

Alessandra Santos Mota

**APLICAÇÃO DO VALOR DE USO DIRETO NA VALORAÇÃO
DE DANOS AMBIENTAIS: ESTUDO DE CASO EM FLORESTA
DE TERRA FIRME, AMAZÔNIA ORIENTAL**

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. Orientador: Prof^º. Dr. João de Deus Medeiros

Florianópolis
2019

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

Mota, Alessandra Santos

APLICAÇÃO DO VALOR DE USO DIRETO NA VALORAÇÃO DE
DANOS AMBIENTAIS : ESTUDO DE CASO EM FLORESTA DE TERRA
FIRME, AMAZÔNIA ORIENTAL / Alessandra Santos Mota ;
orientador, João de Deus Medeiros, 2019.

56 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Perícias
Criminais Ambientais, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Perícias Criminais Ambientais. 2. Valoração de danos.
3. Amazônia. 4. Perícia. I. de Deus Medeiros, João.
II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais
Ambientais. III. Título.

Alessandra Santos Mota

**APLICAÇÃO DO VALOR DE USO DIRETO NA VALORAÇÃO
DE DANOS AMBIENTAIS: ESTUDO DE CASO EM FLORESTA
DE TERRA FIRME, AMAZÔNIA ORIENTAL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Mestrado Profissional em Perícias Ambientais.

Florianópolis, 08 de Abril de 2019.

Prof. Dr. Carlos Henrique Lemos Soares
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

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

Prof. Dr^a Paula Brügger
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Carlos José De Carvalho Pinto
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ms. Kleber Issac De Souza
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à Deus, meus pais, meu marido, irmãos e toda minha família. Além de todos os mestres que me permitiram chegar até aqui por meio do conhecimento e inspiração que me transmitiram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me permitir ter fé para dominar meus medos e desafios diários. Por tudo que me permitiu alcançar e por ter me sustentado e me inspirado a continuar. Aos meus pais, Hugo e Janice, meus grandes incentivadores e que sempre buscaram me guiar pelo melhor caminho me fazendo acreditar em um futuro melhor, diferente do que tiveram a oportunidade de ter. Ao meu marido, Maiko Mota, por ser meu apoio, meu parceiro e por ter sido tão forte e compreensivo durante tantas ausências. Aos meus irmãos, Regiane e Guilherme, por me cobrarem e acreditarem em mim. Aos amigos que me sustentaram e me permitiram viver tantas alegrias, especial Jackeline e Ana Luiza. À professora Sandra Andréa da Universidade Federal do Pará, que primeiro me orientou na escrita da proposta deste trabalho, meu sincero agradecimento. Aos mestres singulares de minha formação neste curso, Professor João de Deus Medeiros, Cátia Regina Pinto, Carlos Soares, Carlos Pinto, Alfredo Fantini, Alexandre Siminski, Claus Pich e tantos outros, minha gratidão por todo empenho e dedicação em nos permitir aprender uma parcela do conhecimento gigante que construíram. Meus sinceros agradecimentos também ao Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará, em especial à Israel Alves de Oliveira, que colaborou intensamente na construção deste trabalho, contribuindo com dados e informações preciosas. Ao Tribunal de Justiça Federal de Altamira, que me permitiu acesso aos processos necessários para embasamento deste trabalho. Ao querido orientador João de Deus Medeiros pela paciência, dedicação e empenho em me auxiliar na elaboração deste texto. Gratidão a todos!

“O mundo não está ameaçado pelas pessoas más,
e sim por aquelas que permitem a maldade.”
(Albert Einstein)

RESUMO

A partir da década de 60, quando o desmatamento e exploração da região amazônica se intensificou com as frentes de ocupação diversos danos ao ambiente tem sido evidenciados. Grande parte desses danos, assim como em outras regiões do país tem sido punidos principalmente por meio da aplicação de multas e indenizações, que buscam substituir o valor do recurso ambiental, floresta e seus componentes. Essa valoração do dano, utilizada como ferramenta em perícias de crimes ambientais busca coibir por meio da punição a repetição da transgressão, ao mesmo tempo em que tenta reparar ou minimizar de alguma maneira os efeitos advindos do dano. Contudo, muitas metodologias de valoração dos danos tem alto custo de execução e tempo, o que na prática não condiz com a realidade de execução de perícias ambientais que demandam praticidade e baixo custo. Alguns dos métodos mais utilizados atualmente para tanto são o Método de Custo Reposição e o método de Valor de Uso de Mercado. Ambos foram utilizados neste trabalho com o intuito de encontrar o Valor Econômico de Recursos Ambientais (VERA) de danos decorrentes do desmatamento ilegal para fins de uso prático em perícias ambientais na Amazônia. Os resultados encontrados neste estudo de caso, apontam que a diferença nos valores encontrados em cada um dos métodos varia em cerca de 54%. O valor de Uso da madeira ficou claramente mais elevado do que o valor encontrado para o valor de custo para reposição da vegetação. Somados os dois métodos resultam no valor do dano à R\$ 9.942.432,92 (nove milhões, novecentos e quarenta e dois mil, quatrocentos e trinta e dois reais e noventa e dois centavos). Apesar de ambos os métodos apresentarem falhas por não contemplar todas as variáveis usadas no VERA, representam em conjunto valores satisfatórios e aplicáveis quando comparados a utilização dos mesmos métodos individualmente.

Palavras-chave: Desmatamento 1. Perícia Ambiental 2. Amazônia 3.

ABSTRACT

Since the 1960s, when deforestation and exploitation of the Amazon region has intensified by front of occupation mass, several environmental damages have been evidenced. Most of these damage as others places of the country has been punished mainly by the application of fines and indemnities that try replace the value of the environmental resource, forest and components. This valuation of damage used as a tool on the forensics exams of environmental crimes try to curb seeks to restrain by means of punishment the repetition of the transgression, while at the same time trying to repair or otherwise minimize the effects arising from the damage. However, many damage assessment methodologies have a high cost of execution and spend of time, which in practice does not correspond to the reality of forensics environmental exams reality that demand practicality and low cost. Some of the methodologies currently used are the Cost Method of Replacement and the method of Market Use Value. Both of them were used on this research with the goal of find the Economic Value of Environmental Resources of damage from the illegal deforestation in order to use to practical forensics exams in Amazônia. The results found in this case study show that the difference in the values found in each of the methods varies in about 54%. The Usage value of the wood was clearly higher than the value found for the replacement cost of the vegetation. The two methods combined amount to nine million, nine hundred and forty-two thousand, four hundred and thirty-two reais and ninety-two cents (R\$ 9,942,432.92). Despite both methodologies to presente failure by do not include all the variables used in Economic Value of Environmental Resources, together it account for satisfactory and applicable values when compared using the same methods individually.

Keywords: Deforestation 1. Environmental forensics exams 2. Amazonia 3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da Amazônia Legal.....	211
Figura 2. Desmatamento bruto anual na Amazônia Legal, Taxa PRODES 2004 a 2018 (Km ²).....	29
Figura 3. Mapa de localização das áreas autuadas.....	41
Figura 4. Mapa das áreas autuadas e suas respectivas áreas desmatadas.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACP	Ação Civil Pública
AEAPA	Associação dos Engenheiros Agrônomos do Pará
APP	Área de Preservação Permanente
ART	Artigo
CAA	Custo de Aquisição do Adubo
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CATL	Custo de Acompanhamento Técnico e Elaboração de Laudos
CMR	Custo de Manutenção e Replântio
CTM	Custo Total das Mudanças
ha	Hectare
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEFLOR-BIO	Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPAM	Instituto Ambiental da Amazônia
K	Potássio
MCR	Método de Custo de Reposição
MCR _{rep}	Método dos Custos de Reposição
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPF	Ministério Público Federal
MPP	Mão de Obra para Preparo e Plantio
MVM	Método de Valor de Mercado
N	Nitrogênio
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
P	Fósforo
PA	Pará
PMFS	Plano de Manejo Florestal Sustentável

PRA	Programa de Regularização Ambiental
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SMP	Salário Mínimo Profissional
TM	Thematic Mapper
UPM	Uso de Preço de Mercado
VE	Valor Existência
VERA	Valor Econômico do Recurso Ambiental
VET	Valor Econômico Total
VO	Valor Opção
VUD	Valor de Uso Direto
VUI	Valor de Uso Indireto

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	21
1.1	Descrição e definição do bioma.....	21
1.2	Cobertura vegetal do Bioma Amazônia.....	22
1.2.1	Região da floresta ombrófila densa (Floresta pluvial tropical)	23
1.2.2	Região da Floresta Ombrófila Aberta.....	24
1.2.3	Região da floresta estacional semidecidual (Floresta tropical subcaducifólia).....	25
1.2.4	Região da floresta estacional decidual (Floresta Tropical Caducifólia).....	25
1.2.5	Região da campinara (Caatinga da Amazônia, Caatinga-Gapó e Campina da Amazônia)	26
1.2.6	Savana (Cerrado).....	26
1.3	Desmatamento histórico	27
1.4	Passivo Ambiental em Áreas de Preservação Permanente	29
1.5	Legislação ambiental e conservação.....	31
1.6	O reconhecimento e ferramentas de valoração do dano ao ambiente	33
1.7	Métodos de valoração de danos ambientais.....	35
1.8	OBJETIVO GERAL.....	37
1.8.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	37
2.	METODOLOGIA	38
2.1	Área de estudo	38
2.2	Mapa da área em estudo	40
2.3	Estudo de caso: desmatamento ilegal em FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA, Amazônia Oriental.....	41
3.	RESULTADOS.....	41
3.1	Valores resultantes para Método de Valor de Uso de Preço de Mercado	41
3.2	Valores resultantes para Método de Custo DE Reposição (MCR)	42
3.3	Cálculo do Valor Econômico dos Recursos Ambientais ..	45
4.	DISCUSSÃO	46
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

1. INTRODUÇÃO

1.1 DESCRIÇÃO E DEFINIÇÃO DO BIOMA

No Brasil, com o propósito de planejar e promover o crescimento da região, a Amazônia foi delimitada por uma área reconhecida como Amazônia Legal, ou Amazônia brasileira conforme fora definido pela Lei nº 1.806, de 6 janeiro de 1953.

Em sua configuração atual, a Amazônia Legal corresponde à área dos Estados da Região Norte que inclui: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima, acrescidos da totalidade do Estado de Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão (Figura 1). Além de abrigar o bioma Amazônia, também compreende parte dos biomas cerrado e pantanal mato-grossense.

Figura 1. Mapa da Amazônia Legal.



Fonte: IBGE (2014).

O bioma Amazônia faz parte dos seis biomas continentais do Brasil, sendo ela o bioma com maior extensão do país, representando

49,29% do território ou ainda 4, 196.943 milhões de Km², conforme IBGE (2004).

O bioma foi definido a partir do termo de cooperação técnica entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2003, com base na unidade de clima, fisionomia florestal e localização geográfica, conforme disponível no servidor do site do IBGE (www.ibge.gov.br).

Este bioma ocupa a totalidade de cinco unidades da federação que são: Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima. E parcialmente os estados: Rondônia, Mato Grosso, além de parte de Maranhão e Tocantins.

A bacia amazônica compreendida pelo bioma é a maior bacia hidrográfica do mundo (LIMA et al, 2018), cobrindo cerca de 6,5 milhões de km², 2/5 da América do Sul, 5% da superfície terrestre e tem 1.100 afluentes, que escoam 1/5 da água doce do mundo (IBGE, 2004).

Conforme mencionado a Amazônia legal é caracterizada por conceitos sociopolíticos enquanto que o bioma Amazônia é definido conforme as características geográficas de clima, vegetação e fauna que delimitam condições biológicas específicas daquele local. Neste trabalho será dado ênfase ao bioma Amazônia em função das discussões se pautarem principalmente em características do ambiente.

1.2 Cobertura vegetal do Bioma Amazônia

A exuberante Floresta Amazônica detém mais da metade da biodiversidade mundial, bem como representa um terço das florestas tropicais do mundo. Nos ecossistemas amazônicos a diversidade da vegetação é caracterizada pela floresta ombrófila densa com 48,8%, e a floresta ombrófila aberta com 27,1%; além destas formações temos as savanas amazônicas com 17,1% e os campos naturais e inundados com 7% da cobertura vegetal da Amazônia (CAMPOS, 2016). Em sua ampla extensão geográfica abriga uma biodiversidade de espécies endêmicas que em muitos casos ainda não conhecidas pela ciência (MATAVELLI, 2018), e que graças aos esforços de muitos pesquisadores nos últimos anos, as plantas tornaram-se um dos grupos mais bem estudados (BFG, 2015; PRADO et al., 2015).

A Floresta Amazônica desempenha um papel imprescindível no equilíbrio climático local, regional e global, além dos processos de transpiração e evapotranspiração das plantas, manutenção de serviços como os ciclos do carbono e hidrológico, estocagem de biomassa e o armazenamento de carbono (IPAM, 2014).

A seguir serão apresentadas as seis regiões fitoecológicas paraenses de acordo com a classificação da vegetação, nativa e antrópica paraense, conforme sistema desenvolvido pelo projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1991).

1.2.1 Região da floresta ombrófila densa (Floresta pluvial tropical)

Floresta caracterizada por ocorrer em clima ombrotérmico sem período seco durante o ano, registrando precipitação superior a 2300 mm anuais e temperatura variando entre 22° a 25°C. Sua extensão cobre praticamente toda a área da superfície conhecida como Depressão da Amazônia Central (i.e., a maior parte territorial do Estado do Pará), sendo que as mudanças em sua composição e estrutura são decorrentes das variações edáficas e altitudinais. As planícies e os grandes afluentes que acompanham o rio Amazonas estão incluídas nas fisionomias Matas de várzea e Matas de igapó, identificadas também como Formação Aluvial, e os terrenos de terra firme. As variações altitudinais correlatas as latitudes condicionam a existência das formações de Terras Baixas, Submontana e Montana.

1.2.1.1 Floresta Ombrófila Densa Aluvial

Formação ribeirinha ao longo dos cursos d'água e ilhas, ocupando as planícies inundáveis e periodicamente inundáveis, bem como os terraços antigos do Quaternário. Nas áreas periodicamente inundáveis, também conhecidas como mata de várzea ou regionalmente como “mata-de-igapó”, predominam espécies de crescimento rápido, com casca lisa e anomalias no tronco findando em raízes aéreas. Com relação as florestas aluviais de áreas permanentemente inundadas, são ambientes que ocorrem em rios de águas escuras e com um número de espécies vegetais menos adaptadas que as espécies presentes nos ambientes periodicamente inundáveis.

1.2.1.2 Floresta Ombrófila Densa Aluvial das Terras Baixas

Floresta com exuberante cobertura vegetal, onde há o predomínio de árvores com porte grande e emergentes, situadas nas altitudes inferiores a 100m, no entanto, fora das planícies inundáveis e predominantemente ocupando as faixas costeiras e vales de sedimentação.

1.2.1.3 *Floresta Ombrófila Densa Submontana*

Floresta com árvores que dificilmente ultrapassam 30 m de altura, tendo cobertura vegetal mediana, situadas em terrenos mais antigos e que estão localizadas em altitudes entre 100 e 600m.

1.2.1.4 *Floresta Ombrófila Densa Montana*

Floresta com mediana uniformidade em torno de 20 m de altura, composta por árvores com troncos relativamente finos, casca grossa e rugosa, folhas coriáceas e com o papel de recobrir as serras da Amazônia, com altitudes variando entre 600 a 2000 m.

1.2.2 **Região da Floresta Ombrófila Aberta**

Floresta intermediária aos domínios da Floresta Ombrófila Densa e Estacional Semidecidual do sul do Estado paraense. Apesar de estar localizada na faixa de clima ombrófilo, é caracterizada pela presença de dois a três meses de períodos secos, com temperaturas acima de 22 °C. É composta pelas formações Terras Baixas e Submontana, além de três faciações florísticas que modificam a fisionomia ecológica. A faciação Sororoca (*Phenakospermum guyanense*) é responsável pela ocupação primária em casos em que ocorreram a abertura da floresta pelo homem ou da queda natural de árvores, tendo significativa distribuição no sudeste do Estado, ao longo do médio curso do rio Xingu. A faciação Floresta Aberta com palmeiras apresenta a ocorrência de babaçu (*Attalea speciosa*) e Inajá (*Attalea maripa*), intercaladas com árvores de dossel mais alto, uniforme e contínuo, localizadas ao sul com as espécies da Floresta Estacional Semidecidual. A floresta com cipós tem em sua composição árvores de até 20 m totalmente cobertas por lianas lenhosas, no entanto árvores com mais de 25 m encontram-se parcialmente coberta pelos cipós.

1.2.2.1 *Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas*

Esta formação está compreendida entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, com sua ocorrência mais restrita, intercalando-se em meio a Floresta Densa. Sua faciação com predomínio de palmeiras, sendo localizada especialmente nos vales de sedimentação terciária e em associação com plantas do grupo das angiospermas.

1.2.2.2 *Floresta Ombrófila Aberta Submontana*

Esta formação pode ser observada por toda a Amazônia, em especial na região sul da Transamazônica na faixa transicional da

Floresta Densa com a Floresta Estacional. No Estado do Pará ocorrem três faciações (sororoca, palmeiras e cipós), e devido a devastação da vegetação, seja elas através do corte raso ou extrativismo de madeira, vem ao longo do período de exploração ocasionando a formação de extensas áreas de cocais, tanto de *Attalea speciosa* como *Attalea maripa*, seguindo uma tendência já presente no Estado do Maranhão e norte do Tocantins

1.2.3 **Região da floresta estacional semidecidual (Floresta tropical subcaducifólia)**

Nesta floresta existe a dupla estacionalidade climática, a definida como tropical, associada no Estado do Pará com o período de volumosas chuvas de verão, seguido por ausência de chuvas, já a subtropical caracteriza-se pela ausência de período seco, no entanto, é responsável pelo fenômeno fisiológico da caducifolia decorrente do frio mais intenso.

1.2.3.1 *Floresta Estacional Semidecidual Submontana*

Floresta com formação entre as altitudes de 100 a 600 m, tendo sua extensão mais representativa ao sul do Estado paraense. Ocorre nas encostas interioranas de serras marítimas, com indivíduos deciduais. Se caracteriza principalmente no planalto paraense pelo gênero dominante *Aspidosperma polyneura*.

1.2.4 **Região da floresta estacional decidual (Floresta Tropical Caducifólia)**

Formação vegetal com árvores que perdem as folhas nas estações desfavoráveis devido ao rigoroso clima seco. Estimativas apontam que 50% ou até mais do conjunto total das folhas possam cair em algumas áreas devido ao clima severo, e potencializadas quando estas florestas estão localizadas em solos rasos, arenosos e ou morrarias litólicas.

1.2.4.1 *Floresta Estacional Decidual Submontana*

Sua ocorrência no Pará é verificada na porção central da Serra do Cachimbo e sul do Estado paraense. Nesta formação encontram-se dispersas as maiores disjunções do tipo florestal decidual. Ocorre uma fisionomia ecológica com mais de 50% de seus ecótipos sem folhas na época desfavorável. Esta formação apresenta fisionomia ecológica com

predomínio de uma mistura de ecótipos savânico de alto porte com outros caducifólios florestais.

1.2.5 Região da campinara (Caatinga da Amazônia, Caatinga-Gapó e Campina da Amazônia)

Vegetação encontrada ao sul paraense nas proximidades da serra do Cachimbo, e em pequenos núcleos paralelos ao rio Tocantins e ilha do Marajó. O solo é classificado como podzol hidromórfico e areias quartzosas hidromórficas. Este tipo de vegetação é característica somente da região amazônica, sendo reconhecidos três tipos especiais de formação: Florestada, Arborizada e Gramíneo-Lenhosa.

1.2.5.1 *Campinarana Florestada*

Formação arbórea densa localizada em áreas de processos de inundação apenas periódicas, apresentando a formação de troncos finos e esbranquiçados com estatura baixa, entre 15 a 20m de altura.

1.2.5.2 *Campinarana Arborizada*

Formação arbórea menos densa, com hábito de crescimento em solos que sofrem inundações periódicas. As árvores desta formação têm altura mais reduzidas em relação à anterior, entre 5 a 10m, sendo justificada pela dependência que as mesmas possuem em relação ao nível e duração do encharcamento do solo, refletindo também na coloração das folhas, que apresentam-se com um tom verde pálido, e redução do crescimento dos troncos, o que confere as árvores um porte raquítico.

1.2.5.3 *Campinarana Gramíneo-Lenhosa*

Formação ocupando áreas com maior período de inundações, representada por gramíneas e ciperáceas entremeadas de tufo arbustivos, especialmente *Humiria balsamifera var. floribunda* e *Cladonia*. Ao longo de áreas deprimidas pode ser encontrada a palmeirinha *Barcella odora*.

1.2.6 Savana (Cerrado)

Vegetação xeromorfa com preferência de clima estacional, localizada em terrenos mesozoicos de cobertura arenítica e com predomínio do caráter edáfico sobre o clima.

1.2.6.1 Savana Florestada

Floresta com densidade não regular, apresentando árvores com alturas entre 10 a 15 m, destacando algumas espécies como maior amplitude ecológica, resistência e adaptação ao ambiente, podendo-se citar a tamanqueira (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.) e cariperana (*Licana micrantha*).

1.2.6.2 Savana Arborizada

Formação pouco representativa no Estado do Pará, com grandes riscos de queimadas anuais, é composta por árvores de porte baixo entre 4 a 6 m, com espaçamentos longos em meio ao campo gramíneo do ambiente.

1.2.6.3 Savana Parque

Formação constituída por graminóides, hemicriptófitos e geófitos. A presença de espécies arbóreas é diminuta, condição encontrada em relevos planos no Estado paraense tais como as regiões de Tiriós, Alenquer e Monte Alegre.

1.2.6.4 Savana Gramínea Lenhosa

Formação de gramados e plantas lenhosas, com cobertura arbórea restrita as faixas de florestas-de-galeria. A Florística é bem diversificada com as espécies lenhosas das quais fazem parte as unha-de-vaca, murici-rasteiro e palmeirinhas acaules. Com relação as gramíneas as mais importantes são espécies dos gêneros *Axonopus*, *Andropogon*, *Aristida*, e *Paspalum*.

1.3 DESMATAMENTO HISTÓRICO

De acordo com Guimarães & Gomes (2012), os recursos madeireiros da região amazônica foram explorados, até meados da década de 1960, nos limites das áreas de várzeas com inundação anual. Após a década de 1960 este cenário se modificou com a abertura de estradas nos ecossistemas de terra firme, e posteriormente adentro das áreas florestais. Assim a expansão da extração madeireira foi se intensificando em um processo de exploração que começa com corte seletivo, degradação ambiental até o estágio de corte raso e posterior conversão ou abandono da área. Aliado a abertura das estradas, o aumento da extração de madeiras e degradação ambiental da Amazônia estão associados ao esgotamento de madeira dura no sul do Brasil.

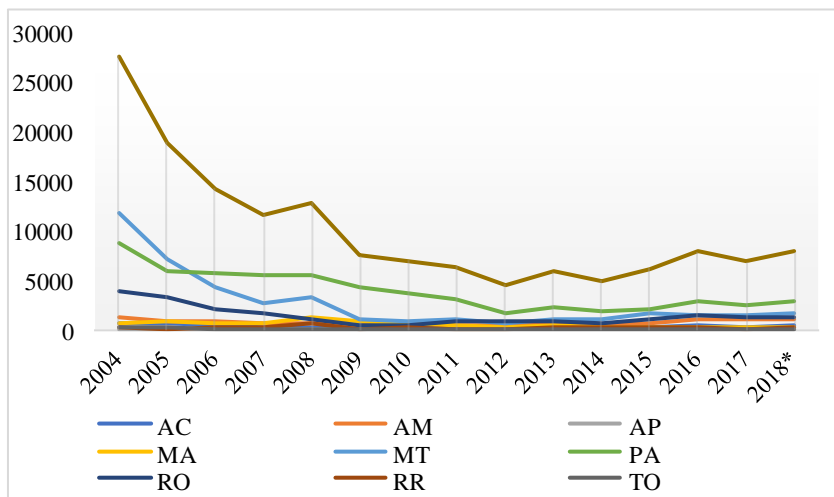
A intensificação da exploração na Amazônia trouxe consigo mais que o crescimento econômico, diversos problemas socioambientais foram agravados devido ao aumento de conflitos entre as comunidades tradicionais e os atores do desmatamento e grilagem de terras (DELAZERI, 2016). Para Bueno (2016) tais práticas de exploração podem ser classificadas como predatórias, e uma vez exauridas estas áreas, a tendência será a migração em busca de matéria prima.

Para combater alguns destes problemas, os setores afetados pelo crescimento econômico não sustentável se manifestaram, ocasionando o avanço de novas medidas de proteção para a região, entre elas, a demarcação de terras indígenas, unidades de conservação, regularização fundiária, combate e controle do desmatamento (DELAZERI, 2016).

Graças a estas e outras medidas houve a redução do desmatamento na Amazônia nos últimos anos, o estado do Mato Grosso que liderava o ranking foi ultrapassado em 2005 pelo Pará, devido principalmente ao fato do mesmo ter áreas sem a ação antrópica em relação ao Mato Grosso.

Dados do ano de 2017 demonstram que o desmatamento na Amazônia Legal tenha sido de 6.947 Km² com o Pará (2.433 Km² cerca de 16,7%) liderando o ranking dos Estados que mais desmataram (Figura 2). Havia a previsão para a Amazônia Legal, que para o ano de 2018 isto mudaria, tendo um acréscimo de 13,7% em relação ao ano anterior (INPE, 2018).

Figura 2. Desmatamento bruto anual na Amazônia Legal, Taxa PRODES¹ 2004 a 2018 (Km²).



Fonte: INPE (2018).

1.4 PASSIVO AMBIENTAL EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As Áreas de Preservação Permanente (APPs), de acordo com a Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012 são: “áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

Conforme Campagnolo et al. (2017) a função primordial das APPs de rios é a proteção dos recursos hídricos, principalmente no que

¹ PRODES: O projeto PRODES realiza o monitoramento por satélite do desmatamento por corte raso na Amazônia Legal e produz as taxas anuais de desmatamento na região, que oferecem informações de grande relevância para a formulação de políticas públicas brasileiras. O PRODES utiliza imagens de satélites da classe Landsat (20 a 30 metros de resolução espacial), que possibilitam mapear polígonos de desmatamento maiores do que 6,25 hectares (inpe, 2015).

diz respeito à vegetação ciliar, que atua como uma zona fundamental para a preservação da qualidade da água.

As áreas ripárias são consideradas de suma importância para manutenção da saúde ambiental e da resiliência das microbacias hidrográficas (ATTANASIO, 2012). De acordo com Casatti (2010), a ausência da proteção dos cursos d'água leva ao comprometimento de: transferência de energia solar ao ambiente aquático, interceptação de nutrientes e sedimentos que adentram nos rios e trocas de material orgânico entre o sistema terrestre e aquático.

Por meio da Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, ficou estabelecido que a vegetação nativa nas margens dos rios e lagos, nascentes, topo de morros, encostas, restingas, bordas de tabuleiros e chapadas bem como locais com altitude maior que 1800 m, definidas como Áreas de Preservação Permanente (APP), deveriam ser preservadas. Passadas algumas décadas, se fez necessário revisão e adequação da Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965 à realidade atual, o que levou a publicação de várias Medidas Provisórias (MP), e culminou com a edição da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, a qual passou a vigorar posteriormente com as alterações estabelecidas na Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, a qual manteve o mesmo conceito de APP, considerando o caráter de conservação, e importância das funções ambientais e de proteção do solo, trazendo também algumas mudanças na delimitação dos cursos d'água, entre outros.

Na Amazônia as Áreas de Preservação Permanente, principalmente às margens dos rios foram ao longo de décadas foco de perturbações e degradação antrópica de alto impacto ambiental. Isso se deve principalmente ao processo de uso e ocupação do solo na região que é fortemente associado às práticas sociais, econômicas e culturais adotadas pelos produtores. Conforme Almeida & Viera (2014), perdas significativas de APPs vêm sendo registradas na Amazônia desde os anos 90, quando projetos agropecuários de larga escala se implantaram na região.

De acordo com o Código Florestal de 1965, essas APPs destruídas deveriam ser recompostas a partir de iniciativas de restauração florestal. No Estado do Pará, a exigência da recomposição florestal de APPs e reservas legais foi reforçada pelo Decreto nº 174, de 16 de março 2007.

Contudo, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, apesar de não ter alterado os critérios de preservação de APP, passou a considerar o tamanho da propriedade (módulos rurais), a largura do rio e a temporalidade como critérios essenciais para a recomposição de APP.

Isso somente para os casos de recuperação de passivos associados a adesão ao PRA (Programa de Regularização Ambiental), instrumento previsto na citada lei. Assim, em se tratando de APPs, foi admitida a continuidade de atividades consolidadas até 22 de julho de 2008, alterando sobremaneira a quantidade de área com uso irregular a ser recomposta. As áreas irregularmente desmatadas em APPs até a referida data, fora dos limites estabelecidos, teriam sua regularização condicionada a adesão ao PRA. O referido Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012 reafirma a obrigatoriedade a inscrição no CAR (Cadastro Ambiental Rural) como condicionante a adesão ao PRA.

Inicialmente, o prazo para adesão ao PRA era de um ano após a inscrição no Cadastro Ambiental Rural, que por sua vez deveria ter sido encerrado após uma única prorrogação. Conforme expressa a Medida Provisória nº 867, de 26 de dezembro de 2018 relativa ao Art. 59 da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, o prazo previsto para adesão ao PRAs foi novamente prorrogado. O estado do Pará, está entre os 18 estados que já possui sistema com módulo, específico para projetos de regularização ambiental de imóveis do CAR Pará.

1.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO

Além da proteção às áreas de preservação permanente, o Estado brasileiro elevou, por meio do § 4º do art. 225 da Constituição Federal de 1988, a Floresta Amazônica brasileira à condição de patrimônio nacional, razão pela qual estabelece que sua utilização seja efetuada na forma da lei e desde que dentro das condições que assegurem a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais. Apesar de sua imensa extensão territorial e relevância no contexto mundial, a Floresta Amazônica ainda não possui ferramentas de Lei específica que lhe confira proteção. Desse modo, na inexistência de lei específica a principal norma nacional aplicável para proteção do bioma Amazônia é a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 institui em seu Art. 12 que:

Art. 12. Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel.

I – Localizado na Amazônia legal:

a) 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas.

Ainda de acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Lei de Proteção à Vegetação Nativa), em seu Art. 26, a supressão de vegetação nativa para uso alternativo do solo, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá do cadastramento do imóvel no CAR, e de prévia autorização do órgão estadual competente do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), na maioria nos casos, podendo ser também de competência municipal e federal. Assim também a exploração de florestas nativas e formações sucessoras, de domínio público ou privado, que além da autorização do órgão competente deve obter aprovação de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, conforme Art. 31. A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 desencoraja ainda o uso de fogo na vegetação, conforme seu Art. 38, exceto os casos previstos na Lei.

As condutas ilícitas de infratores das Leis Ambientais estão sujeitas à aplicação da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 que trata sobre Crimes e Infrações Administrativas Ambientais, estabelecendo sanções penais e administrativas aos autores de delitos ao meio ambiente tendo como pilar a Carta Magna nacional. Com isso, pessoas físicas ou jurídicas são responsabilizadas por suas infrações, detalhadas em seu Capítulo V – Dos Crimes Contra o Meio Ambiente.

A Lei de Crimes Ambientais inclui em seu texto a valoração econômica de crimes ambientais por meio da perícia criminal (Art. 19 e 20), estabelecendo diretrizes para valoração conforme o § 2º do Art. 78 do Código Penal e enfatizando a importância da valoração econômica na reparação dos danos causados, por meio da condenação dos responsáveis pelos danos causados ao meio ambiente (MAGLIANO, 2013).

Contudo, a valoração econômica dos crimes ambientais deve ser vista não somente como um impositivo legal, mas sobretudo, como instrumento de proteção e conservação do ambiente, seus componentes, processos e serviços.

1.6 O RECONHECIMENTO E FERRAMENTAS DE VALORAÇÃO DO DANO AO AMBIENTE

Na Amazônia Legal, que compreende nove estados brasileiros, o desmatamento por corte raso atingiu 6.624 km² no período de agosto de 2016 a julho de 2017, somente no Estado do Pará foram 2.413 Km², conforme dados do INPE (2017). Apesar do percentual de desmatamento estar em queda nos últimos anos, na região da Transamazônica e Xingu, Estado do Pará, as florestas foram e são sistematicamente derrubadas e substituídas por lavouras e pastagens e até mesmo pela exploração mineral (FEARNSIDE, 2010).

O desmatamento da região amazônica, bem como em outras regiões do Brasil, tem sido desencorajado dentre outras formas, por meio da aplicação de multas e indenizações, que representam o valor que a ausência do recurso ambiental, floresta e seus componentes, representam naquele ambiente.

A determinação de valor ao dano ambiental tem o intuito de coibir por meio da punição a repetição da transgressão, ao mesmo tempo em que tenta reparar ou minimizar de alguma maneira os efeitos advindos do dano. A presença de dano no ambiente implica a atuação da perícia criminal ambiental na apreciação de causas do sinistro, com isso os infratores podem ser devidamente responsabilizados e os prejuízos minimizados (SANTOS et al., 2010).

Alguns métodos de valoração têm sido desenvolvidos ao longo dos últimos anos para a definição do Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA ou Valor Econômico Total – VET (neste trabalho adotaremos somente a sigla VERA, ambas são sinônimas), contudo ainda persiste a inexistência de consenso sobre qual método seria o mais eficiente, bem como a dificuldade de quantificar o valor econômico de recursos e serviços ambientais (ALMEIDA, 2012).

O ato de valorar economicamente um recurso ambiental consiste em tentar mensurar quanto melhor ou pior estará o bem-estar das pessoas diante da variação na quantidade de bens e serviços ambientais, seja na apropriação por uso ou não. Dessa maneira, a valoração econômica do meio ambiente é arte subjetiva e que muitos estudiosos e profissionais tentam transformar para algo sistemático e replicável (RAUPP, 2013).

O VERA, conforme MOTTA (1997) pode ser exposto a partir da seguinte equação:

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

VUD (Valor de Uso Direto)	}	Valor de Uso
VUI (Valor de Uso Indireto)		
VO (Valor de Opção)		
VE (Valor de Existência)	}	Valor de Não Uso

Sejam eles:

Valor de Uso Direto - VUD, valor que os indivíduos atribuem aos bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje;

Valor de Uso Indireto - VUI, valor que os indivíduos atribuem à bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados e consumidos indiretamente hoje;

Valor de Opção - VO, valor que os indivíduos atribuem em preservar bens e serviços ambientais que podem estar ameaçados para usos diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro;

Valor de Existência - VE, valor dissociado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou altruísticas.

Apesar do VERA apresentar uma metodologia de análise bastante satisfatória na integração de diferentes formas de uso, e dessa forma incluir de maneira mais sistêmica o valor de recursos ambientais, no caso de uso em perícias judiciais, o Valor de Uso Indireto, Valor de Opção e Valor de Existência tornam-se inviáveis (são incomensuráveis) para a rotina de análise e elaboração de laudos, uma vez que demandam dados mais complexos e muitas vezes subjetivos, esses métodos também demandam mais tempo na coleta de dados e análise de informações e portanto, sendo mais adequada para fins de estudos acadêmicos.

Ademais, conforme dito anteriormente, a Lei nº 9.605, de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais) orienta o uso de valores mínimos para valoração de danos, na tentativa de se evitar a atribuição de valores inatingíveis a serem pagos em decorrência dos crimes ambientais pelos seus infratores.

1.7 MÉTODOS DE VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS

A biodiversidade, os recursos e os serviços ambientais representam imensa importância econômica e por isso considerá-los gratuitos pode levar à sua escassez. Por este motivo os bens ambientais merecem receber valores justos e que se integrem às políticas econômicas, contribuindo para a sustentabilidade de recursos naturais (MATTOS *et al.*, 2005)

A análise de custo benefício que representa a variação da qualidade e quantidade de um determinado recurso natural e sua relação com o bem-estar das sociedades é definida por meio de técnicas de valoração ambiental. Ou seja, a valoração é utilizada para mensurar as variações de bem-estar que a alteração da disponibilidade de um bem ambiental culminou (COSTA *et al.*, 2015).

Para Mattos *et al.* (2005), a valoração ambiental é um instrumento fundamental para que os recursos naturais sejam protegidos e utilizados de maneira sustentável, antes que ultrapasse o limite da irreversibilidade.

Na ocorrência de um dano ambiental, a valoração econômica ambiental pode auxiliar no estabelecimento de um valor de indenização. Por via de laudo, a perícia de crimes ambientais fica responsável por descrever, quantificar, caracterizar e, se necessário, valorar economicamente o crime ambiental. (CORDIOLI, 2013).

Com isso, torna-se fundamental a identificação dos locais de ocorrência de tais crimes, bem como as características do ambiente em que ocorreu para que possam ser efetuados os trabalhos de valoração (KLOTZ, 2016).

A partir do diagnóstico do local onde ocorreu o dano é possível delimitar o método apropriado de valoração de recursos ambientais. Com base na NBR 14653-6 – Avaliação de bens – Parte 6, que trata dos recursos naturais e ambientais, é possível classificar os métodos de valoração em valor de uso e valor de não uso. Esses dois tipos de valores são ainda classificados em: valor de uso direto, valor de uso indireto, valor de opção e valor de existência. Cada um desses valores incorpora um método de valoração.

A ABNT (2008), utiliza a seguinte classificação para os métodos de valoração: método direto e método indireto. O valor atribuído por meio de método direto utiliza mercado de bens e serviços substitutos e complementares, ou mercados hipotéticos para medir as variações de bem-estar diretamente da demanda dos indivíduos pela qualidade

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

Muitos dos métodos de valoração apresentam um alto custo de execução e trabalhos de campo com alta demanda de tempo e com isso são considerados inadequados para a rotina de aplicação das perícias de meio ambiente que precisam apresentar praticidade e baixo custo (KLOTZ, 2016).

Para esta pesquisa, será adotado como parâmetro básico para cálculo do valor de uso direto dos recursos florestais o método de Custo de Reposição, sendo este um método indireto de valoração. O valor do custo de reposição é o método que melhor se adequa a problemática proposta de avaliar os danos causados no ambiente decorrentes do desmatamento florestal em um ecossistema amazônico, pois além de se tratar de um mecanismo simples e prático para o levantamento de custos de insumos e serviços do processo de restauração florestal, este é, segundo Da Silva & Corrêa (2015), o método mais utilizado atualmente para valoração de danos ambientais.

O Método de Custo Reposição propicia a reparação por meio da utilização de bens ou serviços substitutos, uma vez que as características naturais do ambiente dificilmente poderiam ser repostas integralmente. De acordo com Magliano (2013), o resultado de sua aplicação pode corresponder a um estimador parcial da reposição do valor de uso indireto dos serviços ambientais interrompidos no ambiente.

A reposição tentará retornar ainda que parcialmente, a longo prazo, os bens e serviços degradados, com isso aqueles recursos e serviços ambientais perdidos entre o momento da degradação e a recuperação parcial, não são incorporados. Por este motivo, neste trabalho também adotaremos para fins de cálculo do dano do VERA, o valor de Uso de Preço de Mercado (UPM). Este valor representará os bens explorados durante o processo de degradação.

O UPM é considerado por Magliano (2013) um método simples, que é direcionado a atribuição de preços de bens subtraídos ou destruídos. O método inclui o uso consuntivo do componente Valor de Uso Direto – VUD, que compõe o Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA. Nele são utilizados a mensuração, caracterização e pesquisa de preços de referência nas específicas condições de mercado apropriadas para o produto, sejam elas: madeira, lenha, minérios, gemas. Conforme o mesmo autor, os procedimentos majoritariamente utilizados

na confecção de laudos periciais empregam o uso do valor de mercado e o Método do Custo de Reposição, podendo os mesmos serem utilizados individualmente ou conjuntamente. Em sua avaliação cerca de 94% dos laudos de avaliação econômica foram embasados pelos respectivos métodos citados anteriormente.

O Método de Custo Reposição somado ao Valor de Uso de Mercado do bem sacrificado podem juntos ser considerados estimadores válidos para o cálculo dos valores de uso.

A valoração ambiental consiste em uma medida antropocêntrica que demonstra a disposição de pessoas a pagar por um bem ambiental ou sua rejeição a um aspecto negativo no ambiente. Com isso, o valor econômico torna-se absolutamente distinto do valor intrínseco do meio, e que naturalmente não pode ser mensurado. Para chegar ao ponto onde se maximizam os benefícios desta utilização e minimizam-se os ônus, por isso é imprescindível o exercício da valoração deste patrimônio (DEBEUX, 1998).

1.8 OBJETIVO GERAL

Utilizar os métodos de custo de reposição e valor de mercado para cálculo do Valor Econômico de Recursos Ambientais (VERA) em um estudo de caso de danos decorrentes do desmatamento ilegal para fins de uso prático em perícias ambientais na Amazônia.

1.8.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar os métodos diretos selecionados individualmente na valoração de danos na região em estudo de caso;
- Comparar os valores encontrados por meio do uso conjunto do Método de Custo de reposição e do Valor de Mercado;
- Destacar os pontos relevantes apresentados pelas metodologias aplicadas para adoção na rotina de valoração de danos relacionados ao desmatamento ilegal regional.

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A aplicação do Método de Valoração de danos ambientais foi realizada em uma propriedade rural no interior no Estado do Pará, ao sudoeste do município de Altamira, divisa com o município de Novo Progresso. Este município possui histórico de disputas de terras por latifundiários, bem como alta pressão de atividades ligadas ao desmatamento ilegal de madeira nativa. Normalmente, a supressão da vegetação nesta região tem sido feita por corte raso, com finalidade de aproveitamento comercial das toras, seguido de conversão do solo, principalmente para fins agropecuários, não autorizados pelos órgãos ambientais. Neste trabalho nos restringiremos a apresentar dois métodos de Valor de Uso Direto para valoração de danos, sendo eles: custo de reposição e valor de mercado. Essa escolha se deve em função da disponibilidade de informações que restringem o uso de cada método de que compõe o VERA.

O polígono delimitado a ser utilizado como exemplo de aplicação será baseado nas coordenadas geográficas disponíveis no processo nº 0002390-78.2015.4.01.3903, julgado pelo Tribunal Regional Federal da 1ª Região, Subseção Judiciária de Altamira. Os pontos e as coordenadas geográficas da área serão plotados em um mapa para fins de localização e cálculo do tamanho da área desmatada.

Para efeito de cálculo do dano ambiental foi utilizado um parâmetro que representa um valor mínimo, conforme Art. 20 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, contando apenas com uma estimativa do valor econômico de madeira suprimida de menor valor comercial para a região, sem considerar outros danos materiais, como para fauna, à atmosfera ou às vegetações adjacentes (essa metodologia é aplicada para valoração de danos em diversos casos pelo Ministério Público do Pará).

Para a quantificação do dano foi considerado que de cada hectare de floresta na Amazônia são retirados 100 m³ de madeira. Esse volume foi multiplicado pelo valor em pauta de madeira em tora, de madeira nativa, de menor valor comercial para a região, considerando a consulta feita da Portaria nº 90, de 18 de agosto de 2008, da Secretaria de Fazenda do Pará, que representa a madeira em tora de menor valor comercial sendo madeira branca (R\$ 124,51/m³). As demais três espécies (vermelhas, nobres e especiais) são comercializadas a preços

superiores entre R\$ 148,51/m³ a R\$ 1.734,14/ m³. A partir daí o valor do dano foi calculado mediante a multiplicação do total de área desmatada e queimada, pelo valor de 100 m³/ha e pelo valor de R\$ 124,51 m³. O resultado desta operação aponta o valor final do dano, conforme à seguir.

$$\text{UPM} = \text{área queimada (ha)} \times \text{volume de madeira retirada (m}^3\text{/ha)} \\ \times \text{valor comercial madeira branca (R\$/m}^3\text{)}$$

Para mensurar o valor de custo de reposição foram solicitados dados e informações ao Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará – Ideflor-bio. As informações solicitadas para calcular os custos de reposição foram baseadas conforme orientações de Magliano (2010) aperfeiçoadas para este trabalho:

- a) A densidade das árvores em uma condição natural (4x3 metros);
- b) O preço para aquisição de mudas nativas em viveiros florestais;
- c) A mão-de-obra (abertura de picadas, balizamento e piqueteamento), (abertura de covas, adubagem, plantio, roçada);
- d) Aquisição de adubo;
- e) Manutenção da área (reabertura de picadas, adubação de cobertura, replantio, controle de formigas cortadeiras);
- f) Acompanhamento técnico (visitas técnicas por 5 anos).

Após isso, os valores de Custo de Reposição e Valor de Mercado serão adicionados. O valor resultante será considerado o Valor Econômico dos Recursos Ambientais, como a seguir:

$\text{VERA} = \text{Custo de Reposição (Valor de Custo Reposição)} + \text{valor da madeira (Valor de Uso de Preço Mercado)}$.

Para fins de obtermos o valor de Uso de Preço de Mercado neste estudo de caso, utilizaremos o preço de mercado do bem extraído na área, neste caso madeira em toras.

Os métodos adotados para valoração de danos ambientais neste trabalho serão baseados em metodologias de valoração de recursos ambientais já conhecidas. A adaptação de metodologia para valoração de danos ambientais em ecossistemas florestais será feita com base no Método dos Custos de Reposição (MCREP) para o cálculo do valor de uso direto (KLOTZ, 2016) e no Método de Valor de Mercado (MVM) também de uso direto (MAGLIANO, 2013).

Para composição do mapa da área foram utilizadas imagens obtidas pelo sensor Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite Landsat-5, com resolução espacial de 30 m, bandas do infravermelho médio,

infravermelho próximo e vermelho, no ano de 2010. As imagens fazem parte do banco de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponível na WeB (<http://www.inpe.br>). O tratamento dos dados matriciais e vetoriais foi realizado no software Arcgis, versão 10.5. O período em que as imagens foram coletadas pelos sensores compreende à época sazonal relativa ao período seco, agosto de 2010, possibilitando assim interpretação mais confiável. Cabe ressaltar que nesse período ocorre menor presença de nuvens na região amazônica. A composição das imagens foi realizada no software Arcgis 10.5, utilizando-se as bandas 1, 2 e 3 na composição RGB.

Figura 3. Mapa de localização das áreas autuadas



Fonte: Desenvolvido pela autora.

2.2 MAPA DA ÁREA EM ESTUDO

As duas áreas autuadas por desmatamento estão localizadas nas seguintes coordenadas geográficas:

- Gleba 01: total de 233,75 ha desmatados, 06° 38' 51,12" S e 055° 03' 43,57" W;
- Gleba 02: total de 249,92 ha desmatados, 06° 41' 45,04" S e 054° 58' 28,91" W.

2.3 ESTUDO DE CASO: DESMATAMENTO ILEGAL EM FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA, AMAZÔNIA ORIENTAL.

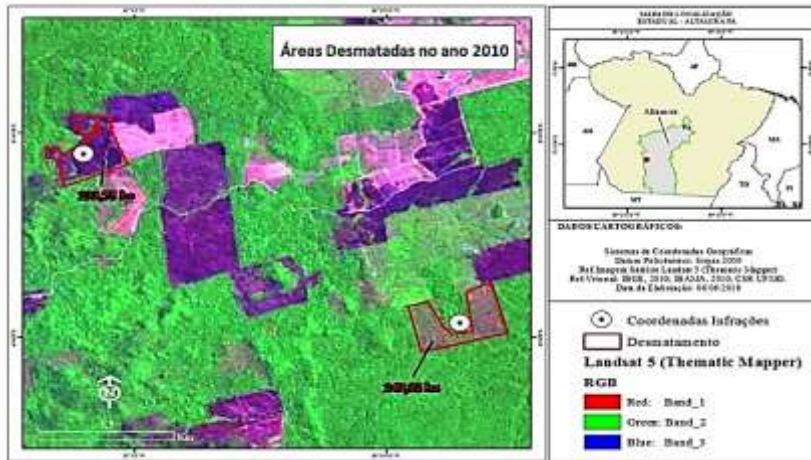
O estudo de caso em questão faz parte de um processo judicial nº 0002390-78.2015.4.01.3903 da Procuradoria da Justiça Federal Vara Única no município de Altamira/PA. O referido processo é caracterizado como uma Ação Civil Pública (ACP), movido pelo Ministério Público Federal, no qual o réu foi autuado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) por ter desmatado e posteriormente destruído, mediante uso de fogo, 483,67 ha de floresta amazônica nativa sem autorização do órgão ambiental competente, em 09/09/2010. A autuação ocorreu nas coordenadas geográficas mencionadas acima, que estão inseridas no perímetro do município de Altamira-PA, divisa com o município de Novo Progresso-PA.

3. RESULTADOS

3.1 VALORES RESULTANTES PARA MÉTODO DE VALOR DE USO DE PREÇO DE MERCADO

O resultado da análise empregada demonstra que o desmatamento ocorreu em 483,67 hectares de floresta (figura 4).

Figura 3. Mapa das áreas autuadas e suas respectivas áreas desmatadas.



Fonte: Desenvolvido pela autora.

Conforme metodologia detalhada neste trabalho o valor resultado do desmatamento baseado no UPM foi equivalente à:

PM = área queimada (ha) x volume de madeira retirada (m³/ha) x valor comercial madeira branca (R\$/m³)

UPM = 483,67 ha x 100 m³/ha x R\$ 124,51/m³

UPM = R\$ 6.022.175,17 (SEIS MILHÕES VINTE E DOIS MIL CENTO E SETENTA E CINCO REAIS E DEZESSETE CENTAVOS).

3.2 VALORES RESULTANTES PARA MÉTODO DE CUSTO DE REPOSIÇÃO (MCR)

Neste método, onde obtemos um valor resultante que representa o custo para recompor o ambiente danificado, foram incluídos todos os custos utilizados durante os três primeiros anos. Com base nas informações do Ideflor-bio, conforme citado anteriormente temos:

a) Para a densidade de árvores em uma condição natural com espaçamento 4x3 seriam necessárias 834 mudas/ha, como

b) temos 483,67 ha, o total de mudas é de 403. 381 (quatrocentas e três mil, trezentos e oitenta e um).

Preço para aquisição de mudas em viveiros florestais: o preço médio estipulado foi de R\$ 3,50 por muda. Foi indicado pelo Instituto o uso de 5 espécies florestais nativas *Handroanthus avellanadae* (sinônimo de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos – ipê), *Dipteryx odorata* - cumaru, *Carapa guianensis* - andiroba, *Phyllanthus nobilis* (sinônimo heterotípico de *Margaritaria nobilis* L.f.) - maronhoto e *Swietenia macrophylla* King – mogno brasileiro. Com isso o custo por hectare é de R\$ 2.919 reais, e o custo total para o local é de **R\$ 1.411.832,73 reais (Um milhão, quatrocentos e onze mil, oitocentos e trinta e dois reais e setenta e três centavos).**

c) Mão de Obra para o preparo da área: a área em estudo foi autuada em 20/08/2010, ou seja, há oito anos encontra-se abandonada e sujeita ao processo de regeneração natural. Com isso, o preparo da área se limitará à abertura de picadas, balizamento e piqueteamento. Estes serviços de mão de obra custarão em média R\$ 300/ ha, totalizando o valor de R\$ 145.101,00 reais. Após isso, será feita a abertura de covas, adubagem, plantio, capina em torno das mudas. Sendo o total a ser utilizado de 403.381 mudas, o custo atual para esses serviços acima é de R\$ 1,50/muda, total de R\$ 605.071,50 (Seiscentos e cinco mil, setenta e um reais e cinquenta centavos). Total para os serviços de mão de obra para preparo de área e plantio de mudas **R\$ 750. 172,50 (setecentos e cinquenta mil, cento e setenta e dois reais e cinquenta centavos).**

d) Aquisição de adubo: o tipo de adubagem indicada foi o de N P K (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) na proporção 9/28/20. Serão necessários 83 Kg de adubo por hectare, ou ainda, 2 sacos/ha, cada saco custa em média 120 reais, cada muda receberia cerca de 120 g de NPK (2 sacos/ha x 483,67 ha x R\$ 120). **O custo total para aquisição do adubo é de 968 sacos de adubo que custará R\$ 116.160,00 (Cento e dezesseis mil, cento e sessenta reais).**

e) Manutenção da área (reabertura de picadas, adubação de cobertura, replantio, controle de formigas cortadeiras). Para a reabertura de picadas e tratos culturais serão gastos em média R\$ 200/ha, três vezes por ano por 3 anos (R\$ 200/ha x 483,67 x 9). Ou seja, serão gastos ao final cerca de R\$ 870. 606,00 reais. Para adubação de cobertura será utilizada a mesma quantidade calculada para o primeiro ano de plantio, ou seja, o valor para os três anos é de R\$ 116.160,00 x 3 = R\$ 348, 480,00 reais.

Para o replantio é estimado cerca de 20% de replanta (total de 80.676 mudas). Sendo cerca de 15% de replanta para o primeiro ano e 5% para o segundo. O custo das mudas é de R\$ 286.366,00 (duzentos e oitenta e seis mil, trezentos e sessenta e seis reais) (total de mudas $80.676 \times 3,50$) e a mão de obra para replantio é de R\$ 1,50/muda, ou seja, R\$ 121.014 reais (cento e vinte e um mil e quatorze centavos), custo total do replantio = R\$ 407.380,00 reais (quatrocentos e sete mil, trezentos e oitenta reais). **O custo de manutenção da área e replantio custará R\$ 1.626.466,00 (Um milhão, seiscentos e vinte e seis mil, quatrocentos e sessenta e seis reais).** Para o controle de formigas cortadeiras o referido Instituto, através de seu representante local, considerou desprezível, devido a densidade biológica presente na área.

f) Acompanhamento técnico e elaboração de laudos (visitas técnicas por 5 anos):

Para o 1º ano considerou-se: 1º Semestre – visitas mensais

2º Semestre – visitas bimestrais

Para o 2º ano: visitas trimestrais;

Para o 3º ano: visitas quadrimestrais;

Para o 5º ano: visitas semestrais.

De acordo Aeapa (2014) o serviço de assistência técnica pode ser calculado da seguinte forma: $0,105 \times \text{SMP}$ (Salário Mínimo Profissional) por dia de trabalho. O valor do SMP atribuído pela AEAPA é de seis vezes o salário mínimo determinado pelo governo federal (R\$ 998,00), portanto o SPM é de R\$ 5.988,00.

Assim a assistência técnica por dia de trabalho equivale à: $0,105 \times \text{R\$ } 5.724 = \text{R\$ } 601,02$ (seiscentos e um reais e dois centavos).

O custo por laudo: Trabalho fora do domicílio – $0,025 \times \text{SMP} = \text{R\$ } 143,10$ (Cento e quarenta e três reais e dez centavos).

O custo com assistência técnica e laudo por dia de visita técnica é de R\$ 744,12, será considerado apenas um dia para cada visita técnica no local. O custo por ano é de:

1º Semestre – 1 Visita R\$ 601,02 + R\$ 143,10 = R\$ 744,12 x 6 meses, total de 6 visitas = R\$ 4. 464,72 reais.

2º Semestre – 1 Visita R\$ 744,12 x 3 (visitas bimestrais) = R\$ 2.232, 36 reais.

2º ano – 1 Visita R\$ 744,12 x 4 (trimestral) = R\$ 2.976,48 reais.

3º ano – 1 visita R\$ 744,12 x 3 (quadrimestral) = R\$ 2.232, 36 reais.

4º ano – 1 visita R\$ 744,12 x 3 (quadrimestral) = R\$ 2.232, 36 reais.

5º ano – 1 visita R\$ 744,12 x 2 (semestral) = R\$ 1.488,24 reais.

Total ao longo dos 5 anos: R\$ 15.626,52 (Quinze mil, seiscentos e vinte e seis reais e cinquenta e dois centavos).

O resumo do cálculo dos insumos e serviços necessários para reposição da vegetação é:

$$\text{MCR} = \text{CTM} + \text{MPP} + \text{CAA} + \text{CMR} + \text{CATL}$$

Onde:

MCR = Método de Custo Reposição

CTM= Custo Total das Mudas

MPP= Mão de obra para Preparo e Plantio

CAA= Custo de Aquisição do Adubo

CMR= Custo de Manutenção e Replanteio

CATL= Custo de Acompanhamento Técnico e elaboração de Laudos

Conforme os valores listados temos:

$$\text{MCR} = \text{R\$ } 1.411.832,73 + \text{R\$ } 750.172,50 + \text{R\$ } 116.160,00 + \\ \text{R\$ } 1.626.466,00 + \text{R\$ } 15.626,52$$

Total MCR = R\$ 3.920.257,75 (Três milhões, novecentos e vinte mil, duzentos e cinquenta e sete reais e setenta e cinco centavos).

3.3 CÁLCULO DO VALOR ECONÔMICO DOS RECURSOS AMBIENTAIS

Com base nos estudos feitos até aqui obtivemos o UPM e o MCR, que representam métodos de valoração de uso direto. Ambos foram selecionados por serem métodos amplamente utilizados em perícias e por representar diferentes passagens no tempo do dano.

O método UPM atribui um valor ao dano com base nos bens retirados do ambiente e que estiveram ausentes durante todo o tempo transcorrido², embora se limite ao recurso ambiental de madeira extraída.

Já o MCR se projeta a repor os bens e recursos danificados por certo agente a fim de devolver as condições necessárias para aquele ambiente retornar o mais próximo possível à sua situação original.

Com isso, foram utilizados os dois valores encontrados por meio da aplicação dos métodos separadamente ao que conhecemos por VERA, temos então:

$$\text{VERA} = \text{Custo de reposição (MCR)} + \text{valor da madeira (UPM)}$$

² Para incorporar o dano intercorrente com melhor representatividade sugere-se atualizar monetariamente o valor histórico da época do dano mais juros, que no caso do Brasil utiliza-se IPCA-E, já adotado para atualizar conversões de multa (Decreto nº 9.179/2017).

O Valor Econômico dos Recursos Ambientais conforme citado acima resulta em:

$$\text{VERA} = \text{R\$ } 3.920.257,75 + \text{R\$ } 6.022.175,17$$

VERA = R\$ 9.942.432,92 (NOVE MILHÕES, NOVECENTOS E QUARENTA E DOIS MIL, QUATROCENTOS E TRINTA E DOIS REAIS E NOVENTA E DOIS CENTAVOS).

4. DISCUSSÃO

Conforme visto, os ganhos com o desmatamento podem superar em muito a cifra de R\$ 6.022.175,17 (valor da madeira UPM) uma vez que em função do corte raso, seguramente foi extraído um volume de madeira maior e com valor de mercado mais elevado. O parâmetro utilizado neste trabalho procura evitar réplicas por parte do infrator quanto ao tipo de madeira retirada, se madeira menos ou mais nobre, ou ainda, mesmo sendo um valor mínimo, como se trata de uma extensa área de desmatamento, como acontece na Amazônia, a quantia resultando atinge valores extensos, dificilmente pagos se fossem considerados de outra maneira.

O Ministério do Meio Ambiente, conforme Instrução Normativa MMA nº 6, de 15 de dezembro de 2006, em seu Art. 10 afirma que:

Art. 10 – Aquele que explorar ou suprimir vegetação em terras públicas, bem como proprietário ou possuidor de área com exploração de vegetação, sob qualquer regime, sem autorização ou em desacordo com essa autorização, cumprirá a reposição florestal por meio da apresentação de créditos de reposição florestal considerando os seguintes volumes:

I – Para Floresta Amazônica: 100 m³ por hectare;

Os valores de Uso de Preço de Mercado são usualmente utilizados para quantificação de danos normalmente causados na mineração segundo Magliano (2013), onde é necessário quantificar o total de bens extraídos, contudo pode ser também utilizado para outros recursos ambientais tais como a madeira, pois também se tem o aproveitamento comercial dos recursos ambientais extraídos. Segundo pesquisa do mesmo autor, em 75% dos casos com título de desmatamento, os laudos apresentam a valoração de danos baseados unicamente no Valor de Custo de Reposição, em razão principalmente

da complexidade de análise e levantamento de algumas informações necessárias para aplicação de outros métodos, como o método de Uso de Preço de Mercado.

O método dos Custos de Reposição conforme Klotz (2016), apesar de largamente utilizado em laudos de perícias ambientais tem sido aplicado isoladamente e sem considerar a perda econômica para valoração de danos ao ecossistema. Conforme evidenciou o autor, o método apresenta valores significadamente menores comparado a métodos que tomam além dos valores da perda econômica direta, os valores dos serviços ambientais que, na floresta em recuperação, ficaram ausentes ao longo do tempo transcorrido. Com isso, apesar de o emprego do custo de restauração incluir a perda econômica relativa ao período entre o tempo inicial da degradação e o tempo da total recuperação (MAGLIANO, 2013), esse método capta o valor mínimo do dano e sua utilização em perícias ambientais como método único de valoração negligencia os danos indiretos, o que é lucrativo para o infrator, uma vez que a arrecadação bruta da exploração de recursos supera demasiadamente os custos com a reposição (CORRÊA & SOUZA, 2013).

A valoração econômica dos danos ambientais busca desenvolver procedimentos para mensuração da degradação e o estabelecimento de valor financeiro para fixação de indenizações razoáveis a serem pagas pelo autor do dano. Dessa maneira, o estudo de tais procedimentos de valoração econômica deve possibilitar decisões extrajudiciais e judiciais, com respaldo na interface economia e direito (AGUILAR, 2016).

De acordo com Vieira (2013) os critérios que embasam o método de custo de reposição são claros e de fácil entendimento. O método também possui valor objetivo, baseado em preços de mercado, de fácil obtenção para os profissionais envolvidos na elaboração de laudos periciais. O método de Uso de Preço de Mercado também é de fácil utilização se empregado conforme demonstrado neste trabalho. Contudo, cabe ao perito em cada região e tempo realizar a atualização dos dados periodicamente.

Os resultados encontrados neste estudo de caso, aplicando-se os métodos de Custo de reposição e do Valor de Mercado, apontam que a diferença nos valores encontrados em cada um dos métodos varia em cerca de 54%. O valor de Uso da madeira ficou claramente mais elevado do que o valor encontrado para o valor de custo para reposição da vegetação.

Os dois métodos são discutíveis quando aplicados isoladamente apesar de serem considerados pelos diversos autores como de simples

aplicação e entendimento (VIEIRA, 2013). Ambos os métodos apresentam deficiências. No caso do método de custo reposição, encontram-se valores muito inferiores quando comparado com valores de outros métodos, o que pode subestimar demasiadamente o valor real do dano. Já o método de valoração baseado no Valor de Uso de Mercado persiste a dificuldade e complexidade de análise de informações para composição do banco de dados e informações necessárias, o que pode torná-lo oneroso e moroso.

Importante destacar que o estudo de caso em questão se aplica ao tipo de vegetação floresta ombrófila aberta submontana de cipós, presente no Bioma Amazônia e mais expressiva no estado do Pará, com grande abundância de plantas sarmentosas envolvendo os indivíduos de grande porte. E, portanto, a metodologia deve ser revista caso se busque adotá-la em outros ecossistemas que poderão exigir abordagens complementares e específicas.

O conhecimento acerca do ambiente degradado e as condições ambientais pré-existentes ao dano são fundamentais para aplicação em qualquer metodologia de valoração econômica ambiental, isso possibilita que durante as investigações seja possível reunir o máximo de informações sobre a extensão e gravidade dos danos causados (STEIGLEDER, 2011).

Conforme Matavelli (2018), todos os métodos de valoração conhecidos têm limitações na obtenção dos diferentes tipos de valores do recurso ambiental. Além do que, não se pode afirmar a eficiência de um método sob outro, pois não há como saber o real valor de um recurso ambiental. Por isso, ao escolher o método mais apropriado, deve-se levar em consideração principalmente o objetivo da valoração, além da eficiência do método para o caso específico e os dados disponíveis para o estudo. Dessa maneira, a junção dos dois métodos tenta sanar a deficiência do método de Custo de Reposição quanto ao seu valor minimalista e aprimora o método de Uso de Preço de Mercado que não compreende perdas durante o lapso de tempo transcorrido. Sugere-se ainda neste trabalho, que para maior facilidade no uso do método de Uso de Preço de Mercado seja aplicada a metodologia utilizada neste estudo de caso, que se apresentou de baixo custo, rápida e fácil aplicação, não sendo necessários trabalhos de campo dispendiosos.

O uso dos dois métodos em conjunto demonstra perfeita sintonia com as necessidades de valoração de danos em laudos periciais, uma vez que os dois métodos juntos correspondem a valores justos, tendo em vista englobarem a perda de vegetação no momento da infração, ainda

que seja baseado nas espécies de menor valor econômico, e das perdas durante tempo transcorrido do dano até a recuperação da área.

Os dois métodos aplicados em conjunto também são de fácil aplicação e rapidez, uma vez que independem de trabalhos de campo minuciosos bem como investimento na busca de informações para composição de banco de dados. Todas as informações podem ser facilmente consultadas em instituições oficiais, bastando apenas que o profissional atualize as informações periodicamente.

Com tudo isso, os Métodos de Custo Reposição juntamente com o Valor de Uso de Mercado apresentam eficácia satisfatória para aplicação em laudos periciais que exigem praticidade e eficiência, sendo obtidos resultados bem mais próximos ao valor do dano calculado por meio de todas as variáveis do VERA, e dessa maneira considerando o máximo de perdas que o ambiente teve com a ocorrência do dano, tomando cuidado para que os valores encontrados não atinjam valores surreais e impagáveis.

Conforme o Art. 19 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 sempre que possível, a perícia de constatação do dano ambiental fixará o montante do prejuízo causado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa. Sendo que, o valor da multa fixado nesta Lei apresenta o mínimo de R\$ 50,00 (cinquenta reais) e o máximo de R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais).

Outra referência para o valor de multas e que pode apoiar na delimitação do valor econômico do dano é o Decreto nº 9179/2017, que trata das sanções aplicáveis às condutas lesivas ao meio ambiente e a conversão das multas em serviços ambientais.

É importante salientar que a representação do valor dos serviços ecossistêmicos (i.e. a importância do meio ambiente na sustentação dos meios de vida humanos) em unidades monetárias não significa que estes serviços devam ser tratados como commodities privadas que podem ser negociadas em mercados. Conforme Costanza *et al.* (2014), os valores auferidos de recursos ambientais em unidades monetárias é uma estimativa de seus benefícios para a sociedade, expressos em unidades que se comunicam com ampla audiência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dois métodos e procedimentos analisados, de Custo de Reposição e de Valor de Uso de Mercado precificam o custo de restauração do bem ambiental danificado e o valor do bem no momento do dano. A valoração de danos ambientais por meio de procedimentos diferentes produziu preços discrepantes. Dessa forma, a melhor forma de valoração encontrada foi a junção dos métodos utilizados para precificá-lo.

A adaptação de metodologia proposta neste trabalho para valoração de danos a ecossistemas florestais atende aos critérios de objetividade e simplicidade, justa eficácia. Os métodos são objetivos pois seguem metodologias disseminadas em normas técnicas de valoração de recursos ambientais e de avaliação de bens, e ainda se faz simples, pois não exige levantamentos demasiadamente demorados e dispendiosos em campo. No local do crime, cabe ao perito criminal localizar e medir a área danificada pelo agente infrator e coletar as coordenadas geográficas correspondentes. As outras informações necessárias ao cálculo do MCR e MPM só precisam ser atualizadas pelo perito criminal periodicamente.

A aplicação dos métodos se faz justa e eficaz por que utiliza valores atualizados e tenta minimizar o prejuízo temporal sofrido pelo ambiente em decorrência da ausência de vegetação por meio de sua reposição.

Sugere-se em complemento à metodologia aplicada neste estudo de caso a incorporação da atualização monetária e juros para melhor incorporação do dano intercorrente, bem como podem ser feito o uso espécies típicas do ambiente para quantificação do valor de mercado que leve em consideração madeira de maior valor comercial com base em dados de inventário publicado sobre a área em questão.

Com isso, a aplicação dos métodos de Valor de Uso de Preço de Mercado e de Valor do Custo de Reposição associados em laudos periciais é visto como a maneira mais eficiente de caracterização de danos mais próximo do valor de prejuízos causados que podem ser calculados por meio do VERA, e que apesar de não incluir todas as suas variáveis, apresenta valores mais satisfatórios e aplicáveis do que quando os métodos são aplicados individualmente como ainda tem sido feito em larga escala pelo país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 7-30, 2002.

ADISSI, Paulo et al. Gestão ambiental de unidades produtivas. **Elsevier Brasil**, 2013.

SILVA DE ALMEIDA, Arlete; GUIMARÃES VIEIRA, Ima Célia. Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no Estado do Pará. **Ambiente & Água- An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 9, n. 3, 2014.

ALMEIDA, R. **Avaliação de danos causados ao meio ambiente**. In: Domingos Tocchetto. (Org.). *Perícia Ambiental Criminal*. 2a ed. Campinas: Millennium, 2012.

AMAZÔNIA, Geo. Perspectivas do meio ambiente na amazônia. **Pnuma/otca/centro de Pesquisa da Universidad del Pacifico**, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-6:2008: **Avaliação de bens. Parte 6: Recursos naturais e ambientais**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS AGRONOMOS DO PARÁ. **Tabela de honorários**. Belém, 2014.

ATTANASIO, Cláudia Mira et al. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Bragantia**, 71(4), 493-501, 2012.

BRASIL. Lei Federal n. 12.651 de 25 de maio de 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Disponível em:

<http://www.imprensanacional.gov.br/mp_leis/leis_texto.asp?ld=LEI%209887>. Acesso em: 22 jun. 2018.

BRASIL. Lei Federal n. 4.771 de 15 de setembro de 1965. **Código Florestal Brasileiro**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm>. Acesso em: 22 jun. 2018.

BRASIL. Lei Federal n. 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. **Crimes Ambientais**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 13 jan. 2019.

BRASIL. **Medida Provisória nº 867, de 26 de dezembro de 2018**. Dispõe sobre a prorrogação do prazo a adesão ao PRA, alterando o dispositivo § 2º do Art. 1º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv867.htm>. Acesso em: 13 jan. 2019.

BRAZILIAN FLORA GROUP. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**. 2015; 66(4):1085-113.

BUENO, A. **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.

CAMPOS, K. S. **Estudo da fenologia da floresta tropical e atividade no crescimento individual das plantas através do sistema de imageamento terrestre**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2016.

CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 31-34, 2010.

CORDEIRO, M. J. **A Evolução da educação ambiental: uma abordagem histórica**. 2014. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares) Universidade Estadual da Paraíba, Princesa Isabel, 2014.

CORRÊA, Rodrigo Studart; DE SOUZA, Álvaro Nogueira. Valoração de danos indiretos em perícias ambientais. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 2, n. 1, p. 7-15, 2013.

DA COSTA, Marcelo Ednan Lopes 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, p.117-144, 2015.

COSTANZA, Robert. et al. Changes in The Global Value of Ecosystem Services. **Global Environmental Change**, v. 26, 2014. p. 152-158.

DA SILVA, T. B. B., & CORRÊA, R. S. Comparação entre métodos de valoração de danos ambientais para fins periciais. **Revista Brasileira de Criminalística**, 4(3), 7-14, 2015.

DE AGUILAR, A. S. **Valoração econômica por danos ambientais, perda dos serviços ecossistêmicos**. XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, Minas Gerais, setembro de 2016.

DELAZERI, L. M. Determinantes do desmatamento nos municípios do Arco Verde – Amazônia Legal: uma abordagem econométrica. **Revista Economia Ensaios**, 30 (2), p. 11-34, 2016.

DUBEUX, C. B. S. **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.

FEARNSIDE, P.M. Consequências do desmatamento da Amazônia. **Scientific American Brasil Especial Biodiversidade**, v.3, p. 54-59, 2010.

GUIMARÃES, U. S., GOMES, A. R. Detecção de exploração seletiva de madeira utilizando os satélites landsat 5 tm e resourcesat 1 liss-3 em áreas de manejo florestal do leste do estado do Acre, Brasil. **INPE, Centro Regional da Amazônia, 2011.**

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cadastro de municípios localizados na Amazônia legal.** 2014.

Disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_regionais/sociedade_e_economia/amazonia_legal/amazonia_legal_2014.pdf> Acesso em 16 jan, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2015. Projeto PRODES – Monitoramento da Amazônia brasileira por satélite.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **PRODES estima 7.989 km² de desmatamento por corte raso na Amazônia em 2016.** Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **PRODES estima 7.000 km² de desmatamento por corte raso na Amazônia em 2018.** Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/noticias/inpe-estima-7-900-km2-de->

desmatamento-por-corte-raso-na-amazonia-em-2018> Acesso em 14 jan, 2019.

KLOTZ, A. O. Valoração de danos a ecossistemas florestais naturais em perícias criminais ambientais no Estado da Bahia. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais: Florianópolis, SC, 2016. 120 p.

LIMA, Wendell Telles, et al. Uma geopolítica para as águas continentais na Amazônia Ocidental. **Revista de Geopolítica**, v. 9, nº 1, p. 11 - 21, jan./jun. 2018.

MAGLIANO, M. M. Valoração de danos em Crimes Ambientais. Experiências da Polícia Federal. Instituto Nacional de Criminalística, 2010. 37 slides. Disponível em:< http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/eventos/cursos/oficina-elaboracao-de-diretrizes-na-valoracao-de-danos-ambientais-e-ao-patrimonio-cultural/valoracao_mauro_magliano.pdf> Acesso em: 13 de março de 2019.

MAGLIANO, M. M. Valoração econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais: Florianópolis, SC, 2013. 115 p.

MATAVELLI, C. J. Valoração dos danos ambientais em florestas ombrófilas desmatadas no estado do Pará. Dissertação (mestrado profissional), Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, 2018.

DA COSTA MATTOS, Katty Maria; DA COSTA MATTOS, Karen Maria; MATTOS, Arthur. Valoração econômica do meio ambiente dentro do contexto do desenvolvimento sustentável. **Revista Gestão Industrial**, v. 01, n. 02, pp.105-117, 2005.

MOTTA, R.S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997, 254p.

PRADO, Jefferson et al. Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1073-1083, 2015.

RAUPP, A. B. **Valoração de dano ambiental causado por lançamento de efluentes sanitários em águas superficiais: uma ferramenta para fins criminais**. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais: Florianópolis, SC, 2013. 157 p.

SANTOS, J. C. dos, et al. **A perícia ambiental criminal**. In: TOCCHETTO, D. Perícia ambiental criminal. São Paulo: Millennium, 2010.

VIEIRA, J. P. P. **Valoração de Danos Ambientais em Ecossistemas Florestais: Adaptação do Método do Custo de Reposição com Vistas à sua Aplicação na Perícia Criminal Ambiental**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Perícias Criminais Ambientais. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013. 115 p. Disponível em:< [https://repositorio. ufsc. br/xmlui/bitstream/handle/123456789/122633/3_25628. pdf](https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/122633/3_25628.pdf).