

Valoraçao do Dano Ambiental

Valoração do Dano Ambiental

Meio Ambiente Natural

Estes capítulos abordam temáticas ligadas ao meio ambiente natural, como os desflorestamentos, inexistência de Reserva Legal, construção em APP, retirada de madeira, produção ilegal de carvão vegetal e Degradação de Áreas Úmidas.

Fauna Silvestre e Recursos Pesqueiros

Estes capítulos foram desenvolvidos para fundamentar as ações ministeriais contra os crimes sobre a fauna silvestre e os recursos pesqueiros.

Meio Ambiente Urbano

Este importante tema está abordado em 4 capítulos que fundamentam ações ligadas a arborização urbana, resíduos sólidos, soterramento da vegetação e movimentação de terra.

Sumário

1. DESFLORESTAMENTOS IRREGULARES	3
1.1. Parâmetros condicionantes	
1.2. Metodologias	
2. INEXISTÊNCIA DE RESERVA LEGAL	19
2.1. Parâmetros Condicionantes	
2.2. Valoração aplicada por hectare e por bioma	
2.3. Conclusão	
3. CONSTRUÇÃO EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)	23
3.1. Parâmetros Condicionantes	
3.2. Valoração do Dano Ambiental	
3.3. Conclusão	
4. MADEIRA NATIVA SERRADA	29
4.1. Parâmetros Condicionantes	
4.2. Valoração do Dano	
4.3. Conclusão	
5. PRODUÇÃO ILEGAL DE CARVÃO VEGETAL	32
5.1. Parâmetros Condicionantes	
5.2. Valoração do Dano Ambiental	
5.3. Conclusão	
6. FAUNA SILVESTRE	34
6.1. Parâmetros Condicionantes	
6.2. Valoração de Danos contra a Fauna Silvestre	
6.3. Conclusões	
6.4. Anexos	
7. ARBORIZAÇÃO URBANA	46
7.1. Parâmetros Condicionantes	
7.2. Valoração Monetária de Espécies Arbóreas (VEA)	
7.3. Cálculo da Valoração Monetária de Espécies Arbóreas (VEA)	
7.4. Conclusão	
7.5. Anexos	
8. DEPÓSITO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS	55
8.1. Parâmetros Condicionantes	
8.2. Valoração do Dano Ambiental	
8.3. Conclusão	
9. SOTERRAMENTO DA VEGETAÇÃO	59
9.1. Parâmetros condicionantes	
9.2. Metodologia	
9.3. Conclusão	
10. MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	63
10.1. Parâmetros condicionantes	
10.2. Metodologia	
10.3. Conclusão	
11. DEGRADAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS (AUS)	68
11.1. Parâmetros Condicionantes	
11.2. Valoração aplicada por hectare e por tipo de degradação	
11.3. Conclusão	
12. DANOS AOS RECURSOS PESQUEIROS	72
12.1. Parâmetros Condicionantes	
12.2. Valoração do Dano sobre os recursos pesqueiros	
12.3. Conclusão	

1. DESFLORESTAMENTOS IRREGULARES

1.1. Parâmetros condicionantes

Esta orientação técnica disponibiliza a Valoração de Danos Ambientais decorrentes de desflorestamentos irregulares praticados contra a vegetação e pode ser aplicada em duas situações: **(i) em Área de Preservação Permanente (APP) e/ou Reserva Legal (RL)**, e **(ii) em área passível de desflorestamento**, porém quando realizado sem a devida autorização do órgão ambiental competente.

A valoração do desflorestamento em APP e RL pode ser calculada por distintos métodos de avaliação (CATE ou VCP, detalhados doravante nesse documento) e será ajustada de acordo com o estágio de sucessão da vegetação (também denominado estágio sucessional) e o grau de alteração praticado. Estes condicionantes são detalhados a seguir precedidos de um fluxograma de tomada de decisões (figura 1).

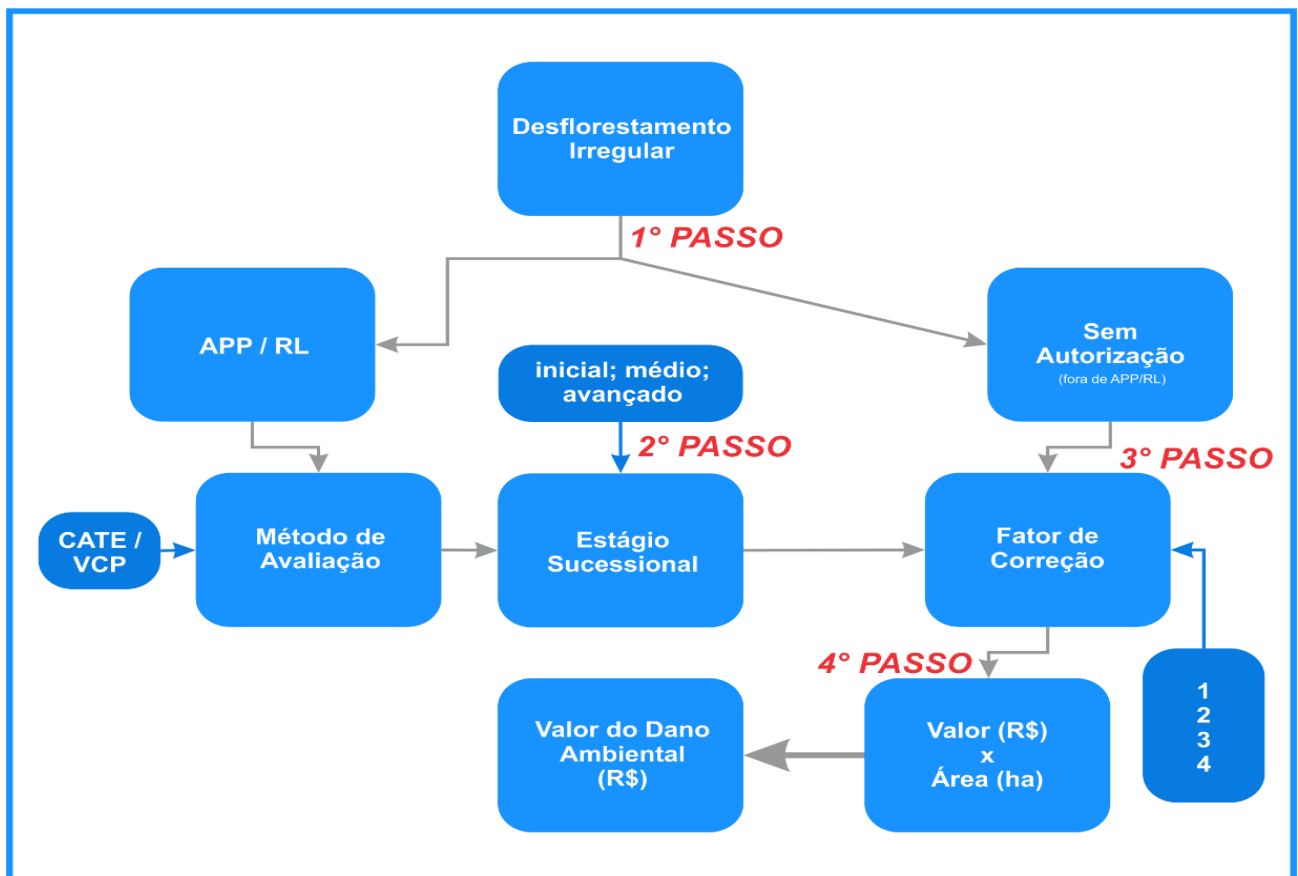


Figura 01. Fluxograma de orientação para valoração do dano ambiental no estado do Amapá.

O primeiro passo é observar se o desflorestamento ocorreu em área protegida por lei (APP e/ou RL) ou em área passível de desflorestamento, mas que tenha ocorrido de forma ilegal.

Caso o desflorestamento tenha ocorrido em APP e/ou RL, apresentam-se duas opções de métodos de avaliação, detalhados doravante nessa orientação técnica, a saber:

Método 1: Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)

Método 2: Valor de Compensação Ambiental (VCP)

O segundo passo é observar em qual estágio sucessional as áreas desflorestadas encontravam-se antes da intervenção:

- Intervenção em florestas secundárias no **estágio inicial** ou em transição do estágio inicial para o médio de regeneração.
- Intervenção em florestas secundárias no **estágio médio** ou em transição do estágio médio para o avançado de regeneração.
- Intervenção em florestas secundárias no **estágio avançado** ou em transição do estágio avançado para floresta primária (clímax).

O terceiro passo é calibrar a Valoração do Dano Ambiental por um fator de correção que varia de acordo com o grau de alteração praticado contra a vegetação, cujo gradiente de variação vai do corte raso à implantação da cultura.

Estes fatores de correção (0,4, 0,6, 0,8 1,0 e 1,2) correspondem respectivamente às seguintes etapas de desflorestamento:

- Etapa 1: corte raso (0,4);
- Etapa 2: corte raso com destoca (0,6);
- Etapa 3: corte raso com destoca e revolvimento do solo (0,8) e;
- Etapa 4: corte raso com destoca, revolvimento do solo e implantação de cultura (1,0).

No caso de corte raso com queimada em período proibitivo ou sem autorização, o fator é corrigido para 1,2.

Em caso de desflorestamento fora de APP e RL, deve-se pular diretamente para o **terceiro passo** e apenas calibrar a Valoração do Dano Ambiental, por um fator de correção.

Estes fatores de correção (0,4, 0,6, 0,8 1,0 e 1,2) correspondem respectivamente às seguintes etapas de desflorestamento:

- Etapa 1: corte raso (0,4);
- Etapa 2: corte raso com destoca (0,6);
- Etapa 3: corte raso com destoca e revolvimento do solo (0,8) e;
- Etapa 4: corte raso com destoca, revolvimento do solo e implantação de cultura (1,0).

No caso de corte raso com queimada em período proibitivo ou sem autorização, o fator é corrigido para 1,2.

O **quarto passo** é multiplicar o valor (R\$) obtido, pela área total desflorestada, que resultará no Valor do Dano Ambiental (R\$) da área total.

As informações que irão subsidiar a escolha do promotor de justiça devem fazer parte do parecer técnico do profissional designado para realizar a perícia de constatação do desflorestamento. Porém, quando da inexistência de informações necessárias à tomada de decisão, orienta-se que o promotor de justiça opte pela valoração do dano ambiental que lhe pareça a mais adequada.

Apresenta-se a seguir as tabelas com os valores por hectare desflorestado, de acordo com as especificidades acima descritas, representando diversos cenários de desflorestamento.

*Tabela 01. Valoração pelos custos de reflorestamento (segundo dados da Embrapa Agrossilvipastoril) para desflorestamento **fora de APP e RL**, independentemente do estágio de regeneração da floresta.*

Etapas	Descrição	Fator de correção	CR/ha
1	Corte raso	0,4	R\$5.171,14
2	Corte raso com destoca	0,6	R\$7.756,71
3	Corte raso com destoca e revolvimento do solo.	0,8	R\$10.342,28
4	Corte raso com destoca, preparo do solo, revolvimento do solo e implantação de cultura (ou formação de pastagem)	1,0	R\$12.927,85*

CR/ha = Custo do reflorestamento, por hectare, baseado nos custos praticados pela Embrapa Agrossilvipastoril.

*Custo de reflorestamento por Plantio consorciado de mudas de 16 espécies florestais nativas de diferentes grupos funcionais, submetidas à exploração econômica futura.

Tabela 02. Valoração pelos “Custos Ambientais Totais Esperados” – CATE. **Cenário:** Desflorestamento em APP e RL – Florestas secundárias no **estágio inicial** ou em transição do estágio inicial para o médio de regeneração.

Etapas	Descrição	Fator de correção	CATE/ha
1	Corte raso	0,4	R\$9.474,45
2	Corte raso com destoca	0,6	R\$14.211,68
3	Corte raso com destoca e revolvimento do solo	0,8	R\$18.948,91
4	Corte raso com destoca e revolvimento do solo e implantação de cultura ou formação de pastagem	1,0	R\$23.686,14

Obs.: Os valores dos CATEs acima tabelados não contemplam o valor pecuniário que seria obtido com a venda dos produtos oriundos do desflorestamento.

Tabela 02.1. Valoração pelos “Custos Ambientais Totais Esperados” – CATE. **Cenário:** Desflorestamento em APP e RL – Florestas secundárias no **estágio médio** ou em transição do estágio médio para o avançado de regeneração.

Etapas	Descrição	Fator de correção	CATE/ha
1	Corte raso	0,4	R\$14.211,68
2	Corte raso com destoca	0,6	R\$21.317,52
3	Corte raso com destoca e revolvimento do solo	0,8	R\$28.423,36
4	Corte raso com destoca e revolvimento do solo e implantação de cultura ou formação de pastagem	1,0	R\$35.529,20

Obs.: Os valores dos CATEs acima tabelados não contemplam o valor pecuniário que seria obtido com a venda dos produtos oriundos do desflorestamento.

Tabela 02.2. Valoração pelos “Custos Ambientais Totais Esperados” – CATE. **Cenário:** Desflorestamento em APP e RL – Florestas secundárias no **estágio avançado** ou em transição do estágio avançado para floresta primária (clímax).

Etapas	Descrição	Fator de correção	CATE/ha
1	Corte raso	0,4	R\$18.948,91
2	Corte raso com destoca	0,6	R\$28.423,36
3	Corte raso com destoca e revolvimento do solo	0,8	R\$37.897,82
4	Corte raso com destoca e revolvimento do solo e implantação de cultura ou formação de pastagem	1,0	R\$47.372,27

Obs.: Os valores dos CATEs acima tabelados não contemplam o valor pecuniário que seria obtido com a venda dos produtos oriundos do desflorestamento.

Tabela 03. Valoração pelo “Valor de Compensação Ambiental” – VCP. **Cenário:** Desflorestamento em **APP** e **RL** – Florestas secundárias no **estágio inicial** ou em transição do estágio inicial para o médio de regeneração.

Etapas	Descrição	Fator de correção	VCP/ha	
			Floresta	Cerrado
1	Corte raso	0,4	R\$23.621,90	R\$14.203,06
2	Corte raso com destoca	0,6	R\$33.981,46	R\$19.853,18
3	Corte raso com destoca e revolvimento do solo	0,8	R\$44.341,01	R\$25.503,31
4	Corte raso com destoca e revolvimento do solo e implantação de cultura ou formação de pastagem	1,0	R\$54.700,56	R\$31.153,44

Tabela 03.1. Valoração pelo “Valor de Compensação Ambiental” – VCP. **Cenário:** Desflorestamento em **APP** e **RL** – Florestas secundárias no **estágio médio** ou em transição do estágio médio para o avançado de regeneração.

Etapas	Descrição	Fator de correção	VCP/ha	
			Floresta	Cerrado
1	Corte raso	0,4	R\$30.528,27	R\$17.969,81
2	Corte raso com destoca	0,6	R\$44.341,01	R\$25.503,31
3	Corte raso com destoca e revolvimento do solo	0,8	R\$58.153,74	R\$33.036,82
4	Corte raso com destoca e revolvimento do solo e implantação de cultura ou formação de pastagem	1,0	R\$71.966,48	R\$40.570,32

Tabela 03.2. Valoração pelo “Valor de Compensação Ambiental” – VCP. **Cenário:** Desflorestamento em **APP** e **RL** – Florestas secundárias no **estágio avançado** ou em transição do estágio avançado para floresta primária (clímax).

Etapas	Descrição	Fator de correção	VCP/ha	
			Floresta	Cerrado
1	Corte raso	0,4	R\$37.434,64	21.736,56
2	Corte raso com destoca	0,6	R\$54.700,56	31.153,44
3	Corte raso com destoca e revolvimento do solo	0,8	R\$71.966,48	40.570,32
4	Corte raso com destoca e revolvimento do solo e implantação de cultura ou formação de pastagem	1,0	R\$89.232,40	R\$49.987,20

1.2. Metodologias

A seguir será apresentado o detalhamento das metodologias utilizadas para compor as tabelas de valoração do dano ambiental.

1.2.1.1. Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)

Esta orientação técnica descreve como foi elaborada a Valoração de Danos Ambientais decorrentes de desflorestamentos irregulares praticados contra a vegetação, localizada em Área de Preservação Permanente (APP) ou Reserva Legal (RL), nas áreas de domínio dos biomas Amazônia, Cerrado e em áreas de transição entre esses biomas no Estado do Amapá.

Os cálculos encontram-se ajustados às áreas de Florestas secundárias no estágio inicial,

médio ou avançado de regeneração e são determinados através do método denominado Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)¹. A metodologia propõe ainda que os desflorestamentos devem ser calibrados por um fator de correção que varia de acordo com o grau de alteração praticado contra a vegetação, cujo gradiente de variação vai do corte raso à implantação da cultura.

A metodologia dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE) pode ser, inicialmente, entendida como sendo a renda perpétua que a sociedade estaria disposta a receber em decorrência da indenização (pecuniária ou não) de determinado tipo de degradação ambiental.

Por outro lado, o desflorestamento, ainda que realizado em diversas etapas pode ser considerado como dano ambiental intermitente, ou seja, aquele originário de uma ação degradadora, não repetitiva, única e não periódica.

Assim sendo, procede-se à valoração dos danos ambientais decorrentes dos desflorestamentos irregulares a partir da equação:

$$CATE-DI-FI/M = \frac{Cd \times Fi/d \times (1+j)^n}{(1 + j)^n - 1}$$

Onde:

CATE-DI-FI/M = Custos ambientais totais esperados relativos ao desflorestamento irregular de 1 hectare de floresta secundárias no estágio inicial, médio ou avançado de regeneração, localizada em APP ou RL, em área de domínio dos biomas Amazônia, Cerrado e em áreas de transição entre esses biomas no Estado do Amapá;

¹ RIBAS, L. C. Metodologia para Valoração de Danos Ambientais – O Caso Florestal. Revisão da Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia. São Paulo, 1996.

Cd = Custos ambientais para fins de reparação dos danos ambientais diretos, ou seja, o custo de reflorestamento de 1 hectare de área degradada.

Adota-se, neste trabalho, o menor custo de recuperação de áreas degradadas praticado pelo Instituto Centro de Vida (ICV) pelo método de restauro florestal com plantio direto de sementes florestais sobre palhada em terreno natural, isto é, com relevo original e solo ocupado por atividades agropecuárias, obtido da transcrição que se segue:

“A presente publicação é fruto de uma consultoria realizada nos anos de 2012 a 2015, desenvolvida em 10 propriedades rurais localizadas no município de Alta Floresta - MT, e tem como objetivo apresentar os resultados observados a partir da utilização do método de restauro florestal com plantio direto de sementes florestais sobre palhada, desenvolvido por Hoffmann na Fazenda Elo Florestal, DF”.

“Os custos operacionais de implantação e manejo, foram calculados com base em valores de insumos adquiridos no mercado regional formalmente, ou seja, com os impostos inclusos. Além de considerar todas as operações necessárias à execução do restauro, por exemplo, o transporte de insumos e máquinas. Pode-se considerar como parâmetro econômico para custos operacionais (implantação e manejo até 3º ano) do método de restauração florestal, plantio direto de sementes florestais sobre palhada, o custo de R\$ 5.375,00 por hectare”².

Portanto, $Cd = R\$5.375,00$.

Fi/d = Fator de conversão que estabelece uma relação entre os danos ambientais diretos e indiretos. Varia numa escala numérica de 1 a 9, sendo o fator 1 associado às intervenções que não apresentam qualquer impacto indireto e o fator 9 associado às intervenções ou danos cujos impactos indiretos são muito relevantes.

A determinação do fator Fi/d , no presente trabalho, leva em consideração os seguintes aspectos:

² Instituto Centro de Vida (ICV). No prelo.

O Bioma Amazônico é um conjunto de ecossistemas florestais de 6,9 milhões de quilômetros quadrados, distribuídos por nove países. O Brasil abriga em seu território 4,2 milhões de quilômetros quadrados deste bioma, incluindo áreas de transição e trechos de outras formações vegetais³.

Os desflorestamentos irregulares representam danos diretos à flora e danos diretos e indiretos à fauna, ao solo, aos cursos d'água e à paisagem;

Os ecossistemas florestais dos biomas Amazônia, Cerrado e das áreas de transição entre esses biomas no Estado do Amapá, abrigam elevada biodiversidade;

O Brasil concentra de 11% a 14% da diversidade vegetal do mundo. Tem cerca de 40 mil espécies catalogadas e milhares ainda desconhecidas pela ciência. Das 40.982 espécies da flora brasileira catalogadas, 3.608 são de fungos, 3.495 de algas, 1.521 de briófitas (musgos), 1.176 de pteridófitas (samambaias), 26 de gimnospermas (coníferas, sem flor) e 31.156 de angiospermas⁶ (plantas com flor e fruto).

Em 2014 o Ministério do Meio Ambiente (MMA) divulgou um dado apontando que 4.617 espécies da flora brasileira estão ameaçadas de extinção⁷.

³ CARNEIRO FILHO, A. e SOUZA, O.B. Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.

⁴ MITTERMEIER, R. A., et al. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. Megadiversidade, Volume 1, Nº 1, 2005.

⁵ BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Manuais Técnicos em Geociências. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Sistema fitogeográfico; Inventário das formações florestais e campestres; Técnicas e manejo de coleções botânicas; Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro, 2012.

⁶ Lista de Espécies da Flora do Brasil
<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do>.

⁷ Ministério do Meio Ambiente – Biodiversidade – Flora <http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/biodiversidade-flora>.

O desflorestamento promove o desnudamento do solo e favorece os processos erosivos. Enquanto as florestas em suas diversas tipologias enriquecem o solo através da ciclagem de nutrientes e incorporação de matéria orgânica, as áreas desflorestadas perdem solos na ordem de dezenas de toneladas/hectare/ano, devido aos processos erosivos, que promovem o empobrecimento do solo e afetam a recarga hídrica dos mananciais;

O fator “ F_i/d ”, numa escala variável de 1 a 9, proposta na metodologia, tende para o valor máximo “9”, quando do desflorestamento de florestas primárias que abrigam elevada diversidade de flora e fauna, além de prestar importantes serviços ambientais relativos à proteção do solo e dos recursos hídricos, à regulação climática e à manutenção do equilíbrio ecológico de áreas agrícolas e pastoris. Por outro lado, o referido fator tende para o valor mínimo “1”, no caso de desflorestamento de remanescente florestal em nível incipiente de regeneração (caso do pasto sujo, por exemplo), vez que esta cobertura vegetal apresenta baixa diversidade de espécies da flora e fauna e oferece precária proteção ao solo;

A floresta secundária em estágio inicial ou em transição do estágio inicial para o médio de regeneração, presta serviços ambientais ao ecossistema em que se encontra inserida, tais como polinização, regulação do microclima, estoque de carbono entre outros. Os serviços ambientais são proporcionais à sua biodiversidade e à sua capacidade de proteção do solo e aos recursos hídricos. Neste caso adota-se o fator de conversão dos danos ambientais diretos em indiretos, $F_i/d = 4$;

A floresta secundária em estágio médio ou em transição do estágio médio para o avançado de regeneração presta serviços ambientais ao ecossistema em que se encontra inserida proporcionais à sua biodiversidade e à sua capacidade de proteção do solo e aos recursos hídricos. Neste caso adota-se o fator de conversão dos danos ambientais diretos em indiretos, $F_i/d = 6$;

⁸ <http://www.mt.gov.br/download.php?id=286115>

⁹ Ministério do Meio Ambiente – Biodiversidade – Fauna
<http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/biodiversidade>

¹⁰ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)
<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/documentos/Atlas-ICMBio-web.pdf>

A floresta secundária em estágio avançado ou em transição do estágio avançado para floresta primária (clímax) presta serviços ambientais ao ecossistema em que se encontra inserida proporcionais à sua biodiversidade e à sua capacidade de proteção do solo e aos recursos hídricos. Neste caso adota-se o fator de conversão dos danos ambientais diretos em indiretos, $Fi/d = 8$;

J = Taxa de juros usualmente utilizada no mercado financeiro = 10% ao ano¹¹;

n = período, medido em anos, de recuperação da área degradada ou horizonte de ocorrência dos efeitos ambientais do desflorestamento no tempo, correspondente ao período de uma geração, ou seja, 25 anos.

Discriminadas cada uma das variáveis da equação, tem-se:

$$\text{Ex: } CATE-Di-Fi/m = R\$ 5.375,00 \times 8 \times \frac{(1 + 0,10)^{25} - 1}{0,10} = R\$ 47.372,27$$

Ante o exposto, os Custos Ambientais Totais Esperados (CATE) do desflorestamento irregular de 01 hectare de floresta, localizada em APP ou RL, nas áreas de domínio dos biomas Amazônia, Cerrado e em áreas de transição entre esses biomas no Estado do Amapá, em **estágio avançado** ou em transição do estágio avançado para floresta primária (clímax), é estimado em **R\$ 47.372,27/ha** (quarenta e sete mil, trezentos e setenta e dois reais e vinte e sete centavos por hectare).

Os valores acima elucidados referem-se à valoração ambiental devido à perda dos serviços ambientais que seriam prestados pela floresta, nas condições descritas, submetida ao mais elevado nível de degradação, para fins agrossilvipastoris. Ou seja, equivale à valoração dos danos ambientais de áreas florestais submetidas a todas as etapas do desflorestamento: corte raso com destoca, revolvimento do solo e implantação de culturas ou formação de pastagens.

Os valores dos CATEs associados a cada uma das etapas do desflorestamento devem ser ajustados, em consonância com os níveis de degradação e a capacidade de regeneração da área desflorestada, mediante aplicação de fatores de correção iguais a 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0, respectivamente às etapas de desflorestamento, conforme descrito abaixo:

¹¹ Valores Históricos da Taxa Selic – Média dos últimos dois anos.

- Corte raso (0,4);
- Corte raso com destoca (0,6);
- Corte raso com destoca e revolvimento do solo (0,8) e;
- Corte raso com destoca, revolvimento do solo e implantação de cultura (1,0).

No caso de corte raso com queimada em período proibitivo ou sem autorização, o fator é corrigido para 1,2.

Aplicado este fator de ajuste, tem-se o valor final por hectare, da compensação do dano ambiental, obtido pelo método CATE.

1.2.1.2. Valor de Compensação Ambiental (VCP)

Outra opção para valoração dos danos ambientais decorrentes dos desflorestamentos é a conversão dos danos ambientais em valores monetários baseada na Proposta de Medida Compensatória em Pecúnia, em substituição ao reflorestamento de 01 hectare, tomando como base o estudo “Manual para Restauração Florestal: florestas de transição” elaborado a partir de experiências do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) nas cabeceiras dos Rios Xingu e Araguaia e de outras iniciativas regionais¹², sintetizada como Valor de Compensação Ambiental (VCP).

O referido método mostra-se adequado para fins da valoração ambiental decorrente de desflorestamento irregular, uma vez que a região de cabeceiras dos Rios Xingu e Araguaia, assim como as áreas objeto de desflorestamentos irregulares representam, originariamente, áreas ocupadas por florestas. Assim, tanto as matas ciliares das margens dos cursos d’água quanto as florestas existentes nas demais modalidade de APP e na RL devem se sujeitar aos mesmos valores de compensação ambiental.

Adota-se, pois, o Valor de Compensação Ambiental (VCP) a partir da experiência do IPAM como alternativa para valoração dos danos ambientais decorrentes de desflorestamentos seguidos da alteração de uso do solo, mediante uso da equação:

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

Onde:

VCP-Di-Fi/m = Valor de compensação ambiental devido ao desflorestamento irregular de 1 hectare de floresta em estágio inicial, médio ou avançado de regeneração, localizada em APP ou RL, em área de domínio dos biomas Amazônia, Cerrado e em áreas de transição entre esses biomas no Estado do Amapá;

$P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$ = custo do reflorestamento da área degradada;

$P1$ = Descompactação do solo com utilização de maquinário de subsolador. Considerando custo (hora/máquina) de R\$120,00 (cento e vinte reais) no total de 0,5 (meia) hora por hectare: **R\$ 60,00/ha.**

$P2$ = Abertura das covas com até 30 (trinta) centímetros de profundidade com uso de furadeira. Considerando custo (hora/máquina) de R\$120,00 (cento e vinte reais) no total de 3 (três) horas por hectare: **R\$360,00 / ha.**

Abertura de covas

$P3$ = Soma dos valores das mudas para plantio de espécies arbóreas nativas da região, com espaçamento de 3,00 metros por 3,00 metros, totalizando 1.111 (um mil cento e onze) mudas em 01 ha. Valor unitário da muda R\$1,60 (um real e sessenta centavos): **R\$1.777,60 / ha.**

$P4$ = Mão de obra para plantio das mudas, considerando o plantio médio de 150 mudas/dia/homem: **R\$259,20 / ha.**

$P5$ = Correção e adubação de solo durante 03 anos com aplicação de 50 (cinquenta) gramas de fertilizantes com a composição NPK por cova. Aplicação de 50 (cinquenta) gramas de Calcário por cova. Todas as aplicações se repetem no segundo e terceiro anos: **R\$237,60 / ha.**

$P6$ = Tratos culturais envolvendo controle de espécies vegetais emergentes indesejáveis por meio de pulverização e capina e o combate de formigas durante 2 (dois) anos: **R\$208,40 (Duzentos e oito reais e quarenta centavos) / ha.**

$P7$ = Índice de impacto ecossistêmico (IIE) calculado da seguinte maneira:

$$IIE: \text{Valor do ecossistema/ m}^2\text{/ano} \times ATA \times \text{Tempo de sucessão}$$

Onde:

Valor do ecossistema/ m²/ano = definido por Groot *et al.*, (2012)¹³ em dólar, devendo ser convertidos de acordo com a cotação do dia (nesse caso US\$1,00 = R\$3,28¹⁴). O valor irá variar conforme o tipo de vegetação da área efetivamente impactada, no caso de ambientes de **cerrado**, o valor já convertido para moeda nacional é de **R\$ 0,941688/m²/ano**. No caso de ambientes de **floresta amazônica**, o valor já convertido é de **R\$ 1,726592/m²/ano**.

ATA = Área total atingida em metros quadrados (lembrando que 1 ha = 10.000 m²).

Tempo de sucessão = período em anos estimado para consolidação da área reflorestada conforme o estágio sucessional da vegetação antes de ser desflorestada. São estimados: *03 anos* para florestas secundárias no **estágio inicial** ou em transição do estágio inicial para o médio de regeneração; *04 anos* para florestas secundárias no **estágio médio** ou em transição do estágio médio para o avançado de regeneração e *05 anos* para florestas secundárias no **estágio avançado** ou em transição do estágio avançado para floresta primária (clímax).

Deste modo, o valor do hectare desflorestado em **Florestas Amazônicas** é:

$$P7 = R\$1,726592/m^2 \times 10.000,00 \text{ m}^2 \times 5$$

$$P7 = \mathbf{R\$86.329,60}$$

e para ambientes de **Cerrado** tem-se:

$$P7 = R\$0,941688/m^2 \times 10.000,00 \text{ m}^2 \times 5$$

$$P7 = \mathbf{R\$47.084,40}$$

Descritas as variáveis da equação do VCP, tem-se:

Para áreas de **Floresta**:

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

$$VCP-Di-Fi/m = (R\$) 60,00 + 360,00 + 1.777,60 + 259,20 + 237,60 + 208,40 + 86.329,60$$

$$VCP-Di-Fi/m = \mathbf{R\$ 89.232,40}$$

Para áreas **Cerrado**:

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

$$VCP-Di-Fi/m = (R\$) 60,00 + 360,00 + 1.777,60 + 259,20 + 237,60 + 208,40 + R\$47.084,40$$

$$VCP-Di-Fi/m = \mathbf{R\$ 49.987,20}$$

¹² Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). Série Boas Práticas, Volume 5. Manual para Restauração Florestal - Florestas de Transição. Canarana, junho de 2011. <http://aliancadaterra.org/site/wp-content/uploads/2014/07/manual-para-restauracao-florestal-florestas-de-transicao.pdf>

¹³ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000101>

¹⁴ Cotação do dólar em 12/09/2016. <http://economia.uol.com.br/cotacoes/>

Portanto, o valor de compensação ambiental, em pecúnia, relativo aos danos ambientais causados pelo desflorestamento, no seu mais elevado nível de degradação (corte raso com destoca, revolvimento do solo e implantação de culturas ou formação de pastagens), de floresta em estágio avançado ou em transição do estágio avançado para floresta primária (clímax), localizada em APP ou RL, é estimado em **R\$89.232,40** (oitenta e nove mil, duzentos e trinta e dois reais e quarenta centavos) por hectare para áreas de **Floresta** e em **R\$49.987,20** (quarenta e nove mil, novecentos e oitenta e sete reais e vinte centavos) por hectare para áreas de **Cerrado**.

Os valores acima descritos referem-se ao valor de compensação ambiental, em pecúnia, devido à perda dos serviços ambientais que seriam prestados pela floresta, nas condições descritas, submetida ao mais elevado nível de degradação. Ou seja, equivale à valoração dos danos ambientais de áreas que foram submetidas a todas as etapas do desflorestamento: corte raso com destoca, revolvimento do solo e implantação de culturas ou formação de pastagens.

Os VCPs associados a cada uma das etapas do desflorestamento devem ser ajustados, tendo em vista os níveis de degradação e a capacidade de regeneração da área degradada, mediante aplicação de fatores de correção iguais a 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0, respectivamente às etapas de desflorestamento, conforme descrito abaixo:

- Corte raso (0,4);
- Corte raso com destoca (0,6);
- Corte raso com destoca e revolvimento do solo (0,8) e;
- Corte raso com destoca, revolvimento do solo e implantação de cultura (1,0).

No caso de corte raso com queimada em período proibitivo ou sem autorização, o fator é corrigido para 1,2.

Aplicado este fator de ajuste, tem-se o valor final por hectare, da compensação do dano ambiental, obtido pelo método VCP.

1.2.2. Custos de Reflorestamento

Esta metodologia descreve como foi elaborada a Valoração de Danos Ambientais decorrentes de desflorestamentos irregulares praticados contra a vegetação das áreas passíveis de autorização para desflorestamento, porém quando realizado sem a devida autorização do órgão ambiental competente. A metodologia levou em consideração os custos de recuperação de áreas degradadas nos experimentos da Embrapa Agrossilvipastoril.

Os desflorestamentos foram calibrados por um fator de correção que varia de acordo com o grau de alteração praticado contra a vegetação, cujo gradiente de variação vai do corte raso à implantação da cultura e que estão supracitados.

Áreas passíveis de autorizações para desflorestamentos (fora de APP/RL) em que forem constatados desflorestamentos sem autorização do órgão ambiental competente (SEMA) ou em desacordo com a autorização concedida, nas quais forem evidenciados danos ambientais, devem ser objeto de reflorestamentos, em conformidade com o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), elaborado e executado por profissional(is) competente(s), aprovado e fiscalizado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA).

A execução do PRAD, por parte do degradador, embora exigível legalmente para os casos de intervenções em APP, justifica-se na medida em que os desflorestamentos irregulares, via de regra, são realizados em desacordo com os princípios do manejo do solo que, em última análise, encontram-se na relação das condicionantes para a concessão da autorização de desflorestamento expedida pelo órgão ambiental competente.

Portanto, comprovado o desflorestamento irregular em área passível de autorização para desflorestamento (diferente de APP e RL) e à não execução do PRAD, abre-se a possibilidade para que o Ministério Público cobre do degradador os valores referentes aos custos de reflorestamentos da área afetada.

Os custos acima referidos podem ser estimados com base nos custos de recuperação de áreas degradadas praticados pela Embrapa Agrossilvipastoril, mediante aplicação de fatores de correção iguais a 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0, respectivamente às etapas de desflorestamento:

¹⁵ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Embrapa Agrossilvipastoril. Restauração florestal de áreas degradadas como sistemas de produção em Reserva Legal na região de transição Amazônia/Cerrado e no Cerrado. Prelo.

- Corte raso (0,4);
- Corte raso com destoca (0,6);
- Corte raso com destoca e revolvimento do solo (0,8) e;
- Corte raso com destoca, revolvimento do solo e implantação de cultura (1,0).

No caso de corte raso com queimada em período proibitivo ou sem autorização, o fator é corrigido para 1,2.

Aplicado este fator de ajuste, tem-se o valor final por hectare, da compensação do dano ambiental, obtido pelo método do Custo de Reflorestamento, que, na hipótese de ocorrer o corte raso com destoca, revolvimento do solo e implantação de cultura (1,0), atinge o valor de **R\$12.927,85**.

2. INEXISTÊNCIA DE RESERVA LEGAL

2.1. Parâmetros Condicionantes

A presente orientação técnica disponibiliza a **Valoração Ambiental** decorrente da **inexistência** de **Reserva Legal** no interior de propriedades rurais no Estado do Amapá. Para este fim, adotou-se o método de **Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP)**, obedecendo os seguintes parâmetros:

2.1.1.1. Reserva Legal

Reserva Legal¹⁶ é uma área com cobertura de vegetação nativa, localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, sem prejuízo sobre as Áreas de Preservação Permanente, cujo a função é **assegurar** o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a **conservação** e a **reabilitação** dos **processos ecológicos** e **promover** a **conservação** da **biodiversidade**, bem como o **abrigo** e a **proteção** de **fauna silvestre** e da **flora nativa**.

2.1.1.2. Percentuais Mínimos

Todo imóvel rural localizado na Amazônia Legal deve possuir área a título de Reserva Legal, observado os seguintes percentuais mínimos em relação a área do imóvel:

- 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas;
- 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado;

2.1.1.3. Custos de Recuperação

Essa proposta de valoração dos danos ambientais decorrentes da inexistência de Reserva Legal é baseada na conversão dos danos ambientais em valores monetários pela **Proposta de Medida Compensatória em Pecúnia**, em substituição ao reflorestamento de 01 (um) hectare, tomando como base o estudo “Manual para Restauração Florestal: florestas de transição” elaborado a partir de experiências do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) nas cabeceiras dos Rios Xingu e Araguaia e de outras iniciativas regionais¹⁷, sintetizada como **Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP)**.

O referido método mostra-se adequado para fins da valoração ambiental decorrente da inexistência de Reserva Legal, uma vez que a região de cabeceiras dos Rios Xingu e Araguaia representam, originariamente, áreas ocupadas por florestas.

¹⁶ LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012

Adota-se, pois, o **Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP)** a partir da experiência do IPAM como alternativa para valoração dos danos ambientais decorrentes da inexistência de Reserva Legal, mediante uso da equação:

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

Onde:

VCP-Di-Fi/m = Valor de compensação ambiental devido ao desflorestamento irregular de 1 hectare de floresta em estágio inicial, médio ou avançado de regeneração, localizada em APP ou RL, em área de domínio dos biomas Amazônia, Cerrado e em áreas de transição entre esses biomas no Estado do Amapá;

P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 = custo do reflorestamento da área degradada;

P1 = Descompactação do solo com utilização de maquinário de subsolador. Considerando custo (hora/máquina) de R\$120,00 (cento e vinte reais) no total de 0,5 (meia) hora por hectare: **R\$ 60,00 / ha.**

P2 = Abertura das covas com até 30 (trinta) centímetros de profundidade com uso de furadeira. Considerando custo (hora/máquina) de R\$120,00 (cento e vinte reais) no total de 3 (três) horas por hectare: **R\$360,00 / ha.**

Abertura de covas

P3 = Soma dos valores das mudas para plantio de espécies arbóreas nativas da região, com espaçamento de 3,00 metros por 3,00 metros, totalizando 1.111 (um mil cento e onze) mudas em 01 ha. Valor unitário da muda R\$1,60 (um real e sessenta centavos): **R\$1.777,60 / ha.**

P4 = Mão de obra para plantio das mudas, considerando o plantio médio de 150 mudas/dia/homem: **R\$259,20 / ha.** *P5* = Correção e adubação de solo durante 03 anos com aplicação de 50 (cinquenta) gramas de fertilizantes com a composição NPK por cova. Aplicação de 50 (cinquenta) gramas de Calcário por cova. Todas as aplicações se repetem no segundo e terceiro anos: **R\$237,60 / ha.**

P6 = Tratos culturais envolvendo controle de espécies vegetais emergentes indesejáveis por meio de pulverização e capina e o combate de formigas durante 2 (dois) anos: **R\$208,40 / ha.**

¹⁷ Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). Série Boas Práticas, Volume 5. Manual para Restauração Florestal - Florestas de Transição. Canarana, junho de 2011. <http://aliancadaterra.org/site/wp-content/uploads/2014/07/manual-para-restauracao-florestal-florestas-de-transicao.pdf>

$P7$ = Índice de impacto ecossistêmico (IIE) calculado da seguinte maneira:

IIE: Valor do ecossistema/ m²/ano x ATA x Tempo de sucessão

Onde:

Valor do ecossistema/ m²/ano = definido por Groot *et al.*, (2012)¹⁸ em dólar, devendo ser convertidos de acordo com a cotação do dia (nesse caso US\$1,00= R\$3,28¹⁹). O valor irá variar conforme o tipo de vegetação da área efetivamente impactada, no caso de ambientes de **cerrado**, o valor já convertido para moeda nacional é **de R\$ 0,941688/m²/ano**. No caso de ambientes de **floresta amazônica**, o valor já convertido é de **R\$ 1,726592/m²/ano**.

ATA = Área total atingida em metros quadrados (lembrando que 1 ha = 10.000 m²).

Tempo de sucessão = período em anos estimado para consolidação da área reflorestada conforme o estágio sucessional da vegetação antes de ser desflorestada. São estimados: **03 anos** para florestas secundárias no **estágio inicial** ou em transição do estágio inicial para o médio de regeneração; **04 anos** para florestas secundárias no **estágio médio** ou em transição do estágio médio para o avançado de regeneração e **05 anos** para florestas secundárias no **estágio avançado** ou em transição do estágio avançado para floresta primária (clímax).

Deste modo, o valor do hectare desflorestado em **Florestas Amazônicas** é:

$$P7 = R\$1,726592/m^2 \times 10.000,00 \text{ m}^2 \times 5$$

$$P7 = \mathbf{R\$86.329,60}$$

e para ambientes de **Cerrado** tem-se:

$$P7 = R\$0,941688/m^2 \times 10.000,00 \text{ m}^2 \times 5$$

$$P7 = \mathbf{R\$47.084,40}$$

Descritas as variáveis da equação do VCP, tem-se:

Para áreas de **Floresta**:

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

$$VCP-Di-Fi/m = (\text{R\$}) 60,00 + 360,00 + 1.777,60 + 259,20 + 237,60 + 208,40 + 86.329,60$$

$$VCP-Di-Fi/m = \mathbf{R\$ 89.232,40}$$

¹⁸ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000101>

¹⁹ Cotação do dólar em 12/09/2016. <http://economia.uol.com.br/cotacoes/>

Para áreas **Cerrado**:

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

$$VCP-Di-Fi/m = (\text{R}\$) 60,00 + 360,00 + 1.777,60 + 259,20 + 237,60 + 208,40 + \\ \text{R}\$47.084,40$$

$$VCP-Di-Fi/m = \text{R}\$ 49.987,20$$

2.2. Valoração aplicada por hectare e por bioma

Aplicados os supracitados parâmetros condicionantes, a presente orientação técnica apresenta a Valoração Ambiental decorrente da inexistência de Reserva Legal no interior de propriedades rurais no Estado do Amapá, adotando o método de Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP), com base nos seguintes valores:

2.2.1.1. Inexistência de Reserva Legal em imóveis localizados em áreas de Floresta

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

$$VCP-Di-Fi/m = (\text{R}\$) 60,00 + 360,00 + 1.777,60 + 259,20 + 237,60 + 208,40 + \\ 86.329,60$$

$$VCP-Di-Fi/m = \text{R}\$ 89.232,40$$

2.2.1.2. Inexistência de Reserva Legal em imóveis localizados em áreas de Cerrado

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

$$VCP-Di-Fi/m = (\text{R}\$) 60,00 + 360,00 + 1.777,60 + 259,20 + 237,60 + 208,40 + \\ \text{R}\$47.084,40$$

$$VCP-Di-Fi/m = \text{R}\$ 49.987,20$$

Vale ressaltar que o valor obtido neste exemplo levou em consideração a cotação do dólar em 12/09/2016. Este valor deve ser ajustado conforme a cotação do dia.

2.3. Conclusão

Para a Valoração do Dano Ambiental decorrente da inexistência de Reserva Legal no interior de propriedades rurais no Estado do Amapá, com base no método de Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP), **CONCLUI-SE** que em caso de **inexistência de Reserva Legal** em imóveis localizados em áreas de **Floresta**, o valor cobrado deve ser de **R\$ 89.232,40** por hectare, e quando a **inexistência de Reserva Legal** ocorrer em imóveis localizados em áreas de **Savana/Cerrado**, esse valor diminui para **R\$ 49.987,20** por hectare.

3.CONSTRUÇÃO EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

3.1. Parâmetros Condicionantes

A presente orientação técnica disponibiliza parâmetros para a **Valoração Ambiental** decorrente da **construção irregular** em **Área de Preservação Permanente (APP)**, seja de curso d'água ou nascente, nos biomas Amazônia e Cerrado do Estado do Amapá. Para este fim, adotou-se os métodos de **Custos de Demolição e Limpeza da Área (Cd)** e o **Valor de Compensação em Pecúnia (VCP) pelo Não-Reflorestamento**, com base nos seguintes condicionantes:

3.1.1.1. **Área de Preservação Permanente (APP)**

A APP é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas²⁰.

3.1.1.2. **Pressupostos**

A APP desempenha função essencial à conservação dos recursos hídricos, ao ambiente e a população humana, de modo que a destruição dessa vegetação, seguida da construção e manutenção de edificações pode gerar sérios problemas à conservação e disponibilidade desses recursos, além de alterar paisagística e ecologicamente um ambiente protegido por lei.

A recuperação de uma APP ocupada por construção civil enseja inicialmente a demolição dessa edificação, seguida da retirada desse material, configurando o **Custos de Demolição e Limpeza da Área (Cd)**, que será apresentado nesta orientação. Porém, para que a área alterada volte a desempenhar as suas funções ecológicas é necessário promover o seu reflorestamento, que levará determinado tempo para devolver àquela área, as suas condições naturais, possibilitando o reestabelecimento dos seus serviços ecossistêmicos. Esta etapa é tratada como o **Valor de Compensação em Pecúnia (VCP)**.

²⁰ LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012

3.2. Valoração do Dano Ambiental

Apresenta-se a seguir a valoração do dano ambiental decorrente da **construção irregular** em **Área de Preservação Permanente (APP)** condicionada aos métodos de **Custos de Demolição e Limpeza da Área (Cd)** e o **Valor de Compensação em Pecúnia (VCP)** pelo **Não-Reflorestamento**.

3.2.1.1. Custos de Demolição e Limpeza da Área (Cd)

Estes custos abrangem desde a etapa de demolição da edificação, até o transporte e depósito adequado do entulho. E como base para o cômputo da valoração utiliza-se a área ocupada pela edificação, que deve ser mensurada em metros quadrados.

Utiliza-se como referência para a avaliação desses custos os valores e índices estimados por PINTO (1999)²¹ que considera como resíduos de construção e demolição (RCD) tanto os resíduos de novas construções e reformas, como os de demolições dos mais diferentes tipos de obra. Com base no citado autor, estima-se um índice de produção de RCD de 0,9 tonelada por metro quadrado construído, e com base no manual de orientação relativo ao manejo de gestão de resíduos da construção civil, utiliza-se o índice²² de massa específica de 1,2 t/m³.

Tabela 04. Custos de demolição de para edificações em APP.

Atividade	Custo (R\$/m ³)
Demolição/Carregamento/Transporte ²³	R\$27,00
Recebimento do entulho ²⁴	R\$15,00
Total	R\$42,00/m³

*Calculado com base no valor médio de uma construção de 16m² (R\$162,70/16m²=R\$10,16)

Deste modo os custos de demolição (Cd) da construção podem ser obtidos aplicando-se a seguinte fórmula:

$$Cd/m^2 = \frac{(1m^2 \times 0,9t/m^2 \times R\$42,00/m^3)}{1,2t/m^3}$$

$$Cd/m^2 = \mathbf{R\$37,80} \text{ por metro quadrado construído.}$$

²¹Pinto, Tarcísio de Paula. Metodologia para gestão diferenciada de resíduos da construção urbana. São Paulo, 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dep. de Engenharia de Construção Civil.

²²Índice para a conversão de toneladas em metros cúbicos indicados no volume 2 – Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Em: Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Parceria técnica entre o Ministério Público das Cidades, o Ministério do Meio Ambiente e a Caixa econômica Federal.

3.2.1.2. Valor de Compensação em Pecúnia (VCP) pelo Não-Reflorestamento

Este método foi minuciosamente explicado no capítulo 2 desta orientação técnica (2.1. Parâmetros Condicionantes). Deste modo, apresenta-se a seguir apenas os valores monetários inerentes ao cálculo de valoração de compensação pelo não-reflorestamento. Com base no referido método apresenta-se a seguir a valoração aplicada por bioma (Floresta/Cerrado):

3.2.1.3. VPC para construções em APP localizadas em áreas de Floresta

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

$$VCP-Di-Fi/m = (\text{R}\$) 60,00 + 360,00 + 1.777,60 + 259,20 + 237,60 + 208,40 + 86.329,60$$

$$VCP-Di-Fi/m = \text{R}\$ 89.232,40/\text{ha} \text{ ou } \text{R}\$8,923240/\text{m}^2$$

3.2.1.4. VPC para construções em APP localizadas em áreas de Savana/Cerrado

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

$$VCP-Di-Fi/m = (\text{R}\$) 60,00 + 360,00 + 1.777,60 + 259,20 + 237,60 + 208,40 + \text{R}\$47.084,40$$

$$VCP-Di-Fi/m = \text{R}\$ 49.987,20 \text{ ou } \text{R}\$4,998720/\text{m}^2$$

3.2.1.1. Valor de Indenização

Com base nos valores detalhados acima, os valores de danos ambientais (Vd), que abrangem os custos de demolição (Cd) e do valor de compensação em pecúnia (VCP) pelo não-reflorestamento da área construída, o valor da compensação pode ser calculado de duas formas distintas.

²³ <http://www.dutracuiaba.com.br/> Dutra Cuiabá – Transportes e Terraplanagem

²⁴ Eco Ambiental – Reciclagem de Materiais de Construção LTDA – EPP

3.2.1.2. Valor de Indenização sem reflorestamento

Na composição deste valor considera-se a somatória do Cd e o valor integral do VPC, desconsiderando um possível comprometimento do responsável pelo dano, em reflorestar a área construída em APP. Deste modo tem-se o seguinte valor:

- Construção em APPs localizadas em áreas de Floresta:

$$Vd = Cd/m^2 + VCP-Di-Fi/m$$

$$Vd = R\$37,80 + R\$8,923240$$

$$Vd_{(floresta)} = \mathbf{R\$46,72324/m^2}$$
 construído

- Construção em APPs localizadas em áreas de Savana/Cerrado:

$$Vd = Cd/m^2 + VCP-Di-Fi/m$$

$$Vd = R\$37,80 + R\$4,998720$$

$$Vd_{(cerrado)} = \mathbf{R\$42,79872/m^2}$$
 construído

3.2.1.3. Valor de Indenização com reflorestamento

Na composição deste valor considera-se a somatória do Cd e o valor parcial do VPC, considerando o comprometimento do responsável pelo dano, em reflorestar a área construída em APP. Neste método considera-se apenas o impacto ecossistêmico (P7) da edificação, ou seja, a perda permanente e temporária de funções ambientais da vegetação da Área de Preservação Permanente. Deste modo tem-se o seguinte valor:

- Construção em APPs localizadas em áreas de Floresta:

$$Vd = Cd/m^2 + P7$$

$$Vd = R\$37,80 + R\$8,632960$$

$$Vd_{(floresta)} = \mathbf{R\$46,43296/m^2}$$
 construído + Reflorestamento

- Construção em APPs localizadas em áreas de Savana/Cerrado:

$$Vd = Cd/m^2 + P7$$

$$Vd = R\$37,80 + R\$4,708440$$

$$Vd_{(cerrado)} = \mathbf{R\$42,50844/m^2}$$
 construído + Reflorestamento

Vale ressaltar que o valor obtido neste exemplo levou em consideração a cotação do dólar em 12/09/2016. Este valor deve ser ajustado conforme a cotação do dia.

3.3. Conclusão

Para a **Valoração do Dano Ambiental** decorrente da construção irregular em **Área de Preservação Permanente (APP)**, seja de curso d'água ou nascente, nos biomas Amazônia e Cerrado do Estado do Amapá, **CONCLUI-SE** que o valor da indenização sem o comprometimento de reflorestamento da área construída, por parte do agente degradador, deve ser de **R\$46,72324/m²** construído em APPs de áreas de **Floresta**, e de **R\$42,79872/m²** construído em APPs de áreas de **Cerrado**. Porém, quando o agente degradador se comprometer a reflorestar a área, este valor deve ser reduzido para **R\$46,43296/m²** construído em APPs de áreas de **Floresta**, e de **R\$42,50844/m²** construído em APPs de áreas de **Cerrado**.

4.1. MADEIRA NATIVA SERRADA

4.2. Parâmetros Condicionantes

A presente orientação técnica disponibiliza a **Valoração de Danos Ambientais** decorrentes do **transporte, comercialização ou armazenamento de 1m³** (um metro cúbico) **de madeira nativa serrada** no Estado do Amapá, sem a devida autorização do órgão ambiental competente. Para este fim, adotou-se o método de **Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA)**, condicionado pelos seguintes parâmetros:

- A madeira serrada é originária de Floresta Ombrófila ou Floresta Estacional, em estágio avançado de regeneração ou clímax;
- Para cada 1m³ de madeira serrada estima-se a produção de 1,2 metros de carvão oriundos dos resíduos gerados na serraria, além da lenha proveniente da parte não comercial do fuste (copa) e das árvores abatidas indiretamente durante a derrubada do indivíduo desejado;
- O preço²⁵ médio do valor mínimo da madeira nativa serrada encontrado atualmente no mercado é de **R\$1.101,70/m³**;
- O preço²² médio do valor mínimo do carvão vegetal encontrado atualmente no mercado é de **R\$118,00/m³**.

4.3. Valoração do Dano

Calculado da seguinte maneira:

$$VERA = VUD + VUI + VO + VE$$

Onde:

VUD: O **Valor de Uso Direto** refere-se aos bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumido no presente. Este valor é equivalente ao preço médio do valor mínimo da madeira nativa serrada encontrada atualmente no mercado, R\$1.101,70/m³, somado à R\$141,00/m³, referente ao preço médio do valor mínimo do carvão vegetal encontrado atualmente no mercado. Resultando em um **VUD** de **R\$1.219,70/m³**.

VUI: O **Valor de Uso Indireto** corresponde aos bens e serviços ambientais apropriados e consumidos no presente. É o valor dos **serviços ecossistêmicos**

²⁵ Observação valor precisa ser definido pela - SEFAZ /AP, valor utilizado apenas para ilustração do cálculo

ou ambientais tais como regulação do clima, suprimento e drenagem das águas, controle de erosão, formação de solo, ciclagem de nutrientes, polinização, tratamento de rejeitos, controle biológico, produção de alimentos, matéria-prima, e funções cultural e de recreação.

VO: O **Valor de Opção** refere-se à extinção da possibilidade de uso futuro daquele **patrimônio genético**, como por exemplo, para a produção de novos fármacos.

VE: O **Valor de Existência** está ligado à existência de outras espécies, que não a humana.

Os valores correspondentes a VUI, VO e VE estão estimados com base nos de **Floresta Amazônica**, definidos por Groot *et al.*, (2012)²⁶, que convertidos para a moeda nacional (US\$1,00 = R\$3,28) resultam em **R\$1,726592/m²/ano**.

É sabido que existe a perda de 5,3m³ de floresta nativa para cada 1m³ de madeira serrada produzida, oriundo em parte (2,8m³), do **Coefficiente de Rendimento Volumétrico (CRV)**²⁷ de 35% para transformações das matérias-primas de tora em madeira serrada, e parte (2,5m³), do abate indireto de outros indivíduos durante a derrubada. Com base nessa informação e considerando o **volume comercial médio**²⁸ de **146,475m³/ha** das áreas de Floresta nativa do Estado do Amapá, conclui-se que a produção de 1m³ de madeira serrada gera a **degradação de 361,83m² de floresta**.

Deste modo, ajustando a soma de VUI+VO+VE com o CRV, temos:
R\$1,726592/m²/ano x 361,83m² = **R\$624,74/ano**

Considerando que uma floresta leva em média **20 anos** para recuperar seus serviços ecossistêmicos de forma parecida com a original, pode-se aplicar o seguinte cálculo:

$$VUI + VO + VE = PMT \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \times i} \right] \times (1+i)^n$$

²⁶ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000101>

²⁷ INSTRUÇÃO NORMATIVA nº15, de 20 de maio de 2016 <http://www.amef.org.br/upload/pdf>

²⁸ Inventário Florestal da UHE Colíder. <http://www.copel.com/uhecolider/>

Onde:

$VUI+VO+VE$ = Montante (capital + juros);

PMT = Valor das prestações iguais de uma série uniforme: **R\$624,74/ano**;

n = Prazo ou número de prestações, correspondente ao tempo necessário para recuperação dos serviços ambientais; **20 anos**;

i = Taxa de juros (taxa de desconto) usualmente utilizada para fins de implantação de programas de reflorestamento, na forma decimal: **0,10**;

$$VUI+VO+VE = \text{R\$ } 5.850,68.$$

Desde modo, tem-se:

$$VERA = VUD + (VUI+VO+VE) = \text{R\$1.219,70} + \text{R\$5.850,68}$$

$$VERA = \text{R\$ } 7.070,38/m^3$$

Vale ressaltar que o valor obtido neste exemplo levou em consideração a cotação do dólar em 12/09/2016. Este valor deve ser ajustado conforme a cotação do dia.

4.4. Conclusão

O valor econômico dos recursos ambientais decorrentes do transporte, comercialização ou armazenamento de $1m^3$ (um metro cúbico) de madeira nativa serrada no Estado do Amapá, sem a devida autorização do órgão ambiental competente, é de **R\$ 7.070,38**.

5. Carvão Vegetal

5.1. Parâmetros Condicionantes

A presente orientação técnica disponibiliza a **Valoração Ambiental** decorrente da **produção ilegal** de **Carvão Vegetal** obtido a partir de madeira nativa retirada ilegalmente de **Área de Preservação Permanente (APP)** e **Reserva Legal (RL)**, ou **fora dessas áreas protegidas**, nas áreas de domínio dos biomas Amazônia, Cerrado e em áreas de transição entre esses biomas no Estado do Amapá. Para este fim, adotou-se o método de **Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)** relacionado aos seguintes parâmetros.

5.1.1.1. Origem da Madeira

O Estado do Amapá possui formações florestais características dos biomas Amazônia e Cerrado, que também possuem especialidades nas regiões de transição. Deste modo, a presente orientação técnica apresenta valores que se aplicam de igual forma em todas as regiões do Estado.

5.2. Valoração do Dano Ambiental

Apresenta-se a seguir a valoração do dano ambiental decorrente da produção ilegal de carvão vegetal condicionada ao método de **Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)**.

5.2.1. **Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)**

Este método foi minuciosamente explicado no capítulo 1 desta orientação técnica (1.2.1.Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)). Deste modo, apresenta-se a seguir apenas os valores monetários inerentes ao cálculo de valoração do dano para o carvão vegetal.

De acordo com o referido estudo, os Custos Ambientais Totais Esperados (CATE) do desflorestamento irregular de 01 hectare de floresta é estimado em **R\$25.529,10/ha**.

Adequando este valor ao fator de correção solicitado pela etapa do desflorestamento, que no caso do uso da madeira para produção de carvão vegetal, restringe-se ao corte raso (0,4), este valor passa a ser de **R\$14.211,64/ha**.

²⁹ SANTOS, Sueli de Fátima de Oliveira Miranda e HATAKEYAMA, Kazuo. Sustainable charcoal production process focusing the environmental, economical, social and cultural aspects. Prod. [online]. 2012, vol.22, n.2 [citado 2016-09-14], pp.309-321. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132012000200011&lng=pt&nrm=iso>. Epub 06-Mar-2012. ISSN 0103-6513. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000010>.

³⁰ Inventário Florestal da UHE Colíder. <http://www.copel.com/uhecolider/>

Portanto, sabe-se que:

- A degradação de 01 hectare de floresta para a produção de carvão, é valorado em R\$14.211,64;
- A produção de 1m³ de carvão (1MdC) gera a degradação de 0,02599 ha de floresta.

5.3. Conclusão

A valoração ambiental decorrente da produção ilegal de carvão vegetal obtido a partir de madeira retirada ilegalmente em APP e RL, ou fora dessas áreas protegidas, nas áreas de domínio dos biomas Amazônia, Cerrado e em áreas de transição entre esses biomas no Estado do Amapá é de **R\$369,39/m³** (trezentos e sessenta e nove reais e trinta e nove centavos por metro cúbico de carvão).

6. FAUNA SILVESTRE

6.1. Parâmetros Condicionantes

Esta orientação técnica apresenta parâmetros aplicáveis para a valoração de danos, incluindo abate, captura e maus tratos, sobre a fauna silvestre do Estado do Amapá. Os parâmetros apresentados baseiam-se nos serviços ambientais prestados pelos animais silvestres e na contribuição energética destes organismos nos processos ecológicos.

Basta que o Promotor de Justiça tenha a informação de quais espécies da fauna silvestre foram impactadas para se obterem valores de referência para a fixação de indenizações.

O Estado do Amapá possui uma alta biodiversidade devido sua heterogeneidade de habitats em seu bioma (Floresta Amazônica). No entanto esta biodiversidade está severamente ameaçada pela perda de habitats naturais³¹ associada à caça e pesca predatória, que dizimam animais de valor comercial e desequilibram os ecossistemas.

Apesar de haver dispositivos legais que criminalizam a captura e abate de animais silvestres³² e de todo o aparato de fiscalização/repressão contra crimes ambientais, há de se assumir que a caça de animais silvestres ainda ocorre de forma considerável em alguns municípios do Estado.

Neste sentido, os métodos de valoração de danos provocados sobre a fauna silvestre, representam uma importante ferramenta na busca de parâmetros para a composição civil e fixação de indenizações em valores líquidos sobre os infratores.

6.2. Valoração de Danos contra a Fauna Silvestre

A valoração de danos sobre a fauna silvestre requer métodos que avaliam os serviços ecológicos prestados por estes organismos na natureza, associados à avaliação dos custos necessários para manter os animais em cativeiro. Nesta orientação técnica será apresentado o método intitulado **Valoração Ecológica/Econômica** para a elaboração de parâmetros genéricos para a composição civil e fixação de indenização.

³¹ WWF, 2011. Perda de habitats naturais continua sendo uma grande ameaça para a biodiversidade brasileira. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/?29590>. Acessado em 16/05/2016.

³² Artigos 29 ao 37 da Lei nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais), e artigo 11 ao 24 do Decreto 3.179/99.

6.2.1. Valoração Ecológica/Econômica

Esta metodologia de valoração de dano ambiental considera que a **remoção de animais silvestres da natureza pode eliminar serviços ambientais**³³ realizados por estes organismos no ecossistema. Desta forma, a dispersão de sementes, polinização, controle biológico de pragas, diversidade genética, são exemplos de processos ecossistêmicos que podem ser prejudicados.

Para calcular o valor da retirada de um determinado animal silvestre de seu ambiente é necessário compreender que o fluxo de energia em um ecossistema é iniciado pelas plantas, que convertem a **luz solar** em biomassa e energia, no processo denominado fotossíntese. São as plantas que produzem inicialmente toda a biomassa e energia consumida (direta ou indiretamente) pelos outros organismos em um ecossistema, por isso esses organismos são denominados **produtores primários**.

Os organismos que consomem diretamente as plantas (consumidores primários, ex: capivara), irão absorver apenas parte da energia disponibilizada por elas, ora porque a energia já foi gasta pela própria planta ou pelo próprio consumidor (por exemplo, na respiração). A medida outros organismos consomem os consumidores primários na cadeia alimentar (sendo assim denominados de consumidores secundários), também temos perdas de energia, logo o fluxo energético de um ecossistema pode ser pensado na forma de um funil, no qual a energia inicial disponível é muito maior e no qual em seu gargalo encontramos organismos tipicamente predadores e carnívoros, como por exemplo um felino, como uma Onça (Figura 02).

A energia incorporada pelos organismos (consumidores primários, secundários, terciários e assim por diante) é conhecida como **emergia**, que é medida em *joules* e representa a energia disponível (Ex. energia solar) que foi previamente requerida, em forma direta ou indireta, para produzir uma certa entidade biológica³⁴.

³³ COSTANZA et al, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253– 260.

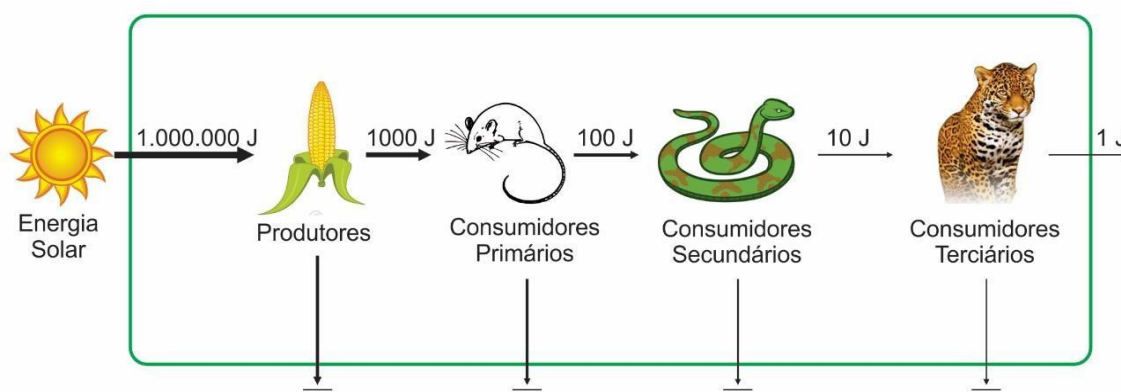
³⁴ Odum, E.C., and Odum, H.T., 1980. Energy systems and environmental education. Pp. 213-231 in: Environmental Education- Principles, Methods and Applications, Ed. by T.S. Bakshi and Z. Naveh. Plenum Press, New York.

Logo, o investimento realizado pelo ecossistema na formação e manutenção da fauna é compensado pelos serviços ambientais prestados por determinado animal. Por exemplo, se removemos um pássaro que consome uma determinada fruta do ecossistema, a planta pode ser prejudicada pois não terá sua semente dispersa e um possível predador desse pássaro também seria prejudicado, pois não teria alimento disponível, caracterizando um efeito-cascata no ecossistema.

É possível determinar este investimento energia e quantificar os benefícios ambientais de cada animal estimando a energia solar incorporada (emergia) durante seu ciclo de vida. Deve-se considerar que a retirada dos animais do meio ambiente representa um desequilíbrio mensurável no fluxo de energia do ecossistema.

A partir do desenvolvimento do conhecimento científico sobre os fluxos de energia e matéria nos ecossistemas, estima-se que em uma determinada cadeia alimentar, 1.000.000 Joules de energia solar são necessários para se produzir 1 Joule de Consumidores Terciários (Ex: onça pintada). Ou seja, a **emergia** (energia solar incorporada) em 1 *joule* nestes grupos de animais é igual a 1.000.000 de joules de energia solar³⁵

Figura 01. Exemplo simplificado do fluxo de energia em uma cadeia alimentar. Adaptação: PJEDAOU.



6.2.1.1. Cálculos de emergia

Desta forma entende-se que a **emergia** representa a energia previamente requerida para produzir certo produto ou serviço ecossistêmico pode ser calculada da seguinte maneira:

$$\text{Energia} = \text{Exergia} \times \text{Transformidade}$$

Onde:

Exergia = capacidade de produzir trabalho por cada indivíduo componente da fauna. É medida em Joules (J) e pode ser calculada a partir da fórmula proposta por Jorgensen *et al* (2005)³⁶:

³⁵ ODUM, 1996. Odum, H.T. 1996. **Environmental Accounting. Emery and Environmental Decision Making**. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA. Páginas: 368.

³⁶ Jorgensen, S.E.; Ladegaard, N.; Debeljak, M. and Marques, J.C. 2005. Calculations of Exergy for Organisms. *Ecological Modelling* 185.

$$\text{Exergia} = W \times \beta \times 18,7 \text{ kJ/g}$$

Onde:

W = biomassa seca, corresponde a 20% da biomassa total

β = coeficiente para o grupo avaliado: ameaçado de extinção = 390 (aves); 430 (mamíferos); 400(répteis) e não ameaçado de extinção = 344 (aves); 402(mamíferos); 344 (répteis)³⁷.

18,7kJ/g = energia gerada por grama de biomassa seca.

Transformidade (Tr) = quanta energia solar é necessária para gerar um indivíduo da fauna, representada em sej/Joule (Joules de energia solar equivalente). Diversos valores de transformidade já foram calculados para serviços, produtos e recursos (naturais ou não), principalmente por Ecólogos da Universidade Federal de Campinas - UNICAMP ³⁸:

$$Tr = \text{biomassa} \times AV \times R$$

Onde:

biomassa = biomassa total do indivíduo AV = área de vida³⁹, consta na tabela 5

R = taxa de renovação (medida em dias)^{40 41}: calculada conforme Peters (1983)⁴² a partir da seguinte formula:

$$R = 19 \times 106 \text{ KJ/Kg} \times 0,24W^{0,249}$$

Onde:

W = representa o peso seco do indivíduo adulto de determinada espécie medido em quilogramas. As áreas de vida obtidas em literatura estão expostas na Tabela 05 a seguir.

Tabela 05. Valores de área de vida (em Kg/Km²) de diversos grupos da fauna, W = peso em Kg (Peters, 1983).

Grupo	Área de vida (Km ²)
Aves	0,026W ^{0,7}
Mamíferos	0,0046W ^{0,61}
Répteis	0,016W ^{0,77}

³⁷ Fonseca J. C. *et al.* 2000. Nuclear DNA in the determination of weighing factors to estimate exergy from organisms biomass. *Ecological Modelling* 126. 2000.

³⁸ Ortega, E. 2000. Tabela de Transformidades - (energia / Joule, energia / kg, energia / US\$) de recursos naturais, insumos industriais e produtos de ecossistemas. Disponível em <http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/transformid.htm>

³⁹ Área de vida = *home range*, área necessária para manutenção das funções básicas do indivíduo (alimentação, reprodução etc.) (Peters 1983)

⁴⁰ Taxa de renovação = *turnover time*, tempo necessário para um indivíduo metabolizar uma quantidade de energia igual ao conteúdo energético de seus tecidos (Peters 1983).

⁴¹ Relações entre a biomassa e a área de vida de um organismo.

⁴² Peters, R H. 1983. *The Ecological Implications of Body Size*. Cambridge Press. USA.

6.2.1.2. Conversão de energia em valores monetários (R\$)

O cálculo de conversão da energia em valores monetários é realizado através do índice de equivalência de Energia Solar/Dólar calculado para o Brasil. O índice é denominado **EMDólar (EMU\$)** e considera toda energia solar incorporada em um país ao longo de um determinado ano juntamente com o PIB (produto interno bruto). Esta conversão permite comparar os valores de energia à moeda nacional.

$$EMDólar = energia / Transformidade Energia-Dólar$$

Onde:

$$Transformidade Energia-Dólar = 3,0 \times 10^{12} \text{ sej/U\$}$$

Para a transformação do Índice EM Dólar em reais (R\$) é necessário multiplicar este índice à cotação do dólar atual. Nesta orientação técnica consideramos a cotação do dólar no valor de R\$ 3,50⁴³.

A tabela 06 exemplifica as informações necessárias para calcular a indenização sobre três espécies representantes dos principais grupos de animais silvestres que ocorrem no Estado do Amapá. Doravante, o Anexo I desta orientação técnica apresenta a tabela completa com valores de indenização para espécies de aves, répteis e mamíferos que ocorrem no Amapá.

Tabela 06. Exemplo dos dados utilizados para o cálculo da indenização sobre uma espécie de ave, de mamífero e de réptil que ocorrem no Estado do Amapá.

Espécie	Risco de extinção	Biomassa (g)	Exergia (J)	Transformidade (sej)	Energia (J)	EM\$	R\$/ind.
Papagaio (<i>Amazona aestiva</i>)(A)	-	400	5,15E+0,8	7,17E+06	3,69E+15	1230,60	4.307,10
Onça (<i>Panthera onca</i>) (M)	E/F*	50000	8,04E+10	8,06E+05	6,48E+16	21.616,24	42.232,49
Jibóia (<i>Boa constrictor</i>) (R)	-	7000	9,01E+09	7,81E+05	7,04E+15	2.345,13	5.159,28

*E: risco de extinção estadual; F: risco de extinção federal. (A) ave, (M) mamífero, (R) réptil.



Figura 02. Imagem dos animais citados no exemplo da Tabela 06: (a) Papagaio verdadeiro, *Amazona aestiva* (ave); (b) Onça pintada, *Panthera onca* (mamífero) e (c) Jiboia, *Boa constrictor* (réptil)⁴⁴

⁴³ Banco Central do Brasil - Cotação de fechamento do dólar no dia 13/05/2016. Fonte: <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>, acessado em 16/05/2016.

⁴⁴ Fonte: <http://www.mascotarios.org/pt/amazona-frentiazul/>, <http://www.imgmob.net/panthera-onca.html>

6.2.2. Valores de Manutenção em Cativeiro

Os custos envolvidos na manutenção de animais silvestres em centros de triagem (CETAS) também podem ser incorporados na indenização de danos sobre a fauna. Estes custos estão relacionados à alimentação, material médico, recursos humanos, marcação dos animais, energia elétrica, material de consumo, água e transporte.

Como referência, na Tabela 07 do Anexo desse capítulo, apresentamos os valores de custos fornecidos pelo CETAS do Estado de Minas Gerais, gerido pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA). Se tratando das Aves, o grupo mais traficada, os custos de manutenção em um CETAS variam de **R\$140,30** (para a maioria dos pássaros de pequeno porte até **R\$280,60**, para psitacídeos de médio e grande porte, como papagaios e araras.

6.3. Conclusões

A prática de **crimes contra a fauna** representa uma grande ameaça para a biodiversidade do Estado do Amapá. Avaliando notícias e boletins policiais percebe-se que estes crimes ainda são bastante **recorrentes no Estado**, podendo gerar eventos de **extinção local** de espécies por conta de sua alta exploração. De fato, qualquer animal silvestre abatido ou capturado em seu ambiente natural gera um severo desequilíbrio ao ecossistema.

Sendo assim, o método de Valoração Ecológica/Econômica possibilita o cálculo de custos ecológicos associados à degradação ambiental relacionada à retirada desses espécimes do ecossistema, a partir de valores termodinâmicos convertidos em moeda corrente (R\$). Estes valores podem ser utilizados pelos Promotores de Justiça como parâmetros genéricos para a fixação de indenizações sobre danos contra a fauna silvestre no Estado do Amapá (Valores apresentados em anexo).

Os custos para a manutenção das espécies em CETAS podem compor valores associados à reparação dos danos ambientais causado, representando os custos necessários para a manutenção em cativeiro e reintrodução do animal em questão ao seu habitat natural.

A ausência de CETAS no Estado do Amapá demonstra a necessidade de ações voltadas para a concretização de projetos com esta finalidade.

A equipe deste Departamento se põe à disposição para todos os esclarecimentos e apoio na utilização desta orientação técnica.

6.4. Anexos

Essa seção informa os custos de manutenção de algumas aves em cativeiro (Tabela07) e valores convertidos em moeda local do custo de cada indivíduo das espécies de aves, mamíferos e répteis relacionadas (Tabela 08)

Tabela 07. Valores econômicos associados à manutenção de aves em cativeiro em um CETAS. Dados: IBAMA-MG.

Nome popular (Científico)	Ocorrência	Dieta	Risco Extinção	Valor
Araponga (<i>Procnias nudicollis</i>)	Ma/Ce/Pa	FR	E	R\$ 140,30
Araras, Papagaios, Periquitos, etc. (Psittacidae*)	BR	FR	E	R\$ 280,60
Azulão (<i>Passerina brissoni</i>)	Ce/Ma	GR	-	R\$ 140,30
Bico-de-Pimenta (<i>Saltator atricollis</i>)	Ce/Ca/Ma/	ON	-	R\$ 140,30
Bico de veludo (<i>Schistochlamys ruficapillus</i>)	Ce/Ca	ON	-	R\$ 140,30
Bicudos e Curiós (<i>Oryzoborus spp**</i>)	Ce/Ca/Ma	GR	E/F	R\$ 140,30
Canários (<i>Sicalis spp.**</i>)	Ce/Ca/Pa	ON	E	R\$ 140,30
Cardeais, Galos-de-Campina (<i>Paroaria spp**</i>)	Ce/Ca/Pa	GR	-	R\$ 140,30
Chopim, Gaudério, Vira-Bosta (<i>Molothrus bonariensis</i>)	BR	ON	-	R\$ 140,30
Cravina/Galinho da Serra (<i>Coryphospingus pileatus</i>)	Ca/Re	CA	-	R\$ 140,30
Fifi-Verdadeiro (<i>Euphonia chlorotica</i>)	BR	-	-	R\$ 140,30
Garrinchão (<i>Thryothorus sp</i>)	Ce/Ca/Ma/	ON	-	R\$ 140,30
Gralhas e Corvos (<i>Cyanocorax spp*</i>)	Ce/Ca/Pa/Ma/Pam	ON	-	R\$ 140,30
Inhapim (<i>Icterus cayanensis tibialis</i>)	Ce/Pa	-	-	R\$ 140,30
Iratauí grande (<i>Gymnomystax mexicanus</i>)	-	-	-	R\$ 140,30
Pássaro Preto (<i>Gnorimopsar chopi</i>)	Ce	ON	-	R\$ 140,30
Patativas, Papa-capim, Coleirinhos, etc. (<i>Sporophila spp.**</i>)	Ma/Ce	ON	-	R\$ 140,30
Pintassilgo (<i>Carduelis magellanicus</i>)	Ce/Ma	FR	-	R\$ 140,30
Pombas, Rolinhas, Juritis (Columbidae*)	BR	ON	-	R\$ 147,32*
Sabiás (<i>Turdus spp.**</i>)	Ce/Ma	ON	-	R\$ 140,30

Saiaras (Thraupidae*)	BR/Am	FR	-	R\$ 140,30
Sofrê (<i>Icterus icterus</i>)	Ca/Ce/Cr	ON	-	R\$ 140,30
Tico-tico (<i>Zonotrichia capensis</i>)	Ce/Cr	ON	-	R\$ 140,30
Tico-Tico Rei (<i>Coryphospingus cucullatus</i>)	Ce/Cr	ON	-	R\$ 140,30
Tiziu (<i>Volatinia jacarina</i>)	Ce	GR	-	R\$ 140,30
Trinca-ferro (<i>Saltator similis</i>)	Ce/Ca/Ma/Cr	ON	-	R\$ 140,30
Tucano (<i>Ramphastos toco</i>)	Ce/Ma	ON	-	R\$ 280,60
Xexeu (<i>Cacicus cela</i>)	Ce/Ma	ON	-	R\$ 140,30

* citados como família. ** citados como gênero que contém várias espécies semelhantes. **Distribuição:** Am - Amazônia, BR – Brasil, Ca – Caatinga, Ce – Cerrado, Ma – Mata Atlântica, Pa – Pantanal, Pam – Pampa. **Dieta:** FR – frutas, GR – gramíneas (capim, arroz, milho etc.), ON – onívoros (alimentação variada). **Risco de Extinção:** E, estadual, F federal.

Tabela 08. Lista de espécies de animais silvestres que ocorrem no Estado do Amapá e os respectivos valores de indenização para cada animal abatido ou capturado. Em **negrito**, as espécies mais procuradas por tráfico ou caça.

Espécie (científico)	Status Extinção	Biomassa (g)	Exergia (J)	Transformidade	Energia (sej)	EM\$ (US\$)	R\$/ind.
AVES							
Araponga (<i>Procnias nudicollis</i>)	Vulneravel	120	1,75E+08	7,63E+06	1,34E+15	445,05	1.557,68
Arara, Arara-canindé (<i>Ara ararauna</i>)	-	1000	1,46E+09	6,85E+06	9,99E+15	3.328,66	11.650,31
Arara Vermelha (<i>Ara chloropterus</i>)	-	1500	1,93E+09	6,67E+06	1,28E+16	4.266,67	14.933,33
Arara Azul Grande (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>)	Em perigo	2000	2,91E+09	6,50E+06	1,89E+16	6.300,00	22.050,00
Azulão (<i>Passerina brissoni</i>)	-	25	3,22E+07	8,26E+06	2,66E+14	88,67	310,33
Bem-te-vi (<i>Pitangus sulphuratus</i>)	-	56	7,20E+07	7,93E+06	5,71E+14	190,33	666,17
Bico de Pimenta (<i>Saltator atricollis</i>)	-	40	5,15E+07	8,07E+06	4,15E+14	138,33	484,17

Bico de veludo (<i>Schistochlamys ruficapillus</i>)	-	38	4,89E+07	8,09E+06	3,95E+14	131,67	460,83
Bico-de-lacre (<i>Estrilda astrild</i>)	-	7,5	9,65E+06	8,79E+06	8,48E+13	28,27	98,93
Bicudo (<i>Oryzoborus maximiliani</i>)	Vulneravel	18	2,63E+07	8,40E+06	2,21E+14	73,67	257,83
Boiadeiro, Patativa Verdadeira (<i>Sporophila plumbea</i>)	-	14	1,80E+07	8,51E+06	1,53E+14	51,00	178,50
Brejal, Golinho (<i>Sporophila albogularis</i>)	-	15	1,93E+07	8,48E+06	1,64E+14	54,67	191,33
Canário da Terra/chapinha (<i>Sicalis flaveola</i>)	-	23	3,35E+07	8,30E+06	2,78E+14	92,67	324,33
Canário do Amazonas (<i>Sicalis columbiana</i>)	-	20	2,57E+07	8,36E+06	2,15E+14	71,67	250,83
Canário-rasteiro (<i>Sicalis citrina</i>)	-	23	2,96E+07	8,30E+06	2,46E+14	82,00	287,00
Cardeal (<i>Paroaria coronata</i>)	-	23	2,96E+07	8,30E+06	2,46E+14	82,00	287,00
Catatau, pixoxó (<i>Sporophila frontalis</i>)	Vulneravel	14	2,04E+07	8,51E+06	1,74E+14	58,00	203,00
Chopim/Gaudério/ Vira Bosta/Maria Preta (<i>Molothrus bonariensis</i>)	-	45	5,79E+07	8,02E+06	4,64E+14	154,67	541,33
Cravina/Galinho da Serra (<i>Coryphospingus pileatus</i>)	-	20	2,57E+07	8,36E+06	2,15E+14	71,67	250,83
Curió (<i>Oryzoborus angolensis</i>)	-	14	2,04E+07	8,51E+06	1,74E+14	58,00	203,00
Doremi/Garibaldi (<i>Agelaius ruficapillus</i>)	-	40	5,15E+07	8,07E+06	4,15E+14	138,33	484,17
Estrelinha/Cigarrinha (<i>Sporophila collaris</i>)	-	14	1,80E+07	8,51E+06	1,53E+14	51,00	178,50
Fifi-Verdadeiro (<i>Euphonia chlorotica</i>)	-	8	1,03E+07	8,76E+06	9,01E+13	30,03	105,12
Fradinho (<i>Sporophila bouvreuil</i>)	-	12	1,54E+07	8,58E+06	1,32E+14	44,00	154,00
Galo-de-campina (<i>Paroaria dominicana</i>)	-	22	2,83E+07	8,32E+06	2,35E+14	78,33	274,17
Garrinchão (<i>Thryothorus</i> sp)	-	39	5,02E+07	8,08E+06	4,05E+14	135,00	472,50

Gavião real, Harpia (<i>Harpia harpyja</i>)		10000	1,45E+10	6,00E+06	8,70E+16	29.000,00	101.500,00
Gralha (<i>Cyanocorax</i> sp)	-	225	2,89E+08	7,39E+06	2,14E+15	713,33	2.496,67
Inhapim (<i>Icterus cayanensis tibialis</i>)	-	43	5,53E+07	8,04E+06	4,45E+14	148,33	519,17
Irataúá grande (<i>Gymnomystax mexicanus</i>)	-	130	1,67E+08	7,60E+06	1,27E+15	423,33	1.481,67
João Pinto (<i>Icterus croconotus</i>)	-	100	1,29E+08	7,70E+06	9,91E+14	330,33	1.156,17
Maritaca (<i>Aratinga leucophthalmus</i>)	-	300	3,86E+08	7,28E+06	2,81E+15	936,67	3.278,33
Periquito (<i>Brotogeris versicolurus</i>)	-	100	1,29E+08	7,70E+06	9,91E+14	330,33	1.156,17
Periquito de encontro amarelo (<i>Brotogeris chiriri</i>)	-	100	1,29E+08	7,70E+06	9,91E+14	330,33	1.156,17
Papa-capim/Coleirinha (<i>Sporophila</i> sp.)	E/F	14	2,04E+07	8,51E+06	1,74E+14	58,00	203,00
Papagaio Campeiro (<i>Amazona ochrocephala</i>)	-	400	5,15E+08	7,17E+06	3,69E+15	1.230,00	4.305,00
Papagaio verdadeiro (<i>Amazona aestiva</i>)	-	400	5,15E+08	7,17E+06	3,69E+15	1.230,00	4.305,00
Pássaro Preto (<i>Gnorimopsar chopi</i>)	-	80	1,03E+08	7,79E+06	8,02E+14	267,33	935,67
Patativa (<i>Sporophila sp.</i>)	-	10	1,29E+07	8,66E+06	1,11E+14	37,00	129,50
Pintassilgo (<i>Carduelis magellanicus</i>)	-	12	1,54E+07	8,58E+06	1,32E+14	44,00	154,00
Pomba-Trocal (<i>Columba speciosa</i>)	-	200	2,57E+08	7,43E+06	1,91E+15	636,67	2.228,33
Pretinho (<i>Sporophila nigricollis</i>)	-	11	1,42E+07	8,62E+06	1,22E+14	40,67	142,33
Rolinha (<i>Columbina talpacoti</i>)	-	46	5,92E+07	8,01E+06	4,74E+14	158,00	553,00
Sabiá-branco (<i>Turdus leucomelas</i>)	-	56	7,20E+07	7,93E+06	5,71E+14	190,33	666,17
Sabiá-poca (<i>Turdus amaurochalinus</i>)	-	60	7,72E+07	7,90E+06	6,10E+14	203,33	711,67
Sabiá/Sabiá-laranjeira (<i>Turdus rufiventris</i>)	-	77	9,91E+07	7,80E+06	7,73E+14	257,67	901,83
Saíra-da-Mata (<i>Hemithraupis ruficapilla</i>)	-	13	1,67E+07	8,54E+06	1,43E+14	47,67	166,83
Sanhaço (<i>Thraupis</i> sp)	-	35	4,50E+07	8,12E+06	3,66E+14	122,00	427,00
Sofrê (<i>Icterus icterus</i>)	-	65	8,36E+07	7,87E+06	6,58E+14	219,33	767,67

Tangará (<i>Chrioxiphia caudata</i>)	-	25	3,22E+07	8,26E+06	2,66E+14	88,67	310,33
Tico-tico (<i>Zonotrichia capensis</i>)	-	20	2,57E+07	8,36E+06	2,15E+14	71,67	250,83
Tico-Tico Rei (<i>Coryphospingus cucullatus</i>)	-	20	2,57E+07	8,36E+06	2,15E+14	71,67	250,83
Tiê Bico de Prata (<i>Cissops leveriana</i>)	-	70	9,01E+07	7,84E+06	7,06E+14	235,33	823,67
Tiê Sangue (<i>Ramphocelus bresilus</i>)	-	31	3,99E+07	8,17E+06	3,26E+14	108,67	380,33
Tiziu (<i>Volatinia jacarina</i>)	-	12	1,54E+07	8,58E+06	1,32E+14	44,00	154,00
Trinca-ferro (<i>Saltator similis</i>)	-	42	5,40E+07	8,05E+06	4,35E+14	145,00	507,50
Tucano (<i>Ramphastos toco</i>)	-	500	6,43E+08	7,09E+06	4,56E+15	1.520,00	5.320,00
Tuim (<i>Forpus xanthopterygius</i>)	-	26	3,35E+07	8,25E+06	2,76E+14	92,00	322,00
Tuiuiu (<i>Jabiru mycteria</i>)	-	8000	1,02E+10	6,01E+06	6,13E+16	20.434,00	71.519,00
Xexeu (<i>Cacicus cela</i>)	-	79	1,02E+08	7,79E+06	7,92E+14	264,00	924,00

MAMÍFEROS

Capivara (<i>Hydrochoerus hydrochoeris</i>)	-	60000	9,02E+10	7,86E+05	7,09E+16	23634,94	82.722,29
Esquilo/Caxinguelê (<i>Sciurus ingrami</i>)	-	300	4,51E+08	1,66E+06	7,48E+14	249,44	873,04
Gambá (<i>Didelphis albiventris</i>)	-	1500	2,26E+09	1,32E+06	2,98E+15	994	3.479,00
Jaguatirica (<i>Leopardus pardalis</i>)	E/F	11000	1,77E+10	9,98E+05	1,77E+16	5887,37	20.605,80
Macaco prego (<i>Cebus apella</i>)	E	1100	1,77E+09	1,38E+06	2,44E+15	814,56	2.850,96
Mico-estrela/sagui (<i>Callithrix penicillata</i>)	E	300	4,82E+08	1,66E+06	8,00E+14	266,82	933,87
Onça Parda (<i>Puma concolor</i>)	E/F	40000	6,43E+10	8,32E+05	5,35E+16	17845,74	62.460,09
Onça Pintada (<i>Panthera onca</i>)	E/F	50000	8,04E+10	8,06E+05	6,48E+16	21616,24	75.656,84
Paca (<i>Agouti paca</i>)	-	6000	9,02E+09	1,09E+06	9,81E+15	3270,05	11.445,18

Quati <i>(Nasua nasua)</i>	-	5000	7,52E+09	1,12E+06	8,39E+15	2796	9.786,00
Tamanduá Bandeira <i>(Myrmecophaga tricactyla)</i>	E/F	22000	3,54E+10	9,05E+05	3,20E+16	10678,4	37.374,40
Tatu Canastra <i>(Priodontes giganteus)</i>	F	60000	9,65E+10	7,86E+05	7,58E+16	25281,15	88.484,03
Tatu Peludo <i>(Euphractus villosus)</i>	-	8000	1,20E+10	1,04E+06	1,26E+16	4186,75	14.653,63
Veado Campeiro <i>(Ozotoceros bezoarcticus)</i>	E/F	40000	6,43E+10	8,32E+05	5,35E+16	17845,74	62.460,09

RÉPTEIS

Iguana <i>(Iguana iguana)</i>	-	2000	2,57E+09	7,63E+05	1,96E+15	654,28	2.289,98
Jabuti <i>(Geochelone sp)</i>	-	6000	7,72E+09	7,79E+05	6,01E+15	2004,23	7.014,81
Jiboia <i>(Boa constrictor)</i>	-	7000	9,01E+09	7,81E+05	7,04E+15	2345,13	8.207,96
Sucuri <i>(Eunectes murinus)</i>		50000	6,43E+10	7,51E+05	4,83E+16	16096,43	56.337,52
Tartaruga Tigre d'água <i>(Trachemys dorbigni)</i>	-	1000	1,29E+09	7,53E+05	9,69E+14	322,86	1.130,01
Tracajá <i>(Podocnemis unifilis)</i>		7000	9,01E+09	7,81E+05	7,04E+15	2345,13	8.207,96

7. ARBORIZAÇÃO URBANA

7.1. Parâmetros Condicionantes

Esta orientação técnica está embasada nos parâmetros genéricos para a composição civil⁴⁵, cujo a Valoração de Danos Ambientais são decorrentes de supressão, anelamento, poda e envenenamento de espécies arbóreas em logradouros públicos ou em propriedades privadas alheias em áreas urbanas.

As árvores são componentes indispensáveis para a melhoria do bem-estar humano nas zonas urbanas⁴⁶. São incontestáveis os impactos positivos gerados pela arborização, em especial na melhora das condições microclimáticas e paisagística das cidades, além de serem importantes locais de refúgio e alimentação da fauna silvestre⁴⁷, principalmente a que se encontra em parques urbanos e unidades de conservação próximas a cidades.

O Estado do Amapá situa-se dentro da Amazônia, com elevada temperatura média anual e estações chuvosa e seca bem definidas.

Vale ressaltar que as árvores contribuem fortemente para a manutenção da diversidade biológica e em especial, para conservação hídrica local, uma vez que estes organismos reduzem a força das águas da chuva e facilitam o processo de infiltração no solo.

7.2. Valoração Monetária de Espécies Arbóreas (VEA)

O método de **Valoração Monetária de Espécies Arbóreas (VEA)** baseia-se em

(i) **custos individuais** relativos às diversas etapas do desenvolvimento das espécies arbóreas, somados ao (II) valor dos **serviços ambientais** gerados por estes organismos.

Sendo assim, para compor o **valor final** de cada árvore, serão considerados, além dos serviços ambientais, os **valores médios das mudas** de espécies consagradas para a arborização urbana, o **valor da mão de obra** necessária para o plantio e monitoramento e os **insumos** necessário para estas atividades.

⁴⁵ art. 27 da Lei 9605/98 c/c art. 76 da Lei 9099/95

⁴⁶ EMBRAPA, 2009. Por que manter árvores na área urbana. Documentos 89. São Carlos-SP.

⁴⁷ OLIVEIRA, M.V.M, ROSIN, J.A.E.G. 2013. Arborização dos espaços públicos: Uma Contribuição à Sustentabilidade Urbana. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades. v. 01, n. 03, pp. 01-14.

O valor médio do custo de uma muda foi obtido a partir de cotações em viveiros da região. O valor da mão de obra baseou-se no valor atual do salário mínimo (R\$ 880,00) acrescido de encargos sociais. Os insumos e materiais necessários (fertilizantes e estruturas de proteção) foram cotados no mercado local, em março de 2016. Já os serviços ambientais foram valorados em pecúnia a partir de trabalhos científicos publicados sobre economia ambiental.

7.2.1. Custos de Plantio/Manutenção

A Tabela 09 a seguir expõe os valores de mercado de mudas de espécies arbóreas frequentemente utilizadas na arborização e paisagismo urbano. De acordo com os dados, o preço médio de uma muda acima de 1,5 m é de **R\$ 25,00**.

Tabela 09. Valores de mercado de mudas de espécies arbóreas comuns na arborização e paisagismo urbano.

Espécie	Nome popular	Valor das mudas por tamanho (R\$)			
		0,5m	0,5 a 1m	1 a 1,5m	> 1,5m
<i>Bauhinia blakeana</i>	Pata de Vaca	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de Vaca	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Dictyoloma vandellianim</i>	Tingui Preto	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Caesalpinia leitostachya</i>	Pau de Ferro	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Jacaranda imosaefolia</i>	Jacarandá Mimoso	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Peltophorum dubium</i>	Cambuí	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Ipê Amarelo	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Pau Ferro	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Tibouchina granulosa</i>	Quaresmeira	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Tipuana tupi</i>	Tipuana	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Michelia champaca</i>	Magnólia Amarela	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Tibouchina mutabilis</i>	Manacá da Serra	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Acrocomia aculeata</i>	Boicaiuva	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Ficus sp.</i>	Figueira	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Delonix regia</i>	Flamboyant	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Jacarandá de Minas	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Cordia trichotoma</i>	Louro Pardo	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Handroanthus heptafilum</i>	Ipê Rosa	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê Roxo	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá Mimoso	7,00	11,00	15,00	25,00
<i>Vochysia sp.</i>	Cambará	7,00	11,00	15,00	25,00

Fonte: Valores ilustrativos utilizados no CAOP/MT.

O plantio da muda envolve a confecção de covas adequadas, com dimensões de 0,60x0,60x0,60m. Considerando a abertura de 16 covas homem/dia, o custo por cova aberta é de **R\$ 3,89**.

Por cova aberta, aplicam-se 400g de calcário, 600g superfosfato simples, 20 litros de esterco de curral curtido e 100g de sulfato de amônio (cobertura). Nos primeiros dois anos, aplica-se 150g/ano de sulfato de amônio e 200g de NPK fórmula 20-05-20, gerando um custo de adubação e insumos de **R\$ 3,82/planta**⁴⁸.

Após a finalização do plantio da muda, deve-se instalar uma estrutura de proteção, normalmente constituída de um gradil metálico triangular cujo custo é de **R\$ 12,00/planta**⁴⁹.

Para o estabelecimento efetivo da planta, é necessário adotar práticas de cultura e manejo das plantas, dos quais se destacam a capina, tutoramento e controle de formigas. A capina custa R\$ 62,19/homem.dia, considerando o tratamento em 40 plantas por dia durante 4 dias dos dois primeiros anos, chega-se ao valor de **R\$ 12,43/planta**. O tutoramento ou adubação requer valores de trabalho semelhantes (R\$ 62,19/homem.dia) porém é feito de forma mais rápida (80 plantas/dia/homem), logo custa **R\$ 6,21/planta**. Finalmente, deve-se realizar, também nos dois anos iniciais, o combate a formigas, cujo custo de mão de obra é de R\$ 62,19/homem.dia, considerando que 200 plantas podem ser tratadas por dia e que o controle é realizado em média por 48 dias em cada um dos dois anos iniciais, o custo para essa atividade é de **R\$ 29,85** por planta. **Somando-se os custos da mão de obra dos três tratamentos culturais, chega-se ao valor de R\$ 29,85/planta.**

7.2.2. Serviços Ambientais (SA)

Os impactos positivos ao bem-estar humano advindos da arborização urbana estão relacionados aos “serviços” ambientais realizados pelas árvores, São eles:

- Amenização da poluição atmosférica, sonora e hídrica;
- Conforto microclimático;
- Regularização hídrica;
- Estabilidade do solo;
- Controle da redução da biodiversidade;
- Controle biológico;
- Paisagística, etc.

⁴⁸ Fonte dos valores: <http://www.mfrural.com.br>, <http://www.leroymerlin.com.br>, <http://www.heringer.com.br>, <http://fertimig.com.br>, <http://www.ibflorestas.org.br>, acesso em: 01/03/2016

⁴⁹ <http://www.leroymerlin.com.br>, www.viveirocampolindo.com.br e <http://www.metazoglio.com.br>. Acesso em: 01/03/2016.

Desta forma, o valor em pecúnia dos serviços ambientais prestado por cada árvore danificada será obtido a partir da seguinte fórmula matemática:

$$SA = F_{Amb} \times (APC \times f) \times h \times t$$

Onde:

F_{Amb} = valor das funções ambientais em uma floresta amazônica. Esses valores baseiam-se em trabalhos de valorização monetária das funções ambientais das florestas amazônicas expostos na Tabela 10, somando, em valores convertidos, a **R\$ 1,24/m²/ano-**

¹. Deve-se ajustar a cotação do dólar em relação à moeda local.

Tabela 10. Valor das Funções Ambientais para as Florestas Amazônicas.

Serviço	US\$/m ² /ano ⁻¹	Referência
Regulação do clima	0,0223	Constanza <i>et al.</i> 1997
Regulação da perturbação	0,0005	Constanza <i>et al.</i> 1997
Regulação das águas	0,0006	Constanza <i>et al.</i> 1997
Suprimento de água	0,1610	Oliveira <i>et al.</i> 1995
Controle de erosão	0,0245	Constanza <i>et al.</i> 1997
Reciclagem de nutrientes	0,0922	Constanza <i>et al.</i> 1997
Controle biológico	0,0021	Santos <i>et al.</i> 2000
Recreação	0,0112	Constanza <i>et al.</i> 1997
Cultural	0,0002	Constanza <i>et al.</i> 1997
TOTAL	0,31 (R\$ 1,24/m²/ano⁻¹)	

*Cotação do dólar (US\$ 1,00 = R\$ 4,00).

APC = Área de projeção da copa. As árvores são classificadas de acordo com o seu potencial de crescimento⁵⁰, característico de cada espécie, em: **Pequeno porte**, com até 5 metros de altura; **Médio porte**: maior que 5 até 10 metros de altura e **Grande porte**, cuja altura ultrapassa os 10 metros. Aqui adotou-se o formato arredondado para as projeções das copas das árvores com a finalidade de cálculo da área, portanto a APC é equivalente à πr^2 onde r é o raio da copa⁵¹.

f = corresponde ao fator de correção da APC (ver anterior). As espécies arbóreas apresentam diferentes estágios de desenvolvimento relacionados a altura (h) durante seu crescimento, a seguir mostrados na Tabela 11:

Tabela 11. Correspondência entre porte da planta e estágios de desenvolvimento.

		Inicial	Intermediário	Avançado
Porte	Pequeno	$h \leq 3m$	$3 < h \leq 4m$	$4m < h$
	Médio	$h \leq 4m$	$4 < h \leq 6m$	$6m < h$
	Grande	$h \leq 5m$	$5 < h \leq 10m$	$10m < h$

⁵⁰ Prefeitura da cidade de São Paulo. Manual Técnico de Arborização Urbana. 2ª Edição, 2005.

⁵¹ Companhia Paranaense de Energia - COPEL. Guia de Arborização para os Municípios.

A dimensão das copas das árvores relaciona-se ao estágio de desenvolvimento (H), ou seja, a altura real da árvore. Diante disso, aplica-se um fator de correção visando uma aproximação da dimensão real da copa da espécie avaliada, explicado anteriormente em APC, e exposto na Tabela 12:

Tabela 12. Fator de correção (f) relacionado à estádios e desenvolvimento da árvore (H).

Estádio de Desenvolvimento (H)		
Inicial	Intermediário	Avançado
0,3	0,6	1

h = índice de altura. De acordo com o porte e o estágio de desenvolvimento (H) da espécie avaliada, adota-se os seguintes índices de altura (h) sintetizados a seguir na Tabela 13:

Tabela 13. Índice de altura em metros (h).

		Inicial	Intermediário	Avançado
Porte	Pequeno	3	4	5
	Médio	4	5	8
	Grande	5	8	11

t = tempo de estabelecimento, que corresponde ao período necessário em anos, após o plantio da muda, para que uma árvore tenha condições de desenvolvimento independentemente de ações humanas. Considera-se um período de 4 anos para o estabelecimento.

Logo, a Valoração monetária de espécies arbóreas pode ser expressa da seguinte maneira:

$$VEA = \text{Custos Implantação e Condução} + AS$$

7.3. Cálculo da Valoração Monetária de Espécies Arbóreas (VEA)

Para calcular o **VEA** de cada indivíduo arbóreo danificado no meio ambiente urbano, apresenta-se uma **planilha** em formato “xls” (**Excel**), que calcula automaticamente o valor do dano ambiental a partir do **nome científico** da espécie alvo e de sua altura, considerando os parâmetros destacados anteriormente. A equipe técnica desta Procuradoria de Justiça Especializada atualizou os valores do salário mínimo e da cotação do dólar e inseriu espécies de árvores que são amplamente utilizadas regionalmente para arborização de logradouros públicos nos municípios do Amapá.

Por exemplo, se a árvore danificada for um *Cariocar brasiliensis* (pequizeiro), com altura real de 20m, o interessado deverá **acessar** a planilha **VEA** e **clicar** na lista das espécies arbóreas (célula B2), **escolher** a espécie (neste caso *Cariocar brasiliensis*) e **preencher** o valor da altura real (célula B3). O valor do dano apareceria na célula B22 (Tabela 14).

Tabela 14. Exemplo de planilha preenchida para calcular o VEA sobre um pequizeiro danificado de 20 metros de altura.

VEA	
Nome Científico	Cariocar brasiliense ← B2
Altura real	20 ← B3
Porte	Médio
Estádio de Desenvolvimento	Avançado
1 CUSTOS PLANTIO/MANUTENÇÃO	
a) Muda	R\$ 24,00
b) Cova	R\$ 3,89
c) Adubação	R\$ 3,82
d) Gradil	R\$ 120,00
e) Tratos culturais	R\$ 48,51
SubTotal 1	R\$ 200,22
2 SERVIÇOS AMBIENTAIS	
a) Famb	R\$ 1,24
b) APC	50,24
c) r	4
C) f	1
d) h	8
e) t	4
SubTotal 2	R\$ 1.993,52
Valor Total	R\$ 2.193,75 ← B22

Caso haja **mudança nos valores** do salário mínimo (R\$ 880,00) e na cotação do dólar (1,00 US\$ = R\$ 4,00), o interessado deverá acessar as planilhas “**Custo de mão de obra**” e “**Cotação do dólar**”, que se encontram no mesmo arquivo da planilha **VEA**, nas abas laterais, e alterar os valores.

Ainda, o arquivo de planilhas conta com uma lista de espécies arbóreas relacionando os nomes científicos aos nomes comuns. Desta forma, se o auto do procedimento administrativo referente ao dano constar apenas o nome comum da árvore, será possível identificar seu nome científico e realizar a valoração.

7.4. Conclusão

Valorar este tipo de bem se torna uma difícil tarefa, uma vez que estão envolvidos fatores não mensuráveis, como o embelezamento que as árvores proporcionam, ou mesmo a relevância histórica que algumas árvores possuem, dando nomes à praças, ruas, bairros e cidades.

Por esta razão, os valores do dano ambiental proposto nesta metodologia estão até mesmo subestimados diante dos reais benefícios gerados pela arborização urbana ao bem-estar

humano. O método desenvolvido é uma importante ferramenta na busca de um valor líquido, disponibilizando parâmetros genéricos para a composição civil de dano ambiental envolvendo supressão, anelamento, poda e envenenamento de espécies arbóreas em áreas urbanas.

7.5. Anexos

Aqui encontram-se os valores e parâmetros do custo da mão de obra com base no salário mínimo atual (Tabela 15) e as espécies florestais utilizadas na composição do valor do dano ambiental decorrente da supressão de indivíduos da arborização urbana (Tabela 16).

Tabela 15. Custo da mão de obra/dia com base no valor do salário mínimo de março de 2016 (R\$ 880,00).

CUSTO DA MÃO-DE-OBRA	
1 Encargos Sociais Incidentes sobre a Remuneração	
Grupo 1: Obrigações que incidem diretamente sobre a folha de pagamento	
a) INSS – parte patronal	0,2
b) Acidente do Trabalho	0,03
c) SENAI	0,01
d) SESI	0,015
e) Salário Educação	0,025
e) SEBRAE	0,006
f) INCRA	0,002
Total 1	0,368
Grupo 2: Obrigações que incidem diretamente sobre a remuneração do empregado	
a) Repouso Semanal Remunerado	0,1877
b) Férias	0,0903
c) 1/3 sobre as férias	0,0361
d) Feriados	0,0397
e) Aviso Prévio	0,0246
f) Auxílio Doença	0,019
g) 13º salário	0,1083
Total 2	0,5057
Grupo 3: Encargos da empresa com o FGTS	0,0606
Grupo 4: Incidência cumulativa do Grupo 1 sobre o Grupo 2	18,61
Total Geral	1,1204
Salário Mínimo Mensal	R\$ 880
Salário Mínimo Mensal com Encargos	1865,952
Custo Mão-de-Obra/dia	R\$ 62,20

Tabela 16. Lista com o nome científico, nome comum e o porte das espécies utilizadas na arborização urbana.

Nome Científico	Nome(s) Popular(es)	Porte
<i>Astronium graviolens</i>	Guaritá / Guaritá-do-cerrado	Grande
<i>Bauhinia blakeana</i>	Bauínia-de-hong-hong / Árvore-orquídea / Pata-de-vaca	Pequeno
<i>Bixa orellana</i>	Urucum	Grande
<i>Caesalpinia echinata</i>	Ibirapita/ Brasileto/ Pau-rosado/ Pau-brasil	Grande
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Pau-ferro	Grande
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sebipira/ Sibipuruna/ Sepipuruna	Grande
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Flamboyanzinho/ Barba-de-batata / Poinciana-anã; Flor-de-pavão / Brio-de-estudante / Orgulho-de-barbados / Chagueira / Flor-do-paráiso / Flamboyant-de-jardim	Pequeno
<i>Callicarpa reeversii</i>	Callicarpa Roxa	Pequeno
<i>Callistemon atrinus</i>	Calistemo	Pequeno
<i>Callistemon</i> sp.	Escova-de-garrafa	Pequeno
<i>Caryocar brasiliense</i>	Piqui / Pequi/ Pequiá-bravo	Médio
<i>Cassia fistula</i>	Cássia-imperial / Cássia-fistula / Canafístula / Chuva-de-ouro	Pequeno
<i>Citrus aurantifolia</i>	Limão-taiti / Limão / Limoeiro / Lima-ácida	Médio
<i>Citrus aurantium</i>	Laranja-azedo / Laranja-doce / Laranja-da-terra / Laranja-sevilha / Laranja-pêra / Laranja silvestre	Médio
<i>Dalbergia nigra</i>	Jacarandá-preto/Caviúna	Grande
<i>Dombeya wallichii</i>	Astrapéia / Astrapéia-pendente / Assônia	Pequeno
<i>Dypsis lutescens</i>	Palmeira-areca/ Areca/ Areca-bambú	Médio
<i>Nerium oleander</i>	Tamboril / Timburi / Orelha-de-negro / Pau-de-sabão	Grande
<i>Erythrina falcata</i>	Eritrina/ Corticeira/ Suinã	Médio
<i>Erythrina humeana</i>	Mulungu	Pequeno
<i>Erythrina speciosa</i>	Mulugu-do-litoral / Eritrina / Candelabro / Corticeira	Médio
<i>Eucalyptus</i> sp	Eucalipto	Grande
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito jussara / palmitero/ palmito-doce/ jussara	Grande
<i>Euterpe oleracea</i>	Açaizeiro / Açaí / Palmito-açaí / Palmitero / Piná / Açaí-do-pará	Grande
<i>Filicium decipiens</i>	Árvore-samabaia / manga / Junigas	Grande
<i>Grevilea banksii</i>	Grevilha-anã / Grevílea-anã / Grevilha-de-jardim	Pequeno
<i>Hibiscus rosasinensis</i>	Hibisco / Hisbico-da-china / Mimo-de-vênus / Graxa-de-estudante	Pequeno
<i>Holocalix balansae</i>	Alecrim / Ibirapê / Uirapê / Pau-alecrim	Grande
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	Mirindiba-rosa / Mirindiba / Mirinduva	Grande
<i>Lagerstroemia indica</i>	Resedá / Escumilho / Julieta / Flor-de-natal / Extremosa	Médio
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Resedá-gigante / Resedá-flor-da-rainha	Médio
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti / Oiti-da-praia /Guaiti / Oitizeiro	Grande
<i>Mangifera indica</i>	Manga / Mangueira	Grande

<i>Melanoxylon brauna</i>	Braúna / Braúna-preta	Grande
<i>Michelia champaca</i>	Magnólia-amarela / Champá	Médio
<i>Murraya exotica</i>	Murta de Cheiro	Grande
<i>Murraya paniculata</i>	Falsa-murta / Murta / Jasmim-laranja.	Médio
<i>Myrcia cauliflora berg</i>	Jabuticaba	Médio
<i>Nerium oleander</i>	Espirradeira / Oleandro.	Médio
<i>Persea americana mill</i>	Abacate	Grande
<i>Phoenix roebelenii</i>	Fênix / Palmeira-fênix / Tamareira-de-jardim / Tamareira-anã	Pequeno
<i>Poecilanthe parviflora</i>	Coração-de-negro / Lapacho	Médio
<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	Médio
<i>Roystonea regia</i>	Palmeira-imperial	Grande
<i>Sapindus saponaria</i>	Sabão de Soldado	Médio
<i>Schinus molle</i>	Aroeira-salso / Aroeira / Aroeira-mole / Aroeira- folha-de-salso / Fruto-de-sabiá / Aroeira-piriquita / Bálsamo / Pimenteiro	Médio
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira-pimenteira/ Aroeira-mansa/ Aroeirinha / Aroeira-pimenta / Falsa-pimenteira	Grande
<i>Senna multijuca</i>	Canafístula/ Pau-cigarra / Aleluieiro / Aleluia	Médio
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá / Palmeira-jerivá / Coco-gerivá / Baba-de-boi / Jaruvá	Grande
<i>Syzygium jambos</i>	Jambo-amarelo / Jambo-cheiroso / Jambo-comum / Jambo-da-índia / Jambo-moreno / Jambo- verdadeiro / Jambo-de-malabar	Grande
<i>Tabebuia crysotricha</i>	Ipê-amarelo-da-mata / Ipê-do-campo / Ipê-amarelo- cascudo / Ipê-amarelo-paulista	Médio
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Ipê-roxo / Ipê-roxo-sete-folhas / Ipê-rosa/ Ipê-roxo- anão / Ipê-roxo-da-mata	Grande
<i>Tabebuia serratifolia</i>	Ipê-amarelo-da-mata	Grande
<i>Tabeleluia impetiginosa</i>	Ipê-roxo / Ipê-roxo-de-bola / Ipê-rosa	Grande
<i>Tabeleluia roseo-alba</i>	Ipê-branco	Grande
<i>Talauma ovata</i>	Pinha-do-brejo / Talauma	Grande
<i>Tecoma stans</i>	Bigonia-amarela/ Guará-guará / Ipezinho-de-jardim / Ipê-amarelo-de-jardim / Sinos-amarelos.	Médio
<i>Terminalia catappa</i>	Castanhola / Amendoeira / Chapéu-de-sol / Guarda-chuva / Chapéu-de-praia /Amêndoa-da- índia / Amendoeira-do-pará / Árvore-da-noz / Noz- da-praia	Médio
<i>Tibouchina granulosa</i>	Quaresmeira-roxa	Grande
<i>Tipuana speciosa</i>	Tipuana / Tipa / Tipa-branca	Médio
<i>Trichilia cathartica</i>	Cedrinho	Grande
<i>Triplaris brasiliana</i>	Pau-formiga	Grande

8. DEPÓSITO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS

8.1. Parâmetros Condicionantes

A presente orientação técnica traz parâmetros genéricos para a composição civil de dano ambiental referente a casos de **depósito irregular de resíduos sólidos**, em áreas protegidas ou em áreas passíveis de autorização. Os parâmetros aqui apresentados baseiam-se em custos necessários para a retirada do resíduo depositado irregularmente e para a recuperação da área, levando em consideração o tamanho da área afetada.

Sendo assim, para se obter o valor final da indenização, especialmente em procedimentos sumários do Juizado Especial Criminal, o Promotor de Justiça necessita da **informação do tamanho da área afetada ou do volume de material depositado irregularmente** e saber **se o local do depósito representa ou não uma área protegida**⁵². Então, basta multiplicar o tamanho área ou o volume de resíduo pelos parâmetros apresentado nesta orientação técnica.

O Estado do Amapá apresenta severos problemas socioambientais relacionados ao descaso para com o saneamento básico, em especial sobre a disposição final dos resíduos produzidos nas zonas urbanas. Neste sentido, a inadequada disposição final destes resíduos gera **fortes impactos sobre o meio ambiente e, conseqüentemente, sobre a saúde da população humana**.

A conduta criminosa de depositar resíduos sólidos em locais inadequados⁵³ gera inevitável contaminação do solo, com possibilidade de **contaminar as águas subterrâneas** e possível poluição atmosférica gerada por gases produzidos pela decomposição do lixo orgânico e pela fumaça nos casos de queima dos resíduos.

Ainda, os depósitos de resíduos sólidos são locais que apresentam condições e recursos favoráveis para o desenvolvimento de animais sinantrópicos (causadores de doenças) e indesejáveis como moscas, ratos, baratas, escorpiões, aves carniceiras e em especial o mosquito *Aedes aegypti*, causador de graves doenças como a febre amarela, dengue, febre chikungunya e zika⁵⁴. Vale ressaltar que no ano de 2015 foram registrados mais de 29 mil casos de dengue e 4.053 casos de zika vírus⁵⁵.

⁵² Representam áreas protegidas: Áreas verdes Urbanas, Áreas de Preservação Permanente, Unidades de Conservação, Áreas Úmidas e Terras Indígenas.

⁵³ Lei Federal nº 9.605/1998 - Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

⁵⁴ BRAGA M.C & DIAS C.N.; Gestão de Resíduos Sólidos Urbano volume I. Curitiba, 2008.

⁵⁵ Secretaria Estadual de Saúde – SES/AP.

Diante deste cenário, entende-se que o combate a este tipo de crime ambiental deve se fazer necessário em **todos os municípios do Amapá** e que a valoração do dano representa uma importante ferramenta na atuação dos Promotores de Justiça em ações desta natureza.

8.2. Valoração do Dano Ambiental

8.2.1. Valores de Compensação Ambiental

A valoração de danos ambientais proveniente do depósito irregular de resíduos sólidos é feita com base nos Valores de Compensação Ambiental (VCP). O VCP é calculado pela seguinte fórmula:

$$VCP (R\$) = p1 + p2 + p3 + p4 + p5$$

Onde:

P1 = Valor da muda. O valor da multa foi obtido considerando que para se recuperar 1,0 ha de área degradada são necessárias 1.111 mudas de árvores nativas dispostas a cada três metros. Regionalmente, os valores das mudas variam de 7 a 25 reais, dependendo do tamanho. Então, considerando o menor valor da muda tem-se um custo de R\$ 7.777,77 para cada hectare a ser recuperado. Convertendo para metros quadrados tem-se **R\$ 0,77/m²**.

P2 = Abertura das covas. Em uma área de 1 ha são necessárias 1.111 covas para o plantio da muda. Considerando que uma pessoa consiga abrir 32 covas por dia (32 covas/homem/dia), seriam necessários 35 dias de trabalho. O dia de trabalho custa R\$ 62,10, então para a abertura das covas em 1 ha seriam gastos R\$2.173,50 em mão de obra. Logo, o valor para cada metro quadrado é de **R\$ 0,21/m²**.

P3 = Correção e adubação de solo durante 5 anos. Em cada cova se faz necessário a aplicação, na cova de: 400g de calcário; 600g de superfosfato simples; 20 litros de esterco de curral curtido e 100g de sulfato de amônio (cobertura). Na cobertura da cova, aplica-se: 150g/ano de sulfato de amônio e 200g de NPK formulação 20-05-20. Estes nutrientes foram cotados regionalmente em R\$ 3,82/muda plantada. Considerando uma área de 1 ha temos o custo de R\$ 4.244,02 e em 1 m² temos um custo de **R\$ 0,42/m²**.

P4 = Tratos culturais durante 02 (dois) anos. O plantio de muda requer alguns tratos culturais no estágio inicial de desenvolvimento como a capina, tutoramento, adubação e combate a formigas.

- Capina: R\$ 62,19/homem.dia

40 plantas/dia

4 dias/ano x 2 anos

Valor: R\$ 12,43/planta

- Tutoramento/Adubação (cobertura): R\$ 62,19/homem.dia

80 plantas/dia

4 dias/ano x 2 anos

Valor: R\$ 6,21/planta

- Combate a formigas: R\$ 62,19/homem.dia

200 plantas/dia

48 dias/ano x 2 anos

Valor: R\$ 29,85/planta

A soma dos custos destes tratamentos culturais é de R\$ 48,49 por muda plantada. Em uma área de 1 ha, o custo com tratamentos culturais é de R\$ 53.872,00. Em **1 metro quadrado** este valor é de **R\$ 5,38**.

P5 = Impacto ecossistêmico – Perda permanente e temporária de funções ambientais em área de preservação permanente. Calculado multiplicando o valor fixo de compensação ambiental pelo tamanho da área afetada (ATA) e pelo tempo estimado para a consolidação de uma área florestada (5 anos). O valor fixo de compensação ambiental é obtido a partir da soma dos valores de serviços ambientais prestados pelas florestas amazônicas, disponíveis em consagradas publicações científicas relacionadas à economia da natureza⁵⁶. Esta soma representa o valor de U\$ 0,32/m²/ano, ou seja, R\$ 1,12/m²/ano. Sendo assim, valor fixo dos impactos ecossistêmicos é:

$$\text{Índice de impacto ecossistêmico} = R\$1,12 \times \text{ATA} \times 5 = R\$ 5,60/\text{m}^2$$

A partir destes valores, pode-se calcular o Valor de Compensação Ambiental em Pecúnia pela intervenção em áreas protegidas é:

$$\text{VCP (R\$)} = R\$ 0,77 + R\$ 0,21 + R\$ 0,42 + R\$ 5,38 + R\$ 5,60$$

$$\text{VCP} = R\$ 12,38/\text{m}^2$$

8.2.2. Custos para a Retirada da Terra

Além do Valor de Compensação Ambiental (VCP) deve-se calcular os custos necessários para a retirada dos Resíduos sólidos do local inadequado e sua correta destinação final. Para tanto deve-se considerar que cada m² de área afetada equivale a 0,6 m³ de volume de resíduo e que cada m³ de resíduo pesa cerca de 1,2 toneladas.

⁵⁶ COSTANZA et al, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253– 260.

De acordo com Pinto (1999) o valor estimado para a remoção e destinação adequada de resíduos sólidos a partir do carregamento mecanizado é de US\$ 11,78/t. Convertendo para a cotação atual do dólar (R\$ 3,50) temos o valor de:

$$\text{Remoção de resíduos sólidos} = \text{R\$ 41,23/t ou R\$ 49,47/m}^2$$

8.2.3. Cálculo da Indenização

Sendo assim, o valor da indenização pelo lançamento irregular de resíduos sólidos em áreas protegidas se dá partir da soma do Valor de Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP) e dos custos para a remoção e destinação dos resíduos sólidos:

$$\text{Indenização (áreas protegidas)} = \text{R\$ 12,38/m}^2 + \text{R\$ 49,47/m}^2 = \text{R\$ 61,85/m}^2$$

Para o cálculo da indenização nos casos de depósito irregular em áreas passíveis de autorização, ou seja, fora de áreas protegidas, aplica-se somente o custo de remoção e destinação final dos resíduos sólidos.

$$\text{Indenização (fora de áreas protegidas)} = \text{R\$ 49,47/m}^2$$

8.3. Conclusão

Em suma, para se calcular o valor da indenização por depósito irregular de resíduos sólidos em áreas protegidas ou em áreas passíveis de autorização basta o Promotor de Justiça seguir a Tabela 17, abaixo:

Tabela 17. Valores de indenização por depósito irregular de resíduos sólidos em Áreas protegidas e Áreas passíveis de autorização.

Áreas Protegidas	
Quantificação em área (m ²)	R\$ 12,38/m ² + R\$ 49,47/m ² = R\$ 61,85/m²
Quantificação em peso (ton)	R\$ 10,31/ton + 41,23/ton = R\$ 51,54/ton

Áreas passíveis de autorização	
Quantificação em área (m ²)	R\$ 49,47/m²
Quantificação em peso (ton)	R\$ 41,23/ton

9. SOTERRAMENTO DA VEGETAÇÃO

9.1. Parâmetros condicionantes

Esta orientação técnica traz parâmetros genéricos para a composição civil de dano ambiental nos casos de **deposição irregular de terra** e consequente **soterramento da vegetação** em áreas protegidas ou em áreas passíveis de autorização. Os parâmetros aqui apresentados baseiam-se em custos necessários para recuperação da área afetada.

Especialmente em procedimentos sumários do Juizado Especial Criminal, o Promotor de Justiça poderá se basear nos valores aqui apresentados para a fixação da indenização em casos de deposição irregular de terra, resultando no soterramento da vegetação nativa do bioma do Estado do Amapá ou da vegetação exótica em áreas já alteradas.

O soterramento da vegetação, independentemente de seu estágio de regeneração, representa uma severa **degradação ambiental**, uma vez que influencia negativamente a **flora, a camada fértil do solo, o banco de sementes** e consequentemente, a **fauna** associada ao ambiente degradado.

Devido aos danos gerados por este tipo de conduta, se faz necessário a fixação de um valor de indenização e a concreta reparação do dano através da retirada do material depositado irregularmente sobre a vegetação. Nos casos de deposição de terra em áreas protegidas (APPs, reserva legal, áreas verdes, áreas úmidas e unidades de conservação), além da retirada do material, também é necessário que ocorra a recuperação ambiental, através do plantio de mudas de árvores.

9.2. Metodologia

9.2.1. Valores de Compensação Ambiental

A valoração de danos ambientais proveniente do depósito irregular de resíduos sólidos é feita com base nos Valores de Compensação Ambiental (VCP). O VCP é calculado pela seguinte fórmula:

$$VCP (R\$) = p1 + p2 + p3 + p4 + p5$$

Onde:

P1 = Valor da muda. O valor da multa foi obtido considerando que para se recuperar 1,0 ha de área degradada são necessárias 1.111 mudas de árvores nativas dispostas a cada três metros. Regionalmente, os valores das mudas variam de 7 a 25 reais, dependendo do tamanho. Então, considerando o menor valor da muda tem-se um custo de R\$ 7.777,77 para cada hectare a ser recuperado. Convertendo para metros quadrados tem-se **R\$ 0,77/m²**.

P2 = Abertura das covas. Em uma área de 1 ha são necessárias 1.111 covas para o plantio da muda. Considerando que uma pessoa consiga abrir 32 covas por dia (32 covas/homem/dia), seriam necessários 35 dias de trabalho. O dia de trabalho custa R\$ 62,10, então para a abertura das covas em 1 ha seriam gastos R\$2.173,50 em mão de obra. Logo, o valor para cada metro quadrado é de **R\$ 0,21/m²**.

P3 = Correção e adubação de solo durante 5 anos. Em cada cova se faz necessário a aplicação, na cova de: 400g de calcário; 600g de superfosfato simples; 20 litros de esterco de curral curtido e 100g de sulfato de amônio (cobertura). Na cobertura da cova, aplica-se: 150g/ano de sulfato de amônio e 200g de NPK formulação 20-05-20. Estes nutrientes foram cotados regionalmente em R\$ 3,82/muda plantada. Considerando uma área de 1 ha temos o custo de R\$ 4.244,02 e em 1 m² temos um custo de **R\$ 0,42/m²**.

P4 = Tratos culturais durante 02 (dois) anos. O plantio de muda requer alguns tratos culturais no estágio inicial de desenvolvimento como a capina, tutoramento, adubação e combate a formigas.

- Capina: R\$ 62,19/homem.dia
40 plantas/dia
4 dias/ano x 2 anos
Valor: R\$ 12,43/planta
- Tutoramento/Adubação (cobertura): R\$ 62,19/homem.dia
80 plantas/dia
4 dias/ano x 2 anos
Valor: R\$ 6,21/planta
- Combate a formigas: R\$ 62,19/homem.dia

200 plantas/dia

48 dias/ano x 2 anos

Valor: R\$ 29,85/planta

A soma dos custos destes tratamentos culturais é de R\$ 48,49 por muda plantada. Em uma área de 1 ha, o custo com tratamentos culturais é de R\$ 53.872,00. Em **1 metro quadrado** este valor é de **R\$ 5,38**.

P5 = Impacto ecossistêmico – Perda permanente e temporária de funções ambientais em área de preservação permanente. Calculado multiplicando o valor fixo de compensação ambiental pelo tamanho da área afetada (ATA) e pelo tempo estimado para a consolidação de uma área florestada (5 anos). O valor fixo de compensação ambiental é obtido a partir da soma dos valores de serviços ambientais prestados pelas florestas amazônicas, disponíveis em consagradas publicações científicas relacionadas à economia da natureza⁵⁷. Esta soma representa o valor de U\$ 0,32/m²/ano, ou seja, R\$ 1,12/m²/ano. Sendo assim, valor fixo dos impactos ecossistêmicos é:

$$\text{Índice de impacto ecossistêmico} = R\$1,12 \times \text{ATA} \times 5 = R\$ 5,60/m^2$$

A partir destes valores, pode-se calcular o Valor de Compensação Ambiental em Pecúnia pela intervenção em áreas protegidas é:

$$\text{VCP (R\$)} = R\$ 0,77 + R\$ 0,21 + R\$ 0,42 + R\$ 5,38 + R\$ 5,60$$

$$\text{VCP} = R\$ 12,38/m^2$$

9.2.2. Custos para a Retirada da Terra

Além do Valor de Compensação Ambiental (VCP) deve-se calcular os custos necessários para a retirada dos Resíduos sólidos do local inadequado e sua correta destinação final. Para tanto deve-se considerar que cada m² de área afetada equivale a 0,6 m³ de volume de resíduo e que cada m³ de resíduo pesa cerca de 1,2 toneladas.

De acordo com Pinto (1999) o valor estimado para a remoção e destinação adequada de resíduos sólidos a partir do carregamento mecanizado é de US\$ 11,78/t. Convertendo para a cotação atual do dólar (R\$ 3,50) temos o valor de:

$$\text{Remoção de resíduos sólidos} = R\$ 41,23/t \text{ ou } R\$ 49,47/m^2$$

⁵⁷ COSTANZA et al, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253 – 260.

9.2.3. Cálculo da Indenização

Sendo assim, o valor da indenização pelo lançamento irregular de resíduos sólidos em áreas protegidas se dá partir da soma do Valor de Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP) e dos custos para a remoção e destinação dos resíduos sólidos:

$$\text{Indenização (áreas protegidas)} = \text{R\$ } 12,38/\text{m}^2 + \text{R\$ } 49,47/\text{m}^2 = \text{R\$ } 61,85/\text{m}^2$$

Para o cálculo da indenização nos casos de depósito irregular em áreas passíveis de autorização, ou seja, fora de áreas protegidas, aplica-se somente o custo de remoção e destinação final dos resíduos sólidos.

$$\text{Indenização (fora de áreas protegidas)} = \text{R\$ } 49,47/\text{m}^2$$

9.3. Conclusão

O cálculo do valor da indenização por soterramento de vegetação em áreas protegidas ou em áreas passíveis de autorização basta o Promotor de Justiça seguir a Tabela 18, abaixo:

Tabela 18. Valores de indenização por soterramento de vegetação em Áreas protegidas e Áreas passíveis de autorização

Áreas Protegidas	
Quantificação em área (m ²)	R\$ 12,38/m ² + R\$ 49,47/m ² = R\$ 61,85/m²
Quantificação em peso (ton)	R\$ 10,31/ton + 41,23/ton = R\$ 51,54/ton

Áreas passíveis de autorização	
Quantificação em área (m ²)	R\$ 49,47/m²
Quantificação em peso (ton)	R\$ 41,23/ton

10. Movimentação de Terra

10.1. Parâmetros condicionantes

Esta orientação técnica traz parâmetros genéricos para a composição civil de dano ambiental nos casos de **movimentação de terra** em áreas protegidas ou em áreas passíveis de autorização. Os parâmetros aqui apresentados baseiam-se na compensação das perdas irreversíveis dos serviços ambientais que seriam prestados no local objeto de movimentação de terra realizada irregularmente.

Basta que o Promotor de Justiça obtenha a informação da extensão (em m²) da área impactada e se a mesma se encontra ou não em áreas protegidas para se ter o valor final da indenização.

A movimentação de terra, também chamada de terraplanagem, representa o conjunto de operações de **escavação, carga, transporte, descarga, compactação e acabamento** executados com a finalidade de alterar uma área natural para uma nova conformação topográfica desejada⁵⁸.

Estas alterações ambientais provocam inevitáveis impactos negativos sobre o meio ambiente. Tais impactos estão relacionados à retirada da vegetação, descaracterização do relevo, assoreamento de corpos hídricos e das APPs, alteração em processos geológicos tais como as erosões e a hidrogeologia local que conseqüentemente promovem a destruição da fauna local e influenciam negativamente a qualidade de vida das pessoas do entorno.

Os severos impactos ambientais gerados pelas movimentações de terra fazem com que a atividade necessite de minuciosos planejamentos técnicos e autorizações pretéritas ao início dos trabalhos.

Sendo assim, entende-se que a realização da movimentação de terra sem autorização representa uma grande ameaça ao equilíbrio do meio ambiente e necessita ser fortemente combatida pelos poderes públicos responsáveis.

⁵⁸ Faria, J.A. 2014. Tecnologia de Movimentação de Terra. Gestão de Obras e Segurança. FEUP. Disponível em: https://web.fe.up.pt/~construc/go/docs_GO/sebenta/por%20capitulos%202013/08-Movimentacaoterras-rev10fev14.pdf

10.2. Metodologia

10.2.1. Valores de Compensação Ambiental

A valoração de danos ambientais proveniente do depósito irregular de resíduos sólidos é feita com base nos Valores de Compensação Ambiental (VCP). O VCP é calculado pela seguinte fórmula:

$$VCP (R\$) = p1 + p2 + p3 + p4 + p5$$

Onde:

P1 = Valor da muda. O valor da multa foi obtido considerando que para se recuperar 1,0 ha de área degradada são necessárias 1.111 mudas de árvores nativas dispostas a cada três metros. Regionalmente, os valores das mudas variam de 7 a 25 reais, dependendo do tamanho. Então, considerando o menor valor da muda tem-se um custo de R\$ 7.777,77 para cada hectare a ser recuperado. Convertendo para metros quadrados tem-se **R\$ 0,77/m²**.

P2 = Abertura das covas. Em uma área de 1 ha são necessárias 1.111 covas para o plantio da muda. Considerando que uma pessoa consiga abrir 32 covas por dia (32 covas/homem/dia), seriam necessários 35 dias de trabalho. O dia de trabalho custa R\$ 62,10, então para a abertura das covas em 1 ha seriam gastos R\$2.173,50 em mão de obra. Logo, o valor para cada metro quadrado é de **R\$ 0,21/m²**.

P3 = Correção e adubação de solo durante 5 anos. Em cada cova se faz necessário a aplicação, na cova de: 400g de calcário; 600g de superfosfato simples; 20 litros de esterco de curral curtido e 100g de sulfato de amônio (cobertura). Na cobertura da cova, aplica-se: 150g/ano de sulfato de amônio e 200g de NPK formulação 20-05-20. Estes nutrientes foram cotados regionalmente em R\$ 3,82/muda plantada. Considerando uma área de 1 ha temos o custo de R\$ 4.244,02 e em 1 m² temos um custo de **R\$ 0,42/m²**.

P4 = Tratos culturais durante 02 (dois) anos. O plantio de muda requer alguns tratos culturais no estágio inicial de desenvolvimento como a capina, tutoramento, adubação e combate a formigas.

- Capina: R\$ 62,19/homem.dia
40 plantas/dia
4 dias/ano x 2 anos

Valor: **R\$ 12,43/planta**

- Tutoramento/Adubação (cobertura): R\$ 62,19/homem.dia
80 plantas/dia
4 dias/ano x 2 anos
Valor: R\$ 6,21/planta
- Combate a formigas: R\$ 62,19/homem.dia
200 plantas/dia
48 dias/ano x 2 anos
Valor: R\$ 29,85/planta

A soma dos custos destes tratamentos culturais é de R\$ 48,49 por muda plantada. Em uma área de 1 ha, o custo com tratamentos culturais é de R\$ 53.872,00. Em **1 metro quadrado** este valor é de **R\$ 5,38**.

P5 = Impacto ecossistêmico – Perda permanente e temporária de funções ambientais em área de preservação permanente. Calculado multiplicando o valor fixo de compensação ambiental pelo tamanho da área afetada (ATA) e pelo tempo estimado para a consolidação de uma área florestada (5 anos). O valor fixo de compensação ambiental é obtido a partir da soma dos valores de serviços ambientais prestados pelas florestas amazônicas, disponíveis em consagradas publicações científicas relacionadas à economia da natureza⁵⁹. Esta soma representa o valor de U\$ 0,32/m²/ano, ou seja, R\$ 1,12/m²/ano. Sendo assim, valor fixo dos impactos ecossistêmicos é:

$$\text{Índice de impacto ecossistêmico} = R\$1,12 \times \text{ATA} \times 5 = R\$ 5,60/\text{m}^2$$

A partir destes valores, pode-se calcular o Valor de Compensação Ambiental em Pecúnia pela intervenção em áreas protegidas é:

$$\text{VCP (R\$)} = R\$ 0,77 + R\$ 0,21 + R\$ 0,42 + R\$ 5,38 + R\$ 5,60$$

$$\text{VCP} = R\$ 12,38/\text{m}^2$$

⁵⁹ COSTANZA et al, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253 – 260.

10.2.2. Custos para a Retirada da Terra

Além do Valor de Compensação Ambiental (VCP) deve-se calcular os custos necessários para a retirada dos Resíduos sólidos do local inadequado e sua correta destinação final. Para tanto deve-se considerar que cada m² de área afetada equivale a 0,6 m³ de volume de resíduo e que cada m³ de resíduo pesa cerca de 1,2 toneladas.

De acordo com Pinto (1999) o valor estimado para a remoção e destinação adequada de resíduos sólidos a partir do carregamento mecanizado é de US\$ 11,78/t. Convertendo para a cotação atual do dólar (R\$ 3,50) temos o valor de:

$$\text{Remoção de resíduos sólidos} = \text{R\$ 41,23/t ou R\$ 49,47/m}^2$$

10.2.3. Cálculo da Indenização

Sendo assim, o valor da indenização pelo lançamento irregular de resíduos sólidos em áreas protegidas se dá partir da soma do Valor de Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP) e dos custos para a remoção e destinação dos resíduos sólidos:

$$\text{Indenização (áreas protegidas)} = \text{R\$ 12,38/m}^2 + \text{R\$ 49,47/m}^2 = \text{R\$ 61,85/m}^2$$

Para o cálculo da indenização nos casos de depósito irregular em áreas passíveis de autorização, ou seja, fora de áreas protegidas, aplica-se somente o custo de remoção e destinação final dos resíduos sólidos.

$$\text{Indenização (fora de áreas protegidas)} = \text{R\$ 49,47/m}^2$$

10.3. Conclusão

Para o cálculo do valor da **indenização por movimentação de terra sem autorização**, em áreas protegidas ou em áreas passíveis de autorização basta o Promotor de Justiça seguir a Tabela 19, abaixo:

Tabela 19. Valores de indenização por movimentação de terra sem autorização Áreas protegidas e Áreas passíveis de autorização

Áreas Protegidas	
Quantificação em área (m ²)	R\$ 12,38/m ² + R\$ 49,47/m ² = R\$ 61,85/m²
Quantificação em peso (ton)	R\$ 10,31/ton + 41,23/ton = R\$ 51,54/ton

Áreas passíveis de autorização	
Quantificação em área (m ²)	R\$ 49,47/m²
Quantificação em peso (ton)	R\$41,23/ton

11. Degradação de áreas úmidas

11.1. Parâmetros Condicionantes

A presente orientação técnica disponibiliza a **Valoração Ambiental** pela **degradação de Áreas Úmidas (AUs)**, decorrentes de **drenagens** pela agricultura e pecuária ou **construção de diques**, no Estado do Amapá. Para este fim, adotou-se o método de **Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP)**, obedecendo os seguintes parâmetros:

11.1.1. Áreas Úmidas

De acordo com a Convenção de Ramsar⁶⁰, as “Zonas Úmidas ou Áreas Úmidas (Wetlands), são áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa”.

Com base na Lei 12.651/2012⁶¹ “Áreas Úmidas são pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação”.

Porém, num conceito mais estrito o Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU) entente que “Áreas Úmidas são ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanente ou periodicamente inundados ou com solos encharcados. As águas podem ser doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptados à sua dinâmica hídrica” (adaptado de Junk et al., 2013⁶²).

Entende-se também que a importância de se preservar e proteger as Áreas Úmidas se dá porque “As zonas úmidas⁵⁸ fornecem serviços ecológicos fundamentais para as espécies de fauna e flora e para o bem-estar de populações humanas. Além de regular o regime hídrico de vastas regiões, essas áreas funcionam como fonte de biodiversidade em todos os níveis, cumprindo, ainda, papel relevante de caráter econômico, cultural e recreativo. Ao mesmo tempo, atendem necessidades de água e alimentação para uma ampla variedade de espécies e para comunidades humanas, rurais e urbanas”.

⁶⁰ Ministério do Meio Ambiente - <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar>

⁶¹ Código Florestal Brasileiro - http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

⁶² Junk, W.J; Piedade, M.T.F; Lourival, R; Wittmann, F; kandus,P; Lacerda, L.D; Bozelli, R.L; Esteves, F.A; Cunha, C.N; Maltchik,L; Schöngart, J; Schaeffer-Novelli,Y; Agostinho, A.A. 2013. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification, for research, sustainable management, and protection. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems

11.1.1.1. Extensão de uma Área Úmida

Fundamentado na recomendação do CNZU, adota-se como critério para “*identificação da extensão de uma Área Úmida, o limite da inundação rasa ou do encharcamento permanente ou periódico, ou no caso de áreas sujeitas aos pulsos de inundação, pelo limite da influência das inundações médias máximas, incluindo-se aí, se existentes, áreas permanentemente secas em seu interior, habitats vitais para a manutenção da integridade funcional e da biodiversidade das mesmas. Os limites externos são indicados pelo solo hidromórfico, e/ou pela presença permanente ou periódica de hidrófitas e/ou de espécies lenhosas adaptadas a solos periodicamente encharcados*” (Junk et al, 2013⁶⁰).

11.1.2. Custos de Recuperação

Essa proposta de valoração dos danos ambientais pela degradação de Áreas Úmidas, decorrentes de drenagens pela agricultura e pecuária ou construção de diques, é baseada na conversão dos danos ambientais em valores monetários pela [Proposta de Medida Compensatória em Pecúnia](#), em substituição a recuperação de 01 hectare de AU, tomando como base na soma dos custos para retirada ou anulação das obras que alteraram o fluxo natural das águas, aos serviços ambientais ecossistêmicos que deixaram de ser prestados, sintetizada como [Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia \(VCP\)](#).

Adota-se, pois, o [Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia \(VCP\)](#) como alternativa para valoração dos danos ambientais decorrentes da degradação de áreas úmidas, mediante uso da equação:

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3$$

Onde:

[VCP-Di-Fi/m](#) = Valor de compensação ambiental pela degradação de Áreas Úmidas, decorrentes de drenagens pela agricultura e pecuária ou construção de diques, no Estado do Amapá;

P1 = Transporte da Máquina, caminhão basculante rodoviário 8x4 com capacidade de 36 a 45 toneladas, utilizado para o transporte da carregadeira que fará a movimentação de terra. Considerando custo (hora/máquina) de R\$221,98⁶³ (duzentos vinte e um reais e noventa e oito centavos) no total de 4 (quatro) horas chega-se ao valor de **R\$ 887,92**;

P2 = Movimentação da Terra, carregadeira de pneus (2,6 a 3,5m³) utilizada para movimentação de terra, ou seja, para tampar as drenagens ou retirar os diques e devolver a terra à área de empréstimo. Considerando custo (hora/máquina) de R\$263,66⁶¹ (duzentos sessenta e três reais e sessenta e seis centavos) no total de 8 (oito) horas tem-se o valor de **R\$2.109,28**;

P3 = Impacto ecossistêmico – Perda permanente e temporária de funções ambientais da Área Úmida, dado pela equação:

$$\text{Índice de impacto ecossistêmico} = R\$8,423696 \times \text{ATA} \times (1 \text{ ou } 0,5^{**})$$

Onde:

R\$8,423696 = valor fixo de compensação ambiental por metro quadrado, estimado com base nos de **Áreas Úmidas Continentais**, definidos por Groot *et al.*, (2012)¹³, que convertidos para a moeda nacional (US\$1,00 = R\$3,28¹⁴) resultam nesse valor.

ATA = Área total atingida em metros quadrados (calculado para 1 hectare),

****1 ou 0,5** = Tempo, em anos, estimado para recomposição do fluxo natural das águas. Sendo de 1 (um) ano para os casos de drenagem de AUs e 0,5 (meio) ano para construção de diques.

No caso de **Drenagem de AUs** tem-se $P3 = R\$8,423696/m^2 \times 10.000,00 m^2 \times 1$, logo **$P3 = R\$84.263,96/ha$** .

No caso de **Construção de Diques em AUs** tem-se $P3 = R\$8,423696/m^2 \times 10.000,00 m^2 \times 0,5$, logo **$P3 = R\$42.118,48/ha$** .

⁶³ <https://www.sobratema.org.br/CustoHorario/Tabela>

11.2. Valoração aplicada por hectare e por tipo de degradação

Aplicados os supracitados parâmetros condicionantes, a presente orientação técnica apresenta a Valoração Ambiental pela degradação de Áreas Úmidas, decorrentes de drenagens pela agricultura e pecuária ou construção de diques, no Estado do Amapá, adotando o método de Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP), com base nos seguintes valores:

Degradação de AUs decorrentes de drenagens pela agricultura e pecuária

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3$$

$$VCP-Di-Fi/m = R\$887,92 + R\$2.109,28 + R\$84.263,96$$

$$VCP-Di-Fi/m = \mathbf{R\$ 87.234,16}$$

Degradação de AUs decorrentes da construção de diques

$$VCP-Di-Fi/m = P1 + P2 + P3$$

$$VCP-Di-Fi/m = R\$887,92 + R\$2.109,28 + R\$42.118,48$$

$$VCP-Di-Fi/m = \mathbf{R\$ 45.115,68}$$

Vale ressaltar que o valor obtido neste exemplo levou em consideração a cotação do dólar em 12/09/2016. Este valor deve ser ajustado conforme a cotação do dia.

11.3. Conclusão

Para a Valoração do Dano Ambiental pela degradação de Áreas Úmidas, decorrentes de drenagens pela agricultura e pecuária ou construção de diques, no Estado do Amapá, com base no método de Valor da Compensação Ambiental em Pecúnia (VCP), **CONCLUÍSE** que em caso de **degradação de AUs decorrentes de drenagens**, o valor cobrado deve ser de **R\$ 87.234,16** por hectare cujo fluxo natural da AU foi alterado, e quando a **degradação da AU ocorrer pela construção de diques**, esse valor diminui para **R\$ 45.115,68** por hectare de AU alterada.

12. RECURSOS PESQUEIROS

12.1. Parâmetros Condicionantes

A presente orientação técnica disponibiliza a **Valoração de Danos sobre os Recursos Pesqueiros** no Estado do Amapá, promovida pela exploração ilegal de pescado ou por eventos de contaminação diversa que promoveram a mortandade de peixes. Para esta finalidade, adotou-se o método de valoração de danos ambientais proposto por Almeida *et al*, 2000⁶⁴ e Kaskantzis Neto (2005)⁶⁵.

Esta metodologia de valoração de dano ambiental multiplica os valores mensuráveis envolvidos no dano (ex. valor comercial de pescado ou custo de medidas de reparação do dano em questão) por um valor definido pelos autores como **Critérios de Qualificação de Agravos** (Anexo I), que avalia os **impactos sobre o ar, água, solo, subsolo, fauna, flora e paisagem**.

12.2. Valoração do Dano sobre os recursos pesqueiros

12.2.1. *Exploração ilegal de pescado*

A exploração ilegal de pescado se configura na pesca ou comercialização de peixes sem as devidas autorizações dos órgãos competentes. A valoração deste tipo de dano ambiental, conforme o método proposto, se dá a partir do **valor de mercado do pescado apreendido** multiplicado pela soma dos **fatores de multiplicação** gerados pela avaliação dos critérios de qualificação de agravos.

Para se ter o valor de mercado do pescado basta saber a quantidade (kg) e a espécie de peixe apreendido. Então, multiplica-se a quantidade pelo preço da espécie no mercado regional. Já os fatores de multiplicação são obtidos avaliando os critérios de qualificação de agravos proposto por Almeida *et al.*, (2000) e Kaskantzis-Neto (2005).

A qualificação de agravos baseia-se na aplicação de um questionário predefinido que busca identificar os componentes ambientais (ar, água, solo, fauna e flora) impactados por determinada ação, bem como a intensidade destes impactos. As questões apresentam pontuações que compõe o cálculo dos fatores de multiplicação, conforme a Tabela 20 a seguir.

⁶⁴ ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; PANNO, Marcia; OLIVEIRA, Simone Gomes de. Perícia Ambiental. Rio de Janeiro: Thex, 2000. 207 p.

⁶⁵ KASKANTZIS-NETO, Georgeres. Apostila de Perícia Ambiental. 3. Ed. Rui Juliano Perícias, 2005. 244 p.



Tabela 20. Fatores de multiplicação para cada intervalo do índice numérico da qualificação dos agravos. Fonte: Almeida *et al*, (2000).

Aspecto do Ambiente	Intervalo do índice numérico correspondente a qualificação dos agravos				
AR	≤ 6,8	≤ 13,6	≤ 20,4	≤ 27,2	≤ 34
ÁGUA	≤ 7,2	≤ 14,4	≤ 21,6	≤ 28,8	≤ 36
SOLO-SUBSOLO	≤ 7,5	≤ 15	≤ 22,5	≤ 30	≤ 37,5
FAUNA	≤ 6,4	≤ 12,8	≤ 19,2	≤ 25,6	≤ 32
FLORA	≤ 6,6	≤ 13,2	≤ 19,8	≤ 26,4	≤ 33
PAISAGEM	≤ 8	≤ 16	≤ 24	≤ 32	≤ 40
FATOR DE MULTIPLICAÇÃO	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6

O questionário completo contendo os critérios de qualificação de agravos proposto por Almeida *et al*, (2000) e Kaskantzis Neto (2005) encontra-se no **Anexo 01** deste capítulo.

Avaliando os critérios de qualificação de agravos aplicado **para um caso hipotético** de apreensão de pescado, se encontrou os seguintes valores:

Danos sobre a fauna (valores multiplicados por 1,5):

- Localização em relação às áreas protegidas

Dentro = 3

No raio de ação do animal = 2

Justificativa: A maioria dos peixes comerciais percorrem grandes distâncias em seus ciclos de vida, e certamente passam por áreas protegidas localizadas na bacia hidrográfica onde a espécie ocorre.

- Ocorrência de Fêmeas

Prenhas ou ovadas = 3

Comprovada = 2

Suposto = 1

Justificativa: Devido à dificuldade de identificação do sexo dos pescados (principalmente em caso de pescado já processado) consideramos ser suposta a presença de fêmeas.

- Objetivando comercialização

Atividade principal = 3

Atividade secundária = 2

Justificativa: Os pescados via de regra possuem a finalidade de serem comercializados.

- Importância relativa

Espécie que não se reproduz em cativeiro = 3

Espécie que se reproduz em cativeiro = 2

Espécie criada comercialmente = 1

Justificativa: Atualmente, a alta tecnologia de reprodução em cativeiro de peixes permite a criação da maior parte das espécies comerciais.

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano à fauna

Comprovado = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

Justificativa: Sabe-se que muitas espécies de peixes representam importantes dispersores de sementes.

- Alteração nos nichos ecológicos

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

Justificativa: Todos organismos exercem funções ambientais que são interrompidas com sua retirada, contribuindo assim para o desequilíbrio ambiental.

- Previsão de reequilíbrio

Longo prazo = 3

Médio prazo = 2

Curto prazo = 1

Justificativa: As diferentes espécies comerciais de peixes apresentam diferentes ciclos de vida e idade de maturação reprodutiva. Sendo assim consideramos a previsão de reequilíbrio como de médio prazo.

Somando-se os valores e multiplicando pelo peso de 1,5 temos:

Índice numérico = $(2+1+3+2+1+1+2) \times 1,5 = 18$

Consultando a Tabela 20, o **Fator de Multiplicação** é de 6,4

Sendo assim, para o cálculo da valoração de dano ambiental proveniente de exploração ilegal de recursos pesqueiros aplica-se a seguinte formula:

$$\text{Indenização} = \text{Valor comercial do pescado} \times \text{massa} \times \text{fator de multiplicação}$$

Onde:

Valor comercial do pescado = preço comercial, pode sofrer variações e normalmente é relativo a criação de peixes em tanques.

Massa = quantidade em kg de peixe apreendido

Fator de multiplicação = exposto na Tabela 20, respondendo o questionário contido no Anexo I. Nesse caso, o fator calculado é de 6,4.

Logo, num caso hipotético da apreensão de meia tonelada de Pacu, cujo valor de mercado é de R\$ 30,00 por quilo, teríamos:

$$\text{Indenização} = 30 \times 500 \times 6,4$$

$$\text{Indenização} = \text{R\$ } 96.000,00$$

12.2.2. Mortandade de peixes

Os eventos de mortandade são caracterizados pela **morte repentina de um grande número de peixes ou outros animais em um curto período de tempo**, que em geral ocorre em uma área bem definida. Estes eventos podem ocorrer com um único grupo ou espécie, todavia, podem afetar diferentes tipos e tamanhos de organismos ao mesmo tempo. Estas características podem revelar causas diferentes para as mortandades.

As mortandades são eventos bastante visíveis e geralmente comovem rapidamente a opinião pública e da mídia, principalmente quando resultante de poluição ou contaminação da água gerada por empreendimentos diversos. Vale ressaltar que existem alguns eventos naturais que também podem gerar a mortandade, em especial de peixes.



Figura 04. Alguns casos de mortandade de peixes em diferentes regiões do Brasil. Fonte: Google imagens.

Nos casos de mortandade de peixes provocada pela contaminação diversa da água, a valoração de danos ambientais pode se dar aplicando o método proposto por Almeida *et al*, (2000) e Kaskantzis-Neto (2005). Como os eventos de mortandade podem atingir diferentes espécies de peixes (comerciais ou não) adotou-se o **valor de alevinos necessário para o repovoamento do corpo hídrico** afetado. Sendo assim, a quantidade de alevinos deve ser equivalente à biomassa estimada de peixes mortos (kg).

Adota-se então a massa média de 20g/alevinos e o valor de R\$ 0,50/alevino. Cada quilo (kg) de peixe morto equivale à 50 alevinos em massa. Sendo assim, **para cada quilo de peixe morto tem-se o valor de R\$ 25,00 como base de custo para uma possível reparação do dano.**

Avaliando os critérios de qualificação de agravos aplicado **para um caso hipotético** de mortandade de peixes comprovadamente causada pela contaminação da água, se encontrou os seguintes índices numéricos:

Danos sobre a água

- Toxicidade da emissão (baseada na literatura)

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposta = 1

Justificativa: Mesmo sem análises laboratoriais refinadas, a morte de organismos representa um forte indício de contaminação.

- Localização em relação as áreas protegidas (unidades de conservação)

Dentro = 3

Na mesma bacia hidrográfica à montante = 2

Na mesma bacia hidrográfica à jusante = 1

Justificativa: O Estado do Amapá apresenta unidades de conservação em todas as grandes bacias hidrográficas. Sendo assim, certamente haverá uma Unidade de Conservação rio abaixo do local do dano.

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à água

Comprovado = 2

Suposto = 1

Justificativa: Em se tratando de um evento de mortandade é evidente a morte dos animais.

- Previsão de reequilíbrio na condição natural

Curto prazo = 1

Médio prazo = 2

Longo prazo = 3

Justificativa: Os corpos hídricos em geral possuem a capacidade de diluir a contaminação desde que a fonte contaminante cesse o lançamento.

Danos sobre a fauna (valores multiplicados por 1,5):

- Localização em relação às áreas protegidas

Dentro = 3

No raio de ação do animal = 2

Justificativa: Algumas espécies de peixes percorrem grandes distâncias em seus ciclos de vida, e certamente passam por áreas protegidas localizadas na bacia hidrográfica onde a espécie ocorre.

- Ocorrência de Fêmeas

Prenhas ou ovadas = 3

Comprovada = 2

Suposto = 1

Justificativa: Devido à dificuldade de identificação do sexo dos peixes mortos consideramos ser suposta a presença de fêmeas.

- Importância relativa

Espécie que não se reproduz em cativeiro = 3

Espécie que se reproduz em cativeiro = 2

Espécie criada comercialmente = 1

Justificativa: Atualmente, a alta biotecnologia contemporânea permite a reprodução da maior parte das espécies brasileiras em cativeiro.

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano à fauna

Comprovado = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

Justificativa: Sabe-se que muitas espécies de peixes representam importantes dispersores de sementes.

- Alteração nos nichos ecológicos

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

Justificativa: Todos organismos exercem funções ambientais que são interrompidas com sua retirada, contribuindo assim para o desequilíbrio ambiental.

- Previsão de reequilíbrio

Longo prazo = 3

Médio prazo = 2

Curto prazo = 1

Justificativa: As diferentes espécies comerciais de peixes apresentam diferentes ciclos de vida e idade de maturação reprodutiva. Sendo assim consideramos a previsão de reequilíbrio como de médio prazo.

Somando-se os valores temos os seguintes índices numéricos:

Índice numérico (água) = $2 + 2 + 2 + 1 = 7$

Índice numérico (fauna) = $(2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 2) \times 1,5 = 13,5$

Consultando a Tabela 20, o **Fator de multiplicação** será de 1,6 + 6,4, portanto equivale a 8.

Sendo assim, para o cálculo da valoração de dano ambiental proveniente de evento de mortandade de peixes aplica-se a seguinte fórmula:

$$\text{Indenização (R\$)} = \text{Custo de alevinos para cada Kg de peixe morto} \times \text{massa} \times \text{fator de multiplicação}$$

Onde:

Custo de alevinos para cada Kg de peixe morto = calculado acima, para cada quilo de peixe morto, gasta-se **R\$ 25,00** com alevinos para reposição.

massa = biomassa de peixes mortos (kg).

Fator de multiplicação = calculado acima, valores na Tabela 20.

Logo, num caso hipotético de mortandade de meia tonelada de Pacu teríamos:

$$\text{Indenização} = 25 \times 500 \times 8$$

$$\text{Indenização} = \text{R\$ } 100.000,00$$

12.3. Conclusão

A metodologia apresentada nesta orientação técnica possibilita a **fixação da indenização decorrente de danos sobre os recursos pesqueiros** nos casos de apreensões de **pescado irregular** e nos casos de eventos de **mortandade** de peixes gerados pela contaminação do corpo hídrico. Nos **casos de apreensão de pescado** o valor do dano pode ser obtido **multiplicando-se o valor comercial da carga por 6,4 (fator de multiplicação)**. Nos **casos de eventos de mortandade** deve-se ter um valor estimado da **quantidade (em kg) de peixes mortos e multiplicar por R\$ 25,00** (custo base de uma possível ação de recuperação ambiental por quilo de peixe morto). O resultado deve ser multiplicado então por 8 (fator de multiplicação gerado pela avaliação dos critérios de qualificação de agravos).

Anexo I - critérios de qualificação dos agravos, baseado em Almeida *et al*, 2000.

1) AR

Os agravos descritos na linha Impacto na dinâmica atmosférica da Tabela 1, têm os seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada na literatura)
- ❖ Comprovada = 3
- ❖ Fortes indícios = 2
- ❖ Suposta = 1
 - Proximidade de centros urbanos
- ❖ Centro urbano (com população ≥ 60.000 hab, distante até 10km = 2
- ❖ Centro urbano (com população ≥ 60.000 hab, distante até 25km = 1
 - Localização em relação a área protegida (unidades de conservação)
- ❖ Dentro da área = 2
- ❖ Sob influência = 1
 - Comprometimento do aquífero, decorrente do dano ao ar
- ❖ Comprovado = 2
- ❖ Suposto = 1
 - Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao ar

- ◆ Comprovado = 2
- ◆ Suposto = 1
 - Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao ar
- ◆ Comprovado = 2
- ◆ Suposto = 1
 - Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrente do dano ao ar
- ◆ Comprovado = 2
- ◆ Suposto = 1
 - Alteração da qualidade do ar
- ◆ Estado de emergência = 3
- ◆ Estado de Alerta = 2
- ◆ Estado de Atenção ou péssimo = 1
 - Previsão de reequilíbrio (quando não é possível a previsão a curto prazo, utilizar o critério de custo de recuperação ou custo dos equipamentos preventivos, na seguinte ordem: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)
- ◆ Curto prazo = 1
- ◆ Médio prazo = 2
- ◆ Longo prazo = 3

2) ÁGUA

Os agravos descritos na linha de impacto na hidrodinâmica (alteração do fluxo e/ou vazão) da Tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada na literatura)
- ◆ Comprovada = 3
- ◆ Fortes indícios = 2
- ◆ Suposta = 1
 - Comprometimento do aquífero
- ◆ Comprovado = 3
- ◆ Fortes indícios = 2
- ◆ Suposto = 1
 - Localização em relação as áreas protegidas (unidades de conservação)
- ◆ Dentro = 3
- ◆ Na mesma bacia hidrográfica à montante = 2
- ◆ Na mesma bacia hidrográfica à jusante = 1
 - Dano ao solo e/ou subsolo, decorrente do dano à água
- ◆ Comprovado = 2
- ◆ Suposto = 1
 - Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à água
- ◆ Comprovado = 2
- ◆ Suposto = 1
 - Morte ou dano à flora, decorrente do dano à água
- ◆ Comprovado = 2
- ◆ Suposto = 1
 - Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrente do dano à água
- ◆ Comprovado = 2
- ◆ Suposto = 1
 - Alteração da classe do corpo hídrico (baseado na Resolução do CONAMA)
- ◆ Comprovado = 3
 - Alteração na vazão / volume de água
- ◆ Significativa = 2
- ◆ Não significativa = 1
 - Previsão de reequilíbrio na condição natural (quando não é possível a previsão a curto prazo, utilizar o critério de custo de recuperação ou custo dos equipamentos preventivos, na seguinte ordem: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)
- ◆ Curto prazo = 1
- ◆ Médio prazo = 2

- ◆ Longo prazo = 3

SOLO E SUBSOLO

- Toxicidade da emissão (baseada na literatura)
 - ❖ Comprovada = 3
 - ❖ Fortes indícios = 2
 - ❖ Suposta = 1
 - Comprometimento do aquífero, decorrente do dano ao solo/subsolo
 - ❖ Comprovado = 3
 - ❖ Fortes indícios = 2
 - ❖ Suposto = 1
- 18
 - Localização em relação às áreas protegidas
 - ❖ Totalmente inserido = 2
 - ❖ Parcialmente inserido = 1
 - Assoreamento de corpos hídricos
 - ❖ Grande intensidade = 3
 - ❖ Média intensidade = 2
 - ❖ Pequena intensidade = 1
 - Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao solo/subsolo
 - ❖ Comprovado = 2
 - ❖ Suposto = 1
 - Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao solo/subsolo
 - ❖ Comprovado = 2
 - ❖ Suposto = 1
 - Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrente do dano ao solo/subsolo
 - ❖ Comprovado = 2
 - ❖ Suposto = 1
 - Objetivando a comercialização
 - ❖ Atividade principal ou secundária = 1
 - Alteração na capacidade de uso da terra
 - ❖ Em mais de uma classe (p/ex: classe 1 para 3) = 3
 - ❖ Em uma classe = 2
 - ❖ Na mesma classe de uso (subclasses) = 1
- 19
 - Danos ao relevo (alteração da declividade, desmoronamento, etc)
 - ❖ Ocorrido = 3
 - ❖ Grande risco = 2
 - ❖ Pequeno risco = 1
 - Previsão de reequilíbrio na condição natural (caso não haja possibilidade de previsão do prazo, utilizar os critérios de custo de recuperação na seguinte ordem: baixo custo (menor que o da exploração) = 1; médio custo (equivalente ao da exploração) = 2; alto custo (maior que da recuperação) = 3
 - ❖ Curto prazo = 1
 - ❖ Médio prazo = 2
 - ❖ Longo prazo = 3

3) FAUNA

Os agravos descritos na linha de impactos na dinâmica da comunidade da Tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5

- Localização em relação às áreas protegidas
 - ❖ Dentro = 3
 - ❖ No raio de ação do animal = 2
 - Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção (Baseada na Portaria do IBAMA No 1522 de 19/12/89)
 - ❖ Comprovada = 3
 - ❖ Suposta = 2

- Ocorrência de espécies endêmicas
- ❖ Comprovada = 2
- ❖ Suposto = 1
 - Ocorrência de Fêmeas
- ❖ Prenhas ou ovadas = 3
- ❖ Comprovada = 2
- ❖ Suposto = 1
 - Objetivando comercialização
- ❖ Atividade principal = 3
- ❖ Atividade secundária = 2
 - Importância relativa
- ❖ Espécie que não se reproduz em cativeiro = 3
- ❖ Espécie que se reproduz em cativeiro = 2
- ❖ Espécie criada comercialmente = 1
 - Morte ou dano à flora, decorrente do dano à fauna
- ❖ Comprovado = 3
- ❖ Fortes indícios = 2
- ❖ Suposto = 1
 - Alteração nos nichos ecológicos
- ❖ Comprovada = 3
- ❖ Fortes indícios = 2
- ❖ Suposto = 1
 - Previsão de reequilíbrio (natural, caso não haja possibilidade de previsão de prazo, utilizar como critério: outras espécies = 1; espécies endêmicas = 2; espécies ameaçadas = 3)
- ❖ Longo prazo = 3
- ❖ Médio prazo = 2
- ❖ Curto prazo = 1

4) FLORA

Os agravos descritos na linha impacto na dinâmica da comunidade da Tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5. Para maciços maiores que 0,1ha, deve-se analisar os danos aos indivíduos e a comunidade.

- Localização em relação às áreas protegidas
- ❖ Totalmente inserido = 3
- ❖ Parcialmente inserido = 2
 - Ocorrências de espécies ameaçadas de extinção (Portaria IBAMA No 1522 de 19/12/89)
- ❖ Comprovada = 3
- ❖ Suposta = 2
 - Ocorrência de espécies endêmicas (baseado em literatura)
- ❖ Real ocorrência = 3
- ❖ Suposta ocorrência = 2
 - Favorecimento à erosão
- ❖ Comprovada = 3
- ❖ Fortes indícios = 2
- ❖ Suposta = 1
 - Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrente do dano à flora
- ❖ Comprovado = 2
- ❖ Suposto = 1
 - Objetivando a comercialização
- ❖ Atividade principal = 2
- ❖ Atividade secundária = 1
 - Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à flora
- ❖ Comprovada = 3
- ❖ Fortes indícios = 2
- ❖ Suposto = 1

- Importância relativa. Possibilidade de ocorrência na região de parcela similar qualitativamente e quantitativamente à área degradada (estudar o aspecto paisagem)
 - ◆ Área 30 vezes maior que a área degradada = 3
 - ◆ Área entre 10 e 30 vezes a área degradada = 2
 - ◆ Área até 10 vezes maior a área degradada = 3
 - Alteração nos nichos ecológicos
 - ◆ Comprovada = 3
 - ◆ Fortes indícios = 2
 - ◆ Suposto = 1
 - Previsão de reequilíbrio (caso não seja possível a previsão de prazo, analisar o estágio de regeneração: inicial = 1; médio = 2; avançado = 3)
 - ◆ Longo prazo = 3
 - ◆ Médio prazo = 2
 - ◆ Curto prazo = 1

5) PAISAGEM

Os agravos descritos na linha dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico e turístico (legalmente constituído, tombado pelo CONDEPHAAT ou SPHAN), da Tabela 1 têm seus valores multiplicados por 1,5

- Localização em relação a área e/ou município protegido (unidade de conservação)
 - ◆ Dentro = 3
 - Proximidade de centros urbanos
 - ◆ Centro urbano com população \geq a 60.000 hab, distante até 10km = 3
 - ◆ Centro urbano com população \geq a 60.000 hab, distante até 25km = 2
 - ◆ Centro urbano com população \geq a 60.000 hab, distante até 50km = 1
 - Reversão do dano
 - ◆ Alto custo = 3
 - ◆ Médio custo = 2
 - ◆ Baixo custo = 1
 - Comprometimento do aquífero (estudar o aspecto água)
 - ◆ Diretamente relacionado = 2
 - ◆ Não diretamente relacionado = 1
 - Comprometimento do solo / subsolo (estudar o aspecto solo/subsolo)
 - ◆ Diretamente relacionado = 2
 - ◆ Não diretamente relacionado = 1
 - Morte ou dano à fauna (estudar o aspecto fauna)
 - ◆ Diretamente relacionado = 2
 - ◆ Não diretamente relacionado = 1
 - Morte ou dano à flora (estudar o aspecto flora)
 - ◆ Diretamente relacionado = 2
 - ◆ Não diretamente relacionado = 1
 - Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arqueológico e turístico, e/ou cultural
 - ◆ Tombado pelo CONDEPHAAT = 2
 - ◆ Não tombado = 1