motivo econômico (em unidade monetária por unidade de área);

Cd = Custos ambientais (valor presente) para fins de reparação dos danos ambientais diretos, para efeito da consideração dos valores ambientais diretos, em unidade monetária por unidade de área;

F_{i/d} = Fator que relaciona os danos ambientais diretos e indireto, numa escala de 1 a 9;

j = Taxa de juros (% ao ano), e;

n = Período de rotação, horizonte de ocorrência dos efeitos ambientais no tempo (normalmente, uma geração equivale a 25 anos).

2.6.1.2.4 Cálculo do Dano Ambiental Contínuo

A equação matemática do CATE II, considera que os danos ambientais ocorrem de forma contínua no tempo, periódica, repetitiva, como por exemplo, no caso de despejo diário de resíduo poluente no leito de um rio.

O valor do dano ambiental, neste caso, é expresso pela fórmula:

$$\text{CATE II} = \frac{(\text{Vc} + \text{Cd} \cdot \text{F}_{i/d})}{j} \quad (2)$$

CATE II = Custos ambientais esperados para danos ambientais contínuos;

Vc = Valor comercial da área, benefício direto a ser auferido por motivo econômico (em unidade monetária por unidade de área);

Cd = Custos ambientais (valor presente) para fins de reparação dos danos ambientais diretos, para efeito da consideração dos valores ambientais diretos, em unidade monetária por unidade de área;

F_{i/d} = Fator de conversão que relaciona os danos diretos e indiretos, para cálculo dos danos indiretos, numa escala de 1 a 9, e;

j = Taxa de juros (% ao ano).

Nos dois modelos matemáticos, o autor ressalta, que a variável **Vc**, somente é inserida, quando possível, se houver relação direta entre o motivo econômico e o dano ambiental, ou seja, se ficar caracterizado nexos causal entre a vantagem econômica em detrimento dos recursos naturais.

Quanto ao fator **F_{i/d}**, Ribas (1996), apresenta uma escala numérica comparativa de 1 a 9 (Quadro 3), onde “i” representa os valores ambientais indiretos e “d” os valores ambientais diretos, associando os danos diretos e indiretos, originados a partir de uma ação antrópica negativa e seus efeitos no ecossistema afetado, conforme a intensidade, a gravidade e a potencialidade dos ilícitos ambientais praticados.

Quadro 3 - Escala Comparativa. Relação danos ambientais diretos (d) e indiretos (i).

Fator (F i/d)	Significado
1	Relação de predominância inexistente de i sobre d
3	Pequena predominância de i sobre d
5	Significativa predominância de i sobre d
7	Predominância forte de i sobre d
9	Predominância absoluta de i sobre d
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários

Fonte: RIBAS, 1996, p. 135.

2.6.1.2.5 Cálculo do Dano Ambiental Irreversível

Em complemento a sua tese de doutorado, apresentada em 1996, Ribas formulou uma equação matemática que expressa os valores pecuniários dos danos ambientais irreversíveis, semelhante à lógica aplicada no sistema financeiro, na cobrança de juros sobre a dívida inicial, num período “x” de inadimplência (RIBAS, 2010).

De forma didática, o autor faz uma analogia da irreversibilidade do dano ambiental a um paciente com perda contínua de sangue por “n” tempo, o qual se compara ao período sem a implantação de quaisquer medidas para a cessação dos efeitos causadores da ocorrência.

Traçando-se um paralelo, numa analogia quiçá não infeliz, seria o caso do paciente que estivesse perdendo sangue. O doente perderia sangue, de maneira irreversível (ou seja, o mesmo sangue não poderia ser repostado pelo paciente), até o instante que, de uma forma ou de outra, de acordo com o melhor tratamento médico, o processo de sangria fosse estancado.

Desta feita, o caráter de “irreversibilidade” da perda de sangue pelo paciente estaria diretamente correlacionado com o tempo que o mesmo levasse par estancar a referida sangria. (Ribas, 2010, p. 15)

Na seara do direito ambiental, Marques (2011), defende que nesse período de inércia, há prejuízo ambiental, traduzidos na privação do usufruto e no decréscimo da qualidade dos benefícios diretos e indiretos que o meio ambiente proporciona a sociedade, desde a data do ilícito até o momento da recomposição da situação anterior, onde o infrator deve ser penalizado mediante indenização pelo lucro cessante²².

²² Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/conheca-o-mpmg/escola-institucional/publicacoes-tecnicas/revista-mpmg-juridico/>.

Desta feita, Ribas (2010) propõe a seguinte equação para cálculo do dano ambiental intercorrente:

$$\text{DAI} = \text{CATE} [(1 + j)^t - 1] \quad (3)$$

Onde,

DAI = danos ambientais irreversíveis (R\$/ano);

CATE = CATE I ou CATE II (R\$);

t = tempo, em anos, decorrido entre o estabelecimento dos danos ambientais e a implementação das medidas ambientais, e;

j = taxa de juros ao ano (%)

O autor considera que o referido modelo para valoração dos danos ambientais irreversíveis é dotado de grande vantagem, visto que pressiona o infrator a adotar, o mais urgente possível, providências cabíveis para cessar o dano, pois “quanto maior a demora para a implantação das medidas ambientais, maior será o valor pecuniário dos danos ambientais irreversíveis” (Ribas, 2010, p. 17).

2.7 A FLONA NACIONAL DO JAMANXIM

A FLONA do Jamanxim – objeto de estudo – é caracterizada quanto aos aspectos gerais relacionados aos fatores geográficos, histórico do uso e ocupação do solo, a representatividade da unidade de conservação no contexto socioeconômico da BR 163 e as pressões ambientais conflitantes com os objetivos de criação da UC.

A Floresta Nacional do Jamanxim foi criada através do Decreto s/nº, de 13 de fevereiro de 2006, com área, aproximada, de 1.301.120 ha (um milhão, trezentos e um mil e cento e vinte hectares).

A FLONA está inserida, integralmente, no bioma Amazônia, nas coordenadas geográficas 55°11'36 W 8°36'54 S 56°15'23 W 6°20'26 S, e é terceira colocada em extensão territorial no bioma, atrás das FLONAS do Amazonas e do Iquiri, no estado do Amazonas, e a maior floresta nacional federal, no estado do Pará (Tabela 7).

Tabela 7 - Ranking das mais extensas Florestas Nacionais federais no bioma Amazônia.

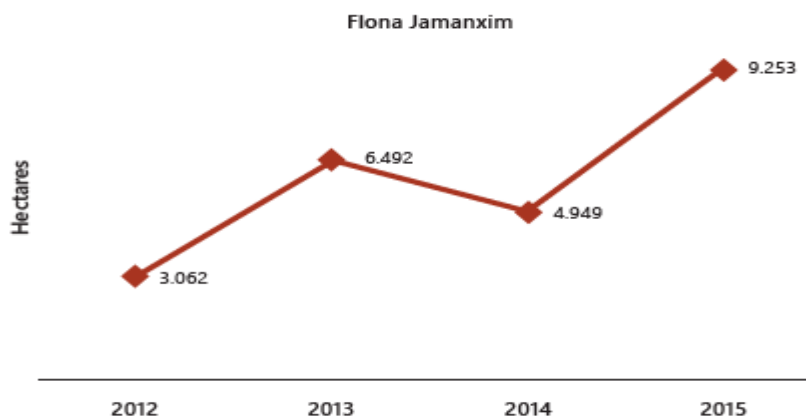
Categoria	Nome da UC	Área (km²)	UF
Floresta Nacional	Amazonas	19.351,18	AM
	Iquiri	14.726,02	AM
	Jamanxim	13.014,91	PA
	Balata-Tufari	10.800,21	AM
	Pau-Rosa	9.845,78	AM
	Tefé	8.651,22	AM
	Aripuanã	7.512,94	AM
	Crepori	7.403,96	PA
	Altamira	7.255,45	PA
	Amanã	6.826,70	PA

Fonte: CNUC, 2019. Elaborado pela autora. Acesso em 16/08/19.

A Medida Provisória (MP) nº 756, de 19 de dezembro de 2016, reduziu os limites da FLONA do Jamanxim, em mais de 50% de sua área original, para a criação da Área de Proteção Ambiental do Jamanxim, redefinindo a categoria da unidade de conservação para uma mais permissiva. No entanto, a MP foi revogada pelo Presidente da República, em exercício à época, Sr. Michel Temer, além, do ICMBio ser obrigado a realizar estudos técnicos e audiências públicas nas comunidades circunvizinhas, a fim de buscar uma solução para os conflitos fundiários existentes, conforme decisão proferida na ACP nº 0001990-15.2016.4.01.3908, em trâmite no Tribunal Regional Federal – Subseção Judiciária em ITAITUBA.

Na análise do gráfico da evolução do desmatamento da FLONA do Jamanxim, no período de 2012 a 2015 (Figura 13), observa-se um pico significativo, no ano de 2015, possivelmente, motivado pela possibilidade de desafetação da UC e regularização de áreas invadidas ilegalmente.

Figura 13 - Desmatamento na Floresta Nacional do Jamanxim entre 2012 e 2015.



Fonte: Araújo et al., 2017, p. 33.

vias e, praticamente, intransitável, em alguns trechos, na ocorrência de chuvas, afetando, diretamente, o escoamento de grãos para o mercado internacional. De acordo com o PM, a malha terrestre e fluvial possui mais de 2.000 km de extensão, expressas em onze viciniais, identificadas no diagnóstico da UC, à época (PM, 2010).

2.7.2 Histórico de criação da FLONA do Jamanxim

O Plano Amazônia Sustentável (PAS) é um pacto firmado entre o Governo Federal e os governos estaduais do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, para alavancar o desenvolvimento econômico e social da Amazônia, mediante a construção de um plano diretor e operacional, com integração de diversos atores sociais, visando a efetividade do conjunto de políticas públicas a serem implementadas. A estratégia metodológica do PAS delimitou as diretrizes em quatro temas: (1) Ordenamento Territorial e Gestão Ambiental, (2) Produção Sustentável com Inovação e Competitividade, (3) Infraestrutura para o Desenvolvimento e (4) Inclusão Social e Cidadania. (BRASIL, 2008, p. 59).

Para a execução e cumprimento do eixo temático “Ordenamento Territorial e Gestão Ambiental”, foi imprescindível a adoção de medidas para a posse e consolidação territorial de terras públicas, frequentemente, objetos de disputas e conflitos agrários pelos recursos naturais, na tentativa de frear a ocupação desordenada e a grilagem de terras públicas federais na Amazônia. A criação de unidades de conservação, distritos florestais, concessão florestal e mosaicos de áreas protegidas, são exemplos de instrumentos de ordenamento e planejamento territorial, além de promover a gestão ambiental da região Amazônica (BRASIL, 2008).

Em consonância com o PAS, o Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável para a Área de Influência da Rodovia BR-163 (Plano BR-163 Sustentável), foi elaborado pelo Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), criado pelo Decreto de 15 de março de 2004, com a finalidade de elaborar e coordenar a implementação do Plano. A proposta preliminar foi posta em discussão, nas audiências públicas e contou com contribuições de governos locais e sociedade civil para a versão final, de forma a legitimar todo o processo construído (BRASIL, 2007).

O Plano BR-163 Sustentável contemplou obras de infraestrutura, numa região que abriga uma imensa diversidade biológica, paisagens heterogêneas dos biomas amazônico, cerrado e áreas de transição, além do potencial socioeconômico e étnico-cultural.

Segundo Brasil (2006), nas 16 audiências públicas realizadas, junto às comunidades indígenas e tradicionais, era perceptível a aprovação da pavimentação da BR 163, pois tratava-se de uma demanda histórica de diversos segmentos da sociedade atingida, com expectativas de que a obra estimule a economia regional, numa relação direta entre infraestrutura e desenvolvimento, atraindo serviços considerados essenciais, tais como: educação, saúde, segurança pública e saneamento, por exemplo, impactando, diretamente, a qualidade de vida da população. Além de beneficiar o escoamento da safra de grãos produzida pela região norte do estado do Mato Grosso, para os portos de Miritituba ou Santarém, no estado do Pará, assim como promover a integração e o fluxo para o mercado consumidor, dos produtos agroflorestais e bens fabricados na Zona Franca de Manaus para as regiões Centro-Sul do País, reduzindo os custos com o transporte e logística.

Em que pese, todos os benefícios a serem auferidos pela sociedade e, mesmo que as vantagens das obras sejam amplamente divulgadas e desejadas, a ausência de um plano estratégico para execução das obras inerentes à BR 163, afeta todas as outras partes do sistema em geral, agravando impactos sociais e ambientais na sua área de influência, tais como: decréscimo da saúde da população, grilagem de terras públicas, ocupação desordenada do território, ilícitos ambientais e crimes contra a ordem e a vida, demonstrando a falha do processo de planejamento .

Com embasamentos na (a) dinâmica de ocupação territorial e de uso dos recursos na fronteira amazônica, (b) presença de estradas associadas aos fluxos demográficos no entorno e, principalmente, à frente de expansão no sentido do norte do MT em direção ao sudoeste do PA e sudeste do AM e (c) rearranjo territorial, a área de influência do Plano foi delimitada à participação de 73 (setenta e três) municípios, com adesão de 28 no estado PA, 39 no estado do MT e 06 no estado do Amazonas. O total das áreas somam, aproximadamente, 1.232 mil km², correspondente a 14,47% do território brasileiro. Desse total, 828.619 mil km² concentram-se no estado no Pará, 280.550 km² no estado do Mato Grosso e 122.624 km² no estado do Amazonas (BRASIL, 2006).

Com, aproximadamente, 1.232 milhões de km², a zona de influência da BR-163, apresenta uma heterogeneidade de fitofisionomias, distintas dinâmicas econômicas e demográficas, arranjo social e político, além de características biofísicas e específicas do processo de uso e ocupação do solo. No planejamento, a partir da conformidade dos fatores de agrupamento, foram definidos três mesorregiões e subáreas: (1) Mesorregião Norte – Calha do Amazonas e da Transamazônica, (2) Mesorregião Central – Médios Xingu e Tapajós e Mesorregião Sul – Norte Mato-Grossense.

O Plano BR 163 coaduna com o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal, criado pelo Grupo Permanente de Trabalho Interinstitucional, no sentido de implementar ações para o fortalecimento da presença do Poder Público e respeito às normas e direitos fundamentais na região. Dentre as ações formuladas, as de relevância foram: (a) criação de um mosaico de unidades de conservação, na porção sudoeste do estado do Pará, na Área de Limitação Administrativa Provisória – ALAP, com o objetivo de fomentar a produção florestal madeireira e não-madeireira em bases sustentáveis, ordenar as atividades garimpeiras e assegurar a preservação do meio ambiente e (b) criação do Distrito Florestal Sustentável da BR-163 (DFS), abrangendo uma área de 16 milhões de hectares, no intuito de incentivar e regulamentar a cadeia florestal produtiva, gerando emprego e renda.

2.7.2.1 O Distrito Florestal Sustentável da BR 163

O Decreto s/nº, de 13 de fevereiro de 2006, instituiu o primeiro DFS, complexo geoeconômico e social, com a finalidade de implementar as políticas públicas de bases sustentáveis (BRASIL, 2006).

Em consonância com o Decreto Federal nº. 6.288/2007, que concede aos estados a possibilidade de definição de prioridades no planejamento territorial e gestão de ecossistemas, o Governo Estadual do Pará sancionou a Lei 7.243/2009, estabelecendo o Zoneamento Ecológico-Econômico da área de influência das rodovias BR-163 e BR-230 (Transamazônica), delimitando a área de influência da BR-163, onde incorporou 19 municípios, correspondente a uma área de 334,450 km², decomposta em quatro sub-regiões: 1) Calha do Amazonas, 2) Transamazônica Oriental, 3) Vale do Jamanxim e 4) Baixo e Médio Tapajós. (EMBRAPA, 2010).

A criação da FLONA do Jamanxim²⁴ foi concebida dentro de uma perspectiva de substituição de um modelo predatório de exploração dos recursos naturais para uma nova referência de desenvolvimento sustentável na região amazônica, bem como minimizar os impactos negativos da pavimentação da BR 163, dentro do Plano Amazônia Sustentável – PAS.

Esta ação resultou num grande mosaico de áreas protegidas, formadas pelas FLONAs do Jamanxim, Trairão, Amaná e Crepori, APA do Tapajós e mais 04 unidades de conservação de proteção integral: Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo, Parque Nacional do Jamanxim, Parque Nacional do Rio Novo e a ampliação do Parque Nacional da Amazônia. Estas áreas, em conjunto, totalizam, aproximadamente, 6,8 milhões de hectares.

2.8 CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO DA FLONA DO JAMANXIM

De acordo com o plano de manejo da FLONA do Jamanxim (MMA, 2010), o seu relevo é ondulado, variando de suave – 200m a alto – aproximadamente 400m de altitude. O mosaico de vegetação da UC varia conforme o relevo e solo, sendo que as tipologias da vegetação identificadas na FLONA são: Floresta Ombrófila Densa Submontana, dossel com emergente (Dse); Floresta Ombrófila Densa Aluvial, dossel uniforme (Da); áreas antropizadas (Ap) e Refúgios Vegetacionais, sendo a Floresta Ombrófila Densa a de maior representatividade.

A tipologia de vegetação predominante na UC é a Floresta Ombrófila Aberta, consorciado a uma área de relevo ondulado, e Refúgios Vegetacionais com menos ocorrência na porção sul da unidade, dada a proximidade com a Serra do Cachimbo, que ocasiona uma vegetação característica do local. Há ocorrência de afloramento rochoso no topo dos morros, com vegetação do tipo Floresta Aberta em solo raso. Os tipos de vegetação vão desde floresta aberta, esparsa, com árvores raquíticas à vegetação graminóide e espécies típicas deste ambiente (MMA, 2010, p. 3.2).

²⁴ De acordo com o plano de manejo da UC, a origem do nome da FLONA é uma clara referência ao rio Jamanxim, que delimita a porção sudeste da unidade.

2.8.1 Inventário Florestal

O inventário florestal abarcou 94,18% (1.225.374,00 ha) da área total da FLONA do Jamanxim, que corresponde a 1.301.074 ha, englobando três tipologias florestais (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta com Cipós e Floresta Ombrófila Aberta Palmeiras), com áreas de 274.673,17 ha, 92.043,96 ha e 858.657,59 ha, respectivamente (MMA, 2010).

O resultado do inventário florestal estima que o volume de madeira existente na UC é de 153,10 m³.ha⁻¹, distribuídos da seguinte forma: no Grupo de Valor de Madeira²⁵ (GVM) 1 com 7,88%, 21,79% pertence ao Grupo 2, 20,95% ao Grupo 3, 18,67% ao Grupo 4 e os demais 30,71% são do Grupo 0 (Tabela 8).

Tabela 8 - Resumo da Estimativa do Volume por Grupo de Espécies Comerciais (Grupo de Valor da Madeira), para Árvores com DAP ≥ 10 cm, para a FNJ.

GRUPO DE VALOR DA MADEIRA	NÚMERO DE ESPÉCIES	NÚMERO DE ÁRVORES (n.ha⁻¹)	VOLUME (m³.ha⁻¹)	VOLUME %
Grupo 0	88	109	47,02	30,71
Grupo 1	20	9	12,07	7,88
Grupo 2	30	76	33,36	21,79
Grupo 3	36	78	32,08	20,95
Grupo 4	45	59	28,57	18,67
TOTAL	219	331	153,10	100,00

Fonte: MMA, PM da FLONA do Jamanxim, p. 5.40.

No estrato da Floresta Ombrófila Densa, o volume encontrado foi de 187,99 m³.ha⁻¹, sendo 119,59 m³.ha⁻¹ correspondente ao volume de árvores com DAP entre 10 cm e 49,99 cm e 68,40 m³.ha⁻¹ para árvores com DAP ≥ 50 cm.

²⁵ Segundo o Resumo Executivo do Inventário Florestal Amostral da FLONA de Altamira, as espécies florestais foram agrupadas segundo estudo do diagnóstico do setor madeireiro na região definida como raio econômico da FLONA, que correspondeu a 150 km do seu entorno, sendo o Grupo de Valor de Madeira (GVM) 1 correspondente às espécies de maior valor e o grupo 4 o de menor valor econômico. Sendo que as espécies pertencentes ao grupo 0, não tem potencial de valor de mercado para edital de concessão. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/arquivos/anexo_14_resumo_do_inventrio_95.pdf>.

Para a Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras, o volume total é de 164,37 m³.ha⁻¹, do mesmo modo que no estrato da Floresta Ombrófila Aberta com Cipós, o volume total estimado foi de 151,04 m³.ha⁻¹ (Tabela 9).

Tabela 9 - Estimativas para o Número de Árvores, Volume e Área Basal por Hectare, por Tipologia Florestal, por Classe Diamétrica.

TIPOLOGIA FLORESTAL (ESTRATO)	ÁREA (ha)	NÚMERO DE ÁRVORES (n ha ⁻¹)			VOLUME (m ³ ha ⁻¹)			ÁREA BASAL (m ² ha ⁻¹)		
		10-50cm	50cm	Total	10-50cm	≥50cm	Total	10-50cm	≥50cm	Total
Floresta Ombrófila Densa	670.033,87	306	4	20	119,59	68,40	187,99	11,20	6,50	17,70
Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras	13.741,92	319	10	329	113,84	50,53	164,37	10,29	4,66	14,95
Floresta Ombrófila Aberta com Cipós	41.740,82	333	11	344	96,06	54,98	151,04	9,04	4,70	13,74
TOTAL	725.516,61	308	4	22	118,13	67,29	185,42	11,06	6,36	17,42

Fonte: MMA, PM da FLONA do Jamanxim, p. 5.41.

As espécies angelim-vermelho, andiroba, maçaranduba, ipê-roxo, sucupira e cedro-vermelho, pertencentes ao GVM 1, representam 77,64%. Enquanto no Grupo 2, os maiores volumes de madeira estão concentrados em seis espécies (taurari, ucuubarana, cupiúba, louro-jandaúba, louro e pequiarana), somando 50,86% do volume total. Já no Grupo 3, o percentual de 53,49 está distribuído entre as espécies: matamatá-branco, breu, breu-branco, quaruba-cedro, amapaí e abiu. Por fim, no Grupo 4, 49,62 % do volume são representados pelas espécies abiurana, abiurana branca, abiurana-folha-pequena, caju, casca-seca e macucu (MMA, 2010).

À época da realização do inventário florestal, o potencial madeireiro da FLONA do Jamanxim era expressivo, onde a distribuição volumétrica total em m³.ha⁻¹ demonstrou sua heterogeneidade nos estratos e comprovou que ainda preserva o seu status natural (MMA, 2010).

No entanto, como a FLONA do Jamanxim não foi objeto de concessão florestal, em virtude da insegurança jurídica, diante dos diversos conflitos oriundos da grilagem de terra pública e exploração ilegal de madeira, é fundamental a realização de um novo inventário florestal, aferindo o volume e a qualidade de seu estoque, fato que inviabilizaria o manejo florestal comercial.

2.8.2 Zoneamento da FLONA do Jamanxim

O inciso XVI, do artigo 2º, da Lei nº 9.985/2000 (SNUC) descreve o zoneamento como a definição de “setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicas, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz”.

O zoneamento é um dos instrumentos mais importantes na gestão de uma UC, e é construído a partir de informações técnicas, identificando áreas potenciais para a execução de PMFS, além das pressões e vulnerabilidades sofridas pela FLONA. De acordo com o plano de manejo, foram identificadas as seguintes zonas para a FLONA do Jamanxim: Zonas Primitiva, de Uso Público, para o Manejo Florestal Sustentável Empresarial e o Manejo Florestal Sustentável Comunitário), de Uso Especial, de Recuperação e de Uso conflitante, descritas na Tabela 10 abaixo, além da proposta de criação da Zona de Amortecimento:

Tabela 10 - Zonas Definidas para a FLONA do Jamanxim.

ZONA	ÁREA (HECTARE)	PORCENTAGEM (%)
Primitiva		
Área 1: Afluentes do rio Inambé, Mutuacá, Mirim e Claro	118.588,19	9,11
Área 2: Médio Rio Novo	33.759,71	2,59
Área 3: Baixo Rio Novo	27.466,01	2,11
Uso Público	3.027,45	0,23
Manejo Florestal Sustentável Empresarial		
Área 1	699.944,93	53,76
Área 2	189.149,16	14,53
Manejo Florestal Sustentável Comunitário	48.385,47	3,72
Uso Especial	60.388,47	4,64
Recuperação	39.035,94	3,00
Uso Conflitante	82.151,16	6,31
TOTAL	1.301.896,49*	100%

* A área do decreto (1.301.060,70 ha) aparece diferente na Tabela 10, pois o shape oficial da FLONA apresenta esse valor. A inconsistência pode estar associada aos limites da unidade junto aos rios Jamanxim e Novo.

Fonte: Plano de Manejo da FLONA do Jamanxim – Vol. II – Planejamento, p. 5.1

Segundo o PM da FLONA, a Zona Primitiva possui três polígonos dispersos e área total de 179.796,46 ha, sendo conceituada como “aquela onde tenha ocorrido mínima ou pequena intervenção humana, contendo espécies da flora e da fauna, monumentos e fenômenos naturais de relevante interesse científico” (MMA, 2010, p. 5.2).

A Zona de Manejo Florestal Sustentável Empresarial, que compreende a área de floresta nativa, com potencial para exploração comercial madeireira, possui 936.825,11 hectares, divididas em duas áreas: Área 1 com 724.094,27 hectares, onde consta um polígono designado para as atividades de garimpo e mineração, e a Área 2 com 212.730,84 hectares.

Na Zona de Manejo Florestal Sustentável Comunitário, com área de 48.385,47 hectares, é permitida certa intervenção humana e são destinadas para atender a população tradicional dentro ou no entorno da Unidade de Conservação, mediante ações que vão desde a promoção da integração das comunidades até a exploração sustentável dos recursos florestais madeireiros e não-madeireiros.

A Zona de Uso Público possui 3.027,45 hectares e é “aquela constituída por áreas naturais ou alteradas pelo homem, mantidas o mais próximo possível do natural” (PM Vol. II, p. 5.8) e são voltadas para o lazer e uso recreativo, além da educação ambiental.

A Zona de Uso Conflitante é formada por áreas tomadas pelas atividades agropecuárias, minerárias e do ramo de utilidade pública, contrapondo os objetivos de criação da UC, e equivale a um montante de 82.144,65 hectares.

As áreas antropizadas, originadas pela degradação da floresta, implantação de atividade agropastoril e garimpos, correspondentes a uma área de 39.026,39 hectares, foram alocadas na Zona de Recuperação, de forma provisória, pois, após sua restauração/recuperação serão incorporadas numa das zonas permanentes.

A Zona de Uso Especial corresponde a uma área de 60.388,47 hectares, necessários ao funcionamento do Administração da UC.

Finalmente, a Zona de Amortecimento proposta para a FLONA é estimada em uma área de 598.164,74 hectares, e será estabelecida por instrumento jurídico específico, onde as atividades humanas estarão sujeitas às restrições impostas pelo ICMBio, visando minimizar os impactos negativos na UC.

2.9 SUCESSÃO ECOLÓGICA

De acordo com RICKLEFS (2010, p. 350), as comunidades sofrem alterações graduais e progressivas dentro de determinado ecossistema, num fluxo contínuo, com consumo e transferência de energia e nutrientes, à medida que os organismos morrem e são substituídos por outros. Porém, quando o processo ocorre naturalmente, a aparência e a composição das comunidades não alteram drasticamente, convergindo para um estado de clímax, numa dinâmica de autoperpetuação.

No entanto, RICKLEFS (2010) afirma que em um habitat perturbado por algum evento natural ou antrópico, tais como: desmatamento, furação, queimada, etc, as comunidades se reconstituem lentamente, onde as espécies pioneiras iniciam a colonização da área degradada, sendo substituídas sucessivamente, por outras espécies, até que as comunidades alcancem sua estrutura e composição primitivas, num processo denominado sucessão ecológica.

Para ODUM (2004), os processos sucessionais dividem-se em: (a) sucessão primária: que ocorre em áreas não ocupadas por comunidades anteriormente, como por exemplo, afloramento rochoso e depósitos de areia; e (b) sucessão secundária, quando o processo de regeneração inicia-se numa área alterada, onde existe a remoção de comunidades, como por exemplo, em florestas desmatadas.

Neste aspecto, RICKLEFS (2010) alega que na sucessão secundária alguns organismos continuam presentes na área perturbada, da mesma forma que ocorre numa área extensa, destruída pelo fogo e que, provavelmente, as fontes de propágulo tiveram origem na floresta intacta. Contudo, o autor ressalta que tamanho da clareira e o isolamento influenciam o processo de sucessão, como observado num estudo de substratos duros marinhos.

Após distúrbios naturais ou resultantes da ação humana, a floresta segue em recuperação em diferentes escalas espaciais e temporais, variando de acordo com o uso anterior da terra, a distância da floresta primária, como fonte de propágulos e a presença de fauna dispersora. Para identificar os estágios sucessionais de uma floresta consideram-se três critérios centrais: biomassa total à superfície, estrutura de idade ou tamanho de populações de árvores e composição de espécies. No entanto, a sucessão secundária poderá ser interrompida se houverem fatores que causem prejuízos a fertilidade do solo e a biota local, tal como o uso

intensivo do solo, em grande escala, necessitando de intervenções para a restauração da vegetação nativa (CHAZDON, 2012).

A sucessão secundária é o processo de interesse do presente trabalho, sendo fundamental reverter os processos de degradação, direcionando a regeneração natural, bem como definir seus estágios sucessionais, a fim de determinar o tempo “n”, na equação matemática proposta para a valoração e danos ambientais.

2.9.1 Estágios sucessionais da vegetação no estado do Pará

A identificação do intervalo de tempo decorrido entre a data da ocorrência do dano ambiental e a recomposição da vegetação nativa, equivalente ao estágio sucessional da floresta outrora degradada, é de suma importância para o profissional, implicando, diretamente, no resultado do CATE I.

No bioma Amazônia, se houvessem dispositivos legais que determinassem os estágios sucessionais de regeneração da vegetação secundária, possibilitaria a diferenciação destes, minimizando a subjetividade na metodologia escolhida, além do potencial de auxiliar os órgãos fiscalizadores nos processos de licenciamento para supressão da vegetação secundária para fins agropecuários, por exemplo (SALOMÃO et al., 2012).

A identificação dos diferentes estágios sucessionais da vegetação secundária, nas vistorias dos planos de manejo florestais e licenciamento dos imóveis rurais, é uma das principais dificuldades encontradas em campo, pelos técnicos na Amazônia (SALOMÃO et al., 2012), onde utilizam métodos empíricos para os auxiliarem na classificação. Na Amazônia, Viera et al. (2003) determinaram três estágios sucessionais: inicial, intermediário e avançado, com características que permitiram uma classificação geral.

Diante da ausência legal para determinar o estágio sucessional de uma determinada fitofisionomia alterada pelo uso antrópico, técnicos (Salomão et al., 2012) do Museu Paraense Emílio Goeldi / MCTI, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Amazônia Oriental e a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) realizaram um estudo, com classificação das formações da vegetação secundária para o estado do Pará, denominado 'Sistema Capoeira Classe', o qual está baseado em oito descritores, selecionados

de um total de 18 por meio de análise discriminante (AD), a partir de aspectos florístico-estruturais, definindo os estágios sucessionais.

LENOXX et al. (2018) realizaram um estudo na Amazônia brasileira, a partir de dados coletados em 59 locais de florestas secundárias (FS) em regeneração natural após abandono agrícola, e 30 florestas primárias não perturbadas (FNP), localizadas nos municípios de Paragominas e Santarém, no estado do Pará, com a conclusão de que, após 40 anos de regeneração, as FS pesquisadas mostraram um alto grau de resiliência da biodiversidade, conforme relatado pelos autores:

Após até 40 anos de regeneração, os FSs pesquisados mostraram um alto grau de resiliência à biodiversidade, recuperando, em média entre os táxons, 88% e 85% da riqueza e composição média das espécies de UPF, respectivamente. Nos primeiros 20 anos de sucessão, período para o qual temos dados precisos da idade do SF, a biomassa se recuperou a 1,2% ao ano, equivalente a uma taxa de absorção de carbono de 2,25 Mg / ha por ano, enquanto, em média, a riqueza e composição das espécies recuperou em 2,6% e 2,3% ao ano, respectivamente. Para todos os grupos taxonômicos, a biomassa foi fortemente associada à distribuição das espécies de FS. No entanto, outras variáveis que descrevem a complexidade do habitat - cobertura do dossel e densidade do caule subestimado - foram preditores de ocorrência igualmente importantes para a maioria dos táxons. As respostas das espécies à biomassa revelaram uma transição sucessional a aproximadamente 75 Mg / ha, marcando o influxo de espécies florestais de alto valor de conservação. No geral, nossos resultados mostram que os FSs em regeneração natural podem acumular quantidades substanciais de carbono e apoiar muitas espécies florestais. No entanto, dado que os SFs pesquisados não retornaram ao Estado UPF típico, os SFs não substituem os UPFs. (LENOXX et al., 2018, p. 1)

Na ótica do manejo florestal, a abertura de clareiras, ocasionadas pelas quedas das árvores, incêndios, ventos fortes, tempestades intensas, ou simplesmente senescência e queda de grandes árvores, irá iniciar o processo de sucessão secundária, onde havia um equilíbrio ecológico, interrompido por um distúrbio, com possibilidade de nova colonização, resultando num sistema dinâmico formado por mosaicos de diferentes idades e dinâmicas ecológicas e de crescimento (IFT, 2014).

Considerando a Resolução CONAMA n° 406/2009 e a IN IBAMA n° 05/2006, onde estabelecem que o ciclo de corte máximo de 35 anos para a execução de um PMFS Pleno, de forma proporcional à intensidade de extração. Além do prazo máximo de 40 anos previsto no artigo 35, da Lei n° 11.284/2006, para os contratos de concessão florestal, bem como o fato de que o Sistema Capoeira Classe não estabelece o tempo “p” da floresta primária e, aliado às conclusões de LENOXX et al. (2018), no presente trabalho, o tempo “p” para a floresta primária

será fixado em > 40 anos, considerando, somente, a comparação quanto à similaridade dos serviços ecológicos fornecidos nesta idade, visto que quanto mais avançado o estágio sucessional de uma floresta, maior o grau de complexidade do ecossistema, em rota ao encontro do clímax (GOMIDE, 1997).

Quadro 4 - Estágios sucessionais definidos no Sistema Capoeira Classe.

Estágios sucessionais da vegetação secundária para o estado do Pará	Inicial (Capoeirinha)
	0 - 10 anos
	A capoeirinha surge em áreas agrícolas ou em pastagens abandonadas (juquirá). Esse estágio geralmente vai até cinco anos, podendo, em alguns casos, durar até dez anos em função do grau de degradação do solo ou da escassez de fontes de propágulos. Nas capoeirinhas, geralmente há o predomínio de plantas herbáceas anuais ou bianuais, aparecendo também exemplares de árvores pioneiras de poucas espécies, a exemplo dos lacres (<i>Vismia</i> sp.), embaúbas (<i>Cecropia</i> sp.) e jurubebas (<i>Solanum</i> sp.). A altura média das árvores, em geral, é de 6 m e o diâmetro médio a 1,30 m do solo (Diâmetro à Altura do Peito – DAP) é de, aproximadamente, 7 cm.
	Intermediário (Capoeira)
	10 a 20 anos
	A vegetação, geralmente, alcança o estágio intermediário entre os dez e 20 anos de idade. Neste estágio, as árvores atingem altura média de 8 m e DAP de 9 cm; as capoeiras apresentam um misto de espécies, poucas herbáceas e muitas lenhosas de médio porte, caracterizando-se como arbustivo-arbórea; a diversidade biológica aumenta, mas ainda há predominância de espécies de árvores pioneiras, como os lacres, ingás (<i>Inga</i> sp.) e as embaúbas (<i>Cecropia</i> sp.). Ressalta-se ainda que a presença de ervas invasoras diminuiu, mas em muitos casos dominam cipós, como o cipó de fogo (<i>Davilla</i> sp.). Eventualmente, as palmeiras, como inajá (<i>Attalea maripa</i> Mart.) e babaçu (<i>Attalea speciosa</i> Mart.), dominam nesse estágio em algumas áreas do Pará.
	Avançado (Capoeirão)
	> 20 anos
	Inicia-se, geralmente, depois dos 20 anos de regeneração natural da vegetação, podendo levar muito tempo para alcançar níveis de área basal e biomassa semelhantes aos das florestas maduras. Com relação à composição de espécies, estudos na região bragantina, com mais de 150 anos de colonização, sugerem que muitas espécies nativas da floresta madura não sobreviverão nas florestas secundárias (Vicira & Proctor, 2007). Nesse estágio de sucessão a altura média das árvores é superior a 10 m e o DAP médio é superior a 11 cm. A fisionomia é caracterizada por vegetação lenhosa, alta, perenifólia, com algumas espécies caducifólias, em áreas de estação seca definida. Observam-se também espécies de árvores climácicas, como louros (<i>Ocotea</i> spp.), matamatás (<i>Eschweilera</i> spp.) e breus (<i>Protium</i> spp.).
	²Floresta Primária
> 40 anos	

Fonte: Salomão et al., 2012, p. 299.

Nota: O pasto sujo não foi incluído como um estágio sucessionais por ainda não possuir o elemento arbóreo, que foi o elemento-chave da classificação proposta (Salomão, et, al, p. 310).

Nota ²: Tempo sugerido para a floresta primária, considerando a equivalência à dos serviços ecológicos fornecidos nesta idade, de acordo com Lennox et al. (2018).

Diante do exposto, adota-se o Sistema Capoeira Classe para a definição do tempo “n”, nos estágios de sucessão inicial, intermediário e avançado, além do definido para a floresta primária (tempo “p”), na equação matemática, para o cálculo do CATE. Além disso, esse Sistema foi recepcionado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS / PA), por meio da Instrução Normativa nº 08, de 28/10/2015, definindo os procedimentos para autorização de limpeza e supressão de vegetação secundária, no estágio inicial de regeneração, fora da RL e APP.

2.10 RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Dúvidas acerca do significado da palavra “restauração” resultam em problemas na concepção do projeto a ser implementado na área degradada, implicando na escolha da técnica a ser utilizada e no monitoramento das ações (NERY et al., 2013).

O artigo 2º, da Lei nº 9.985/2000 (SNUC) define os termos: recuperação como a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original” e, a restauração como a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original”.

O MMA²⁶ considera que a recuperação de áreas degradadas mantém vínculo estreito com a ciência da restauração ecológica. Para a Society for Ecological Restoration²⁷ (SER, 2004), a “restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído”. Nery et al. (2013) afirmam que houve uma evolução no entendimento no sentido de que a restauração de um ambiente degradado deveria ser uma cópia fiel da composição de espécies e distribuição espacial de indivíduos de um ecossistema de referência. Isto é, o objetivo da restauração é a reprodução da estrutura e funções ecológicas características do ecossistema alterado e, não a mesma composição de espécies, mas, um sistema dinâmico e de composição variável, possibilitando que essa floresta se mantenha autossustentável a longo prazo.

²⁶Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/comunicacao/item/8705-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1reas-degradadas.html>>.

²⁷Disponível em: <<https://www.ser.org/default.aspx>>.

Contudo, as UC federais são geridas pelo ICMBio, que regulamentou os procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, por meio da Instrução Normativa nº 11, de 11 de dezembro de 2014. O conceito de restauração segue a definição conceitual do SNUC, onde o PRAD deverá propor métodos e técnicas a serem empregados de acordo com as peculiaridades de cada área e do dano observado (ICMBIO, IN nº 11/2014) e aprovado pelo órgão gestor do espaço protegido, cabendo a ele a competência de analisar se o projeto cumprirá sua finalidade.

O artigo 17, da IN 11/2014, define os parâmetros do sucesso da restauração na área afetada e determina que o interessado apresente ao ICMBio, Relatórios Anuais de Monitoramento:

§ 3º. O sucesso da restauração será medido pelos seguintes parâmetros: I - presença e diversidade de regeneração espontânea; II - aumento da cobertura do solo por espécies nativas; III - redução ou eliminação da cobertura de espécies exóticas invasoras. §4º. Para a mensuração do sucesso da restauração/recuperação deverão ser monitoradas variáveis que mensurem quantitativamente os parâmetros de sucesso descritos acima, dados estes obtidos de forma amostral, tomados antes das atividades e a cada ação de monitoramento. Os métodos de monitoramento e as metas a serem atingidas para cada um dos parâmetros acima deverão estar indicadas no PRAD. (ICMBIO, 2014)

BRANCALION et al. (2013) ressaltam a importância da etapa do monitoramento das ações implementadas para o processo de restauração ecológica, analisando como a área está reagindo ao método selecionado, pois, muitas vezes, o projeto é tratado como mera formalidade em determinação de cumprimento pela Administração, sem comprometimento com desenvolvimento ecológico da área afetada. Desta forma, nessa etapa ainda será possível adotar medidas pertinentes nos casos em que a área apresentar potencial reduzido para automanutenção no tempo, visando otimizar os recursos aplicados, aferindo se o projeto técnico foi executado a contento.

A viabilidade operacional de um projeto de restauração está vinculada aos custos e a adequação das técnicas para atingir seus objetivos propostos, com grande variação de preços, principalmente na ocorrência de fatores limitantes para a regeneração natural, tais como: banco de sementes e fontes de propágulos para germinação de mudas, fragmentos florestais próximos, animais polinizadores e dispersores de sementes, competição com espécies invasoras, tipo da degradação que a área sofreu, se houve queimadas, implantação de atividades resultando no empobrecimento e compactação do solo, etc. Todos esses fatores influenciam

significativamente no modelo de restauração a ser executado dentro de uma unidade de conservação, que possui objetivos de criação específicos, no caso das FLONAs, a exploração madeireira é um dos principais.

Considerando que o bioma Amazônia possui 351 unidades de conservação, nas esferas federal, estadual e municipal, de acordo com a base de dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), os custos para a restauração florestal informados na subseção 2.10.1 podem ser utilizados como referência por outros estados da Amazônia Legal.

Os custos de restauração florestal para o estado do Pará estão indicados na subseção 3.3.

Ressalta-se, que a proposta não é a de impor a melhor técnica de restauração, mas, somente, apresentar as estimativas de custos praticados no mercado.

2.10.1 CUSTOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO BIOMA AMAZÔNIA

A floresta Amazônica é considerada um dos biomas mais ricos em diversidade do planeta e abriga, cerca de 2.500 espécies de árvores, o equivalente a um terço da madeira tropical do globo, bem como 30 mil das 100 mil espécies de plantas que existem em toda a América Latina²⁸ (WWF-BRASIL, 2019). Estimativas apontam que, somente na Amazônia, o estoque de madeira comercial em tora alcança, no mínimo, 60 bilhões de metros cúbicos, alçando a mesma como a maior reserva de madeira tropical do mundo, além de ser maior fornecedora de madeira nativa do Brasil, de maneira que o setor florestal representa de 15% a 20% dos Produtos Interno Bruto (PIB) dos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia.

No entanto, seu histórico de degradação e desmatamento é amplamente conhecido, apesar da sua importância para a manutenção da biodiversidade e desenvolvimento socioeconômico do país.

Para BENINI et al. (2017), a incorporação do ativo “meio ambiente” no cenário empresarial mobiliza e transforma padrões de consumo nacionais e internacionais, rumo a sustentabilidade e perpetuação da atividade da própria empresa. Daí, a importância de novos modelos econômicos e arranjos produtivos para demonstrar o potencial madeireiro e não-

²⁸ Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_amazonia/>.

madeireiro das florestas, contrapondo o padrão atual de expansão e degradação em nome do “progresso” e, fomentando, a restauração de florestas destinadas à conservação e exploração econômica, de toda cadeia produtiva e seus distintos segmentos, como por exemplo, desde a extração de madeira até lucros com créditos de carbono.

Na tentativa de reverter esse quadro, o Poder Público impõe obrigações legais para a regularização de passivos ambientais, mediante a inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Programa de Regularização Ambiental (PRA), conforme determina a Lei²⁹ n° 12.651/2012, bem como prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

Além disso, o Brasil aderiu ao Desafio de Bonn³⁰, compromisso nacional assumido durante a 13° Conferência das Partes, realizada no ano de 2016, em Cancún, no México, com a intenção de restaurar, reflorestar e promover a recuperação natural de 12 milhões de hectares de florestas até 2030, bem como a implementação de 5 milhões de hectares de sistemas agrícolas integrados, combinando lavoura, pecuária e florestas, também até 2030, e recuperados 5 milhões de hectares de pastagens degradadas, até 2020 (MAPA, 2016).

Diante deste desafio, a União instituiu a Política Nacional para Recuperação da Vegetação Nativa, conhecida como Proveg, por meio do Decreto³¹ n° 8.972, de 23 de janeiro de 2017, assumindo como uma das metas a recuperação de vegetação nativa, em área total de, no mínimo, doze milhões de hectares, até 31 de dezembro de 2030”, nos termos dos artigos 2° e 3°, do referido Decreto:

Art. 2° A Proveg tem os seguintes objetivos:

I - articular, integrar e promover políticas, programas e ações indutoras da recuperação de florestas e demais formas de vegetação nativa; e

II - impulsionar a regularização ambiental das propriedades rurais brasileiras, nos termos da Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012, em área total de, no mínimo, doze milhões de hectares, até 31 de dezembro de 2030.

Parágrafo único. A Proveg será implementada pelo Poder Executivo federal em regime de cooperação com os Estados, com os Municípios, com o Distrito Federal e com organizações da sociedade civil e privadas.

Art. 3° Para fins deste Decreto, considera-se:

I - condução da regeneração natural da vegetação - conjunto de intervenções planejadas que vise a assegurar a regeneração natural da vegetação em área em processo de recuperação;

²⁹ Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm

³⁰ Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/adesao-do-brasil-ao-desafio-de-bonn-e-a-iniciativa-20x20-1>

³¹ Decreto n° 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D8972.htm

II - reabilitação ecológica - intervenção humana planejada visando à melhoria das funções de ecossistema degradado, ainda que não leve ao restabelecimento integral da composição, da estrutura e do funcionamento do ecossistema preexistente;

III - reflorestamento - plantação de espécies florestais, nativas ou não, em povoamentos puros ou não, para formação de uma estrutura florestal em área originalmente coberta por floresta desmatada ou degradada;

IV - regeneração natural da vegetação - processo pelo qual espécies nativas se estabelecem em área alterada ou degradada a ser recuperada ou em recuperação, sem que este processo tenha ocorrido deliberadamente por meio de intervenção humana;

V - restauração ecológica - intervenção humana intencional em ecossistemas alterados ou degradados para desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica; e

VI - recuperação ou recomposição da vegetação nativa - restituição da cobertura vegetal nativa por meio de implantação de sistema agroflorestal, de reflorestamento, de regeneração natural da vegetação, de reabilitação ecológica e de restauração ecológica.

Parágrafo único. Além das definições estabelecidas nos incisos I a VI do **caput**, serão consideradas, para fins deste Decreto, aquelas estabelecidas no art. 3º da Lei nº 12.651, de 2012, e no art. 2º do Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012.

Para atender a essa meta ambiciosa, Benini et al. (2017) informam que o Instituto Escolhas, calcula os custos entre R\$ 31 bilhões a R\$ 51 bilhões, no período de 14 anos, para atingir o plano de 12 milhões de hectares de restauração de floresta nativa, com geração de até 215 mil empregos e arrecadação de R\$ 3,9 bilhões a R\$ 6,5 bilhões em impostos.

No entanto, o TNC e IPEA, com apoio da EMBRAPA, Pacto pela Restauração da Mata Atlântica e GIZ, realizaram um estudo pioneiro, com resultados de valores distintos, considerando as diferentes técnicas de restauração, regiões, fitofisionomias, etc, com os objetivos de auferir os custos relativos aos projetos de restauração da vegetação nativa, nos biomas brasileiros. Os custos estimados referem-se aos custeios em escalas regionais e nacionais, das principais técnicas de restauração de vegetação nativa no Brasil, a fim de auxiliar na implementação da legislação ambiental (BENINI et al., 2017).

BENINI et al. (2017), ressaltam que a metodologia abordou as principais técnicas nacionais de restauração florestal, contemplando as ações e insumos necessários para cada fase do projeto. Considerando as possíveis variações, de acordo com o contexto ambiental identificado, definindo dois cenários hipotéticos:

- a) No cenário “condições ambientais desfavoráveis” (CAD), os autores assumiram a hipótese da ocorrência de dificuldades variadas, tais como: “maior degradação do solo, menor escala de trabalho, impossibilidade de mecanização, dificuldade de acesso, cobertura atual, ausência de regenerantes” (Benini et al., 2017, p. 22), resultando em maiores custos para a execução do projeto.

- b) Em contrapartida, no cenário “condições ambientais favoráveis” (CAF), a hipótese considera que serão necessárias menos atividades e insumos para a operação de restauração, uma vez que as circunstâncias identificadas são mais oportunas.

As Figuras 15 e 16, representam os custos totais com aceiros e instalação de cercas, inclusos a mão-de-obra e insumos, assim como o tempo médio de duração do projeto, de acordo com a técnica selecionada, respectivamente, bem como o tempo médio de duração dos projetos avaliados de acordo com a técnica empregada, demonstrado na Figura 17.

Figura 15 - Estimativa dos custos médios (R\$/metro linear) para instalação de aceiros e cercas em áreas de restauração nos biomas avaliados.

		ATIVIDADE/INSUMO			
		Aceiramento	Cercamento	Insumos* para cerca	Cercamento + Insumos para cerca
BIOMAS	Amazônia	R\$ 1,50	R\$ 1,72	R\$ 8,50	R\$ 10,22
	Caatinga	R\$ 1,02	R\$ 9,71	R\$ 10,36	R\$ 20,07
	Cerrado	R\$ 1,02	R\$ 9,71	R\$ 8,23	R\$ 17,94
	Mata Atlântica	R\$ 1,01	R\$ 12,15	R\$ 10,35	R\$ 22,50
	Pantanal	R\$ 1,02	R\$ 9,71	R\$ 10,36	R\$ 20,07
	Pampa	R\$ 1,02	R\$ 9,71	R\$ 10,36	R\$ 20,07

Fonte: Benini, et al., 2017, p. 28.

Figura 16 - Tempo médio de duração dos projetos avaliados de acordo com a técnica empregada.

TÉCNICA	IMPLANTAÇÃO (meses)	MANUTENÇÃO (meses)	TOTAL (meses)	TOTAL (anos)
Plantio Total (mudas)	10	26	36	3,0
Plantio Total (sementes)	4	23	27	2,3
Condução da Regeneração Natural	24	35	59	4,9
Regeneração Natural	31	34	64	5,3
Outras	14	24	37	3,1

Fonte: Benini, et al., 2017, p. 29.

No presente trabalho, com exceção do estado do Pará, onde este é contemplado com custos regionais (Figura 20), recomenda-se a planilha de custo (Figura 17) como referência para os demais estados da Federação, localizados no bioma Amazônia. Desta forma, o orçamento dos custos de restauração florestal contempla as atividades conforme a técnica adequada às condições encontradas:

Figura 17 - Estimativas do custo médio para implementação das técnicas de restauração (R\$/ha), segundo os cenários CAD e CAF.

AMAZÔNIA											
Itens de Custo (R\$/hectare)	TÉCNICA/MÉTODO/CENÁRIO										
	Plantio Total (Mudas)		Condução da Regeneração Natural		Regeneração Natural	Plantio Total (Sementes)		Adensamento/Enriquecimento			
								Muda		Semente	
	CAF	CAD	CAF	CAD	*	CAF	CAD	CAF	CAD	CAF	CAD
Controle de formigas cortadeiras	206	206	58	58	155	194	194	160	160	160	160
Coroamento	-	1.299	257	257	-	-	113	-	834	-	834
Roçada	-	2.344	1.264	1.264	-	-	1.264	-	184	-	184
Preparo do solo	-	2.102	-	-	-	-	569	-	-	-	-
Aplicação de hidrogel	-	709	-	-	-	-	-	-	100	-	-
Plantio de mudas	2.408	2.408	-	-	-	-	-	436	436	-	-
Replantio	638	638	-	-	-	-	-	-	366	-	-
Semeadura	-	-	-	-	-	633	633	-	-	254	254
Ressemeadura	-	-	-	-	-	583	583	-	-	583	583
Irrigação de salvamento	-	448	-	-	-	-	569	-	690	-	690
Adubação de base	-	911	-	-	-	-	114	-	163	-	163
Adubação de cobertura	-	813	-	99	-	-	325	-	64	-	64
Manejo adubo verde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplicação de calcário	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uso controlado de fogo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desrama	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muda	3.852	3.852	-	-	-	-	-	2.520	2.520	-	-
Semente	-	-	-	-	-	811	811	-	-	48	48
Fertilizante	-	1.124	-	566	-	-	3.827	-	689	-	689
Hidrogel	-	235	-	-	-	-	-	-	658	-	-
Calcário	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formicida	326	326	63	63	25	37,56	38	75	75	75	75
Herbicida	-	77	-	77	-	-	77	-	-	-	-
TOTAL (R\$/HECTARE)	7.430	17.492	1.642	2.385	180	2.258	9.116	3.191	6.937	1.120	3.743

Fonte: Benini et al., 2017, p. 33.

As citações das fontes apresentadas nesta subseção, foram realizadas na intenção de consulta futura para a estimativa de custos da restauração florestal, em outras UC localizadas no bioma Amazônia.

3 MATERIAS E MÉTODOS

A pesquisa compreendeu estudos acadêmicos sobre o tema, dados obtidos nas páginas de internet e documentos relativos aos órgãos envolvidos no tema.

A associação de métodos indiretos para a valoração de danos ambientais tem como base o Método de Reposição (MCR) para o cálculo do valor de uso direto, e o Método CATE para o cálculo do valor de uso indireto.

Para a composição da equação matemática, é fundamental:

- a) Definir a taxa social de retorno do capital (taxa de juros - j), para que o projeto de restauração florestal seja viável no tempo “ n ”;
- b) Calcular os custos do uso direto para a demolição das estruturas, restauração florestal e valor comercial das madeiras apreendidas, no bioma Amazônia, especificamente, no estado do Pará;
- c) Determinar o fator de conversão ($F_{i/d}$) para o uso indireto, conforme a degradação ambiental cometida, na Floresta Nacional do Jamanxim, multiplicando-o pelos custos da restauração florestal $\left(\frac{(CRF \cdot F_{i/d}) (1+j)^n}{(1+j)^n - 1}\right)$, associando os danos diretos e indiretos, referentes aos prejuízos ambientais e seus efeitos negativos no ecossistema. Resultados estes, capitalizados pela taxa social de retorno do capital (j), em função da idade estimada da floresta “ n ” (na ocorrência do dano).
- d) Definir um fator de correção $\left(\frac{n}{p}\right)$, conferindo um ajuste referente aos serviços ambientais fornecidos no tempo “ n ”, na data do ilícito ambiental, proporcionais aos providos por uma floresta primária, no tempo “ p ”, idade em anos em que foi suprimida.
- e) Determinar o valor presente dos custos de restauração e prejuízos ambientais, de acordo com o estágio sucessional da vegetação nativa suprimida, por uma série uniforme de pagamento periódica, capitalizada no tempo “ n ”, na mesma taxa de desconto “ i ”.

- f) Incorporar as variáveis definidas no modelo matemático proposto, validando o método com aplicação em estudos de caso, simulando cálculos para infrações ambientais reais, constatadas em campo.
- g) Levantamento das infrações ambientais mais cometidas no município de Novo Progresso / PA, onde a FLONA do Jamanxim está localizada.
- h) Elaborar planilha eletrônica, demonstrando a aplicação da equação matemática, para valoração de danos ambientais decorrentes do desmatamento, servindo como um arquivo base para inserir ou modificar as variáveis definidas, de forma rápida e sucinta, disponibilizando-a na internet.

3.1 TAXA SOCIAL DE RETORNO DO CAPITAL

Para Ribas (1996), a taxa de juros deve situar-se em torno de 6% a.a., para projetos florestais, em virtude da conjuntura econômica brasileira, na análise à época da elaboração de sua tese, e o horizonte de planejamento dos empreendimentos, implicando na viabilidade de sua execução a longo prazo.

Ademais, como os projetos de investimentos florestais se caracterizam pelo planejamento a longo prazo, com riscos mais elevados que os de menor tempo de duração e, durante a avaliação de viabilidade econômica, que levam em conta a variação do capital no tempo, a definição da variável “i” capitalizada sob regime de juros compostos, não admite taxas de desconto muito elevadas (Ribas, 1996).

Silva et al. (2005) argumentam que a viabilidade de um projeto florestal deve basear-se no fluxo de caixa, que resulta da relação entre custos e receitas durante o horizonte de planejamento para o empreendimento, a uma taxa de desconto atraente, caso as receitas sejam menores que os custos, o empreendimento é economicamente inviável. A escolha da taxa de desconto, que representa o retorno do capital investido, deve ser a mais coerente, especialmente no caso de projetos de longo prazo, onde a definição de uma taxa de desconto muito alta altera a classificação de um projeto tornando-o inviável, ao contrário, da seleção de uma taxa de desconto menor, levando a conclusões errôneas sobre sua lucratividade.

Como o Método CATE fundamenta-se na teoria de que a sociedade estaria disposta a aceitar uma renda perpétua em detrimento da indenização (pecuniária ou não) de determinado

tipo de degradação ambiental, é fundamental determinar a taxa de desconto (j) e o período de capitalização da renda (n), no horizonte de ocorrência dos efeitos ambientais no tempo e conforme o intervalo temporal da vegetação nativa suprimida.

Na equação matemática proposta, a referência de juros será a Taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC³²), incidindo na correção dos débitos, onde o valor do dano indenizável será monetariamente atualizado, dado o transcurso de tempo entre a data do evento danoso até a data do cálculo do valor total do dano ambiental, devido à privação do coletivo dos recursos ambientais e degradação da floresta.

Análogo ao que ocorre no processo administrativo ambiental sancionador, uma vez que após apuração da infração ambiental e homologação do auto de infração, com a devida constituição do débito, há incidência de juros de mora e correção monetária, previsto no artigo 113³³, do Decreto nº 6514/2008, embutidos na Taxa SELIC, para cobrança do valor da multa administrativa, excluído qualquer outro índice de correção ou de juros de mora, para que não ocorra duplicidade de juros nos cálculos, conforme a Medida Provisória nº 449/2008, convertida na Lei nº 11.941/2009.

Assim como existe a recomendação do MPF, para que nos cálculos das ações judiciais e no âmbito administrativo, de interesse da instituição, a indicação do indexador de atualização monetária, seja compatível com a data da ocorrência do fato ilícito (MPF, 2015).

Ademais, como o ICMBio é uma autarquia federal, o artigo 37-A, da Lei nº 10.522/2002, estabelece que os débitos de títulos federais, serão acrescidos de juros e correção monetária:

Art. 37-A. Os créditos das autarquias e fundações públicas federais, de qualquer natureza, não pagos nos prazos previstos na legislação, serão acrescidos de juros e multa de mora, calculados nos termos e na forma da legislação aplicável aos tributos federais. [\(Incluído pela Lei nº 11.941, de 2009\)](#)

³² Taxa SELIC – taxa básica da economia brasileira, definida com na meta da Selic definida na reunião do Comitê de Política Monetária do BC (Copom).

³³ Art. 133. Havendo decisão confirmatória do auto de infração por parte do CONAMA, o interessado será notificado nos termos do art. 126.

Parágrafo único. As multas estarão sujeitas à atualização monetária desde a lavratura do auto de infração até o seu efetivo pagamento, sem prejuízo da aplicação de juros de mora e demais encargos previstos em lei.

A Taxa Social de Retorno do Capital será a média das taxas reais de juros informados pelo Banco Central do Brasil, mediante a publicação semanal do Boletim Focus³⁴, para os anos de 2018 e 2019.

Outro indexador a ser utilizado é o Índice de Preços ao Consumidor (IPCA), que representa o índice oficial da inflação no Brasil, auferido, mensalmente, pelo IBGE.

Para a aplicação correta dos juros na equação de valoração de danos ambientais, faz-se necessário o desconto da expectativa da inflação da taxa de juros nominal, para os anos de 2018 e 2019, no presente caso, da Taxa Selic, obtendo-se a taxa de juros real, por meio da Equação de ³⁵Fisher:

$$TRJ = \left(\left(\frac{1+j}{1+i} \right) - 1 \right) \cdot 100 \quad (4)$$

Onde:

TRJ = taxa real de juros

j = taxa nominal de juros (SELIC), em número decimal

i = medida de aumento do nível de preços, Taxa da Inflação (IPCA) para os anos selecionados, em número decimal.

Após consultas aos sites oficiais do Banco Central do Brasil e IBGE, os valores históricos das taxas Selic acumuladas para os anos de 2018³⁶ e 2019 (até o mês de agosto), foram: 6,4% a.a. e 5,9% a.a., respectivamente; Enquanto para o IPCA, dos anos 2018³⁷ e 2019 (até o mês de agosto³⁸), foram: 3,75% a.a. e 3,43% a.a., respectivamente.

³⁴ O Boletim Focus resume as estatísticas calculadas considerando as expectativas semanais de mercado e não do Banco Central do Brasil. O relatório traz a evolução gráfica e o comportamento semanal das previsões para índices de preços, atividade econômica, câmbio, taxa Selic, entre outros indicadores (Banco Central do Brasil, 2019). Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus>>.

³⁵ De acordo com Irving Fisher: a taxa real de juros seria independente da taxa de inflação, ou ainda, a inflação seria neutra com respeito à taxa real de juros. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/13080/000051269_td15.pdf?sequence=1&isAllowed=y

³⁶ Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>>.

³⁷ Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplio.html?=&t=series-historicas>

³⁸ Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1419#n1/all/n7/all/n6/all/v/2265/p/last%201/c315/all/d/v2265%202/l,p+t+v.c315/resultado>>.

Os cálculos obtidos das taxas reais de juros para os anos de 2018 e 2019 (até o mês de agosto), foram 2,60% a.a. e 2,42% a.a., respectivamente, resultando numa taxa real anual de juros, com média de 2,51%.

3.2 CUSTOS DE DEMOLIÇÃO DE ESTRUTURAS

O Decreto nº 6.514/2008, que trata das infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelecendo o processo administrativo federal para apuração destas infrações, prevê que a sanção de demolição poderá ser aplicada pelo agente autuante, no flagrante do ilícito ambiental, ou pelo autoridade competente, após o contraditório e ampla defesa, quando não for passível de regularização ambiental ou estiver em desacordo com a legislação vigente:

Art. 19. A sanção de demolição de obra poderá ser aplicada pela autoridade ambiental, após o contraditório e ampla defesa, quando: (Redação dada pelo Decreto nº 6.686, de 2008).

I - verificada a construção de obra em área ambientalmente protegida em desacordo com a legislação ambiental; ou

II - quando a obra ou construção realizada não atenda às condicionantes da legislação ambiental e não seja passível de regularização.

§ 1º A demolição poderá ser feita pela administração ou pelo infrator, em prazo assinalado, após o julgamento do auto de infração, sem prejuízo do disposto no art. 112.

§ 2º As despesas para a realização da demolição correrão às custas do infrator, que será notificado para realizá-la ou para reembolsar aos cofres públicos os gastos que tenham sido efetuados pela administração.

§ 3º Não será aplicada a penalidade de demolição quando, mediante laudo técnico, for comprovado que o desfazimento poderá trazer piores impactos ambientais que sua manutenção, caso em que a autoridade ambiental, mediante decisão fundamentada, deverá, sem prejuízo das demais sanções cabíveis, impor as medidas necessárias à cessação e mitigação do dano ambiental, observada a legislação em vigor. (Incluído pelo Decreto nº 6.686, de 2008). (BRASIL, 2008a, com alterações de BRASIL, 2008b)

Para a reparação do dano ambiental causado na UC, materializado na supressão e corte da vegetação, além do impedimento à regeneração natural da vegetação nativa, em razão da construção, é imprescindível que a demolição do imóvel e a recuperação ambiental do local sejam medidas fundamentais, nos termos do artigo 21, da IN ICMBio nº11/2014:

Art. 21. Para as edificações e outras benfeitorias como muros, aterros, entre outros, construídas irregularmente no interior de Unidade de Conservação, cuja demolição

tenha sido homologada por ato administrativo ou judicial, é necessária a adoção das seguintes medidas:

I - promover a demolição da edificação e demais benfeitorias;

....

§4º. Após a demolição das edificações e benfeitorias, a recuperação/restauração da área deverá ser realizada conforme os termos da presente Instrução Normativa.

Para a obtenção dos valores envolvidos na demolição de estruturas e remoção de resíduos, será utilizado como referência os preços fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI³⁹ (Tabela 11).

Tabela 11 - Custos de demolição e remoção de entulhos

Código da Composição - SINAPI*	Atividade	Custo R\$ / m³
97625	Demolição de alvenaria para qualquer tipo de bloco, de forma mecanizada, sem reaproveitamento. AF_12/2017	37,08
72898	Carga e descarga mecanizadas de entulho em caminhão basculante 6 m ³	3,83
	Total	40,91

Fonte: SINAPI, planilha atualizada em julho de 2019.

* Planilha com valores não desonerados, para referência de composição dos custos e serviços, para o estado do Pará.

Na elaboração de uma metodologia específica para a gestão diferenciada dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD), PINTO (1999) estima a geração de RCD a partir das construções legalizadas. Segundo o autor a massa estimada para as edificações construídas de forma convencional, é de 1,2 t/m², com perda média de materiais nos processos construtivos de 25%, resultando no valor de 0,9 t/m². Para encontrarmos o custo dos serviços de demolição e remoção dos entulhos por metro quadrado, é necessário a conversão de valores e, a partir da

³⁹ O SINAPI é a fonte oficial de referência de preços de insumos e de custos de composições de serviços pelo Decreto nº 7983/2013 e pela Lei 13.303/2016. O Decreto 7983/2013 estabelece as atribuições da Caixa Econômica Federal e ao IBGE na gestão do SINAPI. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_754

informação do autor de que cada metro cúbico de resíduo contém 1,2 toneladas de entulho (1,2 t/m³), têm-se a equação⁴⁰:

$$CDRE = \left(\frac{(ME*CD)+CT}{MU} \right) \quad (5)$$

Onde,

CDRE - Custo de Demolição e Retirada dos Entulhos em R\$ / m²;

ME – Massa da Edificação estimada por Pinto (1999), em t/m²;

CD – Custo de Demolição, em R\$ / m³;

CT – Custo do Transporte, por m³/km

MU – Massa Unitária estimada por Pinto (1999), em t/m³.

Desta forma, o valor por metro quadrado, para a demolição e remoção das estruturas é expresso abaixo:

$$CDRE = \left(\frac{(0,9t/m^2 * 37,08m^3) + 3,83 m^3}{1,2 t/m^3} \right) \quad (6)$$

$$CDRE = 31,00 \text{ R\$ / m}^2$$

A variável CDRE é uma variável independente e não será submetida à capitalização de juros no tempo “n”, mas, somada ao resultado da equação CATE original, uma vez que a atividade será realizada uma única vez e compõe o rol de atividades necessárias para a efetiva implantação do PRAD.

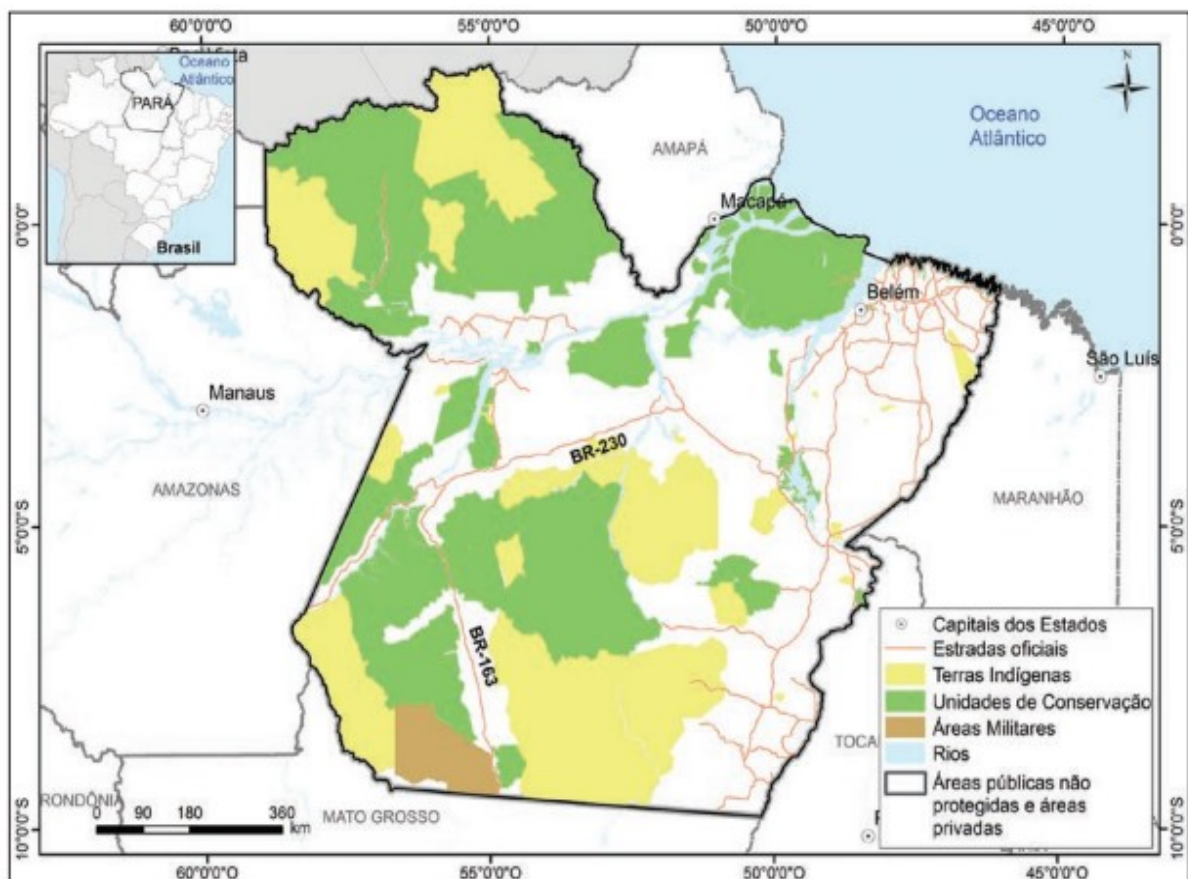
⁴⁰ Adaptada da equação de custos de demolição proposta pelo Ministério Público do estado do Mato Grosso, p. 34. Disponível em: https://pjeaou.mpmt.mp.br/wpcontent/uploads/2017/10/VALORACAO_DANO_AMBIENTAL_MT_PJEDAOU-1.pdf

3.3 CUSTOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ

Os valores a serem utilizados na equação matemática do presente trabalho, serão discriminados neste subtópico, uma vez que os autores englobam custos do transporte, mão-de-obra e insumos praticados no município de Novo Progresso, área de abrangência da FLONA do Jamanxim.

O Pará localiza-se no leste da Amazônia brasileira e é o segundo maior estado do Brasil, com 1,25 milhão de km², sendo que as áreas protegidas ou reservas indígenas representam 55% do seu território, ou 685.575 km² (Figura 18), além de ocupar um lugar de destaque entre os estados com maiores taxas de desmatamento, onde 21% de sua área foi desmatada até 2014 (Silva et al., 2017).

Figura 18 - Estado do Pará (área do estudo), com estradas, rios e Áreas Protegidas (Terra Indígena, Unidade de Conservação e Área Militar).



Fonte: Silva et al., 2017, p. 20.

O estado do Pará possui estimativa de três milhões de hectares de passivo florestal, podendo contribuir com 25% da meta nacional para reflorestamento de 12 milhões de hectares até 2030. Deste passivo, os autores Silva et al. (2017), estimam que as APP somam entre 760 mil ha a 01 milhão de ha, além de 2,3 milhões de ha de Reserva Legal (RL), a serem recuperados.

Apesar da obrigação legal para regularização do passivo ambiental e o movimento atual para recuperar a floresta, as informações sobre os custos e benefícios envolvidos na restauração florestal na Amazônia são incipientes (Silva et al., 2017).

A seleção do melhor método e técnica de restauração a ser empregada dependerá das condições ambientais da área. Silva et al. (2017), citam como os métodos descritos na Figura 19, devem ser aplicados, como por exemplo, em área com uso prolongado de atividade agropastoril, com baixa resiliência, expressa no potencial reduzido de regeneração natural da vegetação nativa, o plantio total da área (método I) é o mais indicado. Já os métodos II e III, com enriquecimento de espécies nativas, devem ser indicados para áreas com certa resiliência, porém, com baixas densidade e diversidade de espécies e demanda para controle de espécies invasoras. Finalmente, os métodos IV e V, com condução da regeneração natural da vegetação, são apropriadas em áreas onde alguma intervenção para isolamento do local (cerca para impedir a presença de gado, por exemplo), são suficientes, devido ao alto poder de regeneração natural e alta resiliência. Contudo, os autores ressaltam que não foram considerados os fragmentos florestais, implicando, diretamente, nos custos finais da restauração no estado.

Figura 19 - Descrição dos métodos de restauração.

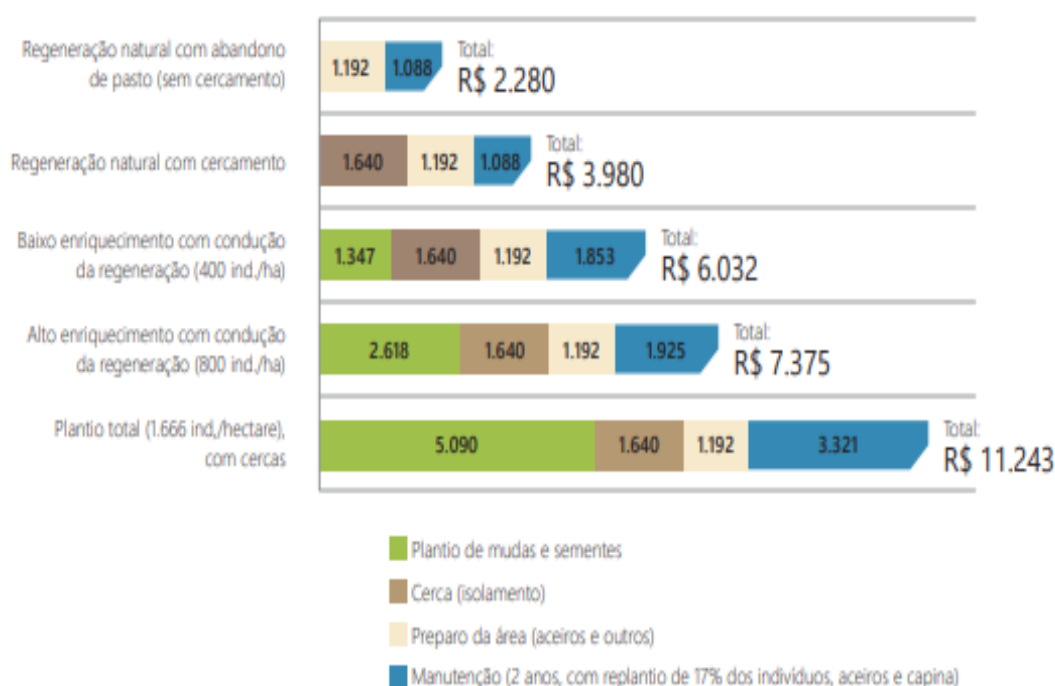
Método	Descrição
I	Plantio total da área (1.666 indivíduos/hectare), com cercas
II	Plantio de alto enriquecimento e alta densidade (800 ind./ha)
III	Plantio de baixo enriquecimento e baixa densidade (400 ind./ha)
IV	Regeneração natural com isolamento da área por cercas
V	Regeneração natural com abandono de pasto (sem cercas)

Fonte: Silva et al., 2017, p. 33. Adaptado pela autora.

Para o cálculo desta variável, utilizou-se como referência o Método do Custo de Reposição para levantamento dos custos da restauração florestal.

Os custos para restauração florestal (CRF) referem-se à fase de implantação no primeiro ano e a manutenção e monitoramento nos 24 meses seguintes, variando de R\$ 2.280,00 a R\$ 11.243,00 o hectare, conforme o método de restauração florestal escolhido (Figura 20).

Figura 20 - Custos de restauração (R\$/ha) em diferentes métodos, sem exploração madeireira.



Fonte: Silva et al., 2017, p. 36.

As atividades e insumos estimados, estão discriminados na Figura 33, no Anexo A.

É fundamental ressaltar que o presente trabalho não tem a finalidade de determinar qual a melhor técnica de restauração florestal a ser adotada, pois os valores a serem indicados nos cálculos, refletem uma hipótese cabível no exemplo do estudo de caso. Desta forma, o profissional deverá proceder a análise do melhor método, de acordo com orientação técnica para a área a ser restaurada, a fim de recriar as funções ecossistêmicas no local ao longo do tempo.

3.4 VALOR DA MADEIRA COMERCIAL

A exploração ilegal de madeira nativa afeta o estoque futuro para concessão florestal e o uso pelas comunidades tradicionais das UC federais, aumentando a degradação e fragmentação florestal. Desta maneira, é fundamental que o infrator indenize à União pelos prejuízos auferidos pela atividade ilegal executada.

Conjectura-se que, em razão da ausência de autorização legal para a exploração madeireira, a celeridade na extração e transporte do produto florestal *in natura* para a serraria e, posterior, beneficiamento é vital para viabilidade das operações criminosas e, conseqüentemente, resulta em maiores apreensões de madeira em tora, seguidas de madeira serrada, nas ações de fiscalização dos órgãos ambientais, tanto *in loco*, nos flagrantes no local da extração, quanto durante o transporte, no escoamento do produto ilegal, no trajeto UC-serraria ou outro local de beneficiamento.

Como a FLONA do Jamanxim não possui inventário florestal atualizado, considera-se o volume de madeira apreendido pela equipe de fiscalização, no momento da vistoria *in loco*. Para as unidades de conservação, que possuem inventário florestal publicado pelo Serviço Florestal Brasileiro, é possível estimar a volumetria explorada na área desmatada, de acordo com o zoneamento definido no Plano de Manejo e Inventário Florestal 100% realizado.

Neste trabalho, utilizou-se como parâmetro os preços do metro cúbico, das madeiras em tora e serrada, conforme informação disponível no site oficial da Secretaria de Fazenda do estado do Pará (SEFA-PA), descritos na Quadro 5.

Quadro 5 - Preços mínimos praticados no mercado madeireiro, no estado do Pará.

Produto	Nome vulgar	Tora (R\$/m³)	Serrada (R\$/m³)
Madeiras brancas	abiurana, açacu, amapá, amesclão, anani, angico, aracanga, atana, axixa, bacuri, bajeira, baleira, breu sucububa, burangi, cachinguba, caju, camaçari, canguru de sangue, canjarana, cedroarana, chapéu de sol, copaíba pau-de-óleo, cupiúba, curupixa, envirão, esponja, estopeiro, favão, faveiro, garapa, goiabão, imbaí, imbuia, ingá,inhaíba, jarana, louro amarelo, louro tamaquaré, macacaúba, mandioqueira, mangue, maracanã, marupá, marupi, melancieiro, merin, morototó, muiratinga, mundurucus, mungúba, murucí, oiticica, orelha de macaco, parapará, pijerina, píquia, piquiarana, piriquiteira, pitiuba, pracúba, pradatinha, quarubarana, quarubatinga, quaximba, quaxinguba, sapucaia, seringarana, sumaúma, taimbuca, tauarí, tauiabura, taxi, timborana, tuere, ucuúba, uxi, ventosa, viana, viróla, visgueiro e outras madeiras brancas;	166,93	492,33
Madeiras vermelhas	acapú, amarelão, andiroba, angelim pedra, angelim vermelho, cambara, cedrinho da amazônia, cumaru, gonçaloalves, itaúba, jatobá, jutaí, louro canela, louro vermelho, maparajuba, massaranduba, muiracatiara, paraju, pau amarelo, pau roxo, pau roxinho, quaruba, quaruba cedro, sucupira preta, tatajuba, e outras madeiras vermelhas;	207,42	796,12
Madeiras nobres	freijó, jacaranda, ipê, sucupira pele de sapo e outras madeiras nobres;	513,28	2.053,13
Madeiras especiais	cedro	1.037,04	2.698,41
	cedro-rosa	1.037,04	2.698,41
	cerejeira	345,68	1.198,36
	mogno	2.421,87	3.113,22
	pau-rosa	345,68	1.198,24

Fonte: Portaria SEFA⁴¹ nº 611, de 11/09/2015. Elaborada pela autora (2019).

⁴¹ Disponível em: http://www.sefa.pa.gov.br/arquivos/icms/boletim_precos/2015/Bol_Inf_de_precos_min_de_Mer-2.pdf

3.5 FATOR DE CONVERSÃO (F I/D)

No levantamento dos custos para restauração florestal, o orçamento prediz o necessário para recomposição da paisagem, com estimativas realizadas através de preços de mercado para reparar a área degradada. No entanto, os prejuízos ambientais decorrentes do dano ambiental causado não são contemplados somente com esta variável.

Os valores indiretos, intangíveis, de difícil mensuração, do ponto de vista econômico, como a regularização do regime das águas, a estabilização dos solos, a biodiversidade da fauna/flora, o controle das enchentes, a qualidade dos recursos naturais, etc, são expressos e incorporados na equação matemática, através do Fator de Conversão (F i/d), numa escala numérica de 1 a 9 (Figura 21).

Para a gradação do Fator i/d, deve-se considerar a intensidade, a gravidade e a potencialidade dos danos ambientais, bem como a complexidade do ecossistema afetado e a possibilidade da aplicação de alternativas tecnológicas viáveis para a solução dos problemas ambientais, conforme determinado por RIBAS (1996).

Figura 21 - Escala Comparativa. Relação danos ambientais diretos (d) e indiretos (i).

Fator (F i/d)	Significado
1	Relação de predominância inexistente de i sobre d
3	Pequena predominância de i sobre d
5	Significativa predominância de i sobre d
7	Predominância forte de i sobre d
9	Predominância absoluta de i sobre d
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários

Fonte: RIBAS, 1996, p. 135.

De acordo com RIBAS (1996), os valores ambientais diretos têm influência na geração dos valores ambientais indiretos, de forma recíproca. Aplicando a mesma lógica da Lei Comutativa da Matemática, onde a ordem dos fatores não altera o produto.

Ou seja, os danos ambientais totais (diretos e indiretos) correspondem em até nove vezes o montante dos custos referentes aos danos dos valores ambientais diretos, para ecossistemas estáveis, inalterados e complexos.

3.6 CUSTOS AMBIENTAIS TOTAIS ESPERADOS – CATE

Os métodos indiretos de valoração econômica de danos ambientais, aplicados no presente trabalho, compreendem os cálculos para as degradações decorrentes do desflorestamento, captando, apenas, as variáveis referentes aos valores de uso direto e uso indireto, integrantes do VERA, por meio da associação do MCR e do CATE I, resultando na equação matemática abaixo:

$$CATE = CDRE + VMC + \left[\left(\frac{(CRF \cdot F_{i/d}) (1+j)^n}{(1+j)^n - 1} \right) \cdot \frac{n}{p} \right] \quad (7)$$

Onde,

CDRE = Custos de Demolição e Remoção de Entulhos (R\$/m²);

VMC = Valor Comercial da Madeira (R\$/m³);

CRF = Custos da Restauração Florestal (R\$/ha);

i = taxa social anual de retorno do capital, em decimal;

n = idade, em anos, estimada da floresta na data da ocorrência do dano;

p = idade, em anos, para que as funções ecológicas da floresta secundária sejam equiparadas ao da floresta primária, sendo $p \geq n$ (Klotz, 2016).

$F_{i/d}$ = Fator que relaciona os danos ambientais diretos e indireto, numa escala de 1 a 9;

As variáveis CDRE e VMC expressam os valores referentes aos custos de demolição e remoção dos entulhos e o valor da madeira comercial, respectivamente, e serão utilizadas nos casos onde a infração ambiental for enquadrada como construção irregular e apreensão de produto florestal, decorrente de exploração ilegal de madeira, nas áreas desmatadas.

A equação proposta por Ribas (1996), mediante a fórmula matemática: $((Cd \cdot F_{i/d}) (1 + j)^n) / ((1 + j)^n - 1)$, consiste em 4 (quatro) variáveis básicas do modelo, explicadas na subseção 2.7.1.4, sobre o Método CATE, relacionando os custos de restauração florestal, do ambiente degradado a um fator de conversão ($F_{i/d}$), onde este associa os danos ambientais

diretos e indiretos, numa escala de 1 a 9, em função da intensidade, da gravidade e da sua potencialidade, bem como da complexidade do ecossistema afetado. Resultados estes, capitalizados pela taxa social de retorno do capital, em função da idade estimada da floresta "n" (na ocorrência do dano).

A incorporação de variáveis à equação matemática proposta por RIBAS (1996), por meio de seus princípios teóricos, quando da avaliação de danos ambientais, considera-se a readequação da metodologia, apenas, para inclusão das variáveis CDRE e VMC, se cabíveis nas descrições das infrações ambientais, além da inserção do fator $\frac{n}{p}$, onde este representa um fator de correção, um ajuste referente aos serviços ambientais fornecidos no tempo "n", na data do ilícito ambiental, proporcionais aos providos por uma floresta primária, no tempo "p" (Klotz, 2016), com a finalidade de atribuir um valor indenizatório justo a ser pago pelo infrator, uma vez que será responsabilizado pela privação dos benefícios auferidos pela floresta no estágio sucessional que foi suprimida.

Os intervalos temporais referentes aos estágios sucessionais (n), das formações florestais no bioma Amazônia, especificamente, para o estado do Pará, por meio do Sistema Capoeira Classe:

- a) Estágio inicial: 5 a 10 anos;
- b) Estágio intermediário: 11 a 20 anos;
- c) Estágio avançado: 21 a 39 anos;
- d) Floresta primária: > 40 anos, com possibilidade de alteração, a partir das atualizações de dados da literatura.

3.7 LEVANTAMENTO DAS INFRAÇÕES AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO / PA

Para o levantamento das infrações ambientais utilizou-se como referência a base do Portal Brasileiro de Dados Abertos, ferramenta do Governo Federal, que reúne informações referentes aos diversos assuntos da administração pública, desde que não tenha alguma restrição de acesso.

No Portal Brasileiro de Dados Abertos, o conjunto de dados disponibilizados pelo ICMBIO não compreende o quantitativo de autos de infrações lavrados pelo órgão, mas, somente informações relativas à gestão dos espaços protegidos.

Embora a responsabilidade primária para a fiscalização das unidades de conservação federais seja do ICMBIO, o IBAMA é dotado de poder de polícia e possui competência supletiva para a proteção desses espaços protegidos. Além do fato de que era órgão gestor das UC's federais até a data de criação do ICMBIO.

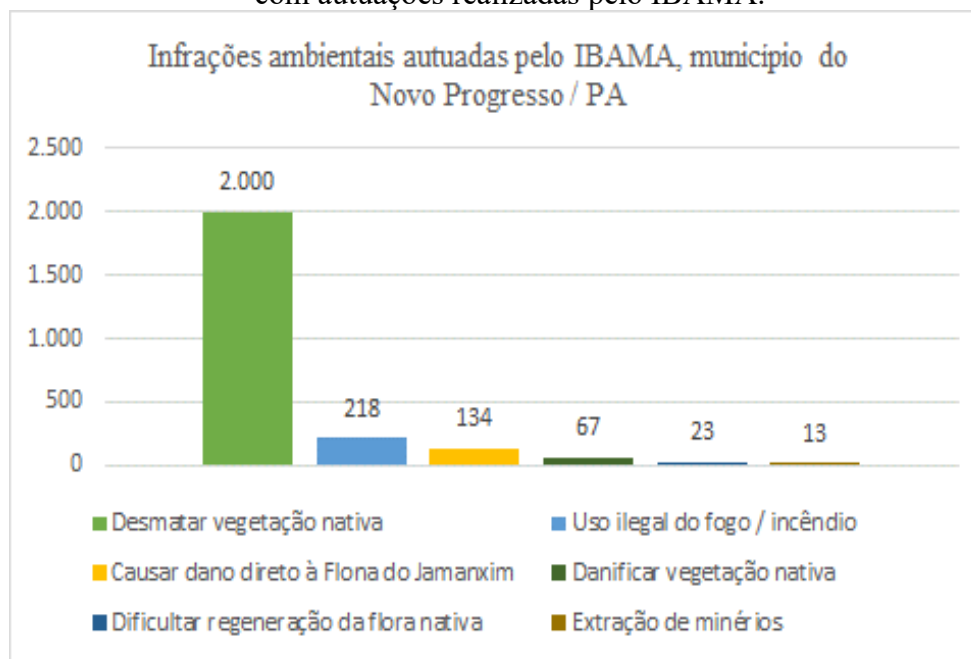
Nesse contexto, utilizou-se planilha com os dados consolidados dos autos de infração lavrados pelo IBAMA, desde o início da década de 80 até o dia 19/04/2020, conforme informado pelo órgão, no Portal Brasileiro de Dados Abertos⁴².

A partir da planilha consolidada, os dados foram submetidos a análise individual e extração de informações, sendo plotadas em planilha eletrônica (Microsoft Excel®) e compilada por meio dos filtros: tipo da infração ambiental e o município de Novo Progresso / PA, haja vista que a FLONA do Jamanxim está inserida, integralmente, nos seus limites. Como há grande diversidade de tipos de infrações ambientais constatadas, desde desmatamento à poluição, foram selecionadas, apenas, infrações tipificadas como dano direto à vegetação nativa.

Na análise dos dados constatou-se que as infrações ambientais mais cometidas (Figura 22), estão relacionadas ao desmatamento da vegetação nativa, com 2.000 autuações, seguida do uso ilegal do fogo, com 218 autos de infração. Constatou-se, também, a quantidade expressiva de ilícitos ambientais com danos diretos à FLONA do Jamanxim, com 134 ocorrências e, em menor quantidade (13) a extração de minérios, porém, estes possuem grande potencial de dano ambiental.

⁴²Disponível em: http://dadosabertos.ibama.gov.br/dados/SIFISC/auto_infracao/auto_infracao/auto_infracao.csv

Figura 22 – Infrações ambientais mais cometidas no município de Novo Progresso, de acordo com autuações realizadas pelo IBAMA.



Fonte: Portal Brasileiro de Dados Abertos, 2020. Elaborado pela autora.
Planilha atualizada em 19/04/2020.

A apuração dessas infrações ambientais resultou na seleção de ilícitos contra a flora, para a aplicação da equação matemática para valoração de danos ambientais, nos estudos de caso, na FLONA do Jamarxim.

3.8 PLANILHA DE VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS, DECORRENTES DE DESFLORESTAMENTOS.

A proposta do presente trabalho é a composição de métodos indiretos para a valoração de danos ambientais, decorrentes de desflorestamentos, associando os Método CATE e o MCR.

Nesse cenário, foi elaborada planilha eletrônica com as variáveis consolidadas, dependentes e independentes, a serem aplicadas, caso a caso, para o cálculo do CATE e do Dano Ambiental Intercorrente (DAI).

Para o cálculo do CATE, o profissional deverá inserir as seguintes variáveis dependentes, na planilha eletrônica: a área desmatada (hectares); a idade (n) em anos da floresta que sofreu o dano; a taxa social definida (j); idade (p), em anos, para que as funções ecológicas da floresta secundária sejam equiparadas ao da floresta primária; Fator de conversão

(F i/d) que associa os danos diretos e indiretos; os custos da restauração florestal (CRF), no estado do Pará, lembrando que para outros estados da Amazônia Legal, há referências de valores para o bioma Amazônia; Fator de correção (n/p), conferindo um ajuste referente aos serviços ambientais fornecidos no tempo “n”.

No cálculo do DAI, basta inserir o resultado do CATE na equação matemática, além das variáveis referentes à taxa social (j) e o tempo (t), em anos, decorrido entre o estabelecimento dos danos ambientais e a implementação das medidas ambientais cabíveis para cessar/corrigir sua ocorrência.

As variáveis independentes serão inseridas se na descrição do auto de infração, houver menção à apreensão de madeira ou, nos casos, onde a UC possua inventário florestal publicado, para estimativa da volumetria de madeira explorado.

Para a demolição de estruturas e remoção de entulhos, recomenda-se que o profissional confira a categoria de manejo na qual a UC está inserida, e as restrições impostas no plano de manejo, a fim de sustentar o pedido para reparação de dano ambiental, mediante o ingresso em ACP. A variável “CDRE” será obtida ao multiplicar-se o valor cobrado para a demolição, no presente estudo o custo definido é de R\$ 31,00, pelo total da metragem da edificação irregular construída.

Os dados obtidos estão consolidados na planilha abaixo e é apresentada na Figura 23, bem como para a validação da equação matemática, aplicada aos estudos de caso (Figuras 30 a 32).

Figura 23 – Planilha eletrônica para valoração de danos ambientais, decorrentes de desflorestamento

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Custos da Restauração Florestal (R\$/ha), em diferentes métodos, sem exploração madeireira, no PA.											
2	Regeneração natural com abandono de pasto - sem cercamento	Regeneração natural com cercamento	Baixo enriquecimento com condução da regeneração (400 ind/ha)			Alto enriquecimento com condução da regeneração (600 ind/ha)			Plantio total (1.666 ind/ha, com cercas)			
3												
4												
5	2.280,00	3.980,00	6.032,00			7.375,00			11.243,00			
6	Referência de idade (n), em anos, para a floresta, na data da ocorrência do dano.									Tempo "p" (anos)		
7	Estágio inicial (capoeirinha)			Estágio intermediário (capoeira)						Floresta primária		
8												
9	0 a 10			10 a 20						> 40		
10	Fator F i / d											
11	1			Relação de predominância inexistente de i sobre d								
12	3			Pequena predominância de i sobre d								
13	5			Significativa predominância de i sobre d								
14	7			Predominância forte de i sobre d								
15	9			Predominância absoluta de i sobre d								
16	2,4,6 e 8			Valores intermediários								
17	CDRE - Custo de Demolição e Retirada dos Entulhos em R\$ / m²;											
18	31,00											
19	VCM - Valor comercial da madeira											
20	conferir no Quadro 5 a espécie e valor, após multiplicar pelo volume de madeira apreendido.											
21	Variáveis dependentes											
22												
23	CRF (R\$/ha)						CDRE	31	R\$/m ²			
24	F i/d						VCM	conferir no Quadro 5 a espécie e valor, após multiplicar pelo volume de madeira apreendido.				
25	j		em decimal									
26	n		anos									
27	p	40	anos									
28	t		lapso temporal (anos)									
29	Potência¹											
30	Potência²											
31	Fator de correção (n/p)											
32	Área do dano		hectares									
33	CATE											
34	DAI											
35	CATE total											

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A variável “Valor Comercial da Madeira (VCM)” está condicionada à identificação das madeiras apreendidas, quanto à espécie explorada, bem como se está *in natura* ou serrada, auferindo distintos valores para o produto florestal beneficiado.

Desta forma, o profissional deverá fazer o cálculo a parte, utilizando como parâmetro os valores praticados no mercado florestal, de acordo com o Quadro 5, segundo a Secretaria de Fazenda, do estado do Pará. Definidas as espécies, basta multiplicar a volumetria pelo valor comercial, separadamente, e somar ao CATE.

Figura 24 – Descrição das sentenças matemáticas para o cálculo do CATE e DAI.

Célula	Fórmula
B29	$=((1+B25)^{B26})$
B30	$=((B29)-1)$
B31	$=B26/B27$
CATE 33	$=(((B23*B24*B29)/(B29-1))*B32)*B31+G23+G24$
DAI 34	$=B33*(((1+B25)^{B28})-1)$
CATE ^(total) 35	$=B33+B34$
L23	$=H23*K23$

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

No processo de construção de uma ferramenta que otimize o tempo do profissional para o cálculo do dano ambiental, possibilitando a identificação geral das variáveis a serem inseridas na fórmula matemática, buscou-se um meio de disponibilizar a planilha eletrônica na rede mundial de computadores.

O armazenamento do arquivo em nuvem foi realizado através da ferramenta de produção colaborativa “Google Drive”, com permissão de edição, possibilitando melhorias para a qualidade da tabela eletrônica para valoração de danos ambientais, decorrentes de desflorestamentos, e até mesmo novos recursos. A planilha eletrônica elaborada está disponível para download no link: [planilhaparavaloracaodedanosambientais_desflorestamentos_CATE](#) .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INFRAÇÕES AMBIENTAIS MAIS COMETIDAS E A COBRANÇA DA REPARAÇÃO DO DANO AMBIENTAL

O ICMBIO, órgão gestor das unidades de conservação federais, com competência estabelecida por Lei, têm o dever de promover ações para reparação de danos ambientais cometidos dentro dos espaços protegidos ou que causem danos a estes.

Nas ações civis públicas, os servidores não atuam como perito judicial, no entanto, o ICMBIO indica um assistente de perícia, a fim de acompanhar e fornecer subsídios técnicos ao órgão responsável pela defesa da autarquia, por tratar-se de atividade não finalística da autarquia.

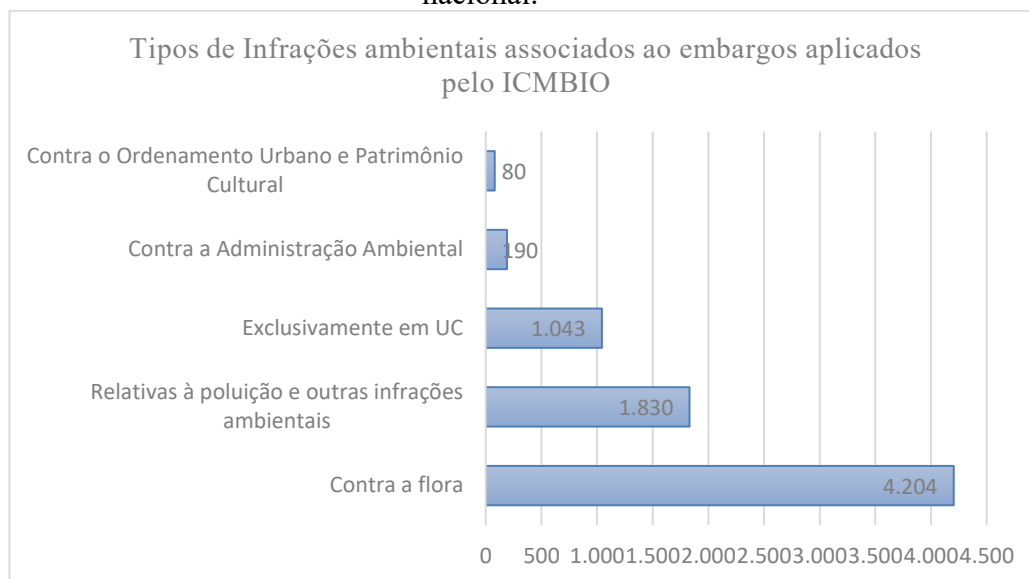
De acordo com a relação de embargos publicada pelo ICMBIO ⁴³, entre os anos de 2008 a 2019, constam 9.584 (nove mil e quinhentos e oitenta e quatro) restrições administrativas, provenientes da lavratura de autos de infração ou, simplesmente, o embargo de área ou atividade para cessação imediata do dano ambiental constatado, cometidas nos limites da UC ou fora da unidade, desde que as afetem negativamente.

Dentre os 9.584 embargos efetuados pelo ICMBIO (Figura 25), a nível nacional, 4.204 foram aplicados em razão de cometimento de ilícitos contra a flora, tais como: destruir/suprimir/danificar/desmatar vegetação nativa ou impedir sua regeneração natural, infrações ambientais de dano direto que requerem reparação do bem jurídico lesado, mediante determinação na homologação do auto de infração ou ação voluntária do autuado, com apresentação de PRAD ou ingresso mediante ACP.

Em seguida, as infrações ambientais mais frequentes são as relativas à Poluição e outras Infrações Ambientais, com atividades relacionadas à construção/ampliação/reforma de edificações/benfeitorias/obras, sem autorização do órgão ambiental competente, além da extração de minérios, totalizando 1.830 registros, de acordo com o órgão gestor das UC's federais. Dependendo da categoria de proteção em que a UC está inserida, a legislação determina a demolição e recuperação do dano ambiental causado.

⁴³ Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/infracoesambientais/areas-embargadas?id=4004:mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-ucs>.

Figura 25 - Embargos aplicados pelo ICMBIO, no período de 2008 a 2019, no território nacional.



Fonte: ICMBIO, 2019. Elaborado pela autora.
Planilha atualizada em 19/12/2019.

Embora, a quantidade de embargos aplicados, como medida cautelar para cessar o dano ambiental seja significativo, haja vista o período do registro contemplar apenas dez anos, tanto o ICMBIO quanto o IBAMA carecem da autoexecutoriedade necessária para compelir o infrator a reparar o dano administrativamente.

Principalmente, quando o embargo de área ou atividade estabelece uma relação direta com o dano ambiental, decorrente de infrações contra a flora, materializado no desmatamento ilegal de vegetação nativa.

Segundo o MPF⁴⁴, no intuito de garantir a reparação do dano ambiental e dar credibilidade à fiscalização dos órgãos ambientais federais responsáveis, que identificam a autoria e materialidade da infração ambiental, o Projeto “Amazônia Protege”, criado a partir de um esforço conjunto da 4ª Câmara do Ministério Público Federal, do IBAMA e do ICMBio, e que traz dentre seus objetivos o de ajuizar ações civis públicas, objetivando a reparação de danos ambientais e evitar a regularização fundiárias de áreas desmatadas ilegalmente, propondo ações contra todos os infratores, responsáveis por polígonos iguais ou superiores a 60 (sessenta)

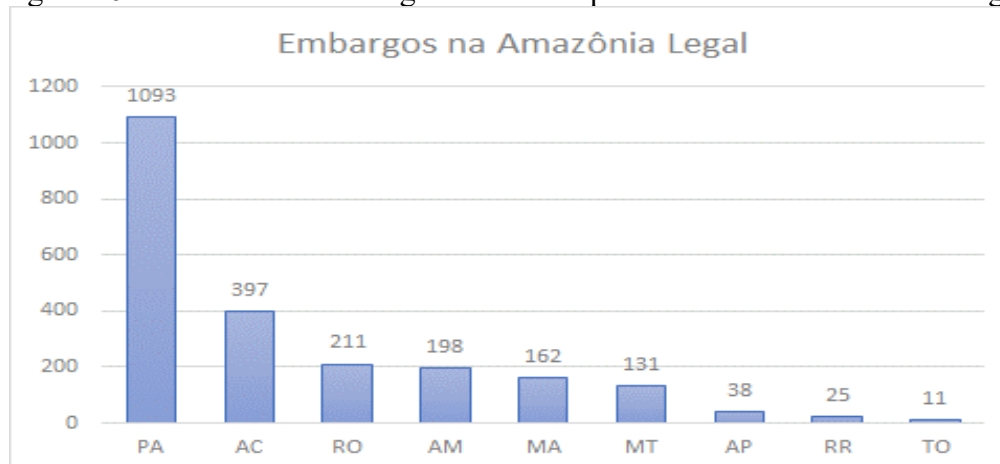
⁴⁴ Disponível em: http://www.amazoniaprotege.mpf.mp.br/prova-pericial/docs/ACP3_COM_TARJAS.pdf

hectares desmatados ilegalmente nos anos de 2016 a 2017, na Amazônia Legal, identificados pelo PRODES.

Somente no estado do Pará, foram identificados 416 polígonos, com 662 possíveis réus nas ACP's, totalizando uma área de 48.108,71 ha de desmatamento ilegal, além de indenização estimada em R\$ 759.062.644,23 (setecentos e cinquenta e nove milhões e sessenta e dois mil e seiscentos e quarenta e quatro reais e vinte e três centavos), de acordo com o MPF⁴⁵.

De acordo com o ICMBIO⁴⁶, somente na Amazônia Legal, foram aplicadas 2.266 sanções administrativas, com os estados do Pará, Acre e Rondônia, assumindo as três primeiras colocações, conforme Figura 26.

Figura 26 – Números de embargos realizados pelo ICMBIO na Amazônia Legal



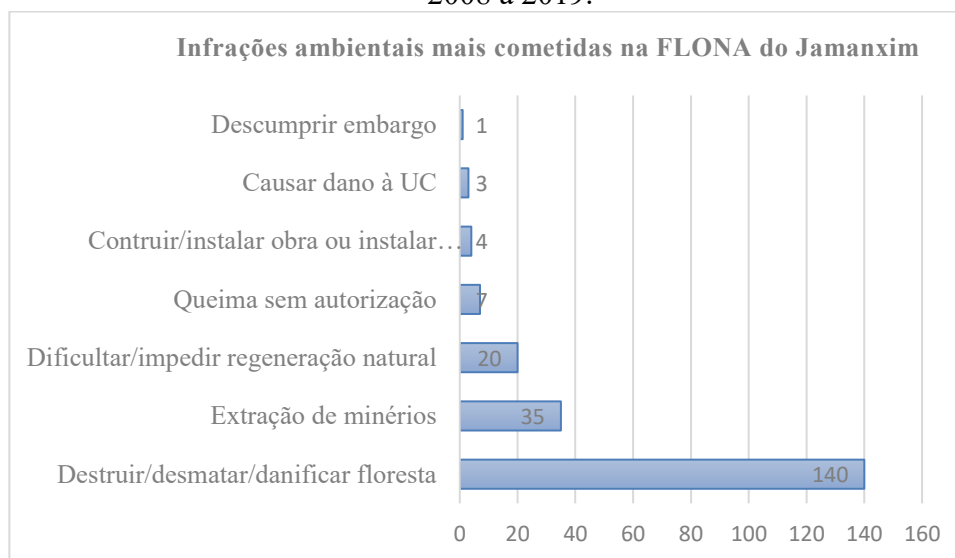
Fonte: ICMBIO, 2019. Elaborado pela autora.
Planilha atualizada em 19/12/2019.

As infrações ambientais mais cometidas na FLONA do Jamanxim, objeto dos estudos de caso, para validação da metodologia, são crimes contra a flora (Figura 27), tipificados por destruição da vegetação nativa, sem autorização do órgão ambiental competente, devido ao seu potencial madeireiro, proximidade dos polos madeireiros e grande pressão externa para redução de seus limites. A implantação de pastagem e construções de edificações, para suporte à atividade agropecuária e consolidação da posse, são etapas sucessoras no ciclo do desmatamento.

⁴⁵Disponível em: http://www.amazoniaprotege.mpf.mp.br/prova-pericial/docs/ACP3_COM_TARJAS.pdf

⁴⁶Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/infracoesambientais/areas-embargadas?id=4004:mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-ucs>. Planilha atualizada em 19/12/2019.

Figura 27 - Infrações ambientais mais cometidas na FLONA do Jamanxim / PA, nos anos de 2008 a 2019.



Fonte: ICMBIO, 2019. Elaborado pela autora.
Planilha atualizada em 19/12/2019.

Os embargos aplicados pelo ICMBio coadunam com as infrações ambientais mais cometidas no município de Novo Progresso, área de influência da Flona do Jamanxim, objeto dos estudos de caso. Pressupõem-se que os danos ambientais contra flora, materializados no desflorestamento ilegal da vegetação nativa, ocorreram com maior frequência, potencializados pelos interesses privados na exploração dos recursos madeireiros e implantação de atividade agropecuária.

Apesar das funções protecionistas das unidades de conservação, os objetivos de criação de uma Floresta Nacional é atuar no âmbito social e econômico das regiões em que estão inseridas. No entanto, o uso desordenado dos seus recursos naturais confronta o disposto na Constituição Federal ao violar a garantia de integridade do meio ambiente para as presentes e futuras gerações, além de restringir a qualidade e bem-estar da sociedade.

Nesse sentido, a valoração de danos ambientais vem ao encontro do disposto na Lei nº 6.938/1981, ao cobrar do poluidor a reparação dos danos ambientais causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade.

Contudo, não há uma metodologia única, para valoração de danos ambientais, que contemple todos os processos ecológicos afetados pela atividade ilícita. Ainda mais, quando buscamos monetizar bens e serviços que não são negociados no mercado tradicional.

4.2 VARIÁVEIS DA EQUAÇÃO MATEMÁTICA

Visando quantificar economicamente o dano ambiental e os recursos necessários para a recuperação do ambiente degradado, buscou-se uma composição de métodos indiretos, de forma a atingir um resultado mais adequado do valor atual do dano ambiental, utilizando o MCR para determinar o valor de uso direto das variáveis para os custos de demolição de estruturas, restauração florestal e valor comercial das espécies de madeiras apreendidas, no momento da lavratura do auto de infração, incorporando ao Método CATE, variáveis que expressem os custos ambientais diretos e indiretos.

A demolição de estruturas ilegais e retirada dos entulhos é fundamental para a execução de projeto de recuperação da área afetada, impedindo que o ato ilícito se propague no tempo.

As variáveis “custos de demolição” e “valor da madeira apreendida”, surgiram da necessidade de incorporá-las na equação matemática para a valoração do dano ambiental a partir da experiência pessoal da autora, na constatação de infração ambiental em alguma etapa do ciclo do desmatamento ilegal de floresta nativa, seja para fornecimento de infraestrutura para suporte à atividade ou para consolidar a posse da área.

Os custos para a recuperação da área degradada, no estado Pará, variam conforme as características do ambiente e o método de restauração florestal escolhido, com valores de R\$ 2.280,00 a 11.243,00 por hectare.

Para a cobrança da madeira extraída ilegalmente e apreendida pela fiscalização ambiental, o cálculo do valor consiste na multiplicação da volumetria de madeira por espécie, informado pelo fiscal, pelos preços praticados no mercado, disponibilizados em sítio oficial do órgão fazendário, do estado do Pará, auferindo credibilidade aos valores referentes às espécies com valor de mercado consolidado.

Ademais, considerando que um dos objetivos de criação de uma Flona é a exploração racional dos recursos naturais, com potencial para concessão florestal, a exploração ilegal de madeira implica em prejuízos financeiros à União, além dos danos ambientais causados por interesse particular em detrimento da coletividade. A efetiva cobrança da volumetria de madeira explorada ilegalmente, com referência nos preços de mercado, integra a base do valor integral

dos prejuízos gerados ao meio ambiente, além de auxiliar na credibilidade da fiscalização e transmissão da mensagem de que o ato ilícito não compensa financeiramente.

Verificou-se que o Fator de Conversão (F i/d), com graduação de 1 a 9, é uma variável que impacta, significativamente, o valor final a ser cobrado do infrator, pela degradação ambiental constatada, em função da intensidade, da gravidade e da potencialidade dos danos ambientais, bem como da complexidade do ecossistema afetado.

Quanto à definição da taxa de juros, para projetos florestais, Ribas (1996) sugere deve situar-se em cerca de 6% a.a. Entretanto, por tratar-se de infrações ambientais, onde os procedimentos para apuração administrativa são estabelecidos no Decreto nº 6.514/2008 e há previsão legal para a adoção da Taxa SELIC, com incidência de juros de mora e correção monetária, sobre o valor do débito constituído, depreende-se que existe respaldo e segurança jurídica na sua aplicação, principalmente, quando há resistência do órgão judiciário no aceite de metodologias que utilizam capitalização de juros, pois, resultariam em valores exorbitantes a serem cobrados do infrator, principalmente, no bioma Amazônia, onde as áreas desmatadas possuem tamanho significativo.

O Ministério Público do estado do Mato Grosso (MPMT) utiliza o Método CATE⁴⁷, para valoração de danos ambientais, decorrentes da supressão irregular da vegetação nativa, no bioma Amazônia e, adota uma taxa de juros, usualmente, praticada no mercado financeiro em cerca de 10 % a.a. Como exemplo, os Custos Ambientais Totais Esperados (CATE) do desflorestamento irregular de 01 hectare de floresta, em estágio avançado de regeneração natural, no bioma Amazônia, é estimado em R\$ 47.372,27/ha (quarenta e sete mil, trezentos e setenta e dois reais e vinte e sete centavos por hectare), conforme Figura 28, com as variáveis discriminadas e inseridas na planilha eletrônica.

⁴⁷Disponível em:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bYuTmo6iOIa5EOSbYdyB2aouNnUJY5sTJISBdRAiVLw/edit#gid=570287388>

Figura 28 – Planilha eletrônica para cálculo dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), utilizado pelo MPMT.

Legenda	Fatores	Valor
Fixo	Cd	R\$ 5,375.00
	Fi/D	8
	J	0.1
	n	25
	Fator de Correção	1;08;06;04
	Pré Potência	1.1
	Potência	10.83470594
Área (ha)		1
Fator de Correção		1
Resultado	CATE	R\$ 47,372.27

Fonte: MPMT, 2019.

Se utilizarmos a Taxa SELIC como referência, para a Taxa Social de Retorno, com média de 2,51 %, o valor de 01 hectare será de R\$ 93.089,04 (noventa e três mil e oitenta e nove reais e quatro centavos), com as mesmas variáveis, conforme demonstrado na Figura 29:

Figura 29 - Planilha eletrônica para cálculo dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), utilizado pelo MPMT, com base na TAXA SELIC.

Legenda	Fatores	Valor
Fixo	Cd	R\$ 5,375.00
	Fi/D	8
	J	0.0251
	n	25
	Fator de Correção	1;08;06;04
	Pré Potência	1.0251
	Potência	1.858471211
Área (ha)		1
Fator de Correção		1
Resultado	CATE	R\$ 93,089.04

Fonte: MPMT, 2019.

Inicialmente, ressalta-se que o CATE representa: o “valor presente dos custos ambientais esperados em função de determinado tipo de dano ambiental intermitente/contínuo, a partir dos fluxos de caixa produzidos por uma série infinita de vidas úteis de n anos” (RIBAS, 1996). Ao aplicar diferentes taxas de juros, eram esperados valores presentes distintos, trazendo para a atualidade, o valor do capital aplicado ao longo do horizonte temporal.

Para Almeida (2016) diversos fatores climáticos, de difícil previsão, influenciam na avaliação de risco e no melhor projeto a ser aceito. No entanto, o autor reforça que a finalidade do projeto é promoção da recuperação ambiental e não, somente, a geração de lucros,

permitindo uma análise mais ampla e não, necessariamente, a adoção de uma Taxa Interna de Retorno muito acima ao custo do capital. Para projetos com a mesma taxa de desconto, deve-se aceitar o que tiver o maior Valor Presente, ou no presente estudo, o maior CATE.

Na seleção e priorização de projetos de investimento em infraestrutura no Brasil, com características de execução e benefícios a longo prazo, o Ministério da Economia utiliza a Taxa Social de Desconto (TSD), que representa o quanto a sociedade estaria disposta a abrir mão de seus recursos econômicos no presente para auferir os benefícios do projeto no futuro, como critério de investimento, priorizando os quais apresentam maiores vantagens socioeconômicas, superando o custo de oportunidade dos recursos consumidos, resultando em benefícios intergeracionais (BRASIL, 2019).

Botelho (2015) opina que na projeção de futuro, sobre políticas ambientais, a discussão é complexa, haja vista tratar-se de questões de equidade intergeracional, que sofrem influência dos meios econômicos e ambientais, mensurando os impactos de suas ações ao longo do tempo. Assim, sugere que a solução para o problema é a escolha de uma taxa de desconto que garanta o retorno mínimo para o investimento.

Embora a taxa real de juros, na média de 2,51%, esteja muito abaixo do praticado no mercado financeiro, associar taxas de desconto às taxas de retorno mais conservadoras de mercado, por exemplo, títulos de dívida pública, pode ser uma forma segura para determinar-se o retorno mínimo do investimento, como indicador de risco no valor do projeto em função de alterações nas taxas de juros, ainda mais quando os benefícios serão percebidos pela sociedade, a longo prazo, com a recuperação ambiental progressiva da área degradada.

Os Estados Unidos da América (EUA) têm como referência uma TSD de 3% a.a., indicado pela Agência de Proteção Ambiental (EPA), e de 7% a.a., conforme orientação do Escritório de Gestão e Orçamento do Congresso Americano (OMB). Assim como o Reino Unido, país com tradição na avaliação social de projetos e políticas públicas, estabelecendo uma taxa de desconto de 3,5% a.a. para investimentos federais (BRASIL, 2019).

Assim, percebe-se a importância na escolha da taxa, pois o valor presente é inversamente proporcional ao valor da taxa de desconto, atualizando o fluxo de caixa futuro dos benefícios líquidos. Quanto maior a taxa, maior os descontos que os valores futuros sofrerão, diminuindo o valor presente do investimento, refletindo, significativamente, na escolha do projeto mais viável.

A equação matemática, resultante da associação de métodos indiretos, se encaixa nas necessidades dada a situação crítica de escassez de recursos humanos nos órgãos públicos, impossibilitando a utilização de métodos caros e incursões a campo para a obtenção de dados, fazendo uso de imagens de satélites e atualizações dos valores de referência, uma vez que os custos de restauração florestal e valor comercial da madeira, poderão sofrer reajustes, dependendo do estado da Federação. De forma que o profissional possa obter e identificar, facilmente, as variáveis importantes para inserção no modelo matemático, com clareza e praticidade que o caso requer, baseado em método científico e, dessa maneira, garantir robustez técnica no cálculo do montante indenizatório, ao fornecer subsídios ao órgão competente.

4.3 PLANILHA DE VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS

O objetivo geral deste trabalho é a associação de métodos indiretos para a valoração econômica de danos ambientais, para quantificar os prejuízos decorrentes do desflorestamento. Para o seu alcance, a equação matemática adaptada deve ser simples e objetiva, sem exigência de vistorias morosas, haja vista as limitações impostas pelo reduzido quadro funcional da autarquia, acúmulo de atribuições e excesso de demanda para assuntos diversos, impossibilitando o atendimento no curto prazo determinado pelas Procuradorias Federais Especializadas.

Nesse contexto, a equação matemática adaptada, resultante da associação de métodos indiretos, para a valoração econômica de danos ambientais decorrentes de desflorestamento, é apresentada por meio de uma planilha em formato eletrônico, em ambiente Microsoft Excel®, que possibilita ao usuário a inserção de dados básicos como a área desmatada (hectares); a idade (n) em anos da floresta que sofreu o dano; a taxa social definida (j); idade (p), em anos, para que as funções ecológicas da floresta secundária sejam equiparadas ao da floresta primária; Fator de conversão (F i/d) que associa os danos diretos e indiretos; os custos da restauração florestal (CRF), no estado do Pará; Fator de correção (n/p), conferindo um ajuste referente aos serviços ambientais fornecidos no tempo “n”. Além do cálculo do valor do dano intercorrente.

A planilha eletrônica é uma ferramenta que está disponível para download na internet, possibilitando ao profissional a visualização consolidada das variáveis da equação proposta, permitindo a otimização da inserção, cálculo e análise de dados. Além da possibilidade de

atualização de valores e intervalos temporais, conforme a literatura e a variação dos preços de mercado.

4.4 ESTUDOS DE CASO

Para validação do método, utiliza-se como referência os autos de infração lavrados em decorrência da prática de ilícitos ambientais, no interior da FLONA do Jamanxim, pelo ICMBio, órgão ambiental competente para fiscalização na esfera federal e, refletem alguns dos enquadramentos utilizados para tipificação da infração ambiental contra a flora, nos termos do Decreto Federal nº 6514/2008, de acordo com a experiência profissional da autora.

4.4.1 Estudo de Caso 1

O polígono da área desmatada foi determinado previamente, após alertas de indicativo de desmatamento e os dados georreferenciados repassados para a equipe para conferência em campo. O auto de infração foi lavrado, no ano de 2012 por fiscal do ICMBio, em virtude de ilicitude ambiental por: “destruir, mediante corte raso, 10 (dez) hectares de vegetação nativa, no bioma Amazônia, no interior da Floresta Nacional do Jamanxim”.

Após análise multitemporal de imagens de satélite, o técnico ambiental averiguou que a vegetação nativa se encontrava inalterada há 15 anos, portanto, enquadrada no estágio intermediário de regeneração natural, no interior da zona primitiva da UC.

Para a definição da variação $F_{i/d}$, numa escala numérica de 1 a 9, associando os danos diretos e indiretos, referente aos prejuízos ambientais e seus efeitos negativos no ecossistema, a partir da localização da área atingida, de acordo com o zoneamento estabelecido no plano de manejo da unidade de conservação, em atenção aos motivos ecológicos ou destinação pretendida para aquela zona, bem como a intensidade e a gravidade do ilícito praticado, de acordo com a resiliência da floresta degradada, neste caso, entende-se que o $F_{i/d}$ é 6.

Na ponderação do Fator $i/d = 6$ (valor intermediário, com predominância forte ou significativa entre a relação dos danos ambientais indiretos sobre os diretos) considerou-se que a infração ambiental ocorreu na zona primitiva da unidade de conservação, que por definição do plano de manejo é “aquela onde tenha ocorrido mínima ou pequena intervenção humana,

contendo espécies da flora e da fauna, monumentos e fenômenos naturais de relevante interesse científico” (PM Vol. II, p. 5.2).

Ou seja, o desmatamento ocorreu em área de valor científico, com alta probabilidade de ocorrência de pesquisas futuras, impossibilitando as descobertas de espécies raras e/ou endêmicas, com significativa alteração pontual da biota, bem como o afugentamento de fauna e perda da diversidade local.

De acordo com o plano de manejo da unidade, a FLONA do Jamanxim localiza-se na região do interflúvio Tapajós-Xingu, uma região caracterizada por elevada biodiversidade e ocorrência de várias espécies endêmicas da flora e da fauna. Entre as espécies consideradas como raras ou ameaçadas de extinção identificadas na UC estão a onça-pintada (*Panthera onca*), o macaco-aranha (*Ateles belzebuth marginatus*), a arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*) e o arapaçu-barrado (*Dendrocolaptes certhia medius*), animais que desconhecem as demarcações territoriais impostas pelo homem. A fragmentação do habitat da fauna, em razão do desmatamento realizado, é outra justificativa na escolha do Fator i/d.

Além da interrupção dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela floresta natural, tais como descritos por COSTANZA et al. (1997), como exemplos: a ciclagem de nutrientes, polinização, dispersão de sementes, etc.

A taxa de juros utilizada foi de 2,51% a.a., conforme exposto na Subseção 3.1. Após identificação e inserção dos dados na planilha eletrônica, o CATE calculado foi de R\$ 437.039,39 (quatrocentos e trinta e sete mil e trinta e nove reais e trinta e nove centavos) ou R\$ 43.703,93 (quarenta e três mil e setecentos e três reais e noventa e três centavos) / ha.

O valor monetário dos danos ambientais irreversíveis (DAI), resultou no montante de R\$ 82.817,99 (oitenta e dois mil e oitocentos e dezessete reais e noventa e nove centavos), se as providências para reparação dos danos ambientais na área afetada, fossem implementadas 07 anos após a ocorrência do ilícito ambiental.

O valor total a ser cobrado do infrator, pelos danos ambientais constatados (CATE + DAI), é de R\$ 519.857,38 (quinhentos e dezenove mil e oitocentos e cinquenta e sete reais e trinta e oito centavos).

Segue abaixo, a Figura 30, demonstrando imagem da planilha eletrônica com o valor calculado do dano ambiental referente ao estudo de caso 01.

Figura 30 - Planilha eletrônica para valoração do dano ambiental, para a infração descrita no estudo de caso 01.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Custos da Restauração Florestal (R\$/ha), em diferentes métodos, sem exploração madeireira, no PA.											
2	Regeneração natural com abandono de pasto - sem cercamento	Regeneração natural com cercamento	Baixo enriquecimento com condução da regeneração (400 ind/ha)			Alto enriquecimento com condução da regeneração (600 ind/ha)			Plantio total (1.666 ind/ha, com cercas)			
3												
4												
5	2.280,00	3.980,00	6.032,00			7.375,00			11.243,00			
6	Referência de idade (n), em anos, para a floresta, na data da ocorrência do dano.									Tempo "p" (anos)		
7	Estágio inicial (capoeirinha)			Estágio intermediário (capoeira)						Floresta primária		
8												
9	0 a 10			10 a 20						> 40		
10	Fator F i / d											
11	1			Relação de predominância inexistente de i sobre d								
12	3			Pequena predominância de i sobre d								
13	5			Significativa predominância de i sobre d								
14	7			Predominância forte de i sobre d								
15	9			Predominância absoluta de i sobre d								
16	2,4,6 e 8			Valores intermediários								
17	CDRE - Custo de Demolição e Retirada dos Entulhos em R\$ / m²;											
18	31,00											
19	VCM - Valor comercial da madeira											
20	conferir no Quadro 5 a espécie e valor, após multiplicar pelo volume de madeira apreendido.											
21	Variáveis dependentes											
22												
23	CRF (R\$/ha)	6.032,00					CDRE	31	R\$/m ²			
24	F i/d	6					VCM	conferir no Quadro 5 a espécie e valor, após multiplicar pelo volume de madeira apreendido.				
25	j	0,0251	em decimal									
26	n	15	anos									
27	p	40	anos									
28	t	7	lapso temporal (anos)									
29	Potência¹	1,450419075										
30	Potência²	0,450419075										
31	Fator de correção (n/p)	0,375										
32	Área do dano	10	hectares									
33	CATE	R\$ 437.039,39										
34	DAI	R\$ 82.817,99										
35	CATE total	R\$ 519.857,38										

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

4.4.2 Estudo de Caso 2

O Auto de Infração nº 1002/E, foi lavrado durante operação para combate à ilícitos ambientais, com flagrante para a seguinte conduta: “explorar floresta nativa, por meio da extração seletiva e ilegal das toras: com 05 m³ de massaranduba, 03 m³ de jatobá, 10 m³ de sucupira-preta, 06 m³ de ipê e 04 m³ de itaúba, além de 20 m³ de madeira serrada, sendo 08 m³ de amesclão, 05 m³ de taxi e 07 m³ de breu, no interior da FLONA do Jamanxim-PA.

Considerando a utilização de imagens de satélite, mensurou-se um buffer de 08 ha para a área atingida, na zona da UC destinada para o manejo florestal, classificada no intervalo temporal como vegetação no estágio avançado de sucessão, com 36 anos sem alterações antrópicas no ambiente natural.

Constatou-se que durante a operação para extração das toras, a floresta foi degradada, em função da ausência de técnica para a atividade, com aberturas de diversas clareiras, decorrentes de queda de árvores, movimentação de maquinário para a abertura trilhas e pátio de estocagem de madeira, assim como morte de espécimes da fauna nativa.

Contudo, como a área danificada localiza-se num grande maciço florestal, dada a proximidade da floresta primária, com fontes de propágulos e fauna dispersora, bem como não houve desmatamento a corte raso e sem ocorrência de incêndio florestal, entende-se que o F i/d é 5, com significativa predominância de i sobre d.

A taxa de juros utilizada foi de 2,51% a.a., conforme exposto na Subseção 3.1.

Utilizando como referência os preços do m³ da madeira em tora e serrada, fornecida pela SEFA-PA, temos o Quadro 6 abaixo:

Quadro 6 - Preços das madeiras apreendidas (R\$/m³).

Madeira	Nome vulgar	Volumetria (m ³)	Preço (R\$)
Tora	massaranduba	5	207,42
	jatobá	3	207,42
	sucupira-preta	10	207,42
	itaúba	4	207,42
	ipê	6	513,28
Total ¹ =		R\$ 7.642,92	
Serrada	breu	7	492,33
	amesclão	8	492,33
	taxi	5	492,33
Total ² =		R\$ 9.846,60	
Total (1+2) =		R\$ 17.489,52	

Fonte: SEFA / PA. Elaborado pela autora (2019).

Neste caso, subtrai-se o valor comercial das madeiras apreendidas (R\$ 17.489,52), pois, apesar de compor a equação do CATE, o VMC é uma variável independente, já valorada em separado, uma vez que, se somada à equação seria capitalizada ao tempo “n”, resultando num valor exorbitante no montante final do CATE.

Após identificação e inserção dos dados na planilha eletrônica, o CATE calculado foi de R\$ 156.526,27 (cento e cinquenta e seis mil e quinhentos e vinte e seis reais e vinte e sete centavos) ou R\$ 19.565,78 (dezenove mil e quinhentos e sessenta e cinco reais e setenta e oito centavos) / ha.

O valor monetário dos danos ambientais irreversíveis (DAI), resultou no montante de R\$ 20.655,24 (vinte mil e seiscentos e cinquenta e cinco reais e vinte e quatro centavos), se as providências para reparação dos danos ambientais na área afetada, fossem implementadas 05 anos após a ocorrência do ilícito ambiental.

O valor total a ser cobrado do infrator, pelos danos ambientais constatados (CATE + DAI), é de R\$ 177.181,51 (cento e setenta e sete mil e cento e oitenta e um reais e cinquenta e um centavos).

Segue abaixo, a Figura 31, demonstrando imagem da planilha eletrônica com o valor calculado do dano ambiental referente ao estudo de caso 02.

Figura 31 - Planilha eletrônica para valoração do dano ambiental, para a infração descrita no estudo de caso 02.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Custos da Restauração Florestal (R\$/ha), em diferentes métodos, sem exploração madeireira, no PA.											
2	Regeneração natural com abandono de pasto - sem cercamento	Regeneração natural com cercamento		Baixo enriquecimento com condução da regeneração (400 ind/ha)			Alto enriquecimento com condução da regeneração (600 ind/ha)					Plantio total (1.666 ind/ha, com cercas)
3												
4												
5												
6	Referência de idade (n), em anos, para a floresta, na data da ocorrência do dano.									Tempo "p" (anos)		
7	Estágio inicial (capoeirinha)			Estágio intermediário (capoeira)						Floresta primária		
8												
9	0 a 10			10 a 20						> 40		
10	Fator F i / d											
11	1			Relação de predominância inexistente de i sobre d								
12	3			Pequena predominância de i sobre d								
13	5			Significativa predominância de i sobre d								
14	7			Predominância forte de i sobre d								
15	9			Predominância absoluta de i sobre d								
16	2,4,6 e 8			Valores intermediários								
17	CDRE - Custo de Demolição e Retirada dos Entulhos em R\$/ m²;											
18	31,00											
19	VCM - Valor comercial da madeira											
20	conferir no Quadro 5 a espécie e valor, após multiplicar pelo volume de madeira apreendido.											
21	Variáveis dependentes											
22												
23	CRF (R\$/ha)	2.280,00					CDRE			R\$/m ²		
24	F i/d	5					VCM	R\$ 17.489,52				
25	j	0,0251	em decimal									
26	n	36	anos									
27	p	40	anos									
28	t	5	lapso temporal (anos)									
29	Potência¹	2,441093457										
30	Potência²	1,441093457										
31	Fator de correção (n/p)	0,9										
32	Área do dano	8	hectares									
33	CATE	R\$ 156.526,27										
34	DAI	R\$ 20.655,24										
35	CATE total	R\$ 177.181,51										

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

4.4.3 Estudo de Caso 3

A lavratura do Auto de Infração nº 1005/E por: “impedir a regeneração natural da vegetação nativa, mediante a implantação de pastagem numa área de 05 ha e construção irregular de imóvel, medindo 100 m², no interior da FLONA do Jamanxim” foi constatada durante ação fiscalizatória.

Na análise dos autos, verificou-se que a implantação da pastagem e a construção do imóvel ocorreram após a criação da UC, no ano de 2007, na zona de uso conflitante, sem autorização do órgão gestor.

A partir de imagens de satélite, restou comprovado que a vegetação nativa suprimida pertencia ao estágio inicial de regeneração, após 05 anos de processo sucessional.

No estágio inicial, a floresta secundária caracteriza-se por predominância de plantas herbáceas, e fornece serviços ambientais proporcionais a sua biodiversidade em direção à uma totalidade na prestação de serviços ecossistêmicos essenciais à manutenção da qualidade ambiental que a floresta primária proporciona.

O Fator $i/d = 4$, foi definido em razão da área degradada localizar-se numa zona de uso extensivo, composta por atividades conflitantes com os objetivos da UC, com predominância significativa dos fatores indiretos sobre os diretos, como por exemplo, a dispersão de espécies exóticas invasoras pela UC, compactação do solo por meio de pastoreio bovino, impedindo a regeneração natural da floresta nativa.

A demolição do imóvel é medida imprescindível para a recuperação ambiental do local, nos termos do artigo 21, da IN ICMBio nº11/2014

Para cálculo dos valores de demolição e remoção dos entulhos, a referência é o indicado na subseção 3.4.2, onde: $CDRE = 31,00 \text{ R\$/m}^2$.

Neste caso, subtrai-se o valor da demolição e remoção dos entulhos (R\$ 3.000,00), pois, apesar de compor a equação do CATE, o CDRE é uma variável independente, já valorada em separado, uma vez que, se somada à equação seria capitalizada ao tempo “n”, resultando num valor exorbitante no montante final do CATE.

Após identificação e inserção dos dados na planilha eletrônica, o CATE calculado foi de R\$ 88.451,51 (oitenta e oito mil e quatrocentos e cinquenta e um reais e cinquenta e um centavos) ou R\$ 17.690,30 (dezessete mil e seiscentos e noventa reais e trinta centavos) / ha.

O valor monetário dos danos ambientais irreversíveis (DAI), resultou no montante de R\$ 24.884,41 (vinte e quatro mil e oitocentos e oitenta e quatro reais e quarenta e um centavos), se as providências para reparação dos danos ambientais na área afetada, fossem implementadas 10 anos após a ocorrência do ilícito ambiental.

O valor total a ser cobrado do infrator, pelos danos ambientais constatados (CATE + DAI), é de R\$ 113.335,92 (cento e treze mil e trezentos e trinta e cinco reais e noventa e dois centavos).

Segue abaixo, a Figura 32, demonstrando imagem da planilha eletrônica com o valor calculado do dano ambiental referente ao estudo de caso 03.

Figura 32 – Planilha eletrônica para valoração do dano ambiental, para a infração descrita no estudo de caso 03.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Custos da Restauração Florestal (R\$/ha), em diferentes métodos, sem exploração madeireira, no PA.											
2	Regeneração natural com abandono de pasto - sem cercamento	Regeneração natural com cercamento	Baixo enriquecimento com condução da regeneração (400 ind/ha)			Alto enriquecimento com condução da regeneração (600 ind/ha)			Plantio total (1.666 ind/ha, com cercas)			
3												
4												
5	2.280,00	3.980,00	6.032,00			7.375,00			11.243,00			
6	Referência de idade (n), em anos, para a floresta, na data da ocorrência do dano.									Tempo "p" (anos)		
7	Estágio inicial (capoeirinha)			Estágio intermediário (capoeira)						Floresta primária		
8												
9	0 a 10			10 a 20						> 40		
10	Fator F i / d											
11	1			Relação de predominância inexistente de i sobre d								
12	3			Pequena predominância de i sobre d								
13	5			Significativa predominância de i sobre d								
14	7			Predominância forte de i sobre d								
15	9			Predominância absoluta de i sobre d								
16	2,4,6 e 8			Valores intermediários								
17	CDRE - Custo de Demolição e Retirada dos Entulhos em R\$ / m²;											
18	31,00											
19	VCM - Valor comercial da madeira											
20	conferir no Quadro 5 a espécie e valor, após multiplicar pelo volume de madeira apreendido.											
21	Variáveis dependentes											
22												
23	CRF (R\$/ha)	3.980,00					CDRE	31	R\$/m ²	100	3100	
24	F i/d	4					VCM	conferir no Quadro 5 a espécie e valor, após multiplicar pelo volume de madeira apreendido.				
25	j	0,0251	em decimal									
26	n	5	anos									
27	p	40	anos									
28	t	10	lapso temporal (anos)									
29	Potência¹	1,131960227										
30	Potência²	0,131960227										
31	Fator de correção (n/p)	0,125										
32	Área do dano	5	hectares									
33	CATE	R\$ 88.451,51										
34	DAI	R\$ 24.884,41										
35	CATE total	R\$ 113.335,92										

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Embora a aplicação do MCR seja o mais utilizado em diversos trabalhos para valoração de dano ambiental, este método não reflete o valor do uso indireto, referente às funções ecossistêmicas da floresta suprimida. Ainda mais quando os serviços e benefícios ambientais proporcionados por unidade de conservação são múltiplos, e não são valorados conforme a intensidade e gravidade do dano ambiental causado.

Na Ação Ordinária nº 0004577-86.2015.4.01.3603, onde o autuado solicita cancelamento do auto de infração lavrado, por destruir 391,9181 ha de floresta nativa, no bioma Amazônia, o IBAMA fundamenta o pedido indenizatório baseado no custo convencional da implementação de Projeto de Recomposição de Mata Nativa, adotado pela Diretoria de Biodiversidade e Floresta (DBFLO/IBAMA), a partir do estudo elaborado pelo Laboratório de Restauração Ambiental Sistêmico da UFSC e, cujo valor apurado foi de R\$ 5.500,00 (cinco mil e quinhentos reais) por hectare desmatado, auferindo um montante de R\$ 2.155.005,05 (dois milhões e cento e cinquenta e cinco mil e cinco reais e cinco centavos), a serem pagos pelo infrator, para reparação do dano ambiental constatado.

Já na ACP nº 1.23.002.000566/2012-11, o MPF impetra ação para a recuperação e a reparação do dano ambiental cometido pelo réu, consistente no desmatamento de 178,53 ha de floresta nativa, sem autorização do órgão ambiental competente, no interior da Floresta Nacional do Jamanxim / PA. Nos autos consta laudo pericial, para valoração do dano ambiental, utilizando a Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA) como método referencial. Como discutido neste trabalho, não existe um método “perfeito” que contemple as relações complexas do ecossistema afetado e, diante das limitações do método e obtenção dos dados necessários para representar o VERA na sua totalidade, o perito apresenta, somente, o Valor de Uso (VU) e o Valor de Uso Indireto (VUI), excluindo os Valor de Opção (VO) e Valor de Existência (VE). O VUD foi estimado em R\$ 1.501.527,21 (um milhão, quinhentos e um mil e quinhentos e vinte e sete reais e vinte e um centavos), referente às volumetrias de madeira extraída e produtos florestais não-madeireiros. O VUI em R\$ 2.948.817,17 (dois milhões, novecentos e quarenta e oito mil, oitocentos e dezessete reais e dezessete centavos), resultando num montante indenizatório de R\$ 4.450.344,38 (quatro milhões e quatrocentos e cinquenta mil e trezentos e quarenta e quatro reais e trinta e oito centavos).

O Quadro 7, compara os valores obtidos através do MCR, para a Ação Ordinária nº 0004577-86.2015.4.01.3603, com a metodologia adaptada neste trabalho.

Quadro 7 - Comparação entre valorações de danos a florestas com a utilização individual do MCR e CATE.

Biona Amazônia	Método de Valoração de danos ambientais		
	Área desmatada = 391,8191 ha		
	MCR	CATE	% de variação do MCR e CATE
	R\$ 2.155.005,05	R\$ 5.173.628,81	140,08%

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

O Quadro 7 demonstra a diferença significativa na aplicação do MCR e CATE, implicando num aumento expressivo (de 140,08%) do valor indenizatório a ser cobrado do infrator ambiental. Enquanto o MCR simula os gastos para substituição do bem depreciado, com referência nos preços de mercado para recuperar a qualidade ambiental do ecossistema degradado, subestimando o valor econômico do recurso ambiental, o CATE considera os valores indiretos associado ao custo da restauração florestal, conforme a intensidade e a gravidade do dano, até o tempo “n”, em que a floresta voltará a proporcionar as mesmas funções ecossistêmicas da data do ilícito cometido. Além de valorar o tempo, em anos, decorrido entre o estabelecimento dos danos ambientais e a implementação das medidas ambientais, obrigando o infrator a adotar o mais rápido possível providências para cessar o dano, pois, quanto maior duração do período inerte, maior indenização a ser paga, a título de lucro cessante.

Verifica-se que, apesar da metodologia VERA incorporar os valores indiretos e diretos na sua composição, não há cálculo do valor do dano intercorrente. Além de sofrer variações do valor em decorrência da oscilação do dólar, na atualização e conversão dos valores em reais, para os serviços ecossistêmicos definidos por Costanza et al. (1997).

5 CONCLUSÃO

Através deste estudo verificou-se que os métodos indiretos adaptados e a proposta final para o CATE pode ser aplicada e incorporada na rotina administrativa, prestando subsídios técnicos para o ingresso de Ação Civil Pública, por órgãos ministeriais, judiciais ou instituições privadas, para cobrança da reparação de danos ambientais.

O método demonstrou objetividade e simplicidade na identificação das variáveis exigidas, com base na literatura científica e dados oficiais em rede aberta, incorporando na matemática financeira conceitos ecológicos, com o objetivo de traduzir em valores monetários os prejuízos ambientais nas unidades de conservação, com alta probabilidade de replicação do modelo para as demais categorias de manejo, nas esferas federal, estadual ou municipal. Além de facilitar o cálculo do dano ambiental direto na planilha eletrônica, disponível para download na rede mundial de computadores.

Considerando a auditoria realizada pelo TCU (2013), que revela a atual situação crítica do órgão ambiental, quanto à escassez de recursos humanos, com carência de servidores públicos nas UC federais e, conseqüentemente, efetivo reduzido responsável por toda a gestão, bem como a pouca intimidade com o tema de valoração de danos ambientais, apesar da reparação dos danos ser uma preocupação constante, a utilização de um método de relativa simplicidade é fundamental, ainda mais quando os pedidos de subsídios já chegam ao setor cabível com prazo exíguo para manifestação técnica, quando não, com prazos expirados.

Além do mais, o método é adequado e proporcional, associando os valores diretos e indiretos à idade da vegetação nativa, pois quanto mais avançado o estágio sucessional da floresta suprimida, maior o tempo sem intervenção humana no ambiente, seguindo em direção a um enriquecimento gradual de espécies e progressão da complexidade estrutural e funcional do ecossistema, culminando num valor progressivo da indenização a ser cobrado do infrator, pelo valor do dano ambiental.

O método CATE é recomendado para valoração de danos ambientais em formações florestais, decorrentes das etapas do desflorestamento e exploração ilegal de madeira nativa associado com outras condutas infracionais, tais como: corte raso com queimada, impedimento da regeneração natural ou construção de edificações sem autorização do órgão gestor competente, por exemplo, independente de possuir plano de manejo ou não. Considerando o

enfoque florestal empregado no CATE, existe a viabilidade de utilizá-lo em outros biomas, desde que em ecossistemas florestais, nos cenários de degradação ambiental, após a determinação das variáveis do modelo.

Os produtos florestais não-madeireiros não foram valorados no presente trabalho. No entanto, o analista poderá valer-se do inventário florestal, se houver, ou seguir a mesma orientação para o cálculo da madeira comercial.

Apesar da FLONA da Jamanxim não possui inventário florestal, o profissional poderá estimar o volume de árvores suprimidas considerando o diâmetro da cepa como variável independente (LEITE, 2010), para a estimativa de volume por espécie, possibilitando, desta forma, a cobrança pelo volume de madeira furtado, nos casos de desmatamento ilegal, sem flagrante para apreensão de madeira.

Os custos envolvidos na demolição e remoção dos entulhos, bem como o valor comercial da madeira não devem ser inseridos na equação do CATE, pois seriam capitalizados a um tempo “n” da floresta suprimida a uma taxa de desconto “i”, mas, sim, somados ao valor da degradação no horizonte temporal, já que são operações realizadas uma única vez e sua contabilização sob regime de juros compostos apresentaria resultados finais mais elevados, dentro d equação matemática proposta.

A utilização do zoneamento da UC, estabelecido no seu plano de manejo, serve como um apoio norteador para a estimativa do valor de indenização final em função do parâmetro “F i/d”, haja vista que são estabelecidos os polígonos destinados para a preservação da biodiversidade, de acordo com a sua vulnerabilidade, com distintos graus de proteção e intervenção humana. Neste sentido, o analista não deve considerar, como parâmetro básico, a presença de plano de manejo e seu zoneamento, mas, sim, a relevância da escolha do horizonte temporal “n”, vinculando-se estreitamente com a idade da floresta suprimida e estágio sucessional em que encontrava.

Dada sua característica de longo prazo, a atividade florestal é uma boa alternativa para comparar a variação do capital investido a uma taxa de desconto “i” no tempo “n”, uma vez que as análises indicam a viabilidade econômica do projeto analisado. Na equação para valoração dos danos ambientais, não recomenda-se a utilização de taxas sociais de retorno do capital da área privada, considerando a tendência de uma relação inversa existente entre o valor

presente e a taxa de juros, pois quanto mais elevada a taxa de juros, menor o valor presente e, conseqüentemente, menor o valor indenizatório pelos prejuízos causados ao meio ambiente.

Por fim, ressalta-se que, embora o VERA seja composto pelos Valores de Uso Direto, Indireto, de Opção e de Existência, o CATE contempla, apenas, os dois primeiros, uma vez que um dos requisitos para a viabilidade da utilização da metodologia é a praticidade para aquisição das variáveis do modelo, e os Valores de Opção e de Existência exigem uma abordagem muito custosa e, assim, estaria acima da capacidade institucional e do tempo estabelecido para elaboração de nota técnica, além ser revestido de alta subjetividade para quantificar a magnitude dos benefícios ecossistêmicos da área degradada.

6 RECOMENDAÇÕES FUTURAS

No presente trabalho, os produtos florestais não-madeireiros não foram valorados, uma vez que a FLONA do Jamanxim não possui inventário florestal publicado, impossibilitando a conferência de espécies, volumetria, destinação e seu valor no mercado de negócios, subestimando o valor total do dano ambiental.

Certamente, numa FLONA, além da exploração dos produtos florestais madeireiros, sob regime de concessão florestal, existe uma diversidade de produtos florestais não-madeireiros, considerados como uma importante fonte de renda para as comunidades locais e parte fundamental da construção do conhecimento tradicional dos povos da floresta.

Inclusive, os produtos florestais não-madeireiros são passíveis de exploração, previsto no edital de concessão florestal, com o objetivo de estimular o uso múltiplo dos recursos florestais, de forma sustentável, com envolvimento da comunidade local.

Embora os produtos não-madeireiros não despertem o interesse do esquema criminoso de grilagem de terras, uma vez que a logística é voltada para a extração das espécies florestais de interesse do mercado, o profissional poderá computá-los na valoração de danos ambientais, desde que a área degradada tenha inventário florestal.

Para demonstrar o potencial de exploração, GUERRA (2008) identificou 16 principais produtos florestais não-madeireiros extraídos e sua contribuição na geração de renda das comunidades tradicionais da FLONA do Tapajós, localizada no estado do Pará. Dentre estes, destacaram-se três produtos não-madeireiros: óleo de andiroba, óleo de copaíba e artesanatos fabricados com couro vegetal.

De acordo com GUERRA (2008), somente no ano de 2006, a receita líquida obtida, com a comercialização do óleo de andiroba foi de R\$ 26.905,00 e para o óleo de copaíba foi de R\$ 9.538,45. Os artesanatos fabricados com o couro vegetal, geraram uma receita líquida de R\$ 21.332,38.

Mesmo diante da importância do extrativismo praticado pelas comunidades tradicionais, a sua sustentabilidade é ameaçada pela degradação da floresta, mediante o desmatamento ilegal, assim como pela ausência de indenização pecuniária pelos danos socioambientais causados, em função da perda da fonte de renda, além da interrupção dos serviços ecossistêmicos prestados pela floresta suprimida.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. de. **Recuperação ambiental da mata atlântica** – 3. ed. rev. e ampl. – Ilhéus: Editus, 2016. 200p.: il. Disponível em: <http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2016/recuperacao_ambiental_da_mata_atlantica_no_va.pdf> Acesso em 20 de dezembro de 2019.

AMAZONAS, M. C. **Valor e meio ambiente: elementos para uma abordagem evolucionista**. Tese de doutorado, Instituto de Economia – UNICAMP, 2001. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286099>> Acesso em 09 de fevereiro de 2018.

ARAÚJO, E.; BARRETO, Paulo. **Estratégias e fontes de recursos para proteger as unidades de conservação da Amazônia**. – Belém, PA: IMAZON, 2015. Disponível em: <https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/Estrategias_UCs.pdf> Acesso em 26 de agosto de 2019.

ARAÚJO, E.; BARRETO, P.; BAIMA, S.; GOMES, M.; **Unidades de conservação mais desmatadas da Amazônia Legal 2012 - 2015**. 92 p. – Belém, PA: Imazon, 2017. Disponível em: <https://imazon.org.br/unidades-de-conservacao-mais-desmatadas-da-amazonia-legal-2012-2015/> . Acesso em 27 de agosto de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-6: Avaliação de Bens Parte 6: Recursos Naturais e Ambientais**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/27355/abnt-nbr14653-6-avaliacao-de-bens-parte-6-recursos-naturais-e-ambientais>>. Acesso em 25 de junho de 2018.

BARRETO, P.; SOUZA Jr, C.; NOGUERÓN, R.; ANDERSON, A. & Salomão, R. 2005. **Pressão Humana na Floresta Amazônica Brasileira**. WRI/Imazon, Belém. p. 84. Disponível em: <<https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/ressao-humana-na-floresta-amazonica-brasileira.pdf>> . Acesso em 27 de agosto de 2019.

BENINI, R. de M.; ADEODATO, S. **Economia da restauração florestal = Forest restoration economy** – São Paulo (SP): The Nature Conservancy, 2017. 136 p. Disponível em: <<https://www.nature.org/media/brasil/economia-da-restauracao-florestal-brasil.pdf>> Acesso em 20 de maio de 2018.

BÍBLIA. A. T. Gênesis. In: BÍBLIA. Português. Bíblia sagrada: contendo o antigo e o novo testamento. Tradução de João Ferreira de Almeida: revista e corrigida. Várzea Paulista – SP: Casa Publicadora Paulista, 2017. p. 05-575.

BOTELHO, F. **Taxa de desconto, escolhas energéticas e mudança climática**. Infopetro. 2015. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2015/05/25/taxa-de-desconto-escolhas-energeticas-e-mudanca-climatica/>> Acesso em 20 de dezembro de 2019.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração**. In: *Restauração Ecológica de*

Ecossistemas Degradados [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <[http://www.esalq.lastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206\(2\).pdf](http://www.esalq.lastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206(2).pdf)> Acesso em 12 de setembro de 2019.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 05 de outubro de 1988**. Senado Federal. Brasília, 2010, 47 p. Disponível em <http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988_05.10.1988/CON1988.pdf>. Acesso em: 21 de julho de 2018.

_____. Decreto nº 68.443, de 29 de março de 1971. **Declara de interesse social, para fins de desapropriação, imóveis rurais de propriedade particular, situados em polígono compreendido na zona prioritária, fixada para fins de reforma agrária, no Decreto número 67.557, de 12 de novembro de 1970, e dá outras providências**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D68443imprensa.htm>. Acesso em 21 de julho de 2018.

_____. Decreto de 15 de março de 2004. Cria Grupo de Trabalho com a finalidade de elaborar e coordenar a implementação do Plano de Desenvolvimento Sustentável para a Região de Influência da Rodovia BR-163, e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Dnn/Dnn10132.htm>. Acesso em 21 de julho de 2019.

_____. Decreto-Lei nº 1.164, de 1º de abril de 1971. Declara indispensáveis à segurança e ao desenvolvimento nacionais terras devolutas situadas na faixa de cem quilômetros de largura em cada lado do eixo de rodovias na Amazônia Legal, e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del1164imprensa.htm>. Acesso em 21 de julho de 2018.

_____. Decreto S/N, de 13 de fevereiro de 2006. **Institui o complexo geoeconômico e social denominado Distrito Florestal Sustentável - DFS da BR-163, e dá outras providências**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Dnn/Dnn10766.htm> Acesso em 19 de agosto de 2019.

_____. Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990. **Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274compilado.htm#:~:targetText=DECRETO%20No%2099.274%2C%20DE,Ambiente%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.> Acesso em 19 de agosto de 2019.

_____. Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Regulamenta a Lei nº 9605/1998. Trata sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6514.htm>. Acesso em 23 de junho de 2018.

_____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Relatório de Gestão 2018**. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/acessoainformacao/images/stories/relatorio_gestao/relatorio2018/Relatorio_de_Gestao_2018.pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2019.

_____. Lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009. **Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal**; altera as Leis nºs 8.666, de 21 de junho de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11952.htm . Acesso em 29 de agosto de 2019.

_____. Lei Federal nº 7.347, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências. Disponível em <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-7347-24-julho-1985-356939-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em 24 de julho de 2019.

_____. Lei nº 9.985, 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 21 de janeiro de 2018.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em 26 de fevereiro de 2018.

_____. Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. **Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm>. Acesso em 21 de abril de 2019.

_____. Ministério da Economia. Estimção da taxa social de desconto para investimentos em infraestrutura no Brasil. 2019. Disponível em: <<http://www.economia.gov.br/acesso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/arquivos/TDTaxaSocialdeDesconto.pdf>> Acesso em 20 de dezembro de 2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na cidade do Rio de Janeiro, no período de 5 a 14 de junho de 1992**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/7513->

[conven%C3%A7%C3%A3o-sobre-diversidade-biol%C3%B3gica-cdb](#)>. Acesso em 22 de janeiro de 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre a Diversidade Biológica. 1994.** Disponível em: < https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_dpg/_arquivos/cdbport.pdf >. Acesso em 23 de agosto 2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade – EPANB: 2016-2020** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, Departamento de Conservação de Ecossistemas – Brasília, DF: MMA, 2017. Disponível em: https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/EPANB/EPANB_PORT.pdf . Acesso em 23 de agosto de 2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável-PMFS nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. Disponível em: < https://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/in%20mma%2005-06.pdf>. Acesso em 20 de julho de 2019.

_____. Ministério Público Federal de Itaituba, Pará. **Ação Civil Pública nº 0001990-15.2016.4.01.3908.** Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/pa/sala-deimprensa/documentos/2016/acao-do-mpf-pela-nao-reducao-da-FLONA-do-jamanximsem-estudos-e-consulta-publica>>. Acesso em 21 de agosto de 2019.

_____. Ministério Público Federal. **Câmara de Coordenação e Revisão, 2. Roteiro de atuação: desmatamento / 2. Câmara de Coordenação e Revisão.** – Brasília: MPF, 2015. 90 p. (Série Roteiro de Atuação, 7). Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr2/publicacoes/roteiro-atuacoes/docs-cartilhas/desmatamento.pdf> . Acesso em 29 de agosto de 2019.

_____. Ministério Público Federal. **Manual de cálculos do MPF : combate à corrupção** / Ministério Público Federal. – Brasília : MPF, 2015. 49p. Disponível em <http://www.mpf.mp.br/pgr/documentos/manual_de_calculos_online.pdf>. Acesso em 16 de setembro de 2019.

_____. Presidência da República. **Grupo de Trabalho Interinstitucional do Distrito Florestal Sustentável da BR 163.** Plano de Ação (2006-2007), 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 13 de março de 2018.

_____. Presidência da República. **Plano Amazônia Sustentável: diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira** / Presidência da República. – Brasília: MMA, 2008. Disponível em https://www.mma.gov.br/estruturas/sca/_arquivos/plano_amazonia_sustentavel.pdf . Acesso em 19 de agosto de 2019.

_____. Presidência da República. **Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável para a Área de Influência da Rodovia BR-163, Cuiabá-Santarém.** / MMA, Grupo de Trabalho Interministerial – Brasília: MMA, 2007. Disponível em: <<http://www.casacivil.gov.br/camaras/grupos/plano-br-163-sustentavel-versao-publicacao-9-junho-2006.pdf>>. Acesso em 19 de agosto de 2019.

_____. Presidência da República. **Portaria Interministerial MMA/DA/POG N° 391, de 4 de outubro de 2011.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2011/p_inter_mma_da_pog_391_2011_regularizacaoafundiaria_ucs.pdf> Acesso em 26 de agosto de 2019.

_____. Resolução CONAMA n° 406, de 02 de fevereiro de 2009. **Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia.** <Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=597>> Acesso em 21 de julho de 2019.

_____. Tribunal de Contas da União. **Amazônia: unidades de conservação: auditoria coordenada** / Tribunal de Contas da União. -- Brasília: TCU, 2014. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/auditoria-coordenada-em-unidades-de-conservacao-da-amazonia.htm> . Acesso em 23 de agosto de 2019.

_____. Tribunal de Contas da União. **Relatório da auditoria coordenada em unidades de conservação no bioma Amazônia.** – Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/relatorio-da-auditoria-coordenada-em-unidades-de-conservacao-no-bioma-amazonia-.pdf>>. Acesso em 26 de agosto de 2019.

BRITO. B. et al.; **Stimulus for land grabbing and deforestation in the Brazilian Amazon.** – 2019. Environ. Res. Lett. 14 064018. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab1e24/pdf>>. Acesso em 01 de setembro de 2019.

BRITO. B; JÚNIOR, D. C. **Regularização fundiária no Pará: afinal qual é o problema?** – Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - IMAZON, IMAZON, 2015. 104p. Disponível em: <<https://imazon.org.br/publicacoes/regularizacao-fundiaria-no-para-afinal-qual-o-problema/>>. Acesso em 22 de julho de 2018.

COSTANZA, Robert. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, Nature 387, 1997. p. 253-260.

CHAZDON, R.; Regeneração de florestas tropicais. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, v. 7, n. 3, p. 195-218, set.-dez. 2012. Disponível em: <[http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv7n3_2012/regeneracao\(chazdon\).pdf](http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv7n3_2012/regeneracao(chazdon).pdf)>. Acesso em 20 de agosto de 2018.

CHEADE, M. F. **A Regularização fundiária de unidades de conservação federais: termos, normas, estrutura e procedimentos: Subsídios para conhecer o processo.** 2015. 162f. Dissertação (Mestrado Profissional Biodiversidade em Unidade de Conservação) - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <ava.icmbio.gov.br > [Mariana F. Cheade - Mestrado - Ano 2015.pdf](#)>. Acesso em 24 de julho de 2019.

GOMIDE, G. L. A. 1997. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no estado do Amapá.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Paraná-PR, 174 p. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25180/D%20%20GOMIDE%2c%20GUI%20LHERME%20LUI%20AUGUSTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 20 de agosto de 2019.

GUERRA, F. G. P. Q. 2008. **Contribuição dos produtos florestais não madeireiros na geração de renda na Floresta Nacional do Tapajós – Pará.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Paraná-PR, 119 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/17890> . Acesso em 18 de abril de 2020.

INSTITUTO FLORESTA TROPICAL. **As Concessões de Florestas Públicas na Amazônia Brasileira - A lei de gestão de florestas públicas e o panorama das concessões florestais na amazônia brasileira.** Informativo Técnico do IFT 2. IFT. Belém: IFT, 2012. Disponível em: <www.ift.org.br>. Acesso em 02 de setembro de 2019.

INSTITUTO FLORESTA TROPICAL. **Manejo Florestal e Exploração de Impacto Reduzido em Florestas Naturais de Produção da Amazônia.** Informativo Técnico do IFT 1. IFT. Belém: IFT, 2014. Disponível em: <<http://ift.org.br/wp-content/uploads/2014/11/Informativo-T%C3%A9cnico-1.pdf>>. Acesso em 02 de setembro de 2019.

IPAM. **A grilagem de terras públicas na Amazônia brasileira** / Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM. – Brasília: MMA, 2006. 108 p. : il. color.; 28 cm + 2lâms. (Série Estudos 8). Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/225/_arquivos/9_a_grilagem_de_terras_pblicas_na_amaznia_brasileira_225.pdf>. Acesso em 27 de agosto de 2019.

JENKINS, N. Clinton; JOPPA, Lucas. **Expansion of the global terrestrial protected area system.**In: Biological Conservation, vol. 142, 2009, pp. 2166-2174. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/sites/uc/files/201904/Expansion%20of%20PA_Biological%20Conservation_2009_0.pdf>. Acesso em 14 de agosto de 2019.

LEITE, F. S. (2008). **ESTIMATIVA DO VOLUME DE MADEIRA PARTINDO DO DIÂMETRO DA CEPA EM UMA ÁREA EXPLORADA DE FLORESTA AMAZÔNICA DE TERRA FIRME.** Dissertação de mestrado em Engenharia Florestal, Publicação 2008, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 74p. Disponível em:https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/1173/1/DISSERTACAO_2008_FlaviaSaltiniLeite.pdf. Acesso em 18 de abril de 2020.

LENOXX, G. D. et al.; **Second rate or a second chance? Assessing biomass and biodiversity recovery in regenerating Amazonian forests.** Artigo, *Revista Científica Global Change Biology*, Volume 24, Edição 12, p. 5680 – 5693, dezembro de 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.14443>>. Acesso em 24 de setembro de 2019.

LOREIRO, V. R.; PINTO, J. N. A.; **DOSSIÊ AMAZÔNIA BRASILEIRA II.** Estud. av. vol.19 n°.54, São Paulo May/Aug. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000200005>> . Acesso em 28 de agosto de 2019.

MACIEL, E. 2012. **Implementação de Unidades de Conservação Federais.** Apresentação realizada em 18 de outubro de 2012 no 19º Encontro Nacional da 4ª Câmara de Coordenação e Revisão - Meio Ambiente e Patrimônio Cultural do Ministério Público Federal. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/eventos/encontros/nacionais-da-4a-ccr/19o-encontro-nacional/palestras-18-10/eliani-maciel-unidades-conservacao.pdf>. Acesso em 26 de agosto de 2019.

MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais.** 2002. 199 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Universidade de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286199/1/Maia_AlexandreGori_M.pdf>. Acesso em 26 de janeiro de 2018.

MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. **Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações.** Texto para Discussão. IE/UNICAMP n. 116, mar. 2004. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=1833&tp=a>>. Acesso em 26 de janeiro de 2018.

MAPA. Serviço Florestal Brasileiro. **Plano Anual de Outorga Florestal 2020** / Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília, DF: MAPA, 2019. 109p.: il. (algumas color.). Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/publicacoes/1451-plano-anual-de-outorga-florestal-paof-2019>> Acesso em 02 de setembro de 2019.

MARQUES. J. F.; COMUNE. A. E. **A Teoria Neoclássica e a Valoração Ambiental.** Livro Científico: EMBRAPA Meio Ambiente, p. 21-42 (1997). Disponível no link: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159620/1/1997PL054Marques-A-teoria-3309.pdf>> . Acesso em 22 de janeiro de 2018.

MARQUES, J. R. **Reparação do dano ambiental: necessidade de adequação do dimensionamento do Pedido formulado em Ação Civil Pública.** Revista MPMG. 2012. Disponível em: <<https://www.mpmg.mp.br/conheca-o-mpmg/escola-institucional/publicacoes-tecnicas/revista-mpmg-juridico/>> Acesso em 30 de janeiro de 2018.

MEDEIROS, R.; Young; C.E.F.; Pavese, H. B. & Araújo, F. F. S. 2011. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo.** Brasília: UNEP-WCMC, 44p. Disponível em

<http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/110607_ucsbrasil_mma_wcmc.pdf>. Acesso em 18 de julho de 2018.

MMA. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Relatório de Consolidação de Aplicação do SAMGe. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016.** Disponível em: <http://samge.icmbio.gov.br/uploads/relatorio/2018_07_16/Relatorio_SAMGe_2016_Completo_V1-20180716164614.pdf> Acesso em 24 de agosto de 2019.

_____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamanxim – Volume I, localizada no estado do Pará.** Brasília, 2010. ICMBio. Disponível em: < http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/FLONA_jamanxim.pdf>. Acesso em: 04 de agosto de 2018.

_____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamanxim – Volume II, localizada no estado do Pará.** Brasília, 2010. ICMBio. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/Jamanxim_planejamento.pdf>. Acesso em: 04 de agosto de 2018.

_____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa nº02, de 3 de setembro de 2009. Regula os procedimentos técnicos e administrativos para a indenização de benfeitorias e desapropriação de imóveis rurais localizados em unidades de conservação federais de domínio público. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-somos/in022009.pdf>>. Acesso em 20 de maio de 2018.

_____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa nº 11, de 11 de dezembro de 2014. **Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada – PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental (Processo nº 02127.000030/2013-48).** Disponível em: < http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-somos/in_11_2014.pdf> Acesso em 20 de junho de 2019.

_____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Portaria nº 07, de 31 de janeiro de 2014. Regulamenta o artigo 18 da Portaria nº 526, de 26 de agosto de 2013, da Procuradoria Geral Federal / AGU, dispõe sobre a elaboração e envio de consultas jurídicas à unidade da Procuradoria Geral Federal / AGU junto ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, regulamenta os procedimentos relativos a processos judiciais e dá outras providências. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-somos/Port_07.pdf>. Acesso em 22 de junho de 2019.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais.** Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997. 254p. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-para-valoracao-economica-de-recursos-ambientais.pdf>>. Acesso em 25 de agosto de 2018.

NERY, E. R. A.; SARAIVA, C. S.; CRUZ, L. M. S.; SOUZA, M. M. O. R.; GOMES, F. S.; EL-HANI, C. N.; NETO, E. M. **O conceito de restauração na literatura científica e na legislação brasileira.** Artigo, Revista Caititu, n. 1, p. 43–56, set. 2013. Salvador – BA. DOI: 10.7724/caititu.2013.v1.n1.d04. Disponível em:

<<https://portalseer.ufba.br/index.php/revcaititu/article/download/5202/04%20Artigo%202>>

Acesso em 14 de setembro de 2019.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A. de. **Quanto vale aquilo que não tem valor? Valor de existência, economia e meio ambiente.** In: Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 16, n. 3, p. 59-83, setembro/dezembro 1999. Disponível em: <eco.ib.usp.br/labvert/Valor%20de%20existencia.pdf>. Acesso em 16 de fevereiro de 2018.

ODUM, E. P. Fundamentos de Ecologia. 6ª ed. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. Disponível em: <<https://ferdesigner.files.wordpress.com/2010/11/fundamentos-de-ecologia-odum.pdf>>. Acesso em 13 de julho de 2019.

OLIVEIRA, A. B. **Políticas Públicas para o Desenvolvimento e para Conservação no Distrito Florestal Sustentável (DFS) da BR-163.** 2011. 168 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9980/3/2011_AdrilaneBatistaOliveira.pdf>. Acesso em 19 de agosto de 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano.** In: Anais Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano. Estocolmo, 6p., 1972. Disponível em: Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gSwRNiZh260J:www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/estocolmo.doc+&cd=1&hl=ptBR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2018.

PARÁ (Estado). Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Instrução Normativa nº 08, de 28 de dezembro de 2015. **Define procedimentos administrativos para a realização de limpeza e autorização de supressão, a serem realizadas nas áreas de vegetação secundária em estágio inicial de regeneração, localizadas fora da Reserva Legal e da Área de Preservação Permanente – APP dos imóveis rurais, no âmbito do Estado do Pará, e dá outras providências.** Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/2015/11/03/instrucao-normativa-no-08-de-28-de-outubro-de-2015/>>. Acesso em 20 de julho de 2019.

PGR. Procuradoria Geral da República. Secretaria de Comunicação. 2014. **Lançada estratégia nacional do MPF para defesa das unidades de conservação.** Notícia de 5 de junho de 2014. Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/pgr/noticias-pgr/lancada-estrategia-nacional-do-mpf-para-defesa-das-unidades-de-conservacao>>. Acesso em 27 de agosto de 2019.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. 189f. Disponível em: <http://www.mpdf.mp.br/saude/images/Meio_ambiente/Metodologia_gestao_diferenciada.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2019.

RIBAS, L.C. **Metodologia Valoração de Danos Ambientais: O Caso Florestal**. [Tese de doutorado] - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 1996. Disponível em <<https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/docentes/metodologia-para-avaliacao-de-danos-ambientais.pdf>>. Acesso em 22/08/2018.

RIBAS, L.C. **Avaliação Econômica de Recursos Ambientais – Parte I**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010. Disponível em: <<https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/docentes/cateind.pdf>> Acesso em 01 de junho de 2019.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. Capítulo em Revista Científica. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. Disponível em <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/554094>>. Acesso em 20 de agosto de 2019.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Tradução: Pedro Paulo de Lima e Silva. 6. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 546p.

SALOMÃO, R.; RIBEIRO, M. B.; VEDOVETO, M. **Criação de Unidades de Conservação em áreas sob alta pressão humana na Amazônia Legal**. Capítulo em Livro. In Imazon; Instituto Socioambiental, Áreas Protegidas na Amazônia brasileira: avanços e desafios. São Paulo. p. 27-28. 2011. Disponível em: <http://fas-amazonas.org/versao/2012/wordpress/wp-content/uploads/2013/08/Areas_Protegidas_Amazonia.pdf>. Acesso em 25 de junho de 2018.

SALOMÃO, R. P.; VIEIRA, I. C. G; BRIENZA JÚNIOR, S.; AMARAL, D. D.; SANTANA, A. C. **Sistema Capoeira Classe: uma proposta de sistema de classificação de estágios sucessionais de florestas secundárias para o Estado do Pará**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, v.7, n.3, p.297-317, 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/950752/sistema-capoeira-classe-uma-proposta-de-sistema-de-classificacao-de-estagios-sucesionais-de-florestas-secundarias-para-o-estado-do-para>>. Acesso em 21 de setembro de 2018.

SILVA, D.; NUNES, S. **Avaliação e modelagem econômica da restauração florestal no Estado do Pará** – Belém, PA: Imazon, 2017. Disponível em: <<https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/Avaliacao%20restauracao%20florestal%20PA.pdf>>. Acesso em 12 de setembro de 2019.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 178 p.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION - SER. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**, 2004. SER and Tucson: Society for Ecological Restoration International. Disponível em: <http://www.esalqlastrop.com.br/img/aulas/Diretrizes_projetos_restauracao.pdf>. Acesso em: 13 de setembro de 2019.

TORRES, M.; DOBLAS, J. e ALARCON, F. D. **“DONO É QUEM DESMATA”**. **Conexões entre grilagem e desmatamento no sudoeste paraense**. São Paulo: Urutubranco; Altamira: Instituto Agrônômico da Amazônia, 2017. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/dono_e_quem_desmata_conexoes_entre_grill.pdf> Acesso em 21 de agosto de 2019.

VERÍSSIMO, A. et al.. **Histórico de criação de Unidades de Conservação na Amazônia Legal. In Imazon; Instituto Socioambiental**. Capítulo em livro. Áreas Protegidas na Amazônia brasileira: avanços e desafios. São Paulo. p. 22-24. 2011. Disponível em: <http://fasamazonas.org/versao/2012/wordpress/wpcontent/uploads/2013/08/Areas_Protegidas_Amazonia.pdf>. Acesso em 25 de junho de 2018.

VIEIRA, I. C. G., A. S. ALMEIDA, E. A.; DAVIDSON, T. A. STONE, C. J. R. CARVALHO & J. B. GUERRERO, 2003. **Classifying successional forests using landsat spectral properties and ecological characteristics in Eastern Amazônia**. Remote Sensing of Environment 87(4): 470-481. Disponível em: <<http://whrc.org/wp-content/uploads/2015/09/VieiraetalRSE.03.pdf>>. Acesso em 19 de setembro de 2019.

WWF-Brasil. Efetividade de gestão das unidades de conservação no estado de Mato Grosso. WWF-Brasil, Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. – Brasília: WWF-Brasil, 2009. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/arpa_pub/?uNewsID=21460>. Acesso em 23 de agosto de 2019.

_____. Efetividade de Gestão das Unidades de Conservação Federais. – Brasília: WWF-Brasil. 2012. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/downloads/relatrio%20rappam%202005%20x%202010%20-%20verso%20integral.pdf> . Acesso em 24 de agosto de 2019.

_____. O Impacto do Programa ARPA na Efetividade de Gestão das Unidades de Conservação da Amazônia. – Brasília: WWF-Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.funbio.org.br/wp-content/uploads/2017/12/LIVRO-RAPPAM.pdf> . Acesso em 23 de agosto de 2019.

ANEXO A – Custos de restauração florestal (R\$/ha) em diferentes métodos, sem exploração madeireira.

Figura 33 - Custos de restauração (R\$/ha) em diferentes métodos, sem exploração madeireira.

Continuação

Descrição	Unid.	Valor unit.	Plantio total (1.666 ind./ha), com cercas		Plantio de alto enriquecimento e alta densidade (800 ind./ha)		Plantio de baixo enriquecimento e baixa densidade (400 ind./ha)		Regeneração natural com cercas em torno das áreas		Regeneração natural com abandono de pasto (sem cercas)	
			Quant.	Valor total (R\$/ha)	Quant.	Valor total (R\$/ha)	Quant.	Valor total (R\$/ha)	Quant.	Valor total (R\$/ha)	Quant.	Valor total (R\$/ha)
Custo total em 3 anos		-	-	11.243	-	7.375	-	6.032	-	3.920	-	2.280
Implantação (ano 1)		-	-	7.922	-	5.450	-	4.179	-	2.832	-	1.192
Preparo da área (aceiros e outros)		-	-	1.192	-	1.192	-	1.192	-	1.192	-	1.192
Ass. Técnica (com encargos)	diária	250	1,5	375	1,5	375	1,5	375	1,5	375	1,5	375
Herbicida	litro/ha	18	1,5	27	1,5	27	1,5	27	1,5	27	1,5	27
Maquinário (trator e outros)	hora máquina/ha	50	3	150	3	150	3	150	3	150	3	150
Mão de obra (trato-rista, com encargos)	diária	80	0,5	40	0,5	40	0,5	40	0,5	40	0,5	40
Mão de obra de campo (com encargos)	diária	60	10	600	10	600	10	600	10	600	10	600
Cerca (isolamento)		-	-	1.640		1.640	-	1.640	-	1.640	-	-
Arame, estaca e outros insumos	Km	5500	0,2	1.100	0,2	1.100	0,2	1.100	0,2	1.100	-	-
Mão de obra de campo (com encargos)	diária	60	9	540	9	540	9	540	9	540	-	-
Plantio de mudas e sementes		-	-	5.090	-	2.618	-	1.347	-	-	-	-
Ass. Técnica (com encargos)	diária	250	1	250	2	500	1	250	-	-	-	-
Mudas nativas	unid.	1,5	1666	2.499	800	1.200	400	600	-	-	-	-
Sementes	Kg	35			1	35	1	35	-	-	-	-
Fertilizante nitrogenado: sulfato de amônia (base 20g + cobertura 60g/cova)	Kg/ha	1,2	134	161	64	77	32	38	-	-	-	-
Adubação fosfatada (P2O5, base 60g por muda)	Kg/ha	1,2	100	120	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloreto de potássio KCl (base 30g + cobertura 60g/cova)	Kg/ha	1,2	150	180	72	86	36	43	-	-	-	-
Frete das mudas	diária	200	1	200		-		-	-	-		-
Maquinário (trator e outros)	hora máquina/ha	50	-	-	4	200	2	100	-	-	-	-

Fonte: Silva e Nunes (2017, p. 70).

Continuação

Figura 33 - Custos de restauração (R\$/ha) em diferentes métodos, sem exploração madeireira.

Conclusão

Descrição	Unid.	Valor unit.	Plantio total (1.666 ind./ha), com cercas		Plantio de alto enriquecimento e alta densidade (800 ind./ha)		Plantio de baixo enriquecimento e baixa densidade (400 ind./ha)		Regeneração natural com cercas em torno das áreas		Regeneração natural com abandono de pasto (sem cercas)	
			Quant.	Valor total (R\$/ha)	Quant.	Valor total (R\$/ha)	Quant.	Valor total (R\$/ha)	Quant.	Valor total (R\$/ha)	Quant.	Valor total (R\$/ha)
Mão de obra (trato-rista, com encargos)	diária	80	-	-	0,5	40	0,5	40	-	-	-	-
Mão de obra de cam- po (com encargos) - abertura de covas, coroamento, plantio e adubação	diária	60	28	1.680	8	480	4	240	-	-	-	-
Manutenção (quanti- dade para 2 anos)		-	-	3.321	-	1.925	-	1.853	-	1.088	-	1.088
Aceiro e capina		-	-	1.160	-	1.160	-	1.088	-	1.088	-	1.088
Herbicida	litro/ha	18	10	180	10	180	6	108	6	108	6	108
Ass. Técnica (com encargos)	diária	250	2	500	2	500	2	500	2	500	2	500
Mão de obra de cam- po (com encargos)	diária	60	8	480	8	480	8	480	8	480	8	480
Replanto de mudas e sementes (Aprox. 17% de mortalidade)		-	-	2.161	-	765	-	765	-	-	-	-
Ass. Técnica (com encargos)	diárias	250	4	1.000	1	250	1	250	-	-	-	-
Mudas nativas	unid.	1,5	280	420	-	-	-	-	-	-	-	-
Sementes	Kg	35			1	35	1	35	-	-	-	-
Fertilizante nitro- genado: sulfato de amoníaco (cobertura 60g/cova)	Kg/ha	1,2	17	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Adubação fosfatada (P ₂ O ₅ , base 60g por muda)	Kg/ha	1,2	17	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloreto de potássio KCl (cobertura 60g / cova)	Kg/ha	1,2	17	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Frete das mudas	diárias	200	1	200	-	-	-	-	-	-	-	-
Mão de obra de campo (com encar- gos) - distribuição de mudas e plantio	diárias	60	8	480	8	480	8	480	-	-	-	-

Fonte: Silva e Nunes (2017, p. 71).