

Cyro José Matavelli

**VALORAÇÃO DOS DANOS AMBIENTAIS EM FLORESTAS  
OMBRÓFILAS DESMATADAS NO ESTADO DO PARÁ**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Título de Mestre em Perícias Criminais Ambientais.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto

Florianópolis  
2018

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

Matavelli, Cyro José Matavelli  
Valoração dos danos ambientais em florestas  
ombrófilas desmatadas no Estado do Para / Cyro José  
Matavelli Matavelli ; orientador, Cátia Regina  
Silva de Carvalho Pinto Carvalho Pinto, 2018.  
106 p.

Dissertação (mestrado profissional) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em  
Perícias Criminais Ambientais, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Perícias Criminais Ambientais. 2. Amazônia. 3.  
Desmatamento. 4. BR-163. 5. Valor de Uso Direto. I.  
Carvalho Pinto, Cátia Regina Silva de Carvalho  
Pinto . II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais  
Ambientais. III. Título.

**“Valoração dos danos ambientais em florestas ombrófilas desmatadas no Estado do Pará”**

Por

**Cyro José Matavelli**


Dissertação julgada e aprovada em sua forma final pelos membros titulares da Banca Examinadora (001/PPGMPPA/2018) do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais - UFSC.


---

Prof.(a) Dr.(a) Carlos Henrique Lemos Soares

Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais

Banca examinadora:

  
Dr.(a) Cátia Regina de Carvalho Pinto (Universidade Federal de Santa Catarina)  
Orientadora

  
Dr.(a) José Alexandre Sambatti (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)/SC)

  
Dr.(a) Romão Alberto Trauczynski (Polícia Federal/SC)

  
Dr.(a) Alexandre Siminski (Universidade Federal de Santa Catarina)

Florianópolis, 26 de fevereiro de 2018.



Este trabalho é dedicado à minha esposa Andreza, à minha filha Cecília, aos meus pais, familiares e amiga Marilena.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter guiado meu caminho e ter me proporcionado esta oportunidade.

À minha esposa Andreza, companheira, amiga, confidente. Obrigado por estar sempre ao meu lado, pela compreensão dos dias que estivemos longe um do outro.

Aos meus pais, irmão e pais da Andreza por toda a dedicação incondicional que sempre recebi e pela compreensão mostrada em todos esses anos em que estou distante.

À professora Cátia pela orientação, atenção e dedicação, sempre de prontidão em sanar minhas dúvidas.

A todos os professores do curso, que me oportunizaram experiências e aprendizados que serão muito importantes no futuro de minha carreira profissional.

À colega Gretta, pelos nossos artigos publicados e demais colegas do curso, pelos momentos de estudo, pelas trocas de experiências e pelos momentos de descontração, que proporcionaram a construção de verdadeiras amizades.

Ao Perito Criminal Federal Marcus Holanda Barbosa Pereira por auxiliar na implantação da referida metodologia no Estado do Pará.

À amiga Marilena Gonçalves, pela amizade e por ter me hospedado em sua residência durante grande parte do curso.





“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

Chico Xavier



## RESUMO

Nas últimas décadas, em razão da intensificação da expansão agropecuária, o desmatamento avança na região Amazônica. No Estado do Pará, a especulação e grilagem de terras, a criação de assentamentos rurais e a pavimentação de rodovias, contribuem para uma migração espontânea e desordenada, em busca de novos recursos naturais. Nesse contexto, a ocorrência de crimes ambientais é frequente e a sua materialização pode ser determinada através de perícias ambientais. No entanto, não basta somente materializar o dano, também se deve valorá-lo através de metodologias que cumpram algumas exigências, tais como praticidade, rápida execução, baixo custo e plausibilidade da aceitação na esfera judicial. O presente estudo tem por objetivos estimar o volume de madeira comercial explorado em florestas no Estado do Pará, por meio de dados de inventários florestais e de sensoriamento remoto, a fim de utilizá-lo como principal componente do Valor de Uso Direto. A área de estudo situa-se em uma faixa de 50 km de cada lado ao longo do trecho paraense da BR-163, perfazendo 6,2 milhões de hectares, grande parte inserida em Unidades de Conservação, Terras Indígenas e Áreas Militares. A área desmatada através de corte raso até o ano de 2015 foi estimada em 1,2 milhões de hectares. Entre os anos de 2000 e 2015, a área desmatada estimada foi de aproximadamente 930 mil hectares. Considerando apenas a madeira extraída em florestas públicas do tipo A, a um preço de R\$ 12.662,39/ha, em uma área de 481 mil hectares, o valor estimado da madeira comercial extraído ao longo dos anos perfaz um total de 6,1 bilhões de reais. Somado ao custo de recuperação, no valor de R\$ 6.032,00/ha, o Valor de Uso Direto estimado por hectare é de R\$ 18.694,39. O VUD, baseado nos componentes valor da madeira comercial e custos da recuperação, em 481 mil hectares, perfaz um total de 9 bilhões de reais. A metodologia apresentada, apesar de sua simplicidade, está sendo utilizada com segurança e clareza pelas autoridades na persecução penal, pois apresenta valores mínimos e tende a não considerar critérios subjetivos. No entanto, não traria bons resultados para a maioria dos exames periciais de corte raso nas florestas e formações pioneiras do bioma Mata Atlântica nas regiões sul e sudeste e para degradação através de “brocagem” nas florestas do bioma Amazônico, sendo mais adequado a utilização de sensores de alta resolução espacial ou exames *in loco*. Novos elementos podem ser atribuídos à valoração, tais como considerar preços de madeira de lei, produtos não madeireiros e volume total da madeira suprimida. Atualmente, a principal dificuldade em se aferir uma taxa social de retorno e utilizar o VUI na composição do VERA,

relaciona-se à aceitação da metodologia no âmbito judicial, pois os valores das indenizações seriam exorbitantes, em razão da grande extensão das áreas desmatadas no bioma Amazônico. Espera-se uma maior eficiência na elaboração de Laudos na Amazônia, com o dano materializado e valorado, auxiliando na persecução penal e civil.

**Palavras-chave:** Amazônia. Perícia Ambiental. Desmatamento.



## ABSTRACT

In the last decades, due to the intensification of the agricultural expansion, the deforestation advances in the Amazon region. In the State of Pará, speculation and land grabbing, the creation of rural settlements and the paving of highways, contribute to a spontaneous and disorderly migration, in search of new natural resources. In this context, the occurrence of environmental crimes is frequent and its materialization can be determined through environmental expertise. However, it is not enough to materialize the damage, it must also be valued through methodologies that meet certain requirements, such as practicality, fast execution, low cost and plausibility of acceptance in the judicial area. The present study aims to estimate the volume of commercial timber harvested in forests in the State of Pará, using forest inventory and remote sensing data, in order to use it as the main component of the Direct Use Value (DUV). The study area is located in a range of 50 km on both sides of BR-163, covering 6.2 million hectares, most of them is included in Conservation Units, First Nations Lands and Military Areas. The area deforested by clear-cutting method until the year 2015 was estimated at 1.2 million hectares. Between 2000 and 2015, the estimated deforested area was approximately 930 thousand hectares. Considering only the wood extracted in public forests type A, at a price of R\$ 12,662.39/ha (US\$ 3,802.51/ha), in an area of 481 thousand hectares, the estimated value of commercial wood extracted over the years makes a total of R\$ 6.1 billion (US\$ 1.83 billion). Including the cost of recovery, in the amount of R\$ 6,032.00/ha (US\$ 1,811.41/ha), the estimated Direct Use Value per hectare is R\$ 18,694.39 (US\$ 5,613.93). The DUV, based on the value components of commercial timber and recovery costs, at 481 thousand hectares, amounts to a total of R\$ 9 billion (US\$ 2.7 billion). The methodology presented, despite its simplicity, is being used with certainty and clarity by the authorities in the criminal prosecution, since it presents minimum values and tends not to consider subjective criteria. However, it would not yield good results for the majority of forensic exams in areas of clear-cutting in the forests and pioneer formations of the Atlantic Forest biome in the southern and southeastern regions and for degradation by "selective logging" in the forests of the Amazon biome, being more appropriate the use of high resolution spatial sensors or on-site exams. New elements can be attributed to valuation, such as considering timber prices, non-timber products and total volume of suppressed timber. Currently, the main difficulty in assessing a social rate of return and using the IUV (Indirect Use Value) in the composition of

the EVNER (Economic Value of Natural and Environmental Resource), is related to the acceptance of the methodology in the judicial scope, since the indemnity values would be exorbitant, due to the large extent of the deforested areas in the biome. We expect greater efficiency in the preparation of technical reports in the Amazon, with the damage materialized and valued, helping in the criminal and civil prosecution.

**Palavras-chave:** Amazon. Environmental Expertise. Deforestation





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Novos pólos madeireiros entre 1998 e 2004.....	36
Figura 2 – Fronteiras e polos madeireiros da Amazônia Legal, 2004.....	38
Figura 3 – Padrões da exploração madeireira no Estado do Pará.....	39
Figura 4 – Mapa do Distrito Florestal Sustentável da BR-163.....	42
Figura 5 – Estradas oficiais e não-oficiais mapeadas até 2003.....	45
Figura 6 – Composição do VERA.....	58
Figura 7 – Localização da área de estudo no Estado do Pará.....	65
Figura 8 – Localização da área de estudo nos municípios.....	66
Figura 9 – Regiões fitoecológicas na área de estudo.....	67
Figura 10 – Tipos de floresta.....	68
Figura 11 – Inserção dos arquivos vetoriais <i>shapefiles</i> “municípios IBGE” e “trecho de estrada DNIT”.....	69
Figura 12 – Utilização da ferramenta de geoprocessamento “ <i>buffer</i> ” (valor de 50 km) no arquivo vetorial <i>shapefile</i> “trecho de estrada DNIT” com objetivo de delimitar a área de estudo.....	69
Figura 13 – Inserção dos arquivos vetoriais <i>shapefiles</i> do Projeto PRODES, classificando os polígonos em áreas desmatadas ou de florestas.....	70
Figura 14 – Utilização da ferramenta de geoprocessamento “ <i>recortar</i> ” nos arquivos vetoriais <i>shapefiles</i> do Projeto PRODES, inseridos como “arquivo de entrada” e cortado pela camada “ <i>buffer</i> 50 km”, com objetivo de delimitar a área desmatada apenas no interior da área em estudo.....	70
Figura 15 – Consultas e classificações à tabela de atributos dos arquivos vetoriais <i>shapefiles</i> finais gerados na área de estudo, quanto as áreas e anos de ocorrência dos desmatamentos a corte raso.....	70
Figura 16 – Cenas do Projeto PRODES com os outros usos (hidrografia e não floresta).....	71
Figura 17– Localização das FLONAs cujos volumes médios foram analisados.....	73
Figura 18– Áreas desmatadas até o ano de 2015.....	79
Figura 19 – Desmatamento a corte raso típico na região sul (floresta ombrófila do bioma Mata Atlântica), ocorrido no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – Palhoça/SC, cuja área desmatada perfaz aproximadamente 0,5 ha.....	80
Figura 20 – Desmatamento a corte raso típico no Pará (floresta ombrófila do bioma Amazônico), ocorrido no município de Altamira, cuja área desmatada até 2015 perfaz aproximadamente 3000 ha.....	81
Figura 21 – Imageamento através do sensor de satélite <i>RapidEye</i> (ano de 2012) em áreas de “ <i>brocagem</i> ”, no interior da Reserva Extrativista Verde Para Sempre, município de Porto de Moz – PA, clareira identificada com aproximadamente 2300 m <sup>2</sup> .....	82
Figura 22 – Gráfico das áreas desmatadas entre 2000 e 2015.....	85
Figura 23 – Gráfico representando os valores de madeira comercial explorados em relação aos PIBs anuais dos 4 municípios entre 2000 e 2010.....	86
Figura 24 – Desmatamento ilegal através do corte raso em Floresta Tipo A.....	87

Figura 25 – Custos de recuperação (R\$/ha) em diferentes métodos, sem exploração madeireira.....	89
Figura 26 – Planilha eletrônica para Valoração do Dano ao Ecossistema Florestal em Floresta Ombrófila Densa. ....	91



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fronteiras madeireiras da Amazônia Legal em 2009.....	37
Quadro 2 – Quantitativo da área de estudo nos municípios.....	66
Quadro 3 – Quantitativo dos tipos de florestas na área de estudo.....	68
Quadro 4 – Volume médio de madeira em tora (m <sup>3</sup> /ha) segundo informações dos inventários florestais.....	75
Quadro 5 – Estimativa do valor comercial de madeira em toras de 2000 a 2015.....	77
Quadro 6 – Áreas desmatadas até o ano de 2015.....	78
Quadro 7 – Estimativa do valor de madeira explorada de 2000 a 2015 na área de estudo.....	83
Quadro 8 – Comparação entre o valor de madeira comercial em toras extraída com base no estudo e o PIB dos quatro municípios.....	85
Quadro 9 – Desmatamento ilegal através do corte raso em Floresta Tipo A.....	87
Quadro 10 – Valoração do desmatamento ilegal através do corte raso em Floresta Tipo A.....	89
Quadro 11 – Informações correspondentes aos tipos de exames e Valoração dos Danos Ambientais.....	93



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC - Acre  
APA – Área de Proteção Ambiental  
APP – Área de Preservação Permanente  
BASA – Banco da Amazônia  
CAR – Cadastro Ambiental Rural  
CNPQ – Cadastro Nacional de Florestas Públicas  
DEGRAD - Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira  
DETER - Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real  
DFS – Distrito Florestal Sustentável  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
DOE - Diário Oficial do Estado  
FLONA – Floresta Nacional  
FUNAI - Fundação Nacional do Índio  
GTI – Grupo de Trabalho Interinstitucional  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
ITTO – International Tropical Timber Organization  
ITR – Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural  
MT- Mato Grosso  
PA - Pará  
PIB – Produto Interno Bruto  
PIN – Programa de Integração Nacional  
PRA - Programa de Regularização Ambiental  
PRODES – Projeto Desmatamento  
RL – Reserva Legal  
RO - Rondônia  
SEMAS - Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade  
SETEC/PA – Setor Técnico-Científico da Polícia Federal no Estado do Pará  
SFB – Serviço Florestal Brasileiro  
SICAR – Sistema Nacional do Cadastro Ambiental Rural  
SIMLAM – Sistema Integrado de Licenciamento e Monitoramento Ambiental no Estado do Pará  
SINIMA – Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente  
SNCR – Sistema Nacional de Cadastro Rural  
SPU – Secretaria do Patrimônio da União

SPVEA – Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia  
SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia  
VCM – Valor de Comercialização das Madeiras  
VE – Valor de Existência  
VERA – Valor Econômico do Recurso Ambiental  
VET – Valor Econômico Total  
VNU – Valor de Não Uso  
VO – Valor de Opção  
VU – Valor de Uso  
VUD – Valor de Uso Direto  
VUI – Valor de Uso Indireto





## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	27
1.1 OBJETIVOS .....	29
1.1.1 Objetivo Geral .....	29
1.1.2 Objetivos Específicos.....	29
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	31
2.1 EXPLORAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA .....	31
2.1.1 Fronteiras Madeireiras .....	35
2.1.2 Distrito Florestal Sustentável da BR-163 .....	40
2.2 INFLUÊNCIA DAS ESTRADAS NA OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA .....	44
2.3 VALORAÇÃO DOS DANOS AMBIENTAIS.....	51
2.3.1 Métodos de Valoração utilizadas na Perícia Ambiental .....	55
2.3.2 Valor Econômico dos Recursos Ambientais.....	56
2.4 PROJETO PRODES (MONITORAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA BRASILEIRA POR SATÉLITE) .....	58
2.5 CADASTRO NACIONAL DE FLORESTAS PÚBLICAS.....	60
2.6 SIMLAM – CAR.....	62
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	65
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	65
3.2 ESTIMATIVA DA ÁREA DESMATADA .....	69
3.3 ESTIMATIVA DA MADEIRA EXTRAÍDA.....	71
3.4 CÁLCULO DO VUD, COMPONENTE DO VERA.....	74
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	75
4.1 MADEIRA EXTRAÍDA IRREGULARMENTE DE FLORESTAS PÚBLICAS .....	86
4.2 VALORAÇÃO PELO CÁLCULO DO VUD.....	88
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	95
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	97



## INTRODUÇÃO

O desmatamento avançou por décadas em áreas de florestas na região Amazônica e, atualmente, são recorrentes as discussões e estudos que se propõem a explicar as diferentes causas e fatores do desmatamento. Para Gamba e Ribeiro (2017), o Brasil, apesar de ser reconhecido como um detentor de parte expressiva da biodiversidade, ainda não conseguiu combinar conservação ambiental com produção e o atual modelo adotado no país ainda continua incentivando a intensificação da expansão agrícola sobre as áreas com cobertura original.

Apesar da existência de um aparato de controle montado para coibir a prática do desmatamento, os municípios paraenses se destacam pela frequente redução de vegetação nativa, ligadas em atividades com produção de madeira, de gado e de grãos. A ocupação desordenada e predatória do espaço físico paraense alterou a estrutura espacial e suas características demográficas. As mudanças na economia e os fluxos migratórios refletiram significativamente na organização territorial do Pará. (CABRAL e GOMES, 2013).

Sabe-se que a abertura de rodovias incentivou as migrações e a criação de novos projetos agropecuários, contribuindo para a conversão de florestas nativas em outros tipos de usos no bioma amazônico, muitas vezes produzindo danos ambientais irreversíveis, cada vez maiores e de bastante complexidade.

Conforme Alencar *et al.* (2004), o desmatamento no Estado do Pará é decorrente principalmente da especulação e da grilagem de terras consideradas aptas à pecuária de corte e agricultura. Por outro lado, existem os projetos de assentamento e de colonização, além da fronteira em plena expansão agropecuária, incentivada principalmente pela iminente pavimentação da rodovia Cuiabá-Santarém.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2016) a região de influência da rodovia da BR-163, que liga Cuiabá a Santarém, possui um enorme mosaico de áreas naturais protegidas, considerada dentre as mais importantes da Amazônia, do ponto de vista do potencial econômico, da diversidade biológica, das riquezas naturais, das diversidades étnicas e culturais.

A rápida expansão da fronteira ocasionada pela construção de estradas sem a gerência governamental na região resultou na migração e colonização espontânea e desordenada, na extração descontrolada dos recursos naturais como madeira e minérios (NEPSTAD *et al.*, 2000).

A pressão humana significativa, incluindo o desmatamento, exercida sobre o meio ambiente, demonstra a necessidade e a urgência de

se tomarem medidas para proteção de florestas, o que sugere que ainda exista uma grande dificuldade na sociedade em reconhecer a importância das funções ecossistêmicas que são prestadas pelos ambientes naturais.

Dentre as alternativas que são oferecidas e relacionadas com o assunto, destaca-se a valoração ambiental, considerada como uma técnica importante para subsídio e auxílio à decisão para o uso dos bens ambientais. Magliano (2013) afirma que a valoração econômica dos crimes ambientais, além de ser um impositivo legal, contribui para a proteção, bem como para a efetiva manutenção de espécies, ecossistemas, processos ecológicos e serviços ambientais.

Segundo Barreto *et al.* (2009), para quantificar o dano ambiental causado e responsabilizar seus autores, é fundamental que a investigação e a perícia atuem conjuntamente, pois enquanto a investigação identifica a autoria e o tipo de crime praticado, a perícia fornece as provas da existência e as consequências do crime. Cordioli (2013) acrescenta que “apesar dos riscos e dificuldades em se valorar economicamente o meio ambiente, sua aplicação é necessária devido às suas diferentes utilizações empregadas atualmente”.

Uma de suas aplicações é no auxílio à justiça em ações civis e criminais, com respaldo na interface da economia e direito para aplicação dos métodos no cálculo do valor do dano ambiental. Na esfera penal o montante é utilizado para cálculo dosimétrico a fim de determinar o valor da fiança e multa resultantes dos danos ambientais. Na esfera cível, utiliza-se dela para calcular o valor da multa por danos. Portanto, torna-se importante para estabelecer justamente as indenizações a serem ressarcidas pela parte responsável, fundamentada na sentença judicial (ARAÚJO, 2003).

Segundo Vieira (2013), uma ideia básica a ser considerada, é que as perícias ambientais tratam de aspectos técnicos complexos, que são resultado das próprias características multidisciplinares que envolvem as ciências ambientais.

De acordo com Magliano (2013), para a escolha de um dentre os diversos métodos de valoração é relevante considerar diversos pontos, dentre os quais se destacam as exigências, vieses, praticidade, tempo de execução, custos e plausibilidade da aceitação de cada método na esfera judicial. Assim, a criminalística também há de considerar a influência do ambiente de apuração e persecução penal, junto às fontes de dados e informações em que se baseiam os métodos de valoração.

Pelas dificuldades inerentes às perícias de desmatamento no Pará e demais Estados do Norte, estimar o volume de madeira comercial extraído e considerá-lo como um dos componentes de valoração e

reparação dos danos ambientais para o infrator, pode ser o primeiro passo para dificultar novos financiamentos de desmatamentos ilegais na vastidão amazônica.

Assim, existem muitos desafios que ainda precisam ser superados em relação à valoração de danos ambientais dentro da perícia criminal ambiental, e quanto às perícias de danos à flora (desmatamento), pela grande demanda não só no bioma Amazônico, mas em todo o território brasileiro, faz-se necessária a produção e consolidação de novas metodologias, e nada mais oportuno do que aplicá-las e testá-las nas solicitações de perícias e verificar como serão aceitas e questionadas pelo judiciário.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem por objetivo estimar o volume de madeira comercial explorado em florestas ombrófilas no Estado do Pará, visando utilizá-lo como principal componente do Valor de Uso Direto (VUD).

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Utilizar informações obtidas através de tecnologias disponíveis de sensoriamento remoto e quantificar a área desmatada;
- b) Obtenção do volume comercial de madeira extraído por unidade de área, resultados de inventários florestais confiáveis;
- c) Estimar o VUD, componente do VERA (valor da madeira e custo da recuperação).



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 EXPLORAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA

A Amazônia é o maior bioma do Brasil, ocupando um território de 4,19 milhões de km<sup>2</sup>, contendo aproximadamente 2.500 espécies arbóreas e 30.000 espécies de plantas (das 100.000 existentes na América do Sul). A bacia amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo, cobrindo cerca de 6 milhões de km<sup>2</sup> (Ministério do Meio Ambiente, 2017).

Além do Brasil, o bioma encontra-se distribuído entre oito países: Peru, Colômbia, Bolívia, Venezuela, Guiana, Suriname, Equador e Guiana Francesa (LENTINI *et al.*, 2005).

A Floresta Amazônica possui a maior biodiversidade do planeta, o seu bioma é um grande prestador de serviços ecossistêmicos, relacionados principalmente com produtos florestais madeireiros e controle de ciclos biológicos (CASTRO e ANDRADE, 2016).

Considerada como a maior floresta tropical do planeta, a Amazônia apresenta papel fundamental na manutenção do clima, contribuindo para o equilíbrio climático não só da região, mas também alcançando dimensões continentais. Dentre as espécies que ocorrem na Amazônia, diversas são consideradas endêmicas da região e muitas ainda não foram descobertas pela ciência, destacando-se a importância de sua proteção e uso racional dos recursos.

No entanto, inúmeros estudos estão apresentando a modificação contínua do bioma amazônico. Castro (2007) expressou que o avanço acelerado em direção a novas fronteiras de recursos naturais ocasionou perda de cobertura florestal significativa para os municípios de Mato Grosso, Pará e Rondônia, influenciando na redução de biodiversidade. A introdução de novas técnicas intensivas e predatórias de produção agropecuária e manejo das florestas impactou os modelos tradicionais de produção camponesa.

A situação torna-se mais complexa quando a exploração florestal ilegal tem por objetivo o financiamento de novas áreas a serem desmatadas na Amazônia. Fearnside (2003) enfatiza que a atividade de extração ilegal da madeira aumenta o impacto da exploração madeireira, pois as práticas são insustentáveis e ausentes de medidas para minimizar os impactos ambientais. Em linhas gerais, grande parte da madeira ilegal é explorada de áreas indígenas ou de unidades de conservação e sua oferta no mercado, muitas vezes, torna investimentos em projetos legais de manejo florestal inviáveis economicamente.

A combinação de vários fatores que estão associados ao desmatamento, nos quais influenciam para o avanço predatório da floresta, tem preocupado os estudiosos.

Para Castro (2005) as causas do desmatamento são múltiplas, com complexos atores sociais e interesses, e determinante para o surgimento de tensão e conflito na Amazônia. E, segundo o autor, nota-se que em diferentes períodos estiveram mais presentes uma determinada corrente motivadora para o desmatamento, como é colocado:

Passada a fase das grandes migrações, das políticas desenvolvimentistas que visavam atrair grossos investimentos, da construção dos principais eixos de penetração e de transportes, a economia local conta com outras dinâmicas que igualmente não são favoráveis à redução do desmatamento. Existe assim uma combinação de fatores intimamente ligados e interdependentes que explicam o desmatamento e dão pistas para se entender por que continua o avanço da fronteira para novas áreas em direção ao Oeste e ao Noroeste da Amazônia. A tendência principal permanece, que é a do desflorestamento, da conversão da floresta em pastagens, em áreas degradadas; mais recentemente, as pastagens e áreas de sistemas agroflorestais têm sido substituídas pela monocultura de grãos, com a entrada sobretudo da soja (CASTRO, 2005, p.6).

Para entender o processo de ocupação que desencadeou o avanço do desmatamento na Amazônia, Carvalho (2012) estabeleceu diversas colocações importantes, as quais explicam os momentos históricos que levaram a Amazônia a ser ocupada:

Desde os primórdios da colonização, até os dias atuais a produção agrícola no Brasil esteve voltado para atender a demanda de alimentos e matérias-primas para os centros urbanos e a agroindústria. O padrão de desenvolvimento agropecuário teve como suporte a existência de uma imensa fronteira de terras a ser ocupada [...]. A prática do desmatamento à formação de pastagens plantadas com gramíneas, em áreas de florestas densas na Amazônia, contou com o suporte institucional



criado pela política nacional do governo federal de ocupação das terras da região amazônica, em particular, nos estados do Pará e Mato Grosso [...]. O regime militar, desde meados de 1966, transformou a Amazônia Legal na maior fronteira de ocupação territorial do Brasil a partir da convivência conflituosa de duas frentes de ocupação: a frente de expansão e a frente pioneira. Entre 1965-1967 são criadas as instituições (leis e organismos) que vão dar suporte ao processo de ocupação da fronteira amazônica com base na pecuária incentivada<sup>1</sup> [...]. Entre 1970-1980 a migração líquida para o Pará cresceu em 17,5%. A migração espontânea foi intensificada pela necessidade de mão-de-obra para a realização de desmatamento florestal com vista à formação de pastos nos projetos incentivados pela SUDAM, BASA e Banco do Brasil (CARVALHO, 2012).

A intensa exploração da Amazônia provocou efeitos indesejáveis ao crescimento econômico, como desmatamento, grilagem de terras e intensificação de conflitos socioambientais com os habitantes tradicionais do território. A partir da década de 1980, a violência no meio rural resultante do sistema fundiário e os alarmantes índices de desmatamento trouxeram maior mobilização mundial em defesa da floresta amazônica e da sustentabilidade. E, mais recentemente, houve movimento dos setores afetados pelo crescimento não sustentável, o que motivou o avanço e o surgimento de novas medidas voltadas especificamente para a região, como a demarcação de terras indígenas, a criação de áreas protegidas, combate e controle do desmatamento e regularização fundiária (DELAZERI, 2016).

No entanto, no ano de 2017, algumas políticas governamentais optaram por contrariar as informações supracitadas, como as tentativas de transformar parte da FLONA do JAMANXIM em APA (proteção integral para uso sustentável) e a exploração mineral na Reserva do Cobre, indicando que os conflitos entre produção e proteção perpetuam-se naquela região.

Atualmente, a exploração madeireira na Amazônia, exerce grande representatividade econômica para o país, tendo em vista que a região

---

<sup>1</sup> Pecuária incentivada é a pecuária moderna e empresarial que contava com o apoio da política dos incentivos fiscais e financeiros proporcionados pelo Governo Federal por meio da SUDAM e do BASA, considerada como a principal atividade econômica responsável pelo desmatamento florestal na Amazônia paraense (Carvalho, 2012).

amazônica é caracterizada por uma enorme diversidade de ambientes, onde é encontrada uma vasta combinação de recursos naturais da floresta que fornecem produtos importantes para composição do capital nacional e estrangeiro.

De acordo com Lentini *et al.* (2005), a Amazônia brasileira respondeu por 79% da produção total de madeira em tora dos países amazônicos. Em 2004, aproximadamente 3.100 empresas de processamento de madeira em tora, desde serrarias, fábricas de compensado e laminado, processavam 24,5 milhões de metros cúbicos de madeira, sendo que 93% do consumo ocorreu nos Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia.

Ainda, segundo o mesmo autor, os dez principais pólos madeireiros da Amazônia Legal representaram um terço do consumo total de madeira em tora e neste mesmo ano, 34% representou a renda bruta, gerando 31% dos empregos. Dentre os maiores pólos, os municípios de Sinop (MT), Paragominas (PA), Belém (PA) e Novo Progresso (PA) se destacaram.

Pesquisa realizada pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente (HUMMEL *et al.*, 2010) revelou que em 2009, foram identificadas 2.226 empresas madeireiras em funcionamento na Amazônia Legal<sup>2</sup>. Houve a extração de 14,2 milhões de metros cúbicos de madeira em tora. O Estado do Pará foi responsável por aproximadamente 47% desse total.

Apesar de constatar-se que a atividade madeireira possui papel importante na economia da região amazônica, pois é considerada como uma das principais produtoras de madeira tropical no mundo, a extração e comercialização dos produtos florestais madeireiros, em sua grande parte, estão associadas ao desmatamento predatório e geração de impactos ambientais.

Para Bueno (2016) “as práticas de exploração madeireira na Amazônia são caracterizadas como predatórias tendendo a migrar para novas áreas após a exaustão da matéria-prima”.

As discussões no país sobre as políticas públicas do setor florestal madeireiro se intensificaram após a década de 1990, por compreender que esta atividade desencadeava o processo de ocupação predatória. Até 1994 faltava técnicas de manejo florestal, porém após este período houveram avanços para implementação das técnicas de manejo florestal, além da melhoria da fiscalização ambiental e aperfeiçoamento do marco

---

<sup>2</sup> Amazônia Legal é uma unidade administrativa que engloba os Estados do Acre, Amazonas, Roraima, Amapá, Pará, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins e Maranhão, contendo mais de 50% do território brasileiro (Barreto *et al.*, 2005).

regulatório, destacando-se a lei nº 11.284/2006 que trata de gestão de florestas públicas (VERÍSSIMO e PEREIRA, 2014).

Para maior consolidação e crescimento do setor florestal na Amazônia, algumas mudanças foram necessárias para melhor aproveitamento dos recursos naturais, dentre os vários motivos para o crescimento do setor, a abertura de estradas passou a ser um elemento fundamental por propiciar a expansão desta atividade.

Nos anos 60 e 70, o governo brasileiro abriu o acesso à Amazônia através de grandes programas de colonização e de construção de estradas, como por exemplo: Belém-Brasília, Transamazônica e Cuiabá-Santarém. Outros motivos para tal mudança estão associados ao esgotamento de madeira dura no sul do Brasil, aumentando a demanda por madeira na Amazônia, podendo ser justificado também pela abundância e disponibilidade da madeira na região. Ainda segundo Barros e Veríssimo (2002), outros fatores trazem melhor contextualização sobre este assunto:

Os fatores que influenciam as ações da indústria madeireira incluem a composição de espécies da floresta do local (especialmente a presença de espécies valiosas), as opções de transporte (por exemplo, fluvial ou terrestre), as opções de comercialização (por exemplo, mercado interno ou externo), os sistemas socioeconômicos locais (sistema de aviação ou economia de mercado moderna) e à disponibilidade de capital (BARROS e VERÍSSIMO, 2002).

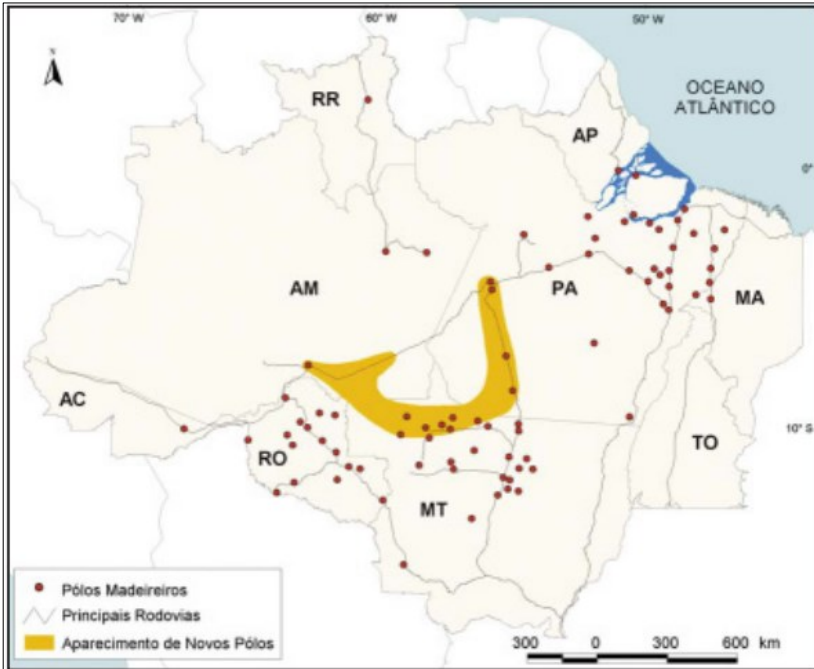
Ainda que estes sejam decisivos, indicando uma tendência positiva para o setor madeireiro, Clement e Higuchi (2006) e Barbosa *et al.* (2001) apontam outros elementos que prejudicam a difusão de um produto com mais qualidade. Esses incluem a exploração concentrada em poucas espécies conhecidas pelo mercado, a falta de infraestrutura apropriada, e, principalmente, a baixa qualidade da madeira produzida decorrente do pouco nível tecnológico; pois são utilizadas tecnologias e equipamentos ultrapassados, o que tem facilitado o desperdício da produção.

### **2.1.1 Fronteiras Madeireiras**

Dentre as novas fronteiras madeireiras da indústria, nos últimos anos, com interesse principalmente para estoques de matéria-prima dessas regiões, destaca-se um extenso arco formado pela BR-163 (oeste do Pará),

passando pelo extremo noroeste do Mato Grosso até o sul do Amazonas, nas proximidades da Rodovia Transamazônica, entre os municípios de Humaitá e Apuí, conforme a figura 1.

Figura 1 – Novos pólos madeireiros entre 1998 e 2004.



Fonte: Lentini *et al.* (2005).

Havia em toda a extensão desse arco, em 1998, 120 indústrias madeireiras, que exploravam 1,8 milhão de metros cúbicos de madeira em tora por ano. Passou a ter no ano de 2004, 400 empresas, e o consumo de aproximadamente 3,2 milhões de metros cúbicos de toras, ou seja quase 13% da produção amazônica (LENTINI *et al.*, 2005).

Na Amazônia há quatro fronteiras madeireiras que são classificadas de acordo com as tipologias florestais, a idade da fronteira e as condições de acesso (fluvial ou terrestre), conforme a quadro 1.

Quadro 1 – Fronteiras madeireiras da Amazônia Legal em 2009.

Fronteira madeireira	Idade da fronteira (anos)	Tipo de Floresta	Principais pólos
Antiga	> 30	Aberta, de transição (sul) e densa (norte)	Sinop e Feliz Natal (Mato Grosso), Paragominas e Tailândia (Pará)
Intermediária	10 – 30	Aberta (sul) e densa (norte)	Cláudia e Marcelândia (Mato Grosso), Cujubim e Machadinho do Oeste (Rondônia), Rio Branco (Acre)
Nova	< 10	Densa	Castelo do Sonho (Pará), Aripuanã e Colniza (Mato Grosso)
Estuarina	> 300	Floresta de várzea	Belém, Breves e Portel (Pará)

Fonte: Pereira *et al.* (2010).

Lentini *et al.* (2005), classifica estas quatro fronteiras madeireiras como:

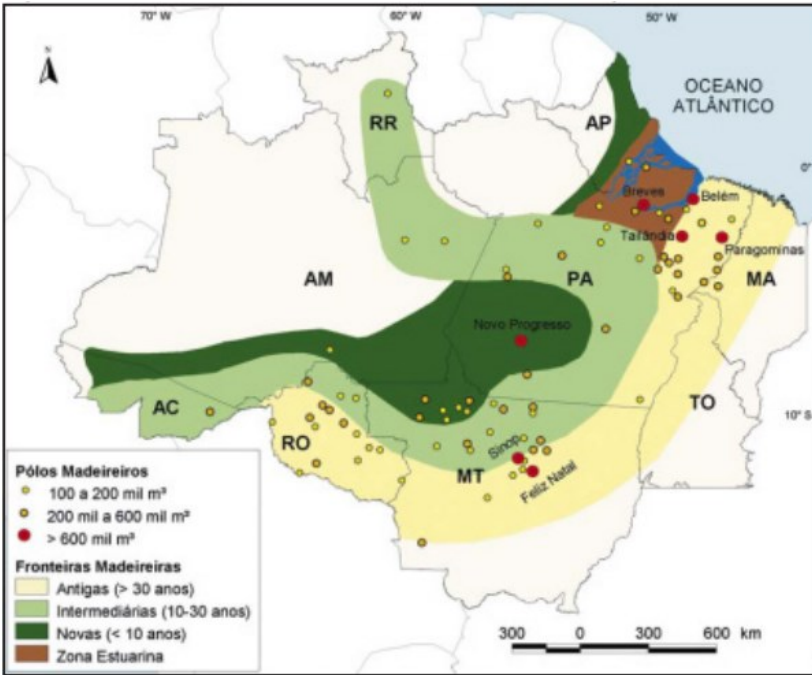
✓ As mais antigas (mais de 30 anos): estão localizadas ao sul e leste da Amazônia, em regiões como Paragominas, Tailândia e Rondon do Pará (PA), Sinop e Feliz Natal (MT). Possuem melhor acesso rodoviário (estradas asfaltadas) e cobertura florestal reduzida.

✓ As intermediárias (10 a 30 anos): estão situadas em regiões próximas a Cláudia e Marcelândia (MT), Porto Velho e Buritis (RO) e Rio Branco (AC).

✓ As consideradas novas (menos de 10 anos): destacam-se o oeste do Pará (Novo Progresso e Castelo de Sonho) e o extremo noroeste de Mato Grosso (Aripuanã e Colniza). Essas fronteiras, recém-colonizadas, contêm importantes estoques de florestas economicamente valiosas, porém com baixa infraestrutura.

✓ Fronteira estuarina: a exploração madeireira ocorre de forma seletiva e esporádica desde o século XVII. Entretanto, desde a década de 1960, com a instalação de grandes indústrias, a exploração madeireira tem ocorrido de forma mais intensa nessa região, conforme figura 2.

Figura 2 – Fronteiras e polos madeireiros da Amazônia Legal, 2004.



Fonte: Lentini *et al.* (2005).

O estado do Pará concentra a maior parte da produção madeireira da Amazônia, uma relevante dinâmica econômica para vários municípios paraenses. A exploração madeireira vem gerando renda e emprego, possibilitando que a área econômica seja mantida principalmente através dela ou até que venha contribuir para outros setores de produção.

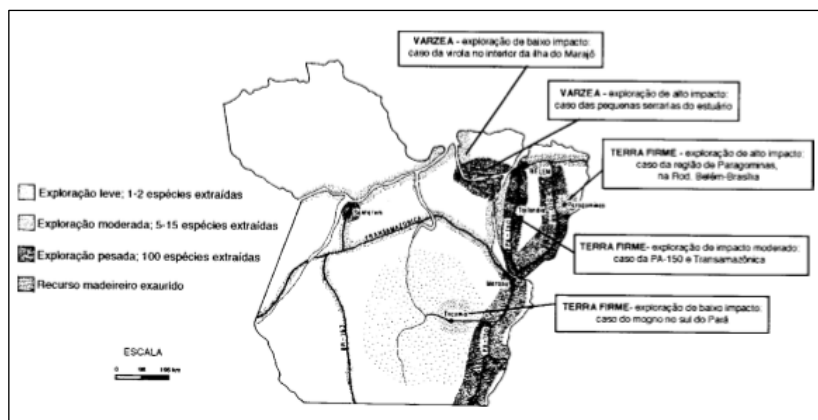
O estado do Pará é um grande exportador de produtos florestais, cerca de 73% de sua área coberta por florestas, cuja as características regionais como o relevo, extensões de rios navegáveis e a existência de rodovias, são características apropriadas para exploração madeireira (PADILHA *et al.*, 2005).

Veríssimo *et al.* (2002), estabeleceu cinco zonas madeireiras no Pará, de acordo com as tipologias florestais (floresta densa, aberta e de várzea), a idade da fronteira madeireira (velha, intermediária e nova), as condições de acesso e o tipo de transporte (fluvial ou terrestre). Tendo

como principais polos madeireiros do Pará: Paragominas (155 empresas), Tomé-Açu (52), Jacundá (50), Tailândia (44) e Breu Branco (40).

Outro exemplo de padrões de exploração madeireira é demonstrado através das observações de Barros e Veríssimo (2002), podendo ser encontradas: a exploração da várzea que está concentrada no estuário do rio Amazonas, a exploração de terra firme, geralmente acontece ao longo das rodovias governamentais, por último e como exceção, a exploração de mogno, pois atinge áreas mais distantes das vias de acesso tradicionais e possui alto valor de mercado, estando descritos na figura 3.

Figura 3 – Padrões da exploração madeireira no Estado do Pará.



Fonte: Barros e Veríssimo (2002).

De acordo com Veríssimo *et al.* (2002), “Metade das empresas madeireiras do Pará iniciou suas atividades na década de 90. Trinta e nove por cento das madeireiras foram estabelecidas na década de 80, enquanto apenas 11% foram instaladas durante os anos 70 ou antes”. Além disso parte das empresas madeireiras que se instalaram no estado do Pará eram estrangeiras, principalmente da Malásia.

Outros grupos madeireiros vieram do Paraná, além do estado da Bahia e Espírito Santo que também tiveram presença marcante no território paraense, após terem esgotados os recursos madeireiros desses Estados (BUENO, 2016).

Em 1998, o Pará extraiu 11,3 milhões de metros cúbicos de madeira em tora por ano, o que o torna o maior produtor nacional de

madeira tropical. Neste mesmo ano, os 24 polos processadores de madeira geraram uma renda bruta de aproximadamente US\$ 1 bilhão (Veríssimo *et al.*, 2002).

Conforme observado, nota-se que o estado paraense tem sido destaque dentre os maiores produtores de madeira, por ter uma imensidão de áreas cobertas por florestas, além do que mais da metade das florestas estão em uma região de alta relevância econômica do manejo florestal.

Porém, existem muitas evidências de que atividade madeireira em algumas regiões paraenses, esteja passando por um enfraquecimento no setor, o que tem causado prejuízos para os mecanismos de sustentação de renda e empregos, assim como tem ocorrido escassez de matéria-prima, onde é possível verificar uma redução severa na cobertura florestal, degradação ambiental causadas pela exploração ilegal da madeira e o avanço do desmatamento.

### **2.1.2 Distrito Florestal Sustentável da BR-163**

Segundo o Plano de Manejo da Floresta Nacional de Altamira<sup>3</sup>, o primeiro Distrito Florestal Sustentável (DFS) criado no Brasil, foi o DFS da BR-163 no estado do Pará, em 13 de fevereiro de 2006, por decreto presidencial sem número. Este decreto criou um Grupo de Trabalho Interinstitucional (GTI), coordenado pela Casa Civil da Presidência da República e integrado por vinte Órgãos Federais – Ministérios e Órgãos da Presidência da República.

O GTI tinha como finalidade propor ações voltadas ao fomento do desenvolvimento socioeconômico, com base em atividades florestais sustentáveis e a conservação ambiental, além de elaborar um plano de implementação das ações propostas, considerando ainda outros temas.

O DFS/BR-163 foi constituído visando a implementação de políticas públicas de estímulo à produção florestal sustentável.

Conforme o decreto, o GTI deve considerar em suas ações, as diretrizes, recomendações e resultados do "Plano de Desenvolvimento Sustentável para a Região de Influência da Rodovia BR-163", no âmbito do Grupo de Trabalho Interinstitucional e do "Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal", criado pelo Grupo Permanente de Trabalho Interinstitucional, além do "Plano Amazônia Sustentável".

---

<sup>3</sup> Disponível em: < [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/pm\\_flon\\_a\\_altamira\\_diagnostico.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/pm_flon_a_altamira_diagnostico.pdf) >



De acordo com Oliveira (2009), o “DFS é fruto de discussões para elaboração conjunta entre Estado e sociedade civil local de um plano que promovesse o desenvolvimento econômico da região”. O DFS/BR-163 tem como foco central a promoção do desenvolvimento regional com forte correlação com o uso sustentável dos recursos florestais, estando diretamente ligado à possibilidade de se agregar valor em razão do potencial de atividades econômicas da região com foco na conservação e no desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2006).

O DFS/BR-163, está localizado na região oeste do estado do Pará e se estende de Santarém até Castelo dos Sonhos (município de Altamira), no eixo da BR-163, e de Jacareacanga a Trairão, no eixo da BR-230 da Transamazônica, conforme mostra a figura 4. Contabilizando mais de 19 milhões de hectares, com uma cobertura florestal de mais de 90%, apresenta quase a totalidade da área distribuída em terras públicas federais e estaduais (BRASIL, 2006).

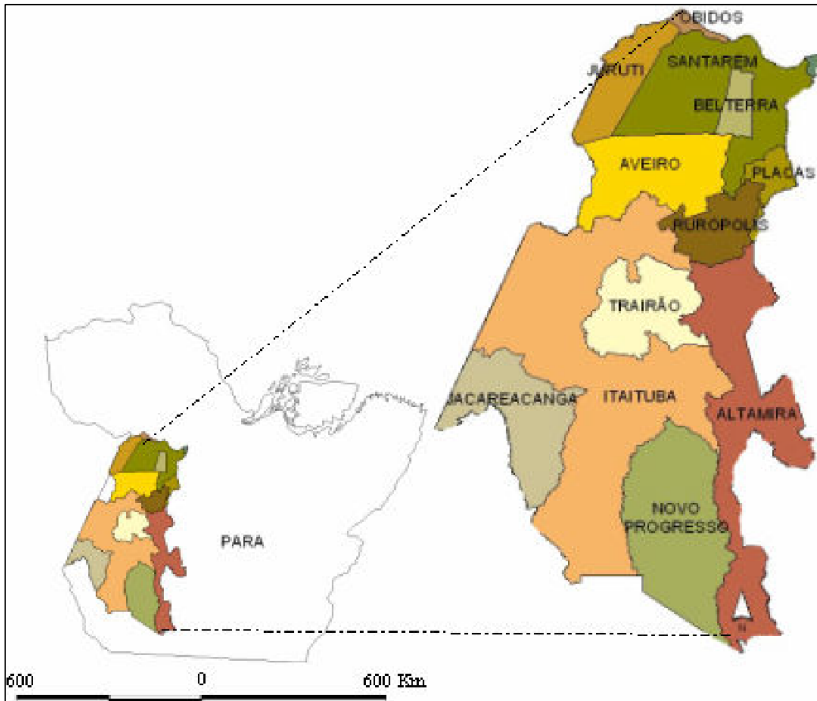
Com um mosaico de paisagens, o DFS/BR-163 possui áreas antropizadas (agricultura e pastagem) e naturais, com tipologias de florestas, savanas e campinaranas. Pinheiro *et al.* (2010) detalha as características desta região, mostrando informações sobre a vegetação e os aspectos geomorfológicos:

Dentro do complexo ecossistema conhecido como Floresta Densa Tropical Úmida, a vegetação do DSF BR-163 é considerada uma floresta de terra firme, pois suas florestas não são sazonalmente inundadas pela cheia dos grandes rios da Amazônia. A topografia do terreno consiste basicamente das unidades geomorfológicas planalto, planície e depressão, podendo ser encontradas patamares e chapadas [...]. A maior parte do Distrito Florestal é formada pelas unidades geomorfológicas patamar, depressão e planalto. As unidades planície e chapada ocupam algumas pequenas áreas restritas à região norte e sul do distrito, respectivamente (PINHEIRO *et al.*, 2010).

É possível verificar que nas últimas décadas houve uma grande mudança na geopolítica dos municípios compreendidos pelo DFS/BR-163. Dal’Asta *et al.* (2012), apresentam o processo de desmembramento e criação de novos municípios. Até o ano de 1991 o DFS da BR-163 era composto pelos municípios de Altamira, Aveiro, Itaituba, Santarém, Prainha, Óbidos, Juruti e Rurópolis. De 1991 até o ano de 2000, foram

criados, e incorporados ao DFS, os municípios de Belterra, Placas, Jacareacanga, Novo Progresso e Trairão.

Figura 4 – Mapa do Distrito Florestal Sustentável da BR-163.



Fonte: PINHEIRO *et al.* (2010).

A primeira e mais significativa área de concentração populacional corresponde à porção centro-norte, sob influência da rodovia BR-163 (Rodovia Cuiabá – Santarém), BR-230 (Rodovia Transamazônica), do baixo Tapajós (porção do Rio Tapajós entre Itaituba e Santarém) e dos núcleos como Itaituba, Santarém e Altamira (DAL'ASTA *et al.*, 2012).

A Rodovia BR-163 corta o Distrito Florestal de norte a sul e possui uma extensão de 867 km de via principal de acesso. A pavimentação e consolidação definitiva desta rodovia será fundamental para viabilizar o DFS, permitindo o deslocamento dos produtos florestais para os mercados do centro-sul, facilitando a exportação via porto de Santarém (ICMBio, 2012). Ressalta-se que a população na região está bastante distribuída

principalmente próximas às vias de circulação e nos centros urbanos, afirmando ainda mais a importância destes espaços dentro do contexto regional do DFS.

O DFS/BR-163, possui diferentes categorias de Unidades de Conservação, como de uso sustentável e de proteção integral, abrangendo pouco mais de 50% da área, o que totaliza 10,8 milhões de hectares, dos quais 8,3 milhões pertencem à categoria de Unidades de Conservação Federais de Uso Sustentável (ICMBio, 2012). O restante da região está representado por assentamento rurais, terras indígenas, áreas militares, posses em processo de regularização e terras públicas.

Na região de abrangência do DFS, existem vários pólos de produção florestal, o que tem gerado inúmeros empregos e contribuído para acelerar a economia. Estima-se que as florestas do DFS deverão gerar até 5 milhões de m<sup>3</sup> anuais de madeira em toras, triplicando a produção futuramente, contribuindo para o abastecimento de diversas empresas que estão instaladas na região e aptas a aumentar a produção em bases sustentáveis (BRASIL, 2006).

Ribeiro e Rocha (2009) apontam que apenas 30% da área total estaria sendo utilizada para o manejo florestal, cumprindo um ciclo de rotação de trinta anos para o manejo, em que teria um rendimento de até 24 m<sup>3</sup>/ha.

Em relação às atividades econômicas desenvolvidas na região de influência da BR-163 no DFS, destacam-se a agropecuária, garimpos, produção florestal e o comércio, além de grande potencial para produção de frutos, óleos e resinas. Alves *et al.* (2008) evidencia a pluralidade destas atividades no decorrer do processo histórico do DFS:

Estas novas áreas eram utilizadas até que a queda da fertilidade (fruto da preponderância de solos ácidos e arenosos) aliada a uma crescente demanda de ‘terra já derrubada’ por agentes mais capitalizados, impulsionava os agricultores a migrar e repetir este ciclo [...]. Muitos dos colonos e agricultores familiares já teriam absorvido boa parte do conhecimento tradicional sobre como proteger o solo com sistemas agroflorestais. Por outro lado, em outras áreas ainda são identificadas formas ‘predatórias’ de uso do solo, bastante semelhantes à agricultura itinerante. Nessa nova fase de expansão, essa forma de agricultura apresenta uma relação estreita com os ciclos de migração decorrentes do garimpo, com as

atividades de exploração madeireira e, posteriormente, com a apropriação de terras por grandes e médios estabelecimentos pecuários (ALVES *et al.*, 2008).

A atividade agropecuária é bastante importante servindo de fonte de renda para agricultura familiar, sendo significativa ao longo dos assentamentos e na região de toda a BR-163. O estabelecimento da agropecuária tem sido caracterizado historicamente por processos de desmatamento ilegal e ausência de cuidados com as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), e pelo baixo nível de adoção de práticas agrícolas voltadas à conservação do solo, de mananciais e da biodiversidade (BRASIL, 2006).

Ximenes e Amaral (2011) ressaltam que o DFS/BR-163 contém áreas consideradas prioritárias nos planos de governo, assim como também existe uma diversidade de paisagens naturais e antrópicas, que servem de oportunidade única para estudo dos impactos das políticas públicas destinadas à região Amazônica.

Assim, em razão de sua complexidade, faz-se necessário um amplo conhecimento da dinâmica da paisagem e dos aspectos socioeconômicos do DFS/BR-163, para que possam ser traçados os principais mecanismos a serem utilizados em sua implementação e gestão (LOBO *et al.*, 2009).

## 2.2 INFLUÊNCIA DAS ESTRADAS NA OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA

As estradas se apresentam como um fator importante para o desenvolvimento econômico e social da região amazônica. A compreensão sobre o processo de ocupação que se formou principalmente pela construção das rodovias e a tendência da migração nesta região, serve para identificar, bem como elucidar melhor os impactos ambientais causados no percurso da execução das obras rodoviárias.

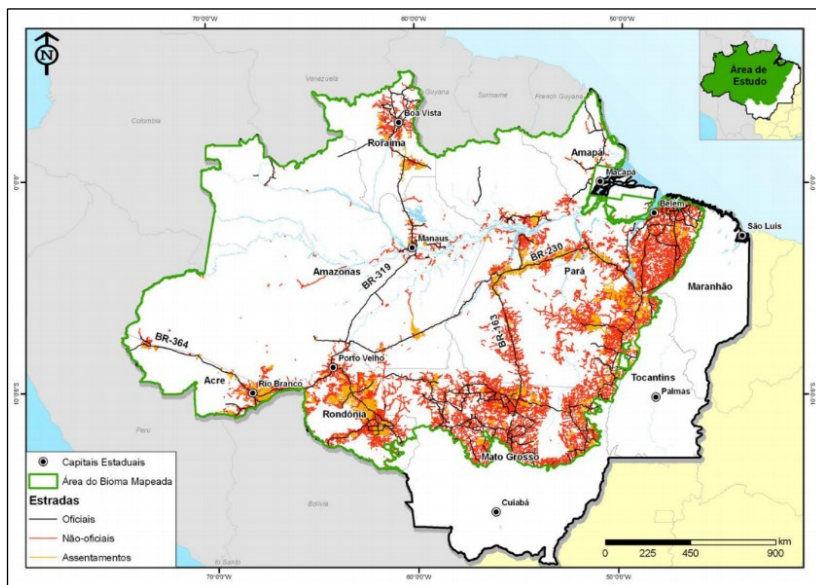
Observa-se assim, que o Estado brasileiro estabeleceu apoio às obras rodoviárias com o discurso e ideal de integração do território, oferecendo elevados investimentos neste âmbito. Assim, as rodovias passaram a ser amplamente estabelecidas na segunda metade do século XX, com apoio de órgãos públicos e geopolíticos militares brasileiros (NETO e NOGUEIRA, 2015).

Neste aspecto Brandão Jr. *et al.* (2007), observa que os principais vetores de ocupação da Amazônia, estão ligados com a construção das

estradas, predominando dois tipos de estradas: as estradas oficiais e não-oficiais, conforme ilustra a figura 5.

Ainda de acordo com os mesmos autores, as estradas oficiais começaram a ser construídas em meados da década de 70 e conectam a região Norte com outras regiões do Brasil. As estradas não-oficiais foram construídas pela iniciativa privada, sem incentivos governamentais, para facilitar a exploração e o acesso aos recursos naturais e terras da Amazônia, tendo uma abrangência mais local, sendo que não constam nos mapas oficiais do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Figura 5 – Estradas oficiais e não-oficiais mapeadas até 2003.



Fonte: Brandão Jr. *et al.* (2007).

Segundo levantamentos realizados por Brandão Jr. *et al.* (2007), até o ano de 2003 foram mapeadas cerca de 241.749 km de estradas, sendo que 172.405 km, ou seja, 71 %, foram classificadas como estradas não-oficiais. Do restante, 25.074 km foram consideradas como estradas oficiais e 44.270 km como estradas de assentamentos. As estradas não-oficiais se concentravam nos Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia,

totalizando 150 mil km, o que corresponde a 87% das estradas não-oficiais.

As estradas não oficiais viabilizam a exploração de recursos naturais e dão suporte às economias de comunidades baseadas em recursos naturais em áreas de fronteira. Os trajetos acompanham diretamente as oportunidades locais para alcançar os maiores mercados. Geralmente são financiadas pela atividade local de extração lucrativa e seu funcionamento termina quando a lucratividade não existe mais (PFAFF *et al.*, 2009).

Como informa Lentini (2005), “as estradas não-oficiais têm modificado a dinâmica de uso da terra na Amazônia, pois, na maioria dos casos, têm exposto extensas áreas de florestas à exploração madeireira predatória e à grilagem de terras. Essas estradas têm sido construídas em áreas públicas e terras devolutas por diferentes agentes privados: madeireiros, garimpeiros, agricultores e fazendeiros. Uma vez abertas, essas estradas catalisam o desmatamento para atividades agropecuárias”.

De acordo com Coy e Klingler (2014), nos anos 60, houve uma mudança regional repentina resultando em conflitos em face de uma dinâmica frente pioneira, onde o Estado liderou os grandes investimentos em projetos de infraestrutura e assentamentos. Na ditadura militar<sup>4</sup> (1964-1985), o Estado, os grupos investidores e migrantes ansiavam por ocupar, desbravar, desmatar e assim valorizar a terra no sentido teórico da modernização.

A partir da década de 70 até 80, ocorreu um intenso fluxo migratório de agricultores vindos, principalmente, da Região Sul em direção a Região Centro-Oeste do Brasil, marcado pelos projetos de colonização do governo militar (MARGARIT, 2013).

Segundo Passos (2017), em 1970 a área de influência da BR-163 recebeu 16.059 imigrantes, principalmente dos estados do Sul e do Nordeste do país. O município de Santarém teve o maior fluxo inter-regional, com 61,29% do total de imigrantes, destacando-se os amazonenses (48,92%), os maranhenses (28,18%) e os acreanos (12,69%). Dos seis municípios (Juruti, Santarém, Prainha, Porto Moz, Altamira e Itaituba) que compunham, em 1960, a área de influência da

---

<sup>4</sup> Assim, a análise das políticas públicas implantadas na Amazônia, particularmente a partir dos governos militares pós-64, começou pela transformação da SPVEA – Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia – em Sudam, e isso originou uma nova lógica de valorização da região (TORRES, 2005).

A criação da Sudam constituiu o principal eixo da política do Estado para a região amazônica. Ela nasceu da transformação da SPVEA e tinha como principais objetivos a adoção de uma política de incentivos fiscais e creditícios visando a atração de capitais nacionais e internacionais para a região (TORRES, 2005).

BR-163, o município de Santarém foi o que mais recebeu migrantes, principalmente oriundos do Ceará.

Esta fase de ocupação na Amazônia representou um marco histórico, pois foi com a vinda dos migrantes em busca de novas terras, que os lugares mais remotos da Amazônia passaram a ser modificados, combinando-se para o avanço da exploração do território

Além disso, o governo colocou em prática medidas de apoio e incentivos fiscais que serviram de estímulo para investimentos privados nas regiões periféricas, o que atraiu particularmente grupos nacionais, internacionais de capital e investidores da agricultura, de grande porte e do setor agroindustrial, como também interessados em estabelecer grandes empreendimentos de pecuária extensiva em áreas florestais e de transição. Para o desenvolvimento nas áreas periféricas, tanto dos pequenos agricultores como de grandes empresas, foram necessários grandes investimentos em infraestrutura por parte do Estado, sobretudo com a construção de estradas de longa distância e de acesso (COY e KLINGLER, 2014).

Torres (2005) cita que dentre um novo instrumento de plano nacional de um sistema viário federal na região, o Programa de Integração Nacional (PIN) foi o principal programa a alimentar as políticas territoriais do Estado na Amazônia, com três diretrizes importantes:

- ✓ A abertura de duas rodovias na Amazônia:
  - Transamazônica (ligando o Nordeste e a Belém-Brasília à Amazônia ocidental -Rondônia e Acre);
  - Cuiabá-Santarém, ligando Mato Grosso à Transamazônica e ao próprio porto de Santarém, no rio Amazonas;
- ✓ A implantação, em faixa de terra de 10 km de cada lado das novas rodovias, de um programa de “colonização e reforma agrária” e o início da primeira fase do plano de irrigação do Nordeste;
- ✓ A transferência de 30% dos recursos financeiros dos incentivos fiscais oriundos de abatimento do imposto de renda para aplicação no programa.

Entre as diversas rodovias construídas neste período destaca-se a BR-163, que liga a cidade de Cuiabá, no Mato Grosso a Santarém no Pará, o objetivo de sua construção era integrar o território Brasileiro e ocupar um espaço considerado pelo Estado como “vazio demográfico”. Esta rodovia foi de suma importância estratégica. Sua construção foi iniciada em 1970 e atualmente possui uma extensão de mais de 1.700 km. A região abrange os biomas do Cerrado e da Floresta Amazônica, sua área possui

uma grande riqueza de fauna e flora, além de inúmeros territórios indígenas (MARGARIT, 2013).

De acordo com Torres (2005), além dessas características regionais, a Amazônia apresenta os seguintes aspectos que a tornaram inconfundível no quadro geral do país neste período marcado pelo avanço de fronteira:

Um imenso vazio demográfico que se oferece à atenção mundial como possível área de reserva, à medida que aumentam as justas preocupações com o fenômeno da explosão populacional; uma extensa área de fronteira, virtualmente desabitada, confinando com cinco países estrangeiros e dois territórios coloniais; o extrativismo vegetal, como forma ainda predominante de atividades econômicas (Torres, 2005).

De acordo com Neto e Nogueira (2015), a rodovia BR-163 atravessa variadas formações históricas e ambientes físicos como Unidades de Conservação, demonstrando a pluralidade de lugares existentes ao longo do eixo de integração. Esta rodovia também representa um papel geopolítico em diversas escalas, por integrar as vias e o território no sentido norte-sul; facilitar o acesso à Bacia Amazônica e ao seu principal rio, o Amazonas, permitindo acesso às áreas destinadas à mineração e agricultura e à base militar da Serra do Cachimbo.

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) foi responsável pelo planejamento e a execução do programa de assentamento de colonos ao longo da BR-163. Essa transferência dos migrantes para a região foi efetuada em consonância com o (PIN), juntamente com a abertura de estradas e implantação de agrovilas (PASSOS, 2017). O autor ainda aprofunda melhor as condições em que se encontram este programa de assentamento com a criação da “agrópolis”.

O INCRA recebeu a jurisdição sobre as áreas desapropriadas pelo Governo Federal no Pará, por meio do Decreto-Lei nº 1.164, de 1/04/1971, que transferia à União todas as terras devolutas situadas numa faixa de 100 km de cada lado das rodovias federais construídas, em construção ou projetadas, cortadas pelas rodovias Transamazônica (BR-230) e Cuiabá-Santarém (BR-163). Foi então



estabelecido um programa de quotas para a instalação dos colonos: 75% de migrantes nordestinos e 25% de migrantes provenientes dos estados do Sul do país, onde a fragmentação extrema das propriedades contribuía para o acirramento dos problemas fundiários [...]. A maioria das glebas é estreita, medindo 500m de frente – à margem da BR-163 – e 2.000m de fundo. A lei que determinava que 50% da cobertura florestal deveriam ser mantidas não foi respeitada. A cada 50 km, ao longo da rodovia, foi instalada uma “agrópolis” – cidade agrícola, com quatro agrovilas sob a sua jurisdição (PASSOS, 2017).

Como observa Costa (2016) as aglomerações e povoados de algumas regiões às margens da rodovia da BR-163 introduziram novas dinâmicas e mudanças estruturais no modo de vida dos moradores locais. A mudança na organização do território tem representado uma transformação nos bairros periféricos. Além disso, a entrada de áreas de plantio de soja possibilitou novas atividades econômicas, como as relacionadas com serviços comerciais e que geralmente são desenvolvidos pelo parentesco e vizinhança dos migrantes; outra atividade que alterou a dinâmica ao longo da BR-163 foi a instalação de loteamentos urbanos.

Nesse contexto, Margarit (2013) coloca que não houve uma preocupação com o aspecto social e ambiental preexistente, pois o foco estava mais voltado para criação de novos projetos econômicos e na instalação de territórios produtivos, que suplantariam as populações tradicionais. O planejamento regional estratégico da Amazônia, adotado no período da ditadura militar incentivando a ocupação e atividades agrícolas, desencadeou esta dinâmica que atualmente é observada ao longo da BR-163, como uma estrutura extremamente desigual, priorizando a agricultura empresarial em detrimento da produção familiar.

De certa forma, Souza e Lindo (2009) corrobora com esta ideia quando sintetiza que “a BR-163 é um forte exemplo das referidas transformações pelas quais passa a região amazônica nesse contexto de exploração capitalista, gerando conflitos entre os diferentes atores sociais (índios, garimpeiros, pequenos agricultores, latifundiários, sem-terras) e, em meio a tais conflitos, resistências e violências na incessante busca pelo “pedaço de chão”, principalmente por aqueles mais desfavorecidos no decorrer deste processo”.

A visão do governo de que o crescimento econômico nacional precisava ser potencializado, incorporando a Amazônia em seus projetos estratégicos, evidenciou as desigualdades de oportunidades, os variados conflitos sociais, assim como as repercussões ambientais. Desta forma é interessante mostrar:

Não obstante, a expectativa de benefício é muito maior para os atores econômicos (nacionais e internacionais), inseridos e beneficiados pelas condições estruturais e econômicas criadas na área de influência da rodovia BR-163, do que para a maioria das populações ali residentes. Este cenário criado, em parte, pela insuficiência do Estado em regular e estabelecer conjunto de regras para o desenvolvimento sustentável da região levanta preocupações quanto aos possíveis impactos socioambientais, aceleração de migrações desordenadas, grilagem e ocupação ilegal de terras públicas, concentração fundiária, desmatamento, aumento da criminalidade e precarização das condições sociais da população. Assim, o que questionamos é até quando o Estado no seu pleno exercício de poder consegue manter, pelo menos enquanto proposta, o equilíbrio entre o natural, o social, o global e o local (TALASKA *et al.*, 2010).

Frente a estes fatos nota-se que há muitas situações delicadas e complexas, em torno das instalações de estradas na região amazônica, que quando construídas, acarretaram em muitos impactos que atingem diferentes grupos da sociedade.

Ponte *et al.* (2015), demonstra que nos últimos 15 anos, o incremento das atividades rurais ao longo da rodovia BR-163 e o avanço das atividades antrópicas intensificaram o desmatamento. Percebe-se uma concentração relativa das manchas de desmatamento em torno do polo econômico da região da BR-163. Outro fato relevante, diz respeito ao avanço do desmatamento sobre a classe de vegetação secundária nas margens do trecho da rodovia.

Ao longo do traçado da rodovia também existem áreas que não são inteiramente abrangidas por unidades de conservação e terras indígenas, demonstrando que estas áreas não “protegidas” ficam mais suscetíveis no processo gradativo de substituição de florestas pelas pastagens e plantações, e por final, pelo aparecimento e consolidação de

centros urbanos. Estes problemas são mais críticos em locais de transição quando as plantações estão no limite das unidades de conservação e das terras indígenas (NETO e NOGUEIRA, 2015).

Paralelamente a isso, de acordo com o estudo de Lobo *et al.* (2009), o desmatamento ao longo das rodovias é um processo conhecido. Em seu trabalho, os autores estimaram que a área total de desmatamento por corte raso é de aproximadamente 5.000 km<sup>2</sup>, em uma faixa de 5 km em torno das rodovias federais, diminuindo progressivamente até a distância de 40 km. O estudo apresentou dois picos de máxima degradação florestal, nas faixas de 5 km e 15 km de distância das rodovias federais, demonstrando que o processo de degradação, embora ocorra também na proximidade das estradas, apresenta-se também deslocado para o interior da floresta.

Atualmente, existe uma grande pressão para que o governo mantenha e melhore a infraestrutura daquelas estradas informais construídas pelos primeiros colonizadores.

## 2.3 VALORAÇÃO DOS DANOS AMBIENTAIS

A definição de dano ambiental é bastante complexa, em que se admite variadas descrições. Morato Leite (2003) destaca que:

O dano ambiental por sua vez, constitui uma expressão ambivalente, que designa, certas vezes, alterações nocivas ao meio ambiente e outras, ainda, os efeitos que tal alteração provoca na saúde das pessoas e em seus interesses. O mesmo autor ainda afirma que o dano ambiental significa, em uma primeira acepção, uma alteração indesejável ao conjunto de elementos chamados meio ambiente [...], assim, a lesão ao direito fundamental que todos têm de gozar e aproveitar do meio ambiente apropriado. Contudo, em sua segunda conceituação, dano ambiental engloba os efeitos que esta modificação gera na saúde das pessoas e em seus interesses.

Segundo Kanehira *et al.* (2017), o dano ambiental compreende prejuízos causados aos recursos naturais e ambientais, que implicam na lesão ao meio ambiente, comprometendo o bem-estar e a qualidade de vida dos indivíduos. Ocasionalmente modificações que afetam a natureza, prejudica a saúde do ser humano e das comunidades da fauna e da flora

de toda e qualquer região. Dentre algumas das principais características da temática dano ambiental, destacam-se a ampla dispersão de vítimas, a difícil reparação e a valoração do dano ambiental.

Para Colombo (2006), a definição de dano ambiental, não está claro no ordenamento jurídico brasileiro, pois não existe uma definição expressa do termo dano ambiental, a legislação ambiental utiliza, por conseguinte as seguintes expressões: poluidor, degradação ambiental e poluição.

A constituição federal brasileira de 1988, no capítulo dedicado ao meio ambiente em seu art. 225, § 3º, trata que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados, enquanto a Lei nº 6.938/1981 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente) prevê a responsabilização, no âmbito civil, por danos causados ao meio ambiente.

Observa-se, portanto, que o dano ambiental pode tanto afetar os interesses coletivos ou individuais, permitindo que o indivíduo atingido possa exigir a reparação do dano, seja ela patrimonial ou extrapatrimonial (COLOMBO, 2006).

Assim, quando ocorre o dano ambiental, surge a necessidade de sua reparação por parte do poluidor (CORDIOLI, 2013).

Steigleder (2011), parte da premissa de que a efetividade na reparação do dano ao ambiente pressupõe-se do entendimento sobre as formas de reparação do dano, sendo necessário selecionar a medida que melhor atenda às funções da responsabilidade civil e que melhor assegure a proteção integral dos bens ambientais, materiais e imateriais.

Prioriza-se a restauração do estado original ou anterior do bem lesado e de sua funcionalidade, que se submete a critérios de proporcionalidade, e em não sendo possível, busca-se a compensação ecológica, com a finalidade de restaurar o patrimônio ecológico equivalente, no próprio local ou em outro diverso daquele danificado (ALVES, 2012).

A partir da promulgação da Lei nº 9.605/1998 que dispõe sobre os crimes ambientais, os danos ambientais passaram a ser tratados por meio de ações penais incondicionadas, o que podem resultar em penas, caso se tipifiquem como crimes ambientais. No âmbito penal, o crime de dano, segundo o conceito analítico, configura-se com a presença da tipicidade (material e formal), antijuridicidade (material e formal) e culpabilidade (CORRÊA e ABREU, 2014).

Sempre que possível, quando a avaliação dos danos é solicitada através de uma perícia criminal, o cálculo do valor econômico do dano ambiental deve ser estabelecido, conforme determina a Lei de Crimes Ambientais. Nos seguintes artigos da referida Lei, é possível constatar tais informações:

Art. 19. A perícia de constatação do dano ambiental, sempre que possível, fixará o montante do prejuízo causado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa.

Parágrafo único. A perícia produzida no inquérito civil ou no juízo cível poderá ser aproveitada no processo penal, instaurando-se o contraditório.

Art. 20. A sentença penal condenatória, sempre que possível, fixará o valor mínimo para reparação dos danos causados pela infração, considerando os prejuízos sofridos pelo ofendido ou pelo meio ambiente.

Parágrafo único. Transitada em julgado a sentença condenatória, a execução poderá efetuar-se pelo valor fixado nos termos do *caput*, sem prejuízo da liquidação para apuração do dano efetivamente sofrido.

Conhecida por atribuir determinado valor a alguma coisa, a valoração ou avaliação econômica do recurso ambiental representa procedimentos econômicos e científicos em que o avaliador irá calcular ou estimar quanto vale determinado ecossistema ou recurso ambiental, utilizando da técnica apropriada para estimar qual valor do capital natural tem determinados ambientes naturais (KLOTZ, 2016).

O autor ainda enfatiza a importância da valoração econômica dos danos causados aos ecossistemas no campo da perícia criminal, representada no laudo pericial, tendo em vista que sua utilização além de atender à exigência legal na lei de crimes ambientais, mostra ao juízo e à sociedade o impacto monetário ocasionado pelas atividades antrópicas ilícitas perniciosas a esses ecossistemas.

As análises de custo e benefício, conhecidas como técnicas de valoração ambiental, são ferramentas que a economia utiliza para mensurar a alteração da qualidade e da quantidade de um determinado recurso natural disponível e sua relação com o bem-estar das sociedades (COSTA *et al.*, 2015). A valoração ambiental é essencial caso se pretenda que a degradação da grande maioria dos recursos naturais seja

interrompida antes que ultrapasse o limite da irreversibilidade (Mattos *et al.*, 2005).

Motta (1997) ainda aponta outras considerações em referência aos custos ambientais:

Quando os custos da degradação ecológica não são pagos por aqueles que a geram, estes custos são externalidades para o sistema econômico. Ou seja, custos que afetam terceiros sem a devida compensação. Atividades econômicas são, desse modo, planejadas sem levar em conta essas externalidades ambientais e, conseqüentemente, os padrões de consumo das pessoas são forçados sem nenhuma internalização dos custos ambientais. O resultado é um padrão de apropriação do capital natural onde os benefícios são providos para alguns usuários de recursos ambientais sem que estes compensem os custos incorridos por usuários excluídos. Além disso, as gerações futuras serão deixadas com um estoque de capital natural resultante das decisões das gerações atuais, arcando os custos que estas decisões podem implicar. Embora o uso de recursos ambientais não tenha seu preço reconhecido no mercado, seu valor econômico existe na medida que seu uso altera o nível de produção e consumo (bem-estar) da sociedade.

Sobre a contribuição da valoração econômica, Araújo (2003) observa que tanto se faz necessária para quantificar em valores monetários um recurso natural como para, por meio dessa quantia, evidenciar a importância de bens e serviços ambientais. Além disso a destinação do resultado desses métodos pode incrementar a elaboração de legislação e políticas públicas setoriais com exigências e responsabilidades pontuais.

Por outro lado, quanto à biodiversidade, os recursos naturais e os serviços ambientais são reconhecidas por suas funções econômicas e valores econômicos positivos, e que os tratando como preço zero instala-se um risco muito grande, o que tende a exauri-los ou manejá-los insustentavelmente, por isso é visível a necessidade de valorar corretamente o ambiente natural e integrar esses valores verdadeiros para assegurar, assim, uma melhor alocação de recursos (MATTOS *et al.*, 2005).

Em se tratando dos obstáculos encontrados para valoração do dano, Falco (2010) nota que, apesar da importância reconhecida de se ter um valor numérico associado aos recursos naturais para identificar, qualificar e quantificar os danos ambientais, os quais são ocasionados por uma ação que interfere no equilíbrio natural, existe o envolvimento de muitos aspectos sobre os quais ainda não há um consenso.

De acordo com Cotrim (2012), a valoração ambiental que consiste em instrumentos analíticos, pode ser aplicada aos mais diversos componentes do bem público. Para tanto, é necessário medir os efeitos físicos, químicos e biológicos das atividades, compreendendo que alguns aspectos são qualitativos, o que dificulta a valoração em termos econômicos, sobretudo a integração entre os componentes ambientais.

### **2.3.1 Métodos de Valoração utilizadas na Perícia Ambiental**

A valoração econômica do dano ambiental não possui metodologia consagrada ou amplamente aceita nos ambientes acadêmicos, profissionais ou mesmo periciais. Trata-se de uma questão complexa e aberta a diferentes interpretações e entendimentos técnico-científicos, considerada como área de fronteira, tanto da ciência econômica como da ambiental (TRAUCZYNSKI, 2013).

Do ponto de vista jurídico não há, por enquanto, definições sobre a valoração econômica ambiental e seus métodos, ficando a critério do especialista ou perito a seleção do método mais apropriado para cada análise (MAGLIANO, 2013).

Nos casos de ocorrência de um dano ambiental, as metodologias de valoração econômica ambiental podem auxiliar no estabelecimento de um valor de indenização. (CORDIOLI, 2013).

Um aspecto relevante a ser considerado, relaciona-se aos diferentes métodos de valoração, que em muitos casos necessitam de dispendiosos e demorados levantamentos de campo, tornando-os inadequados para os setores responsáveis pela execução das perícias criminais de meio ambiente, que apresentam alta carga de trabalho e quadro de pessoal diminuto (KLOTZ, 2016).

Portanto, é essencial a utilização de técnicas que internalize alguns pontos fundamentais como: rápida execução, praticidade, simplicidade e baixo custo de aplicabilidade (MAGLIANO, 2013).

Ainda segundo o mesmo autor, a valoração ambiental no escopo da perícia de crimes ambientais deverá se utilizar de método que garanta uma estimativa plausível, cientificamente fundamentada e exequível para a rotina e demanda crescentes de apuração de crimes ambientais nos

órgãos periciais brasileiros. A seleção do método deve ser precedida de estudo aprofundado de suas potencialidades e limites, coletando-se os dados técnico-periciais que possam subsidiar os cálculos dos componentes do valor econômico total objeto da perícia.

Cada método de valoração apresenta suas limitações na captação dos diferentes tipos de valores do recurso ambiental. Não há como comprovar a eficiência de um em relação a outro, mesmo porque não há como precisar o real valor de um recurso ambiental. A escolha correta deverá considerar, entre outras coisas, o objetivo da valoração, a eficiência do método para o caso específico e as informações disponíveis para o estudo. No processo de análise devem estar claras as limitações metodológicas, e as conclusões restritas às informações disponíveis. (MAIA *et al.*, 2004).

Muitas das técnicas de valoração utilizam-se de opiniões ou de estimativas indiretas que dependem de pesquisas e que não consideram as evidências materiais como base para a valoração (RAUPP, 2013).

Segundo Nogueira *et al.* (2000), são considerados os principais métodos de valoração de danos ambientais: o método de Valoração Contingente, o método de Custo de Viagem, Preços Hedônicos, Dose-Resposta, Custo de Reposição e Custos Evitados.

A escolha de um ou outro método de valoração econômica do meio ambiente depende do objetivo da valoração, das hipóteses consideradas, da disponibilidade de dados e do conhecimento científico a respeito da dinâmica ecológica do objeto em questão (DUBEUX, 1998).

### 2.3.2 Valor Econômico dos Recursos Ambientais

O Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) conhecido também como VET (Valor Econômico Total) de um bem ou serviço ambiental, inicialmente pode ser dividido em valor de não uso (VNU) e em valor de uso (VU). Assim o valor de uso é desdobrado em valor de uso direto (VUD), valor de uso indireto (VUI) e valor de opção (VO).

A abordagem mais aceita atualmente é a clássica fórmula do (VERA), que pode ser expresso da seguinte forma:

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VE}$$

Onde, conforme Motta (2011) mostra que:

Valor de Uso Direto (VUD): valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental pelo fato de que dele se utilizam diretamente, por



exemplo, na forma de extração, de visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto, como extrativismo, turismo, recreação e atividades de pesquisa científica.

Valor de Uso Indireto (VUI): valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas.

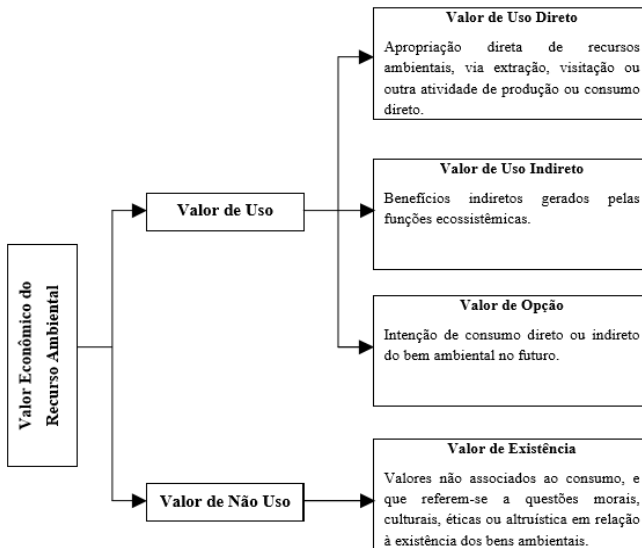
Valor de Opção (VO): valor que o indivíduo atribui à conservação de recursos, que podem estar ameaçados, para usos direto e indireto no futuro próximo. Por exemplo, o benefício advindo de terapias genéticas com base em propriedades de genes ainda não descobertos de plantas em florestas tropicais.

Valor de Não-Uso, Passivo ou Valor de Existência (VE): valor que está dissociado do uso (embora represente consumo ambiental) e deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de outras espécies que não a humana ou de outras riquezas naturais, mesmo que essas não representem uso atual ou futuro para ninguém.

O valor econômico dos recursos ambientais geralmente não é observável no mercado através de preços que reflitam seu custo de oportunidade. Entretanto, eles têm atributos de consumo associados ao seu uso e à sua existência que afetam tanto a produção de bens e serviços privados como diretamente o consumo dos indivíduos (MOTTA, 2002).

De forma geral, percebe-se que o valor do recurso ambiental, em sua expressão mais ampla, será considerado a partir de seus atributos, pois é determinado a partir do valor de uso direto ou indireto, ou seja, o valor que é atribuído pelas pessoas ao uso dos recursos e serviços ambientais (COTRIM, 2012). A figura 6 apresenta a composição do VERA.

Figura 6 – Composição do VERA.



Fonte: Maia *et al.* (2004).

## 2.4 PROJETO PRODES (MONITORAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA BRASILEIRA POR SATÉLITE)

Em meados dos anos 70, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) começou a usar a tecnologia de sensoriamento remoto para mapear desmatamentos em florestas tropicais. O primeiro mapa de desmatamento da Amazônia brasileira produzido foi para o ano de 1979. Em 1988 o INPE passou a desenvolver e operar um sistema de monitoramento para calcular anualmente a taxa de desmatamento de toda Amazônia Legal brasileira através de imagens de satélite (CAMARA *et al.*, 2013).

A Floresta Amazônica está inserida em sua maior parte no território brasileiro e sua relevância biogeográfica e suas propriedades ecológicas em escalas local e regional são por si só motivos que justificam um programa de monitoramento por satélite (VALERIANO *et al.*, 2008).

Um dos sistemas de monitoramento da Amazônia é conhecido por projeto PRODES. Esse programa de monitoramento é utilizado pelo governo principalmente para estabelecimento de políticas públicas direcionadas ao controle do desmatamento na Amazônia.

O PRODES, portanto, é um Programa com a finalidade de medir as taxas anuais de corte raso, ou seja, o estágio final do processo de desmatamento, para os períodos de agosto do ano anterior a julho do ano corrente na Amazônia Legal, considerando para isso o desmatamento com área superior a 6,25 hectares. Por ser mais detalhado e depender das condições climáticas da estação seca para aquisição de imagens livres de nuvens, é feito anualmente, com divulgação prevista para dezembro de cada ano (INPE, 2008).

As estimativas geradas pelo PRODES baseiam-se em mapeamento detalhado, com um grande conjunto de imagens do sensor TM/Landsat, cobrindo toda a extensão da Amazônia. No final do processo, tem a estimativa da taxa de desmatamento e são produzidos dados tabulares e mapas vetoriais (VALERIANO *et al.*, 2008).

A informação sobre a taxa de desmatamento é importante pois permite o planejamento de ações para combater o desmatamento em escala regional. Porém, além das informações sobre a taxa de desmatamento no monitoramento e controle do desmatamento em escala local é também necessário saber onde a conversão florestal ocorreu para acompanhamento das tendências de desmatamento (SOUZA Jr. *et al.*, 2006).

Desde então é realizado o monitoramento do desmatamento da Floresta Amazônica de forma sistemática, através de tecnologias de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, manifestada por competência científica e tecnológica amplamente reconhecida (INPE, 2008). Além do PRODES, o INPE desenvolveu outros sistemas para a Amazônia, fornecendo informações complementares. De acordo com Ministério do Meio Ambiente<sup>5</sup> (2016), esses sistemas são compostos pelo:

✓ DETER: consiste na detecção do desmatamento em tempo real. Ele apoia ações de fiscalização, localizando polígonos de desmatamento corte raso em uma periodicidade quase que diária. A série tem dados desde 2004 até 2014.

✓ DEGRAD: este sistema é voltado à avaliação do avanço da degradação florestal na Amazônia Legal. A série tem dados desde 2007 até 2013.

✓ TerraClass: fornece dados sobre a situação do uso e da cobertura do solo nas áreas que constam como desmatadas pela série histórica do PRODES. O TerraClass, portanto, permite saber o que ocorre

---

<sup>5</sup> <http://redd.mma.gov.br/pt/pub-apresentacoes/item/102-monitoramento>

realmente em áreas que foram desmatadas em algum momento, mas podem estar em processo de recuperação da vegetação nativa. Essa informação é útil à formulação de políticas de uso da terra nessas regiões da Amazônia Legal.

Em 2003, o INPE passou a disponibilizar<sup>6</sup> os mapas de desmatamento da Amazônia para toda a sociedade. Há, entretanto, refinamentos que precisam ser feitos nos dados fornecidos pelo INPE. Primeiro, a escala de mapeamento de 1:250.000 não permite mapear com detalhes fragmentos de florestas e áreas desmatadas menores que 6,25 ha (SOUZA Jr. *et al.*; 2006).

## 2.5 CADASTRO NACIONAL DE FLORESTAS PÚBLICAS

De acordo com o que está estabelecido na Lei nº 11.284/2006, as florestas públicas são todas as florestas, naturais ou plantadas, localizadas nos diversos biomas brasileiros, em bens sob o domínio da União, dos estados, dos municípios, do Distrito Federal ou das entidades da administração indireta.

Conforme artigo 4º da referida Lei, a gestão de florestas públicas para a produção sustentável compreende: a destinação de florestas públicas às comunidades locais, na lei definidas como as populações tradicionais e outros grupos humanos, organizados por gerações sucessivas, com estilo de vida relevante à conservação e à utilização sustentável da diversidade biológica.

Existem três tipos de florestas públicas federais<sup>7</sup>:

- ✓ Florestas Públicas do TIPO A, são florestas que apresentam destinação e dominialidade específica como as Unidades de Conservação da Natureza, as Terras Indígenas, os Assentamentos Rurais Públicos, as áreas militares e outras formas de destinação previstas em lei. São destinadas à proteção e conservação do meio ambiente e uso de comunidades tradicionais.
- ✓ Florestas Públicas do TIPO B, são florestas localizadas em áreas arrecadadas pelo Poder Público, mas que ainda não foram destinadas.

---

<sup>6</sup> <http://www.obt.inpe.br/prodes/>.

<sup>7</sup> <http://www.florestal.gov.br/informacoes-florestais/cadastro-nacional-de-florestas-publicas/como-e-feito-o-cadastro-das-florestas-publicas>

- ✓ Florestas Públicas do TIPO C, são florestas localizadas em áreas de dominialidade indefinida, comumente chamadas de terras devolutas.

De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (2010), a destinação das florestas públicas tem sido feita, ao longo dos anos, das seguintes formas:

a) mediante a criação de unidades de conservação de uso sustentável – caso das Reservas Extrativistas e Reservas de Desenvolvimento Sustentável, pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio);

b) por meio da concessão de uso, em projetos de assentamento diferenciados, como os projetos de assentamentos florestais, de desenvolvimento sustentável, agroextrativistas ou similares, pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra);

c) pela demarcação de terras indígenas por meio da Fundação Nacional do Índio (Funai);

d) pela concessão de direito real de uso de áreas de várzea, pela Secretaria do Patrimônio da União (SPU), do Ministério do Planejamento; entre outras, incluindo as diversas modalidades similares realizadas no âmbito dos estados.

Para Azevedo e Ramos *et al.* (2016), mais de 300 milhões de hectares (60%) das florestas brasileiras estão sob o domínio público. Desde a criação do Cadastro Nacional de Florestas Públicas, em 2006, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) consegue “geoidentificar” as florestas públicas federais, que contabilizam aproximadamente 35 milhões de hectares na Amazônia. A atualização do cadastro realizada em 2015 permitiu identificar, pela primeira vez, 84 milhões de hectares de florestas públicas na Amazônia não atribuídas à qualquer categoria, tais como unidades de conservação, terras indígenas, assentamentos rurais ou áreas militares.

O Cadastro Nacional de Florestas Públicas (CNFP)<sup>8</sup> reúne dados georreferenciados sobre as florestas públicas brasileiras, ele é considerado como um instrumento de planejamento da gestão florestal, oferecendo aos gestores públicos e à população informações relevantes para a gestão florestal. Os dados do CNFP auxiliam os processos de

---

<sup>8</sup> Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/informacoes-florestais/cadastro-nacional-de-florestas-publicas/cadastro-nacional-de-florestas-publicas> >

destinação das florestas públicas para uso comunitário, criação de unidades de conservação e realização de concessões florestais. O Cadastro contribui para a transparência, a participação social e unificação das informações sobre as florestas públicas.

O CNFP é formado pelo cadastro da União, dos Estados, Distrito Federal e municípios. Ainda está em processo de interligação ao Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

De acordo com informações do SFB (2017), o cadastramento das florestas públicas segue três etapas:

- ✓ Identificação (mapeamento das florestas localizadas em áreas públicas);
- ✓ Delimitação (registro do perímetro da floresta junto à matrícula do imóvel público);
- ✓ Demarcação (implantação de marcos topográficos e colocação de placas informativas no campo). Para a execução do Mapa de Florestas Públicas da União em fase de identificação trabalhou-se em três frentes:

## 2.6 SIMLAM – CAR

O Cadastro Ambiental Rural – CAR<sup>9</sup> é um registro eletrônico, obrigatório para todos os imóveis rurais, que tem por finalidade integrar as informações ambientais referentes à situação das Áreas de Preservação Permanente - APP, das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas das propriedades e posses rurais do país.

Criado pela Lei nº 12.651/2012 no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente - SINIMA, o CAR constitui-se em base de dados estratégica para o controle, monitoramento e combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do Brasil, bem como para planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais.

Além de possibilitar o planejamento ambiental e econômico do uso e ocupação do imóvel rural, a inscrição no CAR, acompanhada de compromisso de regularização ambiental quando for o caso, é pré-requisito para acesso à emissão das Cotas de Reserva Ambiental e aos benefícios previstos nos Programas de Regularização Ambiental – PRA e

---

<sup>9</sup> Disponível em <http://car.semas.pa.gov.br/#/site/informacoes>

de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente, ambos definidos pela Lei nº 12.651/2012. Dentre os benefícios desses programas pode-se citar:

✓ Possibilidade de regularização das APP e/ou Reserva Legal vegetação natural suprimida ou alterada até 22/07/2008 no imóvel rural, sem autuação por infração administrativa ou crime ambiental;

✓ Suspensão de sanções em função de infrações administrativas por supressão irregular de vegetação em áreas de APP, Reserva Legal e de uso restrito, cometidas até 22/07/2008.

✓ Obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que o praticado no mercado;

✓ Contratação do seguro agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado;

✓ Dedução das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, gerando créditos tributários;

✓ Linhas de financiamento que atendam iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas; e isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos, tais como: fio de arame, postes de madeira tratada, bombas d'água, trado de perfuração do solo, dentre outros utilizados para os processos de recuperação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito.

Observa-se que o devido cadastramento das propriedades no CAR facilitará o monitoramento do cumprimento das restrições de uso das propriedades rurais no Brasil, tais como as Reservas Legais, Áreas de Preservação Permanente, Unidades de Conservação, entre outras áreas especialmente protegidas por Lei (SANTOS *et al.*, 2016).

Ainda conforme os mesmos autores, diante da obrigatoriedade do CAR, no âmbito do Sistema Nacional do Cadastro Ambiental Rural (SICAR), há de se considerar que os Estados podem ter sua própria plataforma, desde que integrem e disponibilizem para a consulta no SICAR, conforme estabelecido no Decreto Federal nº 7.830/2012. Dessa forma os estados podem fazer uma adaptação na plataforma para atender as necessidades contidas de cada região. Em seus estudos foram apontados alguns obstáculos na utilização da plataforma, pois o módulo de cadastro do SICAR apresenta limitações como o fato das imagens fornecidas não serem compatíveis com as áreas legalmente protegidas.

A Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas) publicou em 08 de abril de 2016, portaria no Diário Oficial do Estado (DOE) dispondo sobre a implementação do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar), que a partir da publicação será o sistema oficial para realização do Cadastro Ambiental Rural (CAR) no estado do Pará.

Anteriormente, o cadastro era realizado no Sistema Integrado de Licenciamento e Monitoramento Ambiental (Simlam). Em 2014, por decreto, foram iniciados os procedimentos para a implementação do Sicar, que agora é o sistema responsável pela realização do cadastro.

De acordo com Strapasson Junior (2016), o cadastro é uma expectativa para o combate às áreas que se encontram em situação de ilegalidade e a possibilidade de fomento para formação de corredores ecológicos para conservação de recursos naturais. Com o Programa de Regularização Ambiental, o proprietário rural fica isento do Registro de Reserva Legal em cartório após adesão ao CAR.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

Criada na década de 1970 pelo governo militar, como mais uma obra de infraestrutura para integrar o país, a rodovia BR-163 atravessa a região central da Amazônia e deixa sua marca de degradação em uma região de extrema importância pela grande diversidade cultural, biológica e de recursos naturais.

Populações tradicionais vivem ao lado de colonos e agricultores familiares que foram para a Amazônia, após a abertura da estrada, com incentivos para “integrar” a área.

Junto com esses atores, também chegaram à região grileiros e grandes produtores que perpetuam o modelo de ocupação predatória.

Por esse e outros motivos, a área de abrangência do estudo se localiza na faixa de 50 km (cada lado) da BR-163 no Estado do Pará (rodovia Cuiabá-Santarém), totalizando 6.242.880,22 ha, iniciando na divisa com o Estado de Mato Grosso, percorrendo aproximadamente 670 km pelos municípios de Novo Progresso, Altamira, Itaituba e Trairão, conforme figuras 7 e 8:

Figura 7 – Localização da área de estudo no Estado do Pará.

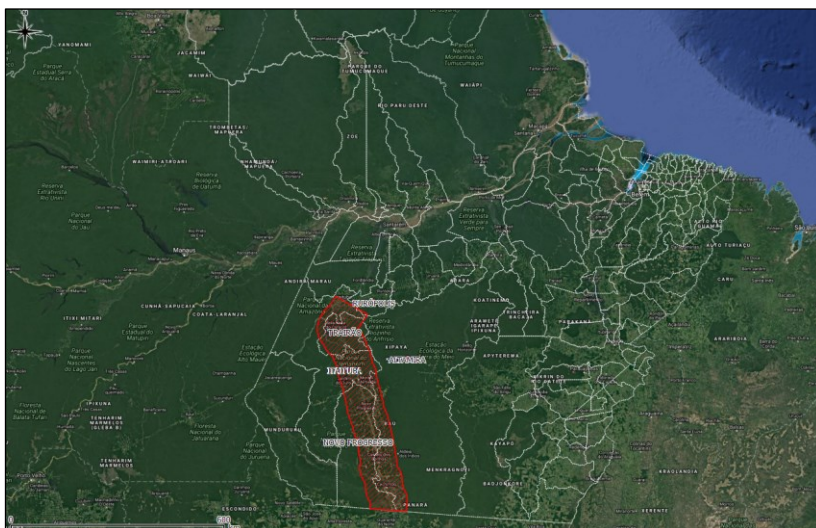


Figura 8 – Localização da área de estudo nos municípios.



Conforme demonstrado no quadro 2, os dois municípios de maior abrangência na área de estudo são Novo Progresso (20.428,14 km<sup>2</sup>) e Altamira (16.247,53 km<sup>2</sup>):

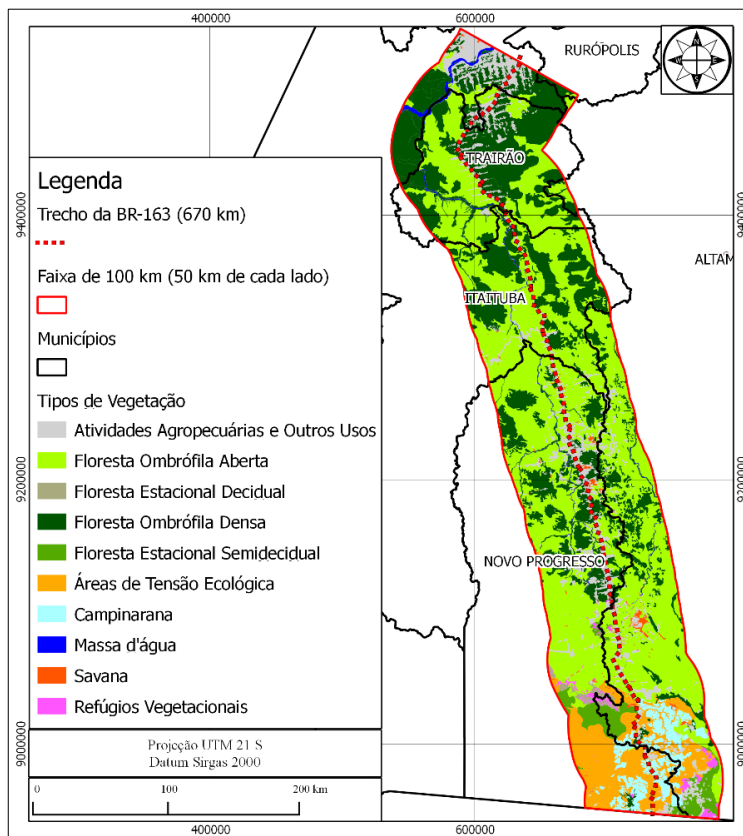
Quadro 2 – Quantitativo da área de estudo nos municípios.

Município	Área Estudo (km <sup>2</sup> )	Área Total Município (km <sup>2</sup> )	% da Área de Estudo no município
Altamira	16.247,53	159.907,26	10%
Itaituba	15.006,68	62.002,27	24%
Trairão	10.583,22	11.985,47	88%
Rurópolis	163,23	7.022,72	2%
Novo Progresso	20.428,14	38.154,65	54%
<b>Total</b>	<b>62.428,80</b>	<b>279.072,37</b>	

Segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 1991), a área de estudo encontra-se sobre abrangência do Bioma Amazônico<sup>10</sup>, inserido em áreas compostas principalmente de Florestas Ombrófilas Abertas e Florestas Ombrófilas Densas, conforme figura 9:

<sup>10</sup> Disponível para download em <http://mma.gov.br/component/k2/item/7626-mapas-de-cobertura-vegetal>. Escala de mapeamento de 1:250.000.

Figura 9 – Regiões fitoecológicas na área de estudo.



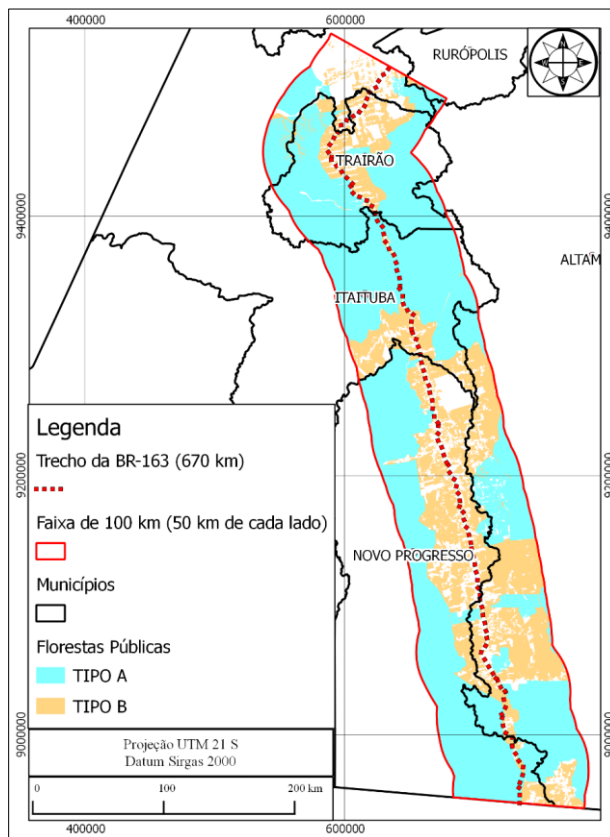
Fonte: Adaptado de Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros.

De acordo com o Cadastro Nacional de Florestas Públicas (CNFP), disponível no sítio do Serviço Florestal Brasileiro, 59,00 % da área de estudo pertence a Floresta do Tipo A, 26,29 % representa Floresta do Tipo B e 14,72 % abrange outros usos, conforme quadro 3 e figura 10:

Quadro 3 – Quantitativo dos tipos de florestas na área de estudo.

Florestas Públicas	Área (ha)	Área (%)
Tipo A	3.683.111,52	59,00%
Tipo B	1.641.041,88	26,29%
Outros Usos (inclusive não floresta)	918.726,82	14,72%
<b>Total</b>	<b>6.242.880,22</b>	<b>100,00%</b>

Figura 10 – Tipos de floresta.



### 3.2 ESTIMATIVA DA ÁREA DESMATADA

Para a estimativa da área desmatada (corte raso) até o ano de 2015, foram utilizados como base os arquivos vetoriais *shapefiles* do Projeto PRODES<sup>11</sup>, origem PDigital2013\_shp e PDigital2015\_shp, das cenas 226/65, 226/66, 226/67, 227/63, 227/64, 227/65, 227/66, 228/63, 228/64, georreferenciados no Sistema de Coordenadas Geodésicas (UTM, Fuso 21/ Sirgas 2000), em que foram aplicados os seguintes procedimentos no software QGIS<sup>12</sup>, conforme figuras 11 a 16:

Figura 11 – Inserção dos arquivos vetoriais *shapefiles* “municípios IBGE” e “trecho de estrada DNIT<sup>13</sup>”.

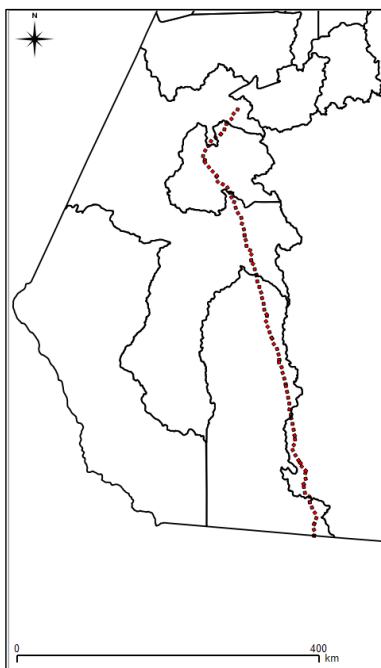
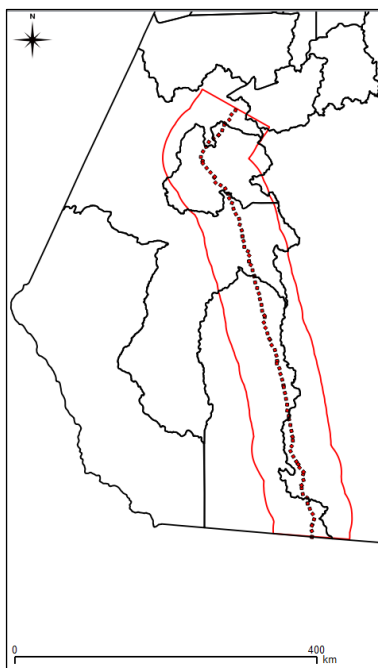


Figura 12 – Utilização da ferramenta de geoprocessamento “buffer” (valor de 50 km) no arquivo vetorial *shapefile* “trecho de estrada DNIT” com objetivo de delimitar a área de estudo.



<sup>11</sup> Disponíveis em <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/dadosn/>.

<sup>12</sup> Sistema de Informação Geográfica livre, disponível em [www.qgis.org.br](http://www.qgis.org.br).

<sup>13</sup> Disponíveis em <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>.

Figura 13 – Inserção dos arquivos vetoriais *shapefiles* do Projeto PRODES, classificando os polígonos em áreas desmatadas ou de florestas.

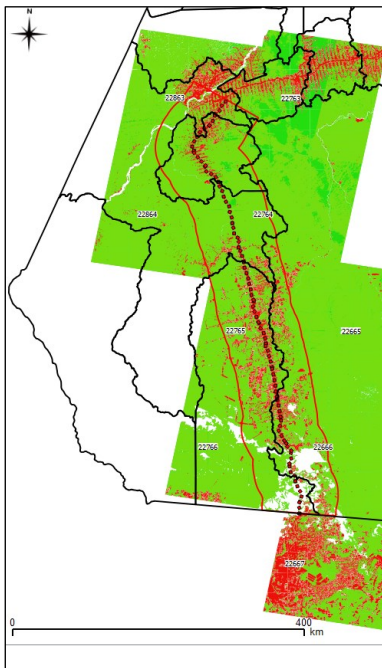


Figura 14 – Utilização da ferramenta de geoprocessamento “recortar” nos arquivos vetoriais *shapefiles* do Projeto PRODES, inseridos como “arquivo de entrada” e cortado pela camada “buffer 50 km”, com objetivo de delimitar a área desmatada apenas no interior da área em estudo.

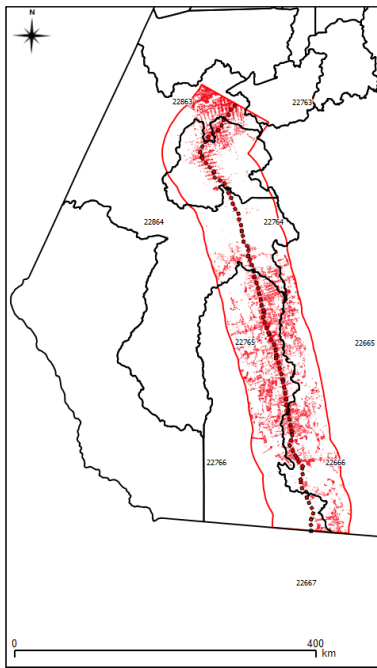
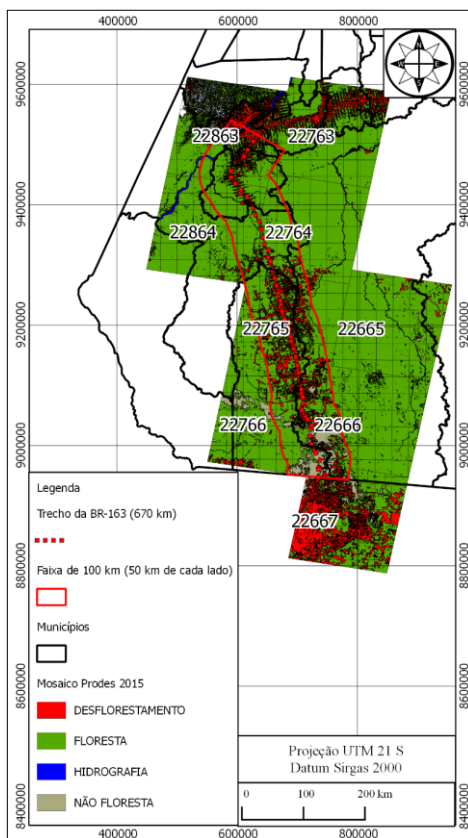


Figura 15 – Consultas e classificações à tabela de atributos dos arquivos vetoriais *shapefiles* finais gerados na área de estudo, quanto às áreas e anos de ocorrência dos desmatamentos a corte raso.

	colu	sh_o	class_name	sprclasse	sne	lsfm	jlda	ano	mainclass	thrc	v_ai	uf	amei	aREAHAutm
0	6...	0...	d2012_0	desmatamento_total	1...	N...	191	2012	DESFLORESTAMENTO	2...	1 PA		1...	14.49
1	7...	0...	d2012_0	desmatamento_total	1...	N...	191	2012	DESFLORESTAMENTO	2...	1 PA		8...	8.08
2	7...	0...	d2012_0	desmatamento_total	1...	N...	191	2012	DESFLORESTAMENTO	2...	1 PA		7...	7.51
3	7...	0...	d2012_0	desmatamento_total	1...	N...	191	2012	DESFLORESTAMENTO	2...	1 PA		1...	19.51
4	7...	0...	d2012_0	desmatamento_total	1...	N...	191	2012	DESFLORESTAMENTO	2...	1 PA		1...	14.60

Figura 16 – Cenas do Projeto PRODES com os outros usos (hidrografia e não floresta).



### 3.3 ESTIMATIVA DA MADEIRA EXTRAÍDA

Segundo consta nos documentos<sup>14</sup> do Plano de Manejo das FLONAs ITAITUBA I e II, foi realizada avaliação acerca da composição e produtividade da floresta a ser manejada, por meio de inventários florestais que qualificam e quantificam os recursos referentes às espécies vegetais ocorrentes na área, especialmente da vegetação lenhosa. O objetivo do inventário florestal realizado foi caracterizar a vegetação e

<sup>14</sup> [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/flona\\_itaitubaleII\\_pm\\_v1-2.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/flona_itaitubaleII_pm_v1-2.pdf)

estimar o estoque de volume de madeira. Foi executado com procedimentos estatísticos de amostragem, planejado para abranger as principais tipologias florestais.

A metodologia utilizada foi a “Amostragem em Conglomerados”. A amostragem divide as amostras uniformemente, organizando-as de forma estratificada em unidades primárias, secundárias e terciárias. A amostragem considerou as tipologias florestais identificadas na interpretação das imagens de satélite (pré-estratificação), realizando-se uma distribuição aleatória das unidades primárias em cada um dos estratos. A localização das unidades primárias foi previamente definida pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) por meio de coordenadas geográficas planas, em projeção UTM.

Na FLONA de ITAITUBA I foram amostradas 7 unidades primárias. Em cada unidade primária foram lançadas 5 unidades secundárias, e em cada unidade secundária foram lançadas 4 unidades terciárias. Cada uma das unidades terciárias foi dividida para análise de vegetação, em subparcelas de amostragem, de acordo com as classes de diâmetro dos indivíduos.

Para a área total das unidades terciárias (parcela I) foram identificados e inventariados todos indivíduos com  $DAP \geq 40$  cm, para a metade da unidade terciária (subparcela II) foram inventariados os indivíduos com  $DAP \geq 20$  cm e os indivíduos com  $DAP \geq 10$  cm, foram amostrados em cada uma das sub parcelas III, localizadas na parte superior e inferior das unidades terciárias.

As unidades amostrais apresentaram as seguintes dimensões:

- ✓ Unidade Primária: 5.000 x 5.000 m, compostas por cinco unidades secundárias;
- ✓ Unidade Secundária: 500 x 500 m, compostas por quatro subunidades de amostra, dispostas em cruz e equidistantes 200 m entre si, totalizando uma área de 8 ha;
- ✓ Unidade Terciária: com formato retangular (20 x 200 m) abrangendo uma área de 0,4 ha, dispostas em forma de cruz, distanciadas 50m do ponto central.

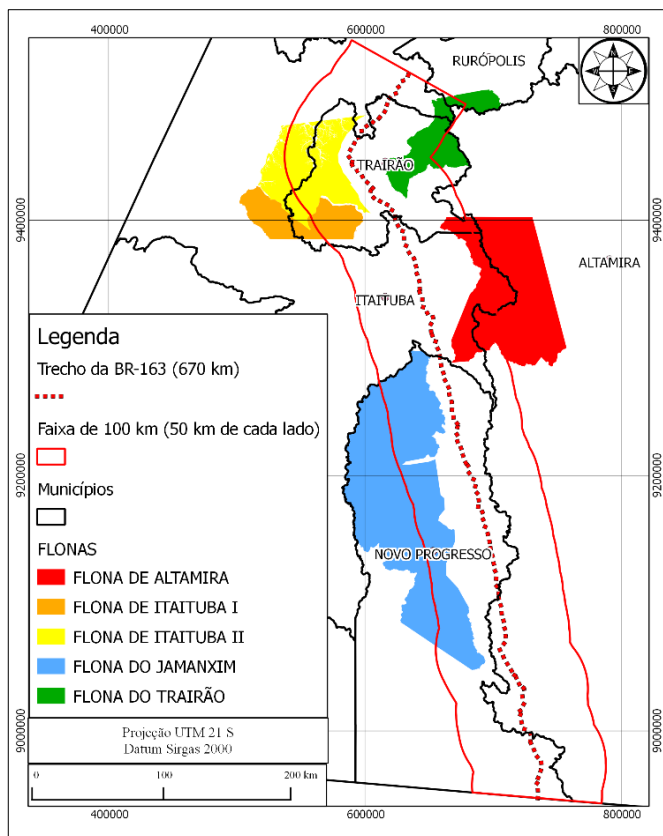
Considerando as dificuldades práticas e de logística em se determinar para cada perícia solicitada o volume médio de madeira extraída de um local desmatado (volume total ou volume comercial), e pelo fato do local de estudo apresentar, além das FLONAS ITAITUBA I e II, outras três Florestas Nacionais com Planos de Manejo elaborados e contendo seus respectivos inventários florestais, para tornar mais eficiente a elaboração dos laudos periciais e valoração dos danos para



casos de desmatamento optou-se por realizar estudos e utilizar como parâmetros os volumes médios de madeira existentes nos respectivos Planos de Manejo.

A figura 17 apresenta a localização das cinco Florestas Nacionais, demonstrando a representatividade em relação à área de estudo.

Figura 17– Localização das FLONAs cujos volumes médios foram analisados.



### 3.4 CÁLCULO DO VUD, COMPONENTE DO VERA

Quanto à avaliação financeira dos prejuízos ambientais, sabe-se que a valoração econômica de recursos ambientais apresenta, como uma de suas vertentes, a valoração econômica do dano ambiental. Essa valoração, entretanto, não possui ainda metodologia amplamente aceita nos ambientes acadêmicos, profissionais ou mesmo periciais, que alcance resultados com a objetividade necessária. Trata-se de questão complexa e aberta a diferentes interpretações e entendimentos técnico-científicos, considerada como área de fronteira, tanto das ciências econômicas como ambientais (TRAUCZYNSKY, 2013)

Uma abordagem que pode ser utilizada é a avaliação do custo da recuperação e cálculo do Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) do local degradado, com o fito de proceder à valoração do dano ambiental, conforme a seguinte fórmula:

$$\text{VERA} = \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VE} \quad (1)$$

Segundo Magliano (2013), um dos métodos simples, quando se reduz o escopo da valoração para tão somente a precificação de bens subtraídos ou destruídos, é o uso de preços de mercado (doravante denominado UPM). Em geral, este procedimento capta a parcela de uso consuntivo do componente Valor de Uso Direto – VUD, que compõe o Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA. Para sua utilização, este procedimento exige a mensuração, caracterização e pesquisa de preços de referência nas específicas condições de mercado apropriadas para o produto (madeira, lenha, minérios, gemas).

Para Trauczynski (2013), tem-se optado somente pela valoração do custo de recomposição do ecossistema original e a valoração dos produtos eventualmente extraídos da flora, como lenha, madeira para serraria ou outra destinação, além de produtos não madeireiros. Para a valoração do custo de recomposição do ecossistema original sugere-se a elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, elaborado por profissional competente, sob responsabilidade do autuado pelo crime apurado.

No caso em tela, foram adotados como componentes do Valor de Uso Direto (VUD) do método VERA, o valor da madeira comercial extraída ilegalmente e o custo de recuperação da área desmatada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em razão da observação de valores médios de volume de madeira muito próximos, optou-se como parâmetro, pela utilização do **volume médio comercial (m<sup>3</sup>/ha)**, cuja variação ficou abaixo de 10 %. Conforme demonstrado no quadro 4, ocorre grande variação de volume de madeira quando são comparados os volumes totais nas diferentes tipologias vegetacionais e classes de diâmetros.

Quadro 4 – Volume médio de madeira em tora (m<sup>3</sup>/ha) segundo informações dos inventários florestais.

Vegetação	Altamira	Itaituba I	Itaituba II
Ombrófila Aberta Submontana (entre 10 cm e 49,99 cm)	93,49	160,4	157,1
Ombrófila Aberta Submontana (> 50 cm)	81,47	93,1	78,9
<b>Ombrófila Aberta Submontana Total</b>	<b>174,96</b>	<b>253,5</b>	<b>236,0</b>
Ombrófila Densa Submontana (entre 10 cm e 49,99 cm)	110,38	169,3	141,7
Ombrófila Densa Submontana (> 50 cm)	76,44	99,7	141,2
<b>Ombrófila Densa Submontana Total</b>	<b>186,82</b>	<b>268,9</b>	<b>282,9</b>
Mista (entre 10 cm e 49,99 cm)			170,8
Mista (> 50 cm)			101,5
<b>Mista Total</b>			<b>272,3</b>
<b>Média Comercial (&gt;50 cm)</b>	<b>68,699</b>	<b>67,65</b>	<b>73,8</b>

Com objetivo de chegar a um volume médio aproximado que foi explorado e/ou destruído com o desmatamento, identificou-se que na FLONA DE ALTAMIRA, no resumo do Inventário Florestal Amostral<sup>15</sup>, apresentava volume comercial de madeira de 68,699 m<sup>3</sup>/ha para árvores com DAP ≥ 50cm das espécies que possuem dimensões que permitam o seu processamento industrial.

<sup>15</sup> No inventário florestal por amostragem, observa-se parte da população, obtendo-se estimativas dos seus parâmetros. A amostragem permite obter estimativas precisas e exatas de diferentes parâmetros, em menor tempo e custo, em florestas de áreas extensas. O processo de amostragem de dados utilizado no inventário florestal foi o de amostragem estratificada em conglomerados, conforme Anexo 17 – Resumo do inventário – Altamira

<[http://www.florestal.gov.br/concessoes-florestais/proximas-concessoes/destaques1\\_proximas\\_concessoes/index.php?option=com\\_k2&view=item&layout=item&id=1809](http://www.florestal.gov.br/concessoes-florestais/proximas-concessoes/destaques1_proximas_concessoes/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=1809)>.

O resumo do Inventário Florestal Amostral da FLONA ITAITUBA I e II<sup>16</sup> forneceu dados volumétricos por área que se mostram úteis e aplicáveis ao estudo.

Na FLONA ITAITUBA I, considerando-se árvores com DAP  $\geq 50$ cm, o volume comercial médio foi de 67,65 m<sup>3</sup>/ha.

Na FLONA ITAITUBA II, considerando-se árvores com DAP  $\geq 50$ cm, o volume comercial médio foi de 73,8 m<sup>3</sup>/ha.

No resumo do Inventário Florestal Amostral da FLONA TRAIRÃO<sup>17</sup>, o volume médio de madeira por hectare foi de 61,69 m<sup>3</sup>, no entanto, ele está abaixo da média para a floresta amazônica. Isto pode ser explicado pela pressão de grupos econômicos, especialmente madeireiros que atuam na região.

No resumo do Inventário Florestal Amostral da FLONA JAMANXIM<sup>18</sup>, os resultados da análise estatística demonstraram que devem ser feitos ajustes na organização dos dados e no processo de amostragem para se ter resultados mais representativos da população amostrada, entre os quais existe a possibilidade de se agregar os três estratos (Ombrófila Densa, Ombrófila Aberta com Palmeiras, Ombrófila Aberta com Cipós) em uma população única.

Considerando que o volume comercial médio da FLONA TRAIRÃO não representa uma área muito preservada, adotou-se na presente metodologia o limiar do volume comercial médio por hectare que na FLONA ITAITUBA I foi de 67,65 m<sup>3</sup>/ha, atribuindo como volume médio para a área de estudo.

Tomando como base os dados do Inventário Florestal Amostral da FLONA ITAITUBA I e tendo como referência o Boletim de Preços Mínimos de Mercado, disponibilizados pela SEFA/PA<sup>19</sup>, o Valor de Comercialização das Madeiras (VCM) foi mensurado conforme quadro 5.

---

<sup>16</sup> Nas FLONAS ITAITUBA I e II o processo de amostragem de dados utilizado no inventário florestal foi o de amostragem em conglomerados, conforme pode ser consultado em: <[http://www.florestal.gov.br/index.php?option=com\\_docman&Itemid=387&gid=2135&lang=pt&task=doc\\_download](http://www.florestal.gov.br/index.php?option=com_docman&Itemid=387&gid=2135&lang=pt&task=doc_download)>.

<sup>17</sup> Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/planosmanejo>>

<sup>18</sup> Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/flona\\_jamanxim.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/flona_jamanxim.pdf)>

<sup>19</sup> Disponível em <http://www.sefa.pa.gov.br/index.php/contencioso/93-orientacoes/icms-orientacoes/1338-boletim-precos>

No ano de 2000, o valor estimado da madeira comercial por hectare foi de R\$ 5.039,93, enquanto em 2015, o valor estimado foi de R\$ 12.662,39. Ao longo dos anos, alguns valores se mantiveram os mesmos em razão da não atualização dos valores mínimos da madeira pautados pela Secretaria da Fazenda no Estado do Pará.

Quadro 5 – Estimativa do valor comercial de madeira em toras de 2000 a 2015.

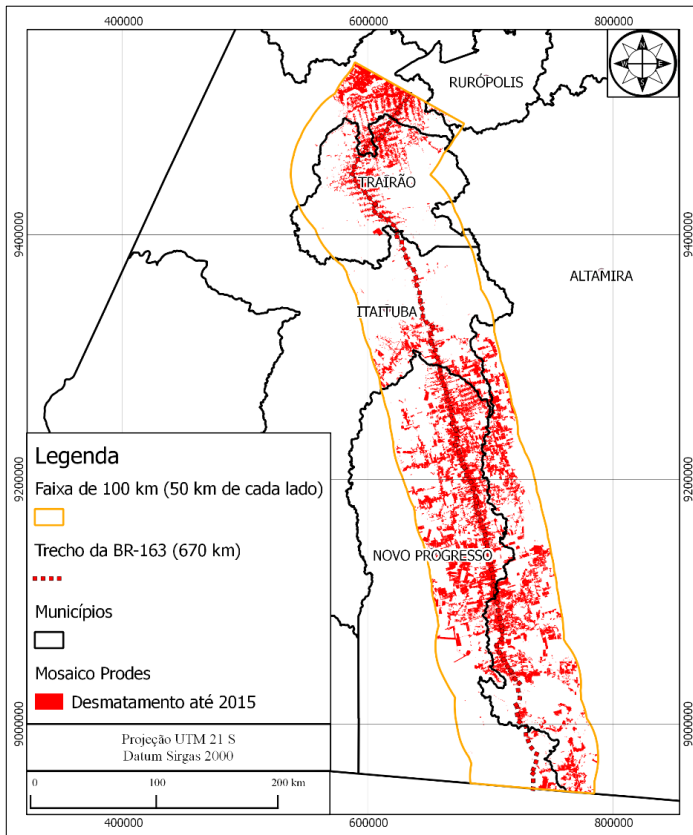
Ano	Valor da Mad. Branca Tora (R\$/m <sup>3</sup> de tora)	Valor da Mad. Vermelha (R\$/m <sup>3</sup> de tora)	Valor Médio da Mad. (R\$/m <sup>3</sup> de tora)	Volume de mad. Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	Valor de Madeira Comercial (R\$/ha)
2000	R\$ 65,00	R\$ 84,00	R\$ 74,50	67,65	R\$ 5.039,93
2001	R\$ 65,00	R\$ 84,00	R\$ 74,50	67,65	R\$ 5.039,93
2002	R\$ 65,00	R\$ 84,00	R\$ 74,50	67,65	R\$ 5.039,93
2003	R\$ 65,00	R\$ 84,00	R\$ 74,50	67,65	R\$ 5.039,93
2004	R\$ 65,00	R\$ 84,00	R\$ 74,50	67,65	R\$ 5.039,93
2005	<b>R\$ 65,00</b>	<b>R\$ 84,00</b>	<b>R\$ 74,50</b>	67,65	R\$ 5.039,93
2006	R\$ 65,00	R\$ 84,00	R\$ 74,50	67,65	R\$ 5.039,93
2007	<b>R\$ 83,00</b>	<b>R\$ 107,00</b>	<b>R\$ 95,00</b>	67,65	R\$ 6.426,75
2008	<b>R\$ 124,51</b>	<b>R\$ 148,51</b>	<b>R\$ 136,51</b>	67,65	R\$ 9.234,90
2009	R\$ 124,51	R\$ 148,51	R\$ 142,38	67,65	R\$ 9.632,01
2010	<b>R\$ 129,86</b>	<b>R\$ 154,90</b>	<b>R\$ 142,38</b>	67,65	R\$ 9.632,01
2011	R\$ 129,86	R\$ 154,90	R\$ 174,73	67,65	R\$ 11.820,48
2012	<b>R\$ 155,83</b>	<b>R\$ 193,63</b>	<b>R\$ 174,73</b>	67,65	R\$ 11.820,48
2013	R\$ 155,83	R\$ 193,63	R\$ 187,18	67,65	R\$ 12.662,39
2014	R\$ 155,83	R\$ 193,63	R\$ 187,18	67,65	R\$ 12.662,39
2015	<b>R\$ 166,93</b>	<b>R\$ 207,42</b>	<b>R\$ 187,18</b>	67,65	R\$ 12.662,39

Considerando as informações de desmatamento (corte raso) contidas nos arquivos do Projeto PRODES, a área desmatada até o ano de 2015, totalizou 1.269.179,39 ha, o que corresponde a 20,33 % da área total de estudo, conforme quadro 6 e figura 18:

Quadro 6 – Áreas desmatadas até o ano de 2015.

Ano	Origem dos Dados	Área Corte Raso (ha)	Área (%)
Anterior 1999	PDigital2013_shp	335.818,50	26,46%
2000	PDigital2013_shp	83.157,80	6,55%
2001	PDigital2013_shp	62.046,49	4,89%
2002	PDigital2013_shp	104.480,98	8,23%
2003	PDigital2013_shp	62.429,23	4,92%
2004	PDigital2013_shp	114.579,17	9,03%
2005	PDigital2013_shp	57.864,80	4,56%
2006	PDigital2013_shp	53.179,55	4,19%
2007	PDigital2013_shp	60.611,97	4,78%
2008	PDigital2013_shp	56.262,24	4,43%
2009	PDigital2013_shp	72.525,85	5,71%
2010	PDigital2013_shp	19.824,66	1,56%
2011	PDigital2013_shp	24.931,30	1,96%
2012	PDigital2013_shp	29.260,09	2,31%
2013	PDigital2015_shp	50.556,90	3,98%
2014	PDigital2015_shp	40.518,85	3,19%
2015	PDigital2015_shp	41.131,01	3,24%
<b>TOTAL</b>		<b>1.269.179,39 (20,33 %)</b>	<b>100%</b>
<b>Área de Estudo</b>		<b>6.242.880,22</b>	

Figura 18– Áreas desmatadas até o ano de 2015.



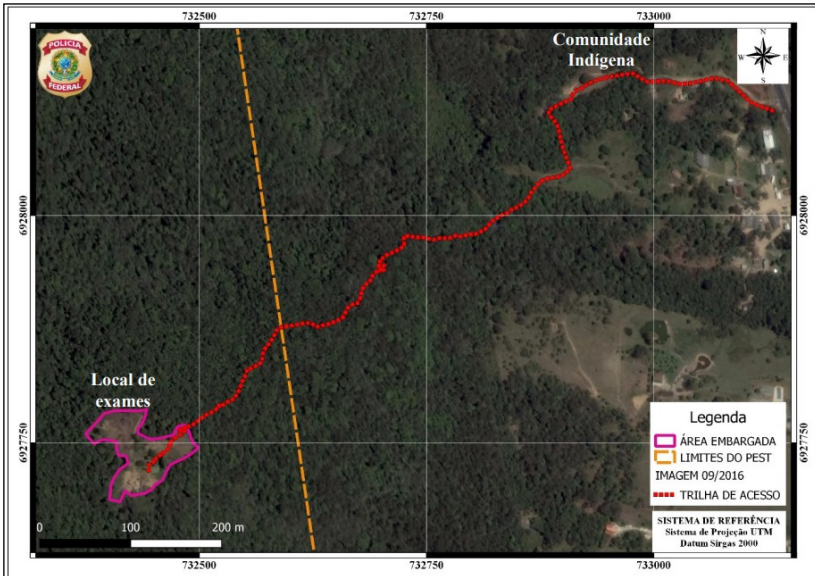
Nas perícias criminais ambientais de danos à flora (corte raso) que ocorrem em outras regiões e biomas do Brasil, por exemplo nas florestas ombrófilas e formações pioneiras (mangue e restinga) do bioma Mata Atlântica dos Estados do sudeste e sul do Brasil (figura 19), as áreas desmatadas são infinitamente menores quando comparadas com as existentes nas florestas ombrófilas do bioma Amazônico (figura 20).

Além disso, os produtos de sensoriamento remoto encontram-se bem mais disponíveis no sul e sudeste (quantidade de sensores, resolução espacial e temporal), se comparados àqueles existentes para a região norte.

Por esses e outros fatores, a metodologia apresentada no estudo em tela não traria bons resultados para a maioria dos exames periciais de corte

raso nas fitofisionomias do bioma Mata Atlântica nas regiões sul e sudeste, sendo mais adequado a utilização de sensores de alta resolução espacial e exames *in loco*.

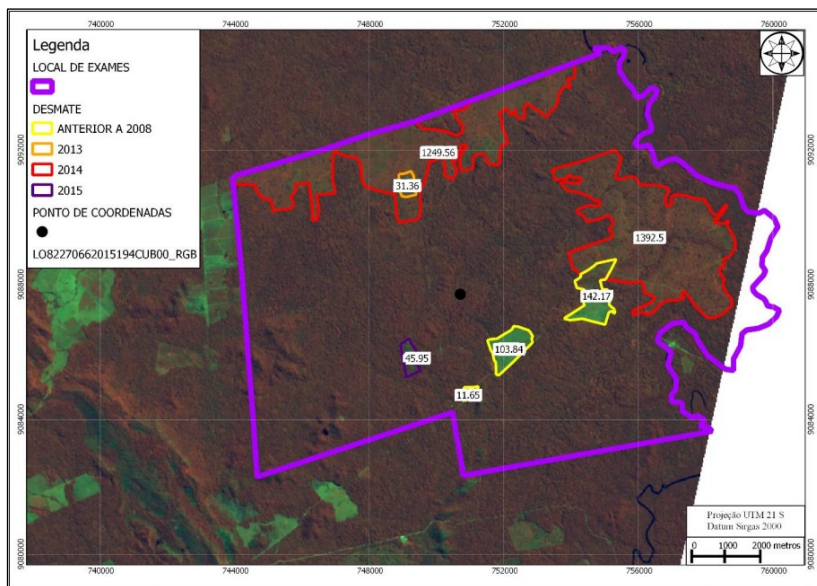
Figura 19 – Desmatamento a corte raso típico na região sul (floresta ombrófila do bioma Mata Atlântica), ocorrido no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – Palhoça/SC, cuja área desmatada perfaz aproximadamente 0,5 ha.



Fonte: Figura 2 do Laudo nº 805/2017 – SETEC/SR/PF/SC.



Figura 20 – Desmatamento a corte raso típico no Pará (floresta ombrófila do bioma Amazônico), ocorrido no município de Altamira, cuja área desmatada até 2015 perfaz aproximadamente 3000 ha.



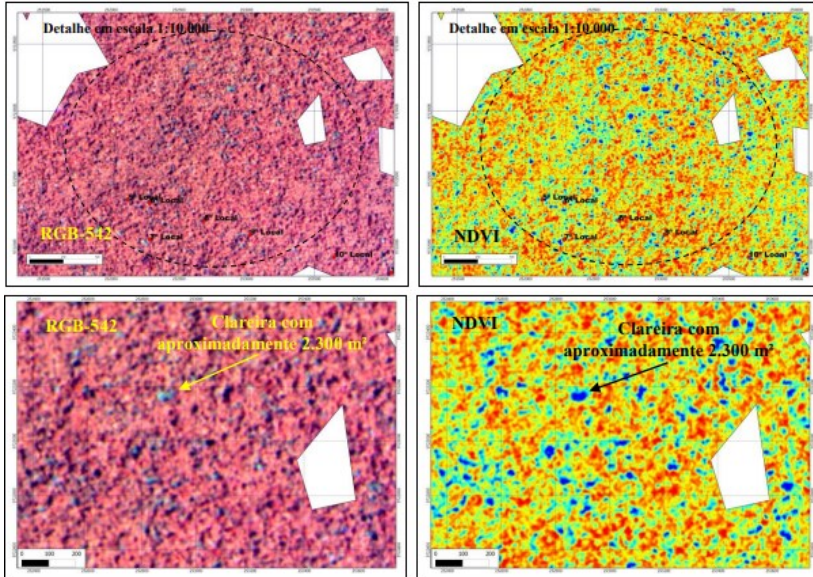
Fonte: Figura 5 do Laudo nº 684/2015 – SETEC/SR/DPF/PA.

No próprio bioma Amazônico, em casos que são realizadas degradações florestais preparativas para o desmatamento ("brocagem") e cicatrizes de incêndios florestais, inclusive aquelas detectadas por processos de amostragem pelo DETER (o tamanho da área amostrada e sua representatividade variam a cada mês de acordo com as condições atmosféricas e a disponibilidade de imagens de média resolução), sugere-se o uso de outras técnicas e metodologias, através de outras fontes de sensoriamento remoto.

Como exemplo, Matavelli e Pina (2017), para determinação da prova material referente à supressão pontual e retirada de madeira na Reserva Extrativista "Verde Para Sempre", não detectadas pelo DETER e PRODES, utilizaram imagens provenientes do satélite *RapidEye*, resolução espacial de 5 m, compatível com a escala 1:25.000. A utilização das bandas vermelho (630 – 685  $\mu\text{m}$ ) e infravermelho próximo (760 – 850  $\mu\text{m}$ ) foram úteis para a elaboração do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), índice importante no estudo de vegetação, pois

evidencia o vigor e a caracterização da vegetação da área de interesse (figura 21).

Figura 21 – Imageamento através do sensor de satélite *RapidEye* (ano de 2012) em áreas de “brocagem”, no interior da Reserva Extrativista Verde Para Sempre, município de Porto de Moz – PA, clareira identificada com aproximadamente 2300 m<sup>2</sup>.



Fontes: Matavelli e Pina (2017); Figuras 6 e 7 do Laudo nº 480/2014 – SETEC/SR/DPF/PA.

Adotando-se a metodologia de valoração do presente estudo, estima-se que o valor de madeira comercial explorado no local de exames ultrapassa a quantia de 6,8 bilhões de reais (valores sem correção ou atualização monetária). Em valores corrigidos para o ano base de 2015, teremos a importância de aproximadamente 11,8 bilhões, conforme demonstra o quadro 7, a seguir:

Quadro 7 – Estimativa do valor de madeira explorada de 2000 a 2015 na área de estudo.

Ano	Área Corte Raso (ha)	Valor de Madeira Comercial (R\$/ha)	Valor de Madeira Comercial por ano (R\$/ano)
2000	83.157,80	R\$ 5.039,93	R\$ 419.109.075,17
2001	62.046,49	R\$ 5.039,93	R\$ 312.709.656,11
2002	104.480,98	R\$ 5.039,93	R\$ 526.576.303,13
2003	62.429,23	R\$ 5.039,93	R\$ 314.638.637,01
2004	114.579,17	R\$ 5.039,93	R\$ 577.470.423,36
2005	57.864,80	R\$ 5.039,93	R\$ 291.634.252,14
2006	53.179,55	R\$ 5.039,93	R\$ 268.020.943,53
2007	60.611,97	R\$ 6.426,75	R\$ 389.537.978,20
2008	56.262,24	R\$ 9.234,90	R\$ 519.576.244,57
2009	72.525,85	R\$ 9.632,01	R\$ 698.569.494,88
2010	19.824,66	R\$ 9.632,01	R\$ 190.951.263,89
2011	24.931,30	R\$ 11.820,48	R\$ 294.700.045,21
2012	29.260,09	R\$ 11.820,48	R\$ 345.868.440,31
2013	50.556,90	R\$ 12.662,39	R\$ 640.171.121,79
2014	40.518,85	R\$ 12.662,39	R\$ 513.065.430,40
2015	41.131,01	R\$ 12.662,39	R\$ 520.816.838,30
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>933.360,89</b>	<b>R\$ 12.662,39</b>	<b>R\$ 11.818.579.599,93</b>
<b>TOTAL<sup>2</sup></b>	<b>933.360,89</b>		<b>R\$ 6.823.416.148,02</b>

<sup>1</sup> Valores corrigidos para o ano base de 2015.

<sup>2</sup> Valores sem correção ou atualização monetária.

A figura 22 mostra que os anos de 2002 e 2004 obtiveram as maiores taxas de desmatamento.

Conforme estudo do IPAM<sup>20</sup>, a partir do ano 2000, com o crescimento da produção de grãos, a Cuiabá–Santarém começa a despontar como nova rota para baratear o transporte da soja produzida na região central e norte do Mato Grosso, despertando o interesse do governo

<sup>20</sup> [http://ipam.org.br/wp-content/uploads/2005/03/estudo\\_de\\_caso\\_a\\_rodovia\\_br-163\\_e\\_o\\_desa.pdf](http://ipam.org.br/wp-content/uploads/2005/03/estudo_de_caso_a_rodovia_br-163_e_o_desa.pdf)

e dos empresários pela sua pavimentação. Esse fato motivou as empreiteiras responsáveis pelos quatro lotes anteriormente licitados a se reunirem em um consórcio construtor, ficando com a responsabilidade de deixar todo o trecho trafegável até 2002.

Nesse período, foram realizadas obras de terraplenagem e de revestimento primário nos locais onde existia a maior concentração de atoleiros, e foram pavimentados 30 quilômetros da rodovia entre Campo Verde (km 30), no cruzamento entre a Cuiabá–Santarém e a Transamazônica, e a cidade de Trairão. Esse mesmo trecho, somado ao trecho da Transamazônica de Campo Verde a Miritituba, foi alvo de análise do Estudo de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), contratado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) em 2002, para avaliar os impactos da pavimentação da rodovia.

Assim, pode-se inferir que o início das obras de terraplenagem e de revestimento primário nos locais onde existia a maior concentração de atoleiros contribuiu para o aumento das taxas de desmatamento no período.

No ano de 2010 foram observadas as menores taxas de desmatamento, em razão da publicação do Decreto nº 6514, de 22 de julho de 2008, que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências e principalmente pelo aumento da fiscalização. No período, o desmatamento ilegal na Amazônia foi combatido em duas grandes frentes, a Operação Guardiões da Amazônia, conduzida pelo Ibama, e a Operação Arco de Fogo, conduzida pela Polícia Federal, com apoio do Ibama.

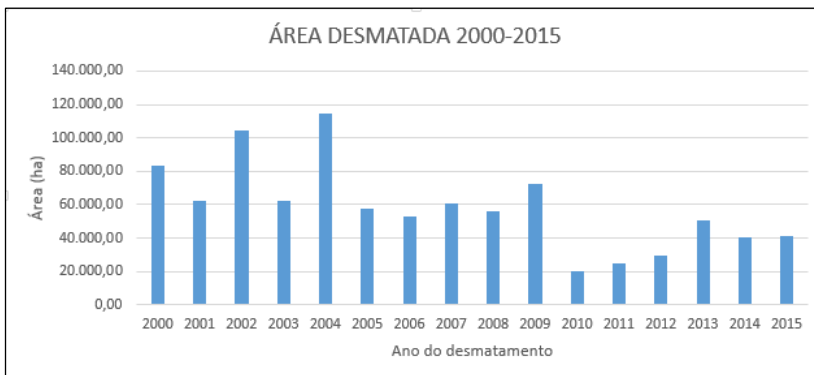
Enquanto a operação do Ibama tinha caráter preventivo, procurando evitar a derrubada da floresta, a Arco de Fogo atuava como um aríete sobre os grandes conglomerados de ilícitos ambientais, efetuando prisões em flagrante e responsabilizando criminalmente os infratores.

A estratégia das operações se concentrou em grandes ações de efeito pedagógico e dissuasório, baseada na descapitalização dos desmatadores com a apreensão de bens e produtos do crime ambiental, além da utilização de dados de sensoriamento remoto e de inteligência no planejamento e execução das ações de comando e controle.

No ano de 2013, as taxas de desmatamento voltaram a crescer no local de estudo, período que coincide com a publicação e entrada em vigor do Novo Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, bem

menos rigoroso que o Código anterior, que dentre as diversas mudanças, concede anistia de multas por desmatamento ilegal.

Figura 22 – Gráfico das áreas desmatadas entre 2000 e 2015.



Ao compararmos o valor da madeira comercial em toras extraída com base no estudo (corte raso - madeira legal ou ilegal) e a soma dos PIBs dos quatro principais municípios da área de estudo (Altamira, Itaituba, Novo Progresso e Trairão) entre os anos de 2000 e 2010, verifica-se que no início do período o valor da madeira comercial extraída (grande parte ilegal) correspondia a 93 % do PIB daqueles municípios.

No final da década, o valor da madeira comercial extraída representava apenas 11 % da soma dos PIBs dos 4 municípios. Tal mudança se deve em grande parte pelo aumento do PIB dos quatro municípios, através da iniciação de outras atividades econômicas, nas áreas de energia, mineração e agropecuária.

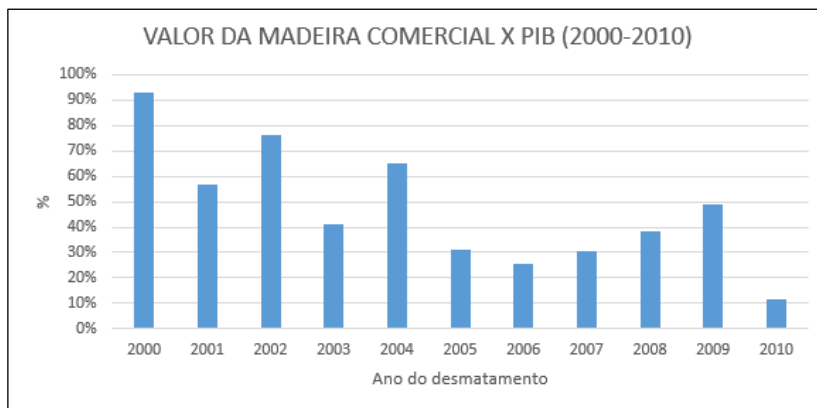
O quadro 8 e o gráfico da figura 23 apresentam em maiores detalhes as informações acima descritas.

Quadro 8 – Comparação entre o valor de madeira comercial em toras extraída com base no estudo e o PIB dos quatro municípios.

Ano	Valor de Madeira Comercial por ano (R\$/ano)	PIB (4 municípios) (R\$/ano)	Valor da Madeira Comercial/PIB (%)
2000	R\$ 419.109.075,17	R\$ 451.206.010,00	93%
2001	R\$ 312.709.656,11	R\$ 551.516.856,00	57%
2002	R\$ 526.576.303,13	R\$ 688.118.632,00	77%

2003	R\$ 314.638.637,01	R\$ 763.187.659,00	41%
2004	R\$ 577.470.423,36	R\$ 883.293.655,00	65%
2005	R\$ 291.634.252,14	R\$ 929.783.365,00	31%
2006	R\$ 268.020.943,53	R\$ 1.057.841.551,00	25%
2007	R\$ 389.537.978,20	R\$ 1.273.912.815,00	31%
2008	R\$ 519.576.244,57	R\$ 1.352.824.114,00	38%
2009	R\$ 698.569.494,88	R\$ 1.432.240.569,00	49%
2010	R\$ 190.951.263,89	R\$ 1.671.301.673,00	11%

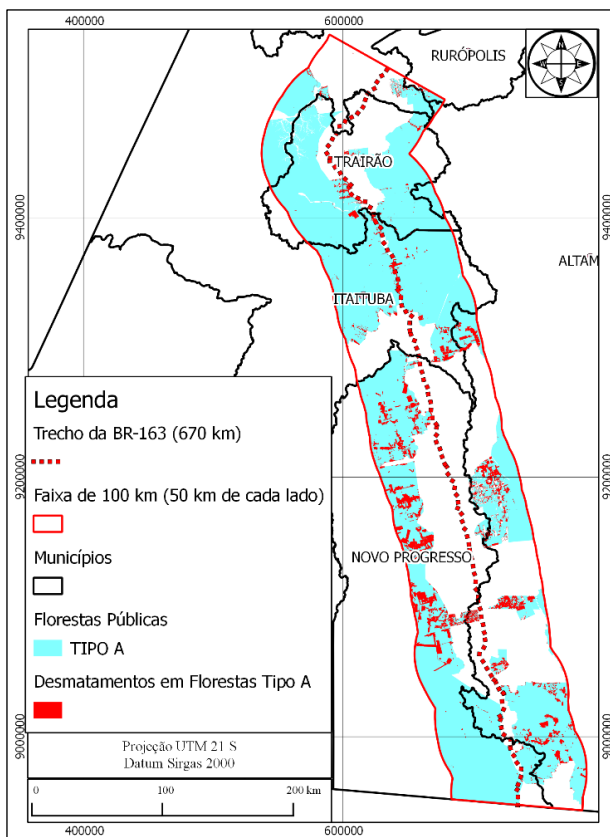
Figura 23 – Gráfico representando os valores de madeira comercial explorados em relação aos PIBs anuais dos 4 municípios entre 2000 e 2010.



#### 4.1 MADEIRA EXTRAÍDA IRREGULARMENTE DE FLORESTAS PÚBLICAS

Considerando que o local de estudo apresenta 59,00 % da área com Floresta Pública Tipo A, onde não é permitido o corte raso, ou seja, a supressão de vegetação corresponde a exploração ilegal, até o ano de 2015 foi estimada uma área de desmatamento de 481.778,01 ha. Considerando o valor de mercado da madeira atualizado para o ano de 2015, estima-se um valor de madeira comercial explorado em torno de 6,1 bilhões de reais, conforme figura 24 e quadro 9:

Figura 24 – Desmatamento ilegal através do corte raso em Floresta Tipo A.



Quadro 9 – Desmatamento ilegal através do corte raso em Floresta Tipo A.

Ano	Desmate Floresta Tipo A (ha)	Valor de Madeira Comercial (R\$/ha)	Valor de Madeira Comercial por ano (R\$/ano)
Anterior à 2012	395.314,41	R\$ 12.662,39	R\$ 5.005.624.737,90
2013	32.919,76	R\$ 12.662,39	R\$ 416.842.798,68
2014	19.517,06	R\$ 12.662,39	R\$ 247.132.600,98
2015	34.026,78	R\$ 12.662,39	R\$ 430.860.316,27
<b>Total</b>	<b>481.778,01</b>		<b>R\$ 6.100.460.453,82</b>

## 4.2 VALORAÇÃO PELO CÁLCULO DO VUD

No caso em tela, foram adotadas algumas simplificações de cálculo que, sem abrir mão de princípios técnicos, fornecessem parâmetros mínimos para dar respaldo a medidas judiciais cabíveis.

O Valor de Uso Direto (VUD) mínimo, pode ser restringido ao valor da madeira comercial extraída ilegalmente (R\$ 12.662,39/ha) e ao custo de recuperação (figura 25), considerando a metodologia de baixo enriquecimento com condução de regeneração (plantio de 400 mudas/ha), a um custo de R\$ 6.032,00, segundo Silva e Nunes (2017), totalizando R\$ 18.694,39/ha.

Não foram contabilizados explicitamente os prejuízos ambientais referentes aos serviços ambientais e ecossistêmicos da floresta, tais como (COSTANZA *et al.*, 1997):

a) regulação gasosa climática, pela fixação de carbono atmosférico na biomassa da floresta;

b) proteção do solo, pela cobertura feita pelo dossel vegetativo e pela serapilheira, amenizando o efeito erosivo provocado pelo impacto das gotas da chuva;

c) formação do solo;

d) regulação do ciclo hidrológico, pela acentuada infiltração das águas pluviais promovida por esse tipo de ecossistema, diminuindo o nível das cheias e contribuindo para o aumento das vazões dos cursos d'água nos períodos de estiagens;

e) tratamento de resíduos e filtragem de produtos tóxicos;

f) melhoria na qualidade das águas, como consequência da diminuição da erosão pluvial e eólica dos solos protegidos por esses ecossistemas;

g) ciclagem de nutrientes, proporcionada pelo sistema radicular profundo das plantas arbóreas que trazem esses nutrientes à biomassa subterrânea e aérea das plantas, sendo liberadas nas camadas mais superficiais do solo (apodrecimento de raízes, queda de folhas, frutos, ramos e troncos);

h) sequestro de carbono atmosférico fixado na biomassa das plantas que compõem a floresta, inclusive na cobertura morta (folhas e ramos e troncos) depositada na superfície do solo, e fixado pelo restante da biota existente nesses ecossistemas;

i) conservação da biodiversidade da fauna e da flora;

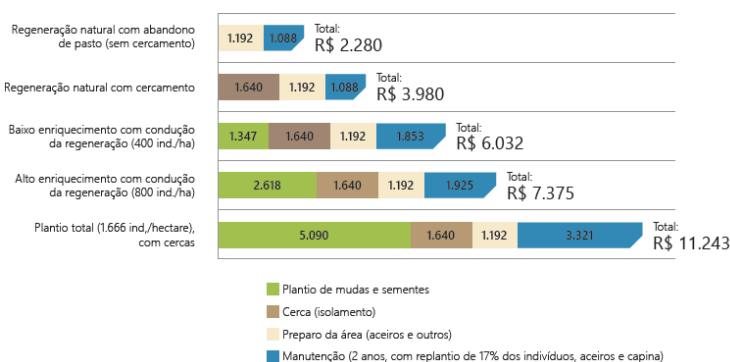
j) recreação, representada pelas atividades de ecoturismo em parques e outras unidades de conservação ou mesmo em outras áreas florestadas mesmo que sem regime especial de proteção pelo Estado.



Porém, se considerarmos que a recuperação avaliada em R\$ 6.032,00, quando devidamente conduzida, restabelece, a um médio/longo prazo, as múltiplas funções da floresta, o método acaba por englobar os outros componentes do Valor de Uso (VU), principalmente o Valor de Uso Indireto (VUI), que por definição atribui valores a um recurso natural quando seus benefícios derivam de funções ecossistêmicas.

No entanto, por se tratar de questão complexa individualizar para o VUD e VUI cada componente do custo da recuperação, optou-se em manter o referido custo associado ao VUD.

Figura 25 – Custos de recuperação (R\$/ha) em diferentes métodos, sem exploração madeireira.



Fonte: Silva e Nunes (2017).

Considerando o volume de madeira comercial extraído ilegalmente até 2015, ao preço R\$ 12.662,39/ha, numa área de aproximadamente 482.000 ha, associado ao custo de recuperação de R\$ 6.032,00/ha, o VUD/VERA perfaz o montante de no mínimo 9 bilhões de reais para a área em estudo, conforme quadro 10:

Quadro 10 – Valoração do desmatamento ilegal através do corte raso em Floresta Tipo A.

Ano	Desmate Floresta Tipo A (ha)	Custo da Recuperação (R\$/ha)	Valor de Madeira Comercial por ano (R\$/ano)	Total (R\$)
Anterior à 2012	395.314,41	R\$ 2.384.536.521,12	R\$ 5.005.624.737,90	R\$ 7.390.161.259,02
2013	32.919,76	R\$ 198.571.992,32	R\$ 416.842.798,68	R\$ 615.414.791,00

2014	19.517,06	R\$ 117.726.905,92	R\$ 247.132.600,98	R\$ 364.859.506,90
2015	34.026,78	R\$ 205.249.536,96	R\$ 430.860.316,27	R\$ 636.109.853,23
<b>Total</b>	<b>481.778,01<sup>21</sup></b>	<b>R\$ 2.906.084.956,32</b>	<b>R\$ 6.100.460.453,82</b>	<b>R\$ 9.006.545.410,15</b>

Cabe destacar que, nesta metodologia também não foi computado o valor correspondente aos produtos não madeireiros, conforme descritos no trabalho publicado pela ITTO (s/d):

Grupo 1 – Produtos onde a transição para sistemas de cultivo ou produtos substitutos já está completa ou em fase avançada, mas que ainda continuam, de maneira intermitente ou não, a serem alocados na floresta. Como principais exemplos tem-se a borracha, o jaborandi, o açaí e a castanha-de-caju;  
Grupo 2 – Produtos em que a oferta e a demanda coexistem em contínua tensão, refletindo diretamente nos preços e, em casos como o da Castanha do Pará, na competitividade do produto no mercado internacional;

Grupo 3 – Produtos vegetais não-madeireiros que ainda são comercializados, mas que não sofrem pressão da demanda sobre o seu estoque máximo. Muitos desses produtos, como a sorva, maçaranduba, buriti, licuri e o jatobá ainda possuem importância no mercado local, regional ou nacional, para o caso das resinas e podem ter as suas demandas acrescidas sem prejuízo dos estoques naturais;

Grupo 4 – Produtos alocados em pequenas quantidades, mas que têm alcances econômicos local, regional, nacional e internacional, tais como as plantas medicinais (cascas, raízes, caules, folhas, galhos, látex, o cipó-titica, o tímbo, barbatimão, ucuquirana, etc).

---

<sup>21</sup> Ressalta-se que em alguns casos, os desmatamentos ocorreram anteriormente à criação das Unidades de Conservação, Terras Indígenas, etc, ou seja, as áreas ainda não possuíam o status de Florestas Públicas Tipo A. No entanto, tratavam-se de Florestas Públicas sem destinação, cuja supressão de vegetação através do corte raso ou manejo florestal deveriam ser autorizadas pela União.

Em seu estudo, KLOTZ (2016) concluiu que uma floresta avaliada estava em estágio avançado de regeneração e atribuiu a “n” o tempo de 35 anos. Para a taxa social de retorno do capital, adotou-se a taxa calculada de 5,43% a.a e valor anual dos serviços ambientais em R\$ 10.863,43/ha para Floresta Ombrófila Densa. Após a inserção dos dados na planilha eletrônica, o VUI calculado foi de R\$ 49.183,07/ha. A figura 26 mostra imagem da planilha eletrônica com o valor calculado do dano ambiental referente ao estudo de caso em Floresta Ombrófila Densa no Estado da Bahia.

Figura 26 – Planilha eletrônica para Valoração do Dano ao Ecossistema Florestal em Floresta Ombrófila Densa.

	A	B	C	D	E	F
1		Custo	Tempos referenciais de "n" (anos)			Tempo "p" (anos)
2		Restauração Florestal	Estágio Inicial	Estágio Médio	Estágio Avançado	Floresta Primária
3	Tipologia Vegetacional	R\$/hectare				
4	Floresta OD (D)	8.612,43	5 a 10	10 a 30	25 a 59	60
5	Caatinga (T)	6.696,30	5 a 10	10 a 25	25 a 49	50
6	Cerrado (S)	7.328,21	5 a 10	10 a 25	25 a 49	50
7				jul/15		
8						
9	Valor anual dos serviços ambientais (R\$/ha) =			<b>10.863,43</b>	para Floresta Ombrófila Densa	
10				<b>8.408,96</b>	para Savana e Savana-Estépica	
11	Área atingida:	<b>3,7</b>	hectares			
12	Tempo "n":	<b>35</b>	anos			
13	Taxa social de retorno do capital:			<b>5,43</b>	% a. a.	
14	Tipologia vegetal (D, S ou T):		<b>D</b>	Floresta Ombrófila Densa		
15	Valor de Uso Direto/ha (VUD/ha):			<b>54.811,66</b>		
16	Valor de Uso Indireto/ha (VUI/ha):			<b>49.183,07</b>		
17	Valor do dano ao Ecossistema Florestal/ha (VDEF/ha):				<b>103.994,73</b>	
18	Valor Total do Dano ao Ecossistema Florestal (VDEF):				<b>384.780,50</b>	

Fonte: Klotz (2016).

Em desmatamentos de áreas pequenas do bioma Mata Atlântica, a utilização da taxa social de retorno e do VUI na composição do VERA, torna-se fundamental para que o crime não compense ao infrator, pois na maioria dos casos, os valores do metro quadrado em regiões como os litorais do nordeste, sudeste e sul, superam em muito a valoração do dano ambiental.

Como exemplo, a área desmatada da figura 19, aproximadamente 0,5 ha do bioma Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina, seria

valorada em R\$ 9.347,19 pela metodologia do presente estudo e R\$ 51.997,36 pela metodologia adotada por KLOTZ (2016). Desta forma, a segunda metodologia se aplicada, seria bem mais adequada como forma de coibir crimes futuros pelo infrator.

No bioma Amazônico, atualmente, a principal dificuldade em se aferir uma taxa social de retorno e utilizar o VUI na composição do VERA, relaciona-se à aceitação da metodologia no âmbito judicial, pois os valores das indenizações seriam exorbitantes, em razão da grande extensão das áreas desmatadas.

Como exemplo, a área desmatada da figura 20, aproximadamente 3000 ha, seria valorada em R\$ 56.083.170,00 pela metodologia do presente estudo e em R\$ 311.984.190,00 pela metodologia adotada por KLOTZ (2016). É mais provável que o suposto infrator tenha auferido vantagens com o crime cometido no valor próximo a 50 milhões de reais, o que poderia ser bloqueado e posteriormente recuperado pelas vias judiciais. No presente caso, valores próximos a 300 milhões dificilmente seriam recuperados pela justiça.

Matavelli e Sadalla Netto (2017) apresentam em seu estudo que durante o ano de 2015, perícias no Estado do Pará que geraram 28 Laudos Periciais, foram realizadas em 14 municípios diferentes, sendo Altamira responsável por 9 Laudos. Quanto aos tipos de exames, 64 % relacionavam-se ao desmatamento, 25% à mineração e 11 % à mineração e desmatamento concomitantemente. Quanto aos métodos de exames, 71% foram utilizadas informações dos autos e técnicas de sensoriamento remoto e 29 % foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e perícia de local. Apenas em 21 % dos casos não foi possível identificar algum responsável pelos danos, demonstrando a importância das informações disponíveis no Cadastro Ambiental Rural. A área total explorada ou danificada que foi periciada correspondeu a mais de 13.400 ha, sendo que apenas 197,76 ha (1,5 % do total) foram identificadas em perícias de local, ou seja, 98,5 % dos indícios de exploração foram obtidos utilizando apenas técnicas de sensoriamento remoto, demonstrando a importância e eficiência quando da aplicação dessas técnicas. Apesar de apenas 46 % dos Laudos indicarem a Valoração dos Danos Ambientais, o montante ultrapassa os 110 milhões de reais. Somente os crimes de desmatamento correspondem a 93,6 % da área total explorada e 74,9 % do montante financeiro baseado na metodologia descrita nesta dissertação (não foram utilizados custos de recuperação), correspondente à Valoração dos Danos Ambientais, conforme quadro 11:

Quadro 11 – Informações correspondentes aos tipos de exames e Valoração dos Danos Ambientais.

Tipo de Exame	Nº Laudos	Área dos Danos (ha)	Área do Danos (%)	Valoração dos Danos (R\$)	Valoração dos Danos (%)
Desmatamento	18	12.571,53	93,6%	R\$ 83.560.593,35	74,9%
Mineração	7	168,55	1,3%	R\$ 2.906.935,94	2,6%
Mineração/ Desmatamento	3	696,6	5,2%	R\$ 25.045.712,69	22,5%
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>13.436,68</b>	<b>100,00%</b>	<b>R\$ 111.513.241,98</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Matavelli e Sadalla Netto (2017).

Os laudos periciais criminais produzidos em 2015 pelo Setor Técnico-Científico da Polícia Federal no Estado do Pará, elaborados com valoração dos danos, foram apresentados ao MPF e Justiça Federal, servindo como ponto de partida para algumas ações futuras.

Notícias veiculadas no sítio da *internet* do Ministério Público Federal do Pará, colaboram para a concretização dessas ações.

Como exemplo, tivemos a deflagração da Operação Rios Voadores ocorrida em julho de 2016<sup>22</sup>, que apurou os prejuízos ambientais em R\$ 420 milhões, baseados em informações de laudos periciais criminais.

O exemplo mais recente, é o Programa Amazônia Protege<sup>23</sup>, lançado em novembro de 2017.

O programa propõe uma nova metodologia de trabalho e utiliza imagens de satélite para instaurar ações civis públicas contra os responsáveis pelos maiores polígonos de desmatamento ilegal registrados na Amazônia entre 2015 e 2016.

São apresentados como prova, laudos periciais elaborados a partir das imagens geoespaciais do Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES/INPE).

As imagens foram periciadas por técnicos do Ibama e do MPF, para comprovar o desmatamento ilegal.

As ações do projeto são ações civis, que buscam a reparação do dano ambiental à situação anterior ao desmatamento. Além disso, pedem pagamento de indenização por danos materiais, calculada no valor de R\$ 10.742,00 por hectare de vegetação removida, conforme nota técnica do

<sup>22</sup> Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/noticias-pa/operacao-rios-voadores-aj-vilela-e-presos-em-sao-paulo>. Acesso em 20/02/2018.

<sup>23</sup> Disponível em: <http://www.amazoniaprotege.mpf.mp.br/prova-pericial>. Acesso em 20/02/2018.

Ibama. O MPF também pede indenização por dano moral coletivo, uma vez que a degradação ambiental traz prejuízos imateriais à toda a coletividade.

## 5 CONCLUSÃO

A região em estudo vem dependendo economicamente cada vez menos da indústria madeireira e da exploração florestal, seja pela diminuição da oferta de madeira de qualidade, seja pela implantação de outras atividades econômicas, nas áreas de energia, mineração e agropecuária.

A metodologia apresentada no estudo e utilizada a partir de 2015 pelo Setor Técnico-Científico da Polícia Federal no Estado do Pará, trouxe resultados expressivos quanto à valoração dos danos ambientais causados por desmatamentos no Estado (aproximadamente 83 milhões de reais em 18 laudos elaborados), servindo como ponto de partida para algumas ações futuras do Ministério Público Federal do Pará, devendo ser aperfeiçoada continuamente, através do acréscimo de outras variáveis e um número maior de levantamento de dados de inventários florestais confiáveis, podendo ser utilizada em grandes áreas, como no estudo apresentado (aproximadamente 480.000 ha de floresta desmatada irregularmente), cuja valoração do dano ambiental em Florestas Tipo A superou os 9 bilhões de reais.

Apesar da simplicidade da metodologia, por não considerar critérios subjetivos (bem frágeis para se sustentarem judicialmente) e utilizar preços de instituições oficiais, os resultados finais obtidos (R\$/ha), por representarem valores mínimos da valoração do dano extremamente confiáveis, podem ser utilizados com segurança e clareza pelas autoridades na persecução penal.

No entanto, não traria bons resultados para a maioria dos exames periciais de corte raso nas formações pioneiras (mangue e restinga) e florestas ombrófilas do bioma Mata Atlântica nas regiões sul e sudeste e degradação através de “brocagem” nas florestas do bioma Amazônico, sendo mais adequado a utilização de sensores de alta resolução espacial ou exames *in loco*.

Através do aperfeiçoamento da metodologia, poderão ser atribuídos outros elementos na valoração do dano ambiental, por exemplo, preços de madeira de lei e não só as brancas e vermelhas, volume total de madeira suprimida e não apenas o comercial. No entanto, torna-se necessário informações mais precisas de inventários florestais e levantamentos obtidos em campo, tornando a perícia menos eficiente e de maior custo.

No bioma Amazônico, atualmente, a principal dificuldade em se aferir uma taxa social de retorno e utilizar o VUI na composição do VERA, relaciona-se à aceitação da metodologia no âmbito judicial, pois

os valores das indenizações seriam exorbitantes, em razão da grande extensão das áreas desmatadas.

No entanto, em desmatamentos de áreas pequenas do bioma Mata Atlântica, torna-se fundamental aferir uma taxa social de retorno e utilizar o VUI na composição do VERA para que o crime não compense ao infrator, pois na maioria dos casos, os valores do metro quadrado em regiões como os litorais do nordeste, sudeste e sul, superam em muito a valoração do dano ambiental.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto permite uma maior eficiência na produção de Laudos Periciais Ambientais na Amazônia.

As informações do Cadastro Ambiental Rural são extremamente importantes na identificação dos responsáveis pelos danos, cabendo esforços por parte dos entes periciais e de fiscalização, para que essas informações estejam disponíveis sem restrições.

Através da utilização dessa metodologia para se combater crimes ambientais nessa região e em outras com as mesmas características, ocorrerá um aumento do número de áreas periciadas cujo o dano será constatado e também valorado, respeitando o rigor científico e buscando a diminuição da sensação de impunidade quando se trata de crimes ambientais.



## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Ane. *et al.* **Desmatamento na Amazônia: Indo Além da Emergência Crônica**. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), 2004, 89 p.
- ALVES, Elizete Lanzoni. **Elementos de responsividade ambiental-estatal no enfrentamento dos danos ambientais**. Direito Ambiental e Sociedade, Caxias do Sul: Educs, v. 2, n. 1, 2012.
- ALVES, Pedro Assumpção. *et al.* **Explorando as relações entre a dinâmica demográfica, estrutura econômica e no uso e cobertura da terra no sul do Pará**. INPE, São José dos Campos, 2008.
- ARAÚJO, Romana Coêlho de. **Procedimentos Prévios para Valoração Econômica do Dano Ambiental em Inquérito Civil Público**. 2003. 136f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- AZEVEDO-RAMOS, Cláudia. *et al.* **Florestas públicas na Amazônia: designar para desenvolver e conservar**. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), 2016.
- BARBOSA, Ana Paula. *et al.* Consideração sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central. **Parcerias Estratégicas**, Manaus, v.12, p. 43-57, 2001.
- BARRETO, Paulo; ARAÚJO, Elis; BRITO, Brenda. **A impunidade de crimes ambientais em áreas protegidas federais na Amazônia**. In: Imazon, Belém, Jun. 2009. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br>>. Acesso em: 10 de mar. de 2017.
- BARROS, Ana Cristina; VERÍSSIMO, Adalberto. **A expansão madeireira na Amazônia: Impactos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Pará**. 2.ed. IMAZON, Belém, Pará. 2002.166p.
- BRANDÃO JÚNIOR, Amintas de Oliveira. *et al.* **Desmatamento e estradas não-oficiais da Amazônia**. Simpósio Brasileiro de

Sensoriamento Remoto, Florianópolis, SC. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007, p. 2357-2364.

BRASIL, **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 mar. de 2017.

BUENO, Alexandre. **Desmatamento e Manejo Florestal no Município de Jacundá-PA**. 2016. 103f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia) – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, Pará, 2016.

CABRAL, Eugênia Rosa; GOMES, Sérgio Castro. **Gestão ambiental pública em municípios com forte correlação desmatamento e expansão da pecuária, da soja e da madeira**. Ensaio FEE, Porto Alegre, v.34, n.1, jul. 2013, p.167-194.

CAMARA, Gilberto; VALERIANO, Dalton; VIANEI, João. **Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal**. INPE, São José dos Campos, São Paulo. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia\\_TaxaProdes.pdf](http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia_TaxaProdes.pdf)>. Acesso em: 20 de fev. de 2017.

CARVALHO, André Cutrim. **Expansão da fronteira agropecuária e a dinâmica do desmatamento florestal na Amazônia Paraense**. Tese de doutorado. Campinas: IE/Unicamp, 2012.

CASTRO, Alisson Silva de; ANDRADE, Daniel Caixeta. **O custo econômico do desmatamento da Floresta Amazônica brasileira (1988-2014)**. Perspectiva Econômica, v. 12, n. 1, p. 1–15, 2016.

CASTRO, Edna. **Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia**. Novos Cadernos NAEA, v. 8, n. 2, p. 5-39, Pará, dez. 2005.

CASTRO, Edna. **Políticas de ordenamento territorial, desmatamento e dinâmicas de fronteira**. Novos Cadernos NAEA, v. 10, n.2, p. 105-126, Belém, dez. 2007.

- CLEMENT, Charles R.; HIGUCHI, Niro. **A floresta amazônica e o futuro do Brasil**. Ciência e Cultura, v.58, n.3, p.44-49, 2006.  
Disponível em:  
<<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v58n3/a18v58n3.pdf>>. Acesso em 10 de fev. 2017.
- COLOMBO, Silvana. **Dano ambiental**, 2006. Disponível em:  
<<http://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/texto.asp?id=1256>>.  
Acesso em: 07 de mai. de 2017.
- CORDIOLI, Maria Luiza Apolinário. **Aplicação de Diferentes Métodos de Valoração Econômica do Dano Ambiental em um Estudo de caso da Perícia Criminal do Estado de Santa Catarina**. 2013. 154f. Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.
- CORRÊA, R.S.; ABREU, G.R.A. **O dano a Unidades de Conservação nos termos do artigo 40 da Lei de Crimes Ambientais**. Rev. Bras. Crimin. 3(2), 11-16, 2014.
- COSTA, Marcelo Ednan Lopes da. *et al.* **Respostas de Protesto na Disposição a Pagar Espontânea e Induzida nas Técnicas de Lances Livres e Referendo pelo Método de Valoração Contingente**. Biodiversidade, v. 14, n. 1, 2015.
- COSTA, Solange Maria Gayoso da. **Agronegócio e Migração na Amazônia: Mobilidade, Provisoriedade e Permanência na BR-163**. 4º Anais do 4º Encontro Internacional e 11º Encontro Nacional de Política Social. Vitória (ES), v. 1, n. 1, 2016.
- COSTANZA, Robert. *et al.* **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. Nature, Nature 387, 1997. p. 253-260.
- COSTANZA, Robert. *et al.* Changes in The Global Value of Ecosystem Services. **Global Environmental Change**, v. 26, 2014. p. 152-158.
- COTRIM, Julio. **Modelos de Valoração Econômica de Danos ambientais a partir de um estudo de caso**. 2012. 152f. Dissertação (Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial) - Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2012.

COY, Martin; KLINGLER, Michael. **Frentes pioneiras em transformação: o eixo da BR-163 e os desafios socioambientais.** Territórios e Fronteiras, Cuiabá, vol. 7, n. 1, abr., 2014.

DAL'ASTA, Ana. Paula. *et al.* Evolução recente da população urbana comparada à evolução do desmatamento nos municípios do Distrito Florestal Sustentável da BR-163 (PA). **XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, Águas de Lindóia, 2012.

DELAZERI, Linda Mendes. **Determinantes do desmatamento nos municípios do Arco Verde – Amazônia Legal: uma abordagem econométrica.** Revista Economia Ensaios, 30 (2), 2016.

Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistaeconomiaensaios/article/view/28364/18943>>. Acessado em: 03 de set. de 2016.

DUBEUX, Carolina Burle Schmidt. **A valoração econômica como instrumento de gestão ambiental – O caso da despoluição da Baía de Guanabara.** Rio de Janeiro (Tese) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE (M.Sc., Planejamento Energético), 1998.

FALCO, Gláucia de Paula. **Porque Quantificar o Meio Ambiente?** Revista Vianna Sapiens, v.1, n.2, issn 2177-3726, out. 2010. Juiz de Fora, Minas Gerais. Disponível em: <[http://portal.viannajunior.edu.br/files/uploads/20131001\\_110238.pdf](http://portal.viannajunior.edu.br/files/uploads/20131001_110238.pdf)>. Acessado em: 18 de jul. de 2017.

FEARNSIDE, Philip M. **A floresta amazônica nas mudanças globais.** Manaus: INPA, 2003. 134 p.: il. ISBN 85-211-0019-I.

GAMBA, Carolina; RIBEIRO, Wagner Costa. **Conservação ambiental no Brasil: uma revisão crítica de sua institucionalização.** Revista de Estudios Brasileños. v. 4, n.6, 2017. Disponível em: <<https://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/132667>>. Acessado em: 21 de jun. de 2017.

HUMMEL, Antônio Carlos. *et al.* **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados.** Serviço Florestal Brasileiro, IMAZON. Belém, 2010.

**IBGE - Manual Técnico da vegetação brasileira / Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

**INPE – Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites**. São José dos Campos, 2008.  
Disponível em: < [http://www.obt.inpe.br/deter/metodologia\\_v2.pdf](http://www.obt.inpe.br/deter/metodologia_v2.pdf)>.  
Acesso em 10 nov. de 2016.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Altamira, localizada no Estado do Pará**. Brasília, 2012. Greenpeace.  
Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br/>>. Acesso em: 04 de março de 2017.

KANEHIRA, Igor Makio Brasil; CASTRO, Flávio Rodrigues de; NERIS, Leandro Mendes. **Responsabilidade Civil do Estado em Danos Ambientais: Uma Visão Sistêmica de sua Construção Jurídico-Normativa**. Revista Direito & Realidade, v.4, n.2, 2017, p.33-45.

KLOTZ, Alexandre Otto. **Valoração de Danos a Ecossistemas Florestais Naturais em Perícias Criminais Ambientais no Estado da Bahia**. Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2016. 120 p.

LENTINI, Marco. *et al.* **Fatos Florestais da Amazônia 2005**. Belém: IMAZON, 2005.

LOBO, Felipe de Lucia; ESCADA, Maria Isabel Sobral; ALMEIDA, Cláudio Aparecido. **Análise do Desflorestamento no Distrito Florestal Sustentável da BR-163, PA**. INPE. Belém. 2009.

MAGLIANO, Mauro Mendonça. **Valoração econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente**. 2013. 115 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

MAIA, Alexandre Gori; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan Philip. **Valoração de recursos ambientais – metodologias e**

**recomendações.** Texto para Discussão, Instituto de Economia/UNICAMP, nº 116, 2004.

MARGARIT, Eduardo. **O Processo de Ocupação do Espaço ao Longo da BR-163: Uma Leitura a Partir do Planejamento Regional Estratégico da Amazônia Durante o Governo Militar.** Geografia em Questão. v. 06, nº01, 2013.

MATAVELLI, Cyro José; PINA, Gretta Paola Fava. **Determinação da prova material referente à retirada de madeira na Reserva Extrativista “Verde Para Sempre” utilizando índices de vegetação NDVI de imagens RapidEye.** XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, SBSR, Santos/SP, 2017.

MATAVELLI, Cyro José; SADALLA NETO, Stoessel Farah. **Diagnóstico sobre Perícias Criminais Ambientais realizadas na Amazônia Paraense.** Resumo dos Trabalhos Científicos. Conferência Internacional de Ciências Forenses. p. 161, 2017.

MATTOS, Katty Maria da Costa; MATTOS, Karen Maria da Costa; MATTOS, Arthur. **Valoração econômica do meio ambiente dentro do contexto do desenvolvimento sustentável.** Revista Gestão Industrial, v. 01, n. 02, 2005, p. 109-121,

Ministério do Meio Ambiente (2016) <<http://www.mma.gov.br/florestas/projeto-br-163>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

Ministério do Meio Ambiente. **Conheça os Biomas Brasileiros.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2009/10/biomas-brasileiros>>. Acessado em: 26 de ago. de 2017.

MORATO LEITE, José Rubens, **Dano Ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial.** 2ª Ed, Editora Revista dos Tribunais, São Paulo, 2003, p. 94.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais.** Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997. 254p

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Estimativa do custo econômico do desmatamento na Amazônia**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2002.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde**. Economia Verde – Desafios e oportunidades, ed. nº 8, pg. 179-190, 2011.

NEPSTAD, Daniel. *et al.* **Avançar Brasil: os custos ambientais para a Amazônia**. Belém, Gráfica e Editora Alves, 2000.

NETO, Thiago Oliveira; NOGUEIRA, Ricardo José Batista. A **Geopolítica Rodoviária na Amazônia: BR-163/Santarém-Cuiabá**. Revista de Geopolítica, Natal, v.6, nº 2, 2015, p. 1-21.

OLIVEIRA, Adrilane Batista de. **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.

PADILHA, Jessé Luis. *et al.* **Potencial de geração de energia elétrica no estado do Pará: utilizando a biomassa do setor madeireiro**. Revista Biomassa e Energia, vol. 2, n. 4, p. 267-284, 2005.

PASSOS, Messias Modesto dos. **BR-163, de Cuiabá a Santarém: o papel dos agentes e sujeitos no ordenamento do território e na implementação de políticas públicas**. Ci. & Tróp. Recife, v. 41, n. 1, p. 139-164, 2017.

PEREIRA, Denys. *et al.* **Fatos Florestais da Amazônia**. IMAZON, Belém, 2010.

PFAFF, Alexander. *et al.* **Impactos de Estradas na Amazônia Brasileira**. 2009. Disponível em: <[https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia\\_global\\_change/7\\_Impactos\\_Estradas\\_Pfaff.pdf](https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia_global_change/7_Impactos_Estradas_Pfaff.pdf)>. Acesso em: 12 de jan. de 2017.

PINHEIRO, Taise Farias; RENNÓ, Camilo Daleles; ESCADA, Maria Isabel Sobral. **Mapeamento de ambientes de terra firme no Distrito**

**Florestal Sustentável da BR-163 utilizando o descritor de terreno HAND.** Relatório de Pesquisa, Belém: INPE, 12 p. 2010.

PONTE, Franciney Carvalho da. *et al.* **Parâmetros Fisiográficos e Impactos Ambientais da Rodovia Santarém-Cuiabá (BR- 163), Estado do Pará, Brasil.** REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA 9, 53-64. 2016.

RAUPP, Alexandre Bacellar. **Valoração de Dano Ambiental Causado por Lançamento de Efluentes Sanitários em Águas Superficiais: Uma Ferramenta para Fins Criminais.** Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

RIBEIRO, Jorge; ROCHA, Aristides Almeida. **Avaliação ambiental e econômica da produção de madeira de espécie nativa em dois municípios na Amazônia brasileira.** Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente - v. 4, n. 3. 2009.

SANTOS, Daiana Brito dos; SILVA, David Costa Correia; RODRIGUES, Marcos. **Instituições e enforcement na redução do desmatamento na Amazônia.** Teoria e Evidência Econômica - Ano 22, n. 47, p. 312-330, jul./dez. 2016.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Plano anual de manejo florestal comunitário e familiar: período 2011.** Brasília: SFB/MMA, 2010. 148p.

SILVA, Daniel; NUNES, Sâmia. **Avaliação e modelagem econômica da restauração florestal no Estado do Pará.** Belém, PA: Imazon, 2017.

SOUZA, Reginaldo José de; LINDO, Paula Vanessa de Faria. **Integração econômica da Amazônia no contexto de um Brasil dual: do ciclo da borracha à implantação da rodovia BR-163.** Revista Formação, v. 1, n. 16, p. 70-83, 2009.

SOUZA JUNIOR, Carlos. *et al.* **Dinâmica do desmatamento no Estado do Acre (1988-2004).** Belém: IMAZON, 2006. 45 p.



STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Valoração de Danos Ambientais Irreversíveis**. MPMG Jurídico, Belo Horizonte, Edição especial, p.24-30, 2011.

STRAPASSON JUNIOR, Milton José. **Avaliação do Cadastro Ambiental Rural e Diagnóstico da Percepção Florestal dos Proprietários na Região Metropolitana Norte de Curitiba**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

TALASKA, Alcione; ARANTES, Almir; FARIAS, José Antônio Assumpção. **Redes Técnicas e Estado Brasileiro: Um Olhar Sobre a Formação do Território na Área de Influência da Rodovia BR 163**. Caminhos de Geografia Uberlândia, v. 13, n. 33 p. 53 – 65, 2010.

TORRES, Maurício (ed.). **Amazônia revelada: Os descaminhos ao longo da BR-163**. Brasília, DF. (CNPq). 496p. 2005.

TRAUCZYNSKY, Romão Alberto. **Perícias Criminais em delitos contra a flora no Estado de Santa Catarina: Diagnóstico, Metodologia e Perspectivas**. 2013. 88 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais.) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

VALERIANO, Dalton. *et al.* **Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia por Satélites**. Inpe – Coordenação Geral de Observação da Terra, São José dos Campos, 2008.

VERÍSSIMO, Adalberto; LIMA, Eirivelthon; LENTINI, Marco. **Pólos Madeireiros do Estado do Pará**. Belém: Imazon. 75 p. 2002.

VERÍSSIMO, Adalberto; PEREIRA, Denys. **Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades**. Parcerias Estratégicas, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2014.

VIEIRA, João Pedro Pinheiro. **Valoração de danos ambientais em ecossistemas florestais: adaptação do método do custo de reposição com vistas à sua aplicação na perícia criminal ambiental**. 2013. 115 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais.) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

XIMENES, Arimatéa de Carvalho; AMARAL, Silvana. **Mapeamento das Ecorregiões do Distrito Florestal Sustentável da BR-163 na Amazônia Brasileira com uso de redes neurais**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, INPE. 2011.