

Nota Técnica MPMS

# Valoração de Dano Ambiental

VOLUME II

Núcleo Ambiental • Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente,  
da Habitação e Urbanismo e do Patrimônio Histórico e Cultural (CAOMA)

2019 – Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul

**Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul**  
**Procuradoria-Geral de Justiça**

Edifício Procurador de Justiça Fadel Tajher Iunes  
Rua Pres. Manuel Ferraz de Campos Salles, 214  
Jardim Veraneio – Campo Grande – MS  
CEP 79.031-907  
Telefone (67) 3318-2000  
Portal: <http://www.mpms.mp.br>  
E-mail: [pgj@mpms.mp.br](mailto:pgj@mpms.mp.br)

**Procurador-Geral de Justiça**

Paulo Cezar dos Passos

**Procurador-Geral Adjunto de Justiça Jurídico**

Humberto de Matos Brittes

**Procuradora-Geral Adjunta de Justiça Administrativa**

Nilza Gomes da Silva

**Procurador-Geral Adjunto de Justiça de Gestão e Planejamento Institucional**

Hudson Shiguer Kinashi

**Corregedor-Geral do Ministério Público**

Marcos Antonio Martins Sottoriva

**Ouvidor do Ministério Público**

Olavo Monteiro Mascarenhas

**Secretária-Geral do Ministério Público**

Bianka Karina Barros da Costa

## **NOTA TÉCNICA DE VALORAÇÃO DE DANO AMBIENTAL – VOLUME II**

### **SUPERVISÃO**

#### **Marigô Regina Bittar Bezerra**

Procuradora de Justiça e Coordenadora do Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente, da Habitação e Urbanismo e do Patrimônio Histórico e Cultural

### **COORDENAÇÃO**

#### **Luciano Furtado Loubet**

Promotor de Justiça do Núcleo Ambiental

### **EQUIPE**

#### **Anderson Teodoro**

Analista/Engenharia Ambiental

#### **Farley Leles Froes Medeiros**

Analista/Engenharia Agrônômica  
Chefe de Núcleo de Corpo Técnico/Meio Ambiente

#### **Luciene Ramos do Canto**

Técnico I

#### **Marinês Honda**

Analista/Biologia

#### **Poliana Carolina Marquesini**

Analista/Engenharia Florestal

**Designação:** Portaria nº 2178/2017-PGJ, de 5.7.2017

### **COLABORADORES**

#### **Ananda Rodrigues Oliveira**

Chefe do Núcleo de Geotecnologias

#### **Roni Berto Medina Espindola**

Assessor em Ciências da Terra

#### **Vítor Avila Barsotti**

Analista/Geólogo

### **ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO**

#### **Ariani Mortari Vilharba**

Técnica I

#### **Renato Moura**

Chefe de Núcleo

### **REVISÃO ORTOGRÁFICA**

#### **Karl Frederick Alecksander Phillip de Figueiredo Rocha**

Assessor Revisor

#### **Thuliana Alves da Silveira**

Assessora Revisora

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>A. O DANO AMBIENTAL E SUA REPARAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
A-1. DANO AMBIENTAL, POLUIÇÃO E DEGRADAÇÃO .....	6
A-2. DA ORDEM DE PREFERÊNCIA NA REPARAÇÃO DO DANO AMBIENTAL .....	7
A-2.1 Reparação <i>in situ</i> .....	7
A-2.2 Compensação ambiental.....	7
A-2.3 Indenização ambiental.....	8
A-2.4 Reparação do dano extrapatrimonial .....	9
A-2.5 Cumulação da reparação <i>in situ</i> e compensação ambiental/indenização ambiental .....	9
A-3. DA INDENIZAÇÃO DO DANO AMBIENTAL – COMPONENTE DA VALORAÇÃO.....	10
<b>B. DA COLHEITA DE ELEMENTOS PARA EMBASAR A VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL .....</b>	<b>12</b>
<b>1 – VALORAÇÃO DE DANO AMBIENTAL – CARVÃO NATIVO.....</b>	<b>14</b>
1.1 APRESENTAÇÃO .....	15
1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E METODOLOGIA .....	15
1.2.1 VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL.....	16
1.3 ESTUDO DE CASO.....	17
<b>2- VALORAÇÃO DE DANO AMBIENTAL – LANÇAMENTO IRREGULAR DE EFLUENTES EM CURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>19</b>
2.1 APRESENTAÇÃO .....	20
2.2 METODOLOGIA .....	20
2.3 ESTUDO DE CASO.....	23
<b>3- VALORAÇÃO DE DANO AMBIENTAL – TRANSPORTE, COMERCIALIZAÇÃO OU ARMAZENAMENTO DE MADEIRA NATIVA.....</b>	<b>25</b>
3.1 APRESENTAÇÃO .....	26
3.2 METODOLOGIA .....	26
3.3. ESTUDOS DE CASO .....	28
<b>4 - VALORAÇÃO DE DANO AMBIENTAL – VOÇOROCA.....</b>	<b>30</b>
4.1 APRESENTAÇÃO .....	31
4.2 METODOLOGIA .....	31
4.3 REFERENCIAL PARA ESTIMAÇÃO DOS CUSTOS DE RECUPERAÇÃO.....	32
4.4 DETERMINAÇÃO DOS FATORES QUE COMPÕEM O VDV.....	32
4.4.1 DETERMINAÇÃO DO CUSTO DE ATERRAMENTO ( $C_{ATER}$ ).....	32
4.4.1.1 Cálculo do volume de solo erodido .....	32
4.4.1.2 Quantificação dos custos para o aterramento do leito erodido .....	33
4.4.2 DETERMINAÇÃO DO CUSTO DE DESASSOREAMENTO ( $C_{DES}$ ) .....	34
4.4.3 DETERMINAÇÃO DO VALOR DE DANO AO ECOSISTEMA FLORESTAL ( $V_{DEF}$ ).....	34
4.5 ESTUDO DE CASO.....	35
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>

## INTRODUÇÃO

A presente nota técnica, agora em seu 2º volume, tem por finalidade coletar informações sobre os conceitos jurídicos e técnicos a respeito da valoração do dano ambiental, bem como sugerir aos integrantes do Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul (MPMS) e entidades conveniadas e parceiras métodos já reconhecidos e aplicados para a valoração de alguns tipos de danos mais comuns.

Não é um documento de conteúdo acadêmico e tem por finalidade apenas trazer os elementos essenciais para que membros e técnicos possam utilizar as metodologias já existentes e de maior aplicabilidade aos casos enfrentados no Estado.

É necessário registrar que não se objetivou aqui criar qualquer metodologia ou produzir doutrina sobre o tema, mas apenas buscar aquelas metodologias mais aplicáveis aos casos propostos e que sirvam de indicativo para a valoração do dano, complementando tais métodos com sugestões para que o cálculo abarque todas as facetas da indenização ambiental já aceitas pela jurisprudência, inclusive, do Superior Tribunal de Justiça (STJ), devendo sempre se ter em mente a necessidade de constante evolução das metodologias existentes.

A importância da valoração ambiental reside no fato de oferecer um valor de referência para quantificar monetariamente os impactos ambientais. Os métodos utilizados têm como escopo estimar valores econômicos para os recursos naturais, possibilitando, assim, uma avaliação mais real e abrangente do tipo de dano ambiental.

Existem, no Brasil e no mundo, diversos métodos de valoração, criados para mensurar bens e serviços ambientais, cada qual com suas peculiaridades, porém nem sempre atendem todos os casos de dano ambiental.

A escolha dos métodos de valoração a serem utilizados pelo MPMS fundou-se na análise de outros métodos, listados abaixo, utilizando-se, *a priori*, os casos mais comuns de danos ambientais ocorridos em Mato Grosso do Sul.

Não há uma norma que determine qual(is) deve(m) ser o(s) método(s) de valoração de dano ambiental a se aplicar no Brasil.

Além disto, *“não se pode olvidar a assertiva de Santana (2002)[,] que ressalta que existem diversos métodos que sugerem distintas perspectivas para valoração ambiental, mas nenhum deles é aplicável a todas [as] situações. Cada procedimento se restringe a determinadas condições, tornando-se insatisfatório e inaplicável em outras situações”* (MAGLIANO, 2013, p. 38)<sup>1</sup>.

Assim, a presente nota técnica aponta alguns dos métodos que, na avaliação dos seus elaboradores, melhor se aplicam às situações específicas propostas, levando-se em conta, também, os casos mais comuns identificados no âmbito de Mato Grosso do Sul.

A despeito de não existir regra jurídica que estabeleça método ou critério da valoração de dano ambiental, é possível a utilização, como referência, da NBR 14653, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Conforme aponta Luciano Furtado Loubet (2014, p. 60), a despeito de as normas técnicas não serem normas jurídicas de conteúdo obrigatório, as mesmas revelam uma presunção de legitimidade em razão do amplo consenso técnico-científico em sua adoção<sup>2</sup>.

A NBR 14653, em sua parte 6, que trata de avaliação de bens – recursos naturais e ambientais – no item 8.2.4, afirma que não é possível estabelecer, *a priori*, a prevalência

---

<sup>1</sup> MAGLIANO, M. M. **Valoração econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente**. 2013. 115 p. Dissertação (Mestrado em Perícias Criminais Ambientais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

<sup>2</sup> LOUBET, L. F. **Licenciamento ambiental** – A obrigatoriedade da adoção das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD). Belo Horizonte: Del Rey, 2014.

de um método de valoração dos danos ambientais em relação ao outro. Contudo, apresenta alguns conceitos e referências, estabelecendo que o valor econômico do recurso ambiental (VERA) é igual ao valor de uso (VU), mais o valor de existência (VE) →  $VERA = VU + VE$ . Ou, ainda, o VERA pode ser entendido como o valor de uso direto (VUD), mais o valor de uso indireto (VUI), mais o valor de opção (VO), acrescido do valor de existência (VE) →  $VERA = (VUD + VUI + VO) + VE$ .

Observa-se que os métodos diretos utilizam mercados de bens e serviços substitutos ou complementares ou mercados hipotéticos para medir as variações de bem-estar, enquanto os indiretos valoram os benefícios ambientais usando os custos evitados, as mudanças na qualidade ambiental, entre outros.

Ao discorrer sobre os métodos elegidos para cada tipo de dano a ser valorado, será perceptível que atendam à ABNT-NBR 14653-6:2008, em especial quanto aos componentes de valor comercial dos bens (8.5.1), custos de reposição (8.6.1.1), custos de realocação (8.6.1.2), e também em relação aos métodos de bens substitutos (8.6.1), quando os preços de mercado podem ser adotados com base nos bens substitutos para o produto ou o recurso natural (crédito de carbono, serviços ambientais, entre outros).

Neste 2º volume da Nota Técnica do MPMS, foram utilizados métodos de valoração de dano ambiental em relação a:

- 1) Produção irregular do carvão nativo;
- 2) Lançamento irregular de efluentes em cursos hídricos;
- 3) Transporte, comercialização ou armazenamento irregular de madeira nativa; e
- 4) Voçoroca.

## A. O dano ambiental e sua reparação

### A-1. Dano ambiental, poluição e degradação

O nosso ordenamento jurídico não dispõe expressamente sobre o conceito de dano ambiental. Contudo, o artigo 3º, II e III, da Lei nº 6.983/81 dispõe sobre os conceitos de degradação e poluição, nos seguintes termos:

*Art. 3º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:*

*(...)*

*II – degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;*

*III – poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:*

*a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*

*b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;*

*c) afetem desfavoravelmente a biota;*

*d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;*

*e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões estabelecidos; (...).*

Já o dano ambiental pode “*ser definido como toda degradação do meio ambiente, incluindo os aspectos naturais, culturais e artificiais que permitem e condicionam a vida, visto como bem unitário imaterial coletivo e indivisível, e dos bens ambientais e seus elementos corpóreos e incorpóreos específicos que o compõem, caracterizadora da violação do direito difuso e fundamental de todos à sadia qualidade de vida em um ambiente são e ecologicamente equilibrado.*”<sup>3</sup>

Nestes termos, uma vez ocorrido o dano ambiental, impõe-se a sua reparação, a qual pode ser dividida conforme exposto no item posterior.

<sup>3</sup> LEITE, J. R. M. **Dano ambiental**: do individual ao coletivo extrapatrimonial. São Paulo: RT, 2000, p. 100.

## A-2. Da ordem de preferência na reparação do dano ambiental

Confirmada a responsabilidade civil pela prática de um dano ambiental, impõe-se a sua reparação integral, que deve ser a mais abrangente possível de acordo com o grau de desenvolvimento da ciência e da técnica, levando-se em conta os fatores da singularidade dos bens ambientais atingidos, a impossibilidade de se quantificar o preço da vida, e, sobretudo, que a responsabilidade ambiental deve ter um sentido pedagógico tanto para o poluidor como para a própria sociedade, de forma que todos possam aprender a respeitar o meio ambiente<sup>4</sup>.

### A-2.1 Reparação *in situ*

É a atividade voltada justamente para reabilitação dos bens naturais da área que foi originalmente degradada. A isso dá-se o nome de recuperação *in situ* (no local). É a forma ideal e completa de reparação.

A recuperação *in natura*, feita mediante a imposição de obrigações de fazer, buscará a recuperação da capacidade funcional do ambiente degradado, devendo assegurar a possibilidade de autorregulação e autorregeneração do bem afetado, por meio da reconstituição de ecossistemas e *habitats* comprometidos e que estavam em desequilíbrio ecológico devido à lesão<sup>5</sup>.

Para José de Sousa Cunhal Sendim (1998, p. 178), pode-se considerar o dano como ressarcido *in integrum* quando o bem juridicamente tutelado pela norma esteja novamente assegurado (ex: quando a água volte a ser salubre, quando o ar tenha a qualidade adequada, quando a paisagem deixe de estar comprometida ou quando o equilíbrio ecológico esteja restabelecido)<sup>6</sup>.

A recuperação *in natura*, segundo Lúcia Gomis Catalá (1998, p. 249)<sup>7</sup>, deve ser a opção quando esta se afigurar, do ponto de vista ecológico, como a melhor. Diferentemente dos danos pessoais ou patrimoniais, os danos ambientais não podem ser dirigidos unicamente a partir de uma visão econômica, e, por conseguinte, a compensação monetária será sempre subsidiária em relação à reparação *in natura*.

A recuperação ambiental nada mais é, portanto, que a restituição do meio ao estado anterior, ou seja, visa reconstituir a situação que existiria se o fato não se tivesse verificado.

Por fim, apenas para efeitos elucidativos, deve-se levar em conta que a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), define “restauração” como a “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original*” e “recuperação” como a “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original*”.

### A-2.2 Compensação ambiental

<sup>4</sup> STEIGLEDER, A. M. **Responsabilidade civil ambiental**. As dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2011, p. 211.

<sup>5</sup> **Revista de Ciências Jurídicas**, UEM, v. 6 n. 2, jul./dez. 2008. Disponível em: <http://eduem.uem.br/ojs/index.php/RevCiencJurid/article/viewFile/10941/5900>. Acesso em: 29 mar. 2017.

<sup>6</sup> SENDIM, J. de S. C. **Responsabilidade civil por danos ecológicos**: da reparação do dano através da restauração natural. Coimbra: Coimbra, 1998.

<sup>7</sup> CATALÁ, L. G. **Responsabilidad por daños al medio ambiente**. Elcano (Navarro): Arazandi, 1998.

A compensação deve ser a opção quando a reparação *in natura* for impossível ou desproporcional e a satisfação do interesse ecológico precise de novas soluções que, ao menos, impeçam a ausência total de reparação.

Ela é uma forma de restauração natural do dano ambiental voltada para uma área diferente da degradada, mas com a maior proximidade possível de equivalência ecológica. O seu objetivo não é a restauração ou reabilitação dos bens naturais afetados, mas sim a substituição por bens equivalentes, de modo que o patrimônio natural na sua integralidade permaneça quantitativa e qualitativamente inalterado.

Fernando Reverendo Vidal Akaoui (*apud* STEIGLEDER, 2004, p. 249)<sup>8</sup> esclarece que “*a compensação por equivalente nada mais é do que a transformação do valor que deveria ser depositado no fundo de reparação dos interesses difusos lesados em obrigação de coisa(s) certa(s) ou incerta(s), que, efetivamente[,] contribua na manutenção do equilíbrio ecológico*”. Para esse autor, a possibilidade de converter a indenização dos danos irreversíveis em medidas compensatórias, consistentes em obrigações de dar e de fazer, encontra fundamento no artigo 83 do Código de Defesa do Consumidor (CDC), segundo o qual, “*Para a defesa dos direitos e interesses protegidos por este código[,] são admissíveis todas as espécies de ações capazes de propiciar sua adequada e efetiva tutela*”. O valor do dano ambiental reputado irreversível deve ser apurado para que haja uma correlação entre o dano e o valor da obrigação de dar coisa certa.

A compensação apresenta evidentes vantagens em relação à indenização e por isto deve ser buscada como prioridade, uma vez que ocasiona a conservação do meio ambiente e permite que a sociedade possa usufruir do bem ambiental.

### A-2.3 Indenização ambiental

Já a indenização ambiental, como aponta a obra Responsabilidade Civil Ambiental, de Annelise Monteiro Steigleder (2004, p. 255), “*será medida claramente subsidiária, cabível apenas quando o dano aos bens ambientais for irreversível e não for possível a compensação ecológica na forma prevista pelo artigo 84, § 1º, do CDC*”.

Portanto, a indenização ambiental somente deverá prevalecer em caso de impossibilidade de reparação do dano ou da compensação.

Contudo, sempre que não seja possível a “restauração” integral, deverá haver uma parte do componente a ser indenizado, uma vez que o ambiente não voltará a seu estado anterior, ainda que volte a uma condição de não degradado.

Para tanto, parte-se da premissa de que o dano material deverá partir do valor que seria gasto em caso de reintegração natural do dano, incluindo todas as despesas oriundas de estudos prévios necessários, caso possível.

É evidente a dificuldade de a economia quantificar adequadamente a degradação ambiental, uma vez que os bens ambientais são, em geral, insuscetíveis de valoração, dada sua natureza intrínseca.

Inexiste dúvida de que a avaliação desse dano sempre estará sujeita aos obstáculos inerentes à complexidade do dano ecológico e requer uma avaliação técnico-científica interdisciplinar, capaz de identificar todos os impactos para o ecossistema. Se esta avaliação for parcial – e geralmente é, pela falta de um olhar interdisciplinar sobre o dano –, a posterior quantificação econômica também o será e, diferentemente do que ocorre na restauração *in situ*, na compensação ecológica, não haverá qualquer benefício imediato para a comunidade com o pagamento da indenização (STEIGLEDER, 2004, p. 257).

---

<sup>8</sup> STEIGLEDER, A. M. **Responsabilidade civil ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004.

Além disto, há também que se indenizar o dano ocasionado pelo período de tempo em que aquele ambiente não prestará serviços ambientais, pois, conforme aponta José Roberto Marques (2011, p. 9), “o degradador deverá indenizar por essa depreciação, estimando-se um período em que a situação (tentativa de composição) vai persistir, considerando-se até que haja completo restabelecimento” (grifo do autor)<sup>9</sup>.

Ainda a respeito da indenização ambiental, o artigo 19 da Lei nº 9.605/1998 determina que, sempre que possível, seja fixado o montante do prejuízo causado, ou seja, deve ser calculado o montante do dano ambiental ocorrido. Por outro lado, no artigo 20 da mesma Lei, há a obrigação de que na sentença o juiz fixe o valor do dano.

#### A-2.4 Reparação do dano extrapatrimonial

A reparação do dano extrapatrimonial, por sua vez, compreende os danos morais coletivos e danos sociais, consistentes na perda pública representada pela não fruição do bem de uso comum do povo, bem como o dano ao valor intrínseco do ambiente, que tem conteúdo ético e diz respeito ao valor de existência do bem material.

Ademais, entende Steigleder (2004, p. 263) “que o valor apurado como dano extrapatrimonial ao ambiente (dano social, dano moral coletivo e dano ao valor intrínseco do ambiente) poderá ser convertido em compensação ecológica por equivalente, medida que, como já exposto, é mais vantajosa ao ambiente do que a destinação da indenização ao Fundo de Reparação de Bens Lesados”.

#### A-2.5 Cumulação da reparação *in situ* e compensação ambiental/indenização ambiental

Conforme é cediço, verificada a amplitude e a força da responsabilidade civil pelo dano ambiental, necessário se faz indagar a aplicação do princípio da recuperação integral desse dano.

Neste diapasão, inequívoco afirmar a possibilidade da **cumulação** da reparação *in situ* com a compensação ou indenização ambiental, em especial, quando comprovado que a recomposição não conseguirá ser total ou nos casos em que, ainda que o seja, haja perda de serviços ambientais decorrentes do período de tempo que será necessário para que o bem ambiental seja recomposto.

Corroborando este entendimento, Álvaro Luiz Valery Mirra (2016), no artigo Responsabilidade Civil Ambiental e a Reparação Integral do Dano<sup>10</sup>, afirma que:

A reparação integral do dano ao meio ambiente abrange não apenas o dano causado ao bem ou recurso ambiental imediatamente atingido, como também “toda a extensão dos danos produzidos em consequência do fato danoso à qualidade ambiental” [CUSTÓDIO, 2015], incluindo: a) os efeitos ecológicos e ambientais da agressão inicial a um determinado bem ambiental que estiverem no mesmo encadeamento causal (como, por exemplo, a destruição de espécimes, *habitats* e ecossistemas inter-relacionados com o meio imediatamente afetado; a contribuição da degradação causada ao aquecimento global); b) as perdas de qualidade ambiental havidas no interregno entre a ocorrência do dano e a efetiva recomposição do meio degradado; c) os danos ambientais futuros que se apresentarem como certos; d) os danos irreversíveis causados à qualidade

<sup>9</sup> MARQUES, J. R. Reparação do dano ambiental: necessidade de adequação do dimensionamento do pedido formulado em Ação Civil Pública. **MPMG Jurídico** – Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais – Edição Especial Meio Ambiente. A Valoração de Serviços e Danos Ambientais, Belo Horizonte, p. 8-9, 2011.

<sup>10</sup> MIRRA, Á. L. V. **Responsabilidade Civil Ambiental e a Reparação Integral do Dano**. Disponível em: <http://www.conjur.com.br/2016-out-29/ambiente-juridico-responsabilidade-civil-ambiental-reparacao-integral-dano>. Acesso em: 30 mar. 2017.

ambiental, que de alguma forma devem ser compensados; e) os danos morais coletivos resultantes da agressão a determinado bem ambiental.

O próprio STJ, em expressivo julgado da lavra do Ministro Herman Benjamin, foi ainda mais longe, decidindo que a reparação integral do dano ambiental compreende, igualmente, a restituição ao patrimônio público do proveito econômico do agente com a atividade ou empreendimento degradador, a mais-valia ecológica que o empreendedor indevidamente auferiu com o exercício da atividade degradadora (por exemplo, a madeira ou o minério retirados, ao arrepio da lei, do imóvel degradado ou, ainda, o benefício com o uso ilícito da área para fim agrossilvopastoril, turístico ou comercial)<sup>11</sup>.

Corroborando tal entendimento, segue pertinente ementa:

AMBIENTAL. DESMATAMENTO. CUMULAÇÃO DE OBRIGAÇÃO DE FAZER (REPARAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA) E DE PAGAR QUANTIA CERTA (INDENIZAÇÃO). POSSIBILIDADE. INTERPRETAÇÃO DA NORMA AMBIENTAL. 1. Cuidam os autos de Ação Civil Pública proposta com o fito de obter responsabilização por danos ambientais causados pelo desmatamento de área de mata nativa. A instância ordinária considerou provado o dano ambiental e condenou o degradador a repará-lo; porém, julgou improcedente o pedido indenizatório. 2. A jurisprudência do STJ está firmada no sentido de que a necessidade de reparação integral da lesão causada ao meio ambiente permite a cumulação de obrigações de fazer e indenizar. Precedentes da Primeira e Segunda Turmas do STJ. 3. A restauração *in natura* nem sempre é suficiente para reverter ou recompor integralmente, no terreno da responsabilidade civil, o dano ambiental causado, daí não exaurir o universo dos deveres associados aos princípios do poluidor-pagador e da reparação *in integrum*. 4. A reparação ambiental deve ser feita da forma mais completa possível, de modo que a condenação a recuperar a área lesionada não exclui o dever de indenizar, sobretudo pelo dano que permanece entre a sua ocorrência e o pleno restabelecimento do meio ambiente afetado (= *dano interino ou intermediário*), bem como pelo *dano moral coletivo* e pelo *dano residual* (= degradação ambiental que subsiste, não obstante todos os esforços de restauração). 5. A cumulação de obrigação de fazer, não fazer e pagar não configura *bis in idem*, porquanto a indenização não é para o dano especificamente já reparado, mas para os seus efeitos remanescentes, reflexos ou transitórios, com destaque para a privação temporária da fruição do bem de uso comum do povo, até sua efetiva e completa recomposição, assim como o retorno ao patrimônio público dos benefícios econômicos ilegalmente auferidos. 6. Recurso Especial parcialmente provido para reconhecer a possibilidade, em tese, de cumulação de indenização pecuniária com as obrigações de fazer voltadas à recomposição *in natura* do bem lesado, com a devolução dos autos ao Tribunal de origem para que verifique se, na hipótese, há dano indenizável e para fixar eventual *quantum debeatur*. (STJ – Resp nº 1.180.078/MG; Rel: Ministro Herman Benjamin; j. 2.12.2010, DJe: 28.2.2012 – grifos do original)

### A-3. Da indenização do dano ambiental – componente da valoração

Não há, no direito brasileiro, uma norma que aponte quais verbas exatamente deverão compor a indenização do dano ambiental.

Em outros ordenamentos, há tal previsão, conforme aponta Cristina Godoy de Araújo Freitas (2011, p. 11)<sup>12</sup>, ao citar:

<sup>11</sup> STJ – 2ª T. – REsp nº 1.145.083/MG – j. 27.9.2011, DJe: 4.9.2012 – rel. min. Herman Benjamin. Disponível em:

[https://ww2.stj.jus.br/processo/revista/documento/mediado/?componente=ITA&sequencial=975073&num\\_registro=200901152629&data=20120904&formato=PDF](https://ww2.stj.jus.br/processo/revista/documento/mediado/?componente=ITA&sequencial=975073&num_registro=200901152629&data=20120904&formato=PDF). Acesso em: 30 mar. 2017.

<sup>12</sup> FREITAS, C. G. de A. Valoração do Dano Ambiental: algumas premissas. **MPMG Jurídico** – Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais – Edição especial Meio Ambiente. A Valoração de Serviços e Danos Ambientais, Belo Horizonte, p. 10-17, 2011.

A Diretiva 2004/35, de 21 de abril de 2004, relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Européia, especialmente em seu Anexo II (que trata da reparação dos danos ambientais causados à água, às espécies e *habitats* naturais protegidos) estabelece o conceito de “reparação compensatória”, justamente em relação aos danos interinos:

- “a) Reparação ‘primária’, qualquer medida de reparação que restitui os recursos naturais e/ou serviços danificados ao estado inicial, ou os aproxima desse estado;
- b) Reparação ‘complementar’, qualquer medida de reparação tomada em relação aos recursos naturais e/ou serviços para compensar pelo facto de a reparação primária não resultar no pleno restabelecimento dos recursos naturais e/ou serviços danificados;
- c) Reparação ‘compensatória’, qualquer acção destinada a compensar perdas transitórias de recursos naturais e/ou de serviços verificadas a partir da data de ocorrência dos danos até a reparação primária ter atingido plenamente os seus efeitos;
- d) ‘Perdas transitórias’: perdas resultantes do facto de os recursos naturais e/ou serviços danificados não poderem realizar as suas funções ecológicas ou prestar serviços a outros recursos naturais ou ao público enquanto as medidas primárias ou complementares não tiverem produzido efeitos. Não consiste numa compensação financeira para os membros do público.”

Há algumas referências que poderão ser utilizadas, tais como o Decreto Federal nº 4.339/2002, que estabelece que “*o valor de uso da biodiversidade é determinado pelos valores culturais e inclui valor de uso direto e indireto, de opção de uso futuro e, ainda, valor intrínseco, incluindo os valores ecológico, genético, social, econômico, científico, educacional, cultural, recreativo e estético.*”

Ainda que não seja uma norma impositiva, há também a existência da NBR 14653, que traz vários elementos para embasar os estudos de valoração de dano ambiental. Contudo, a maior referência para estabelecer composição da parcela indenizatória dos danos ambientais foi muito bem estabelecida no acórdão do Recurso Especial nº 1.198.727-MG (2010/0111349-9), do STJ, de lavra do Ministro Herman Benjamin, julgado em 14 de agosto de 2012, cuja ementa parcial traz os seguintes elementos:

6. Se o bem ambiental lesado for imediata e completamente restaurado ao *status quo ante* (*reductio ad pristinum statum*, isto é, restabelecimento à condição original), não há falar, ordinariamente, em indenização. Contudo, a possibilidade técnica, no futuro (= prestação jurisdicional prospectiva), de restauração *in natura* nem sempre se mostra suficiente para reverter ou recompor integralmente, no terreno da responsabilidade civil, as várias dimensões do dano ambiental causado; por isso não exaure os deveres associados aos princípios do poluidor-pagador e da reparação *in integrum*.

7. A recusa de aplicação ou aplicação parcial dos princípios do poluidor-pagador e da reparação *in integrum* arrisca projetar, moral e socialmente, a nociva impressão de que o ilícito ambiental compensa. Daí a resposta administrativa e judicial não passar de aceitável e gerenciável “risco ou custo do negócio”, acarretando o enfraquecimento do caráter dissuasório da proteção legal, verdadeiro estímulo para que outros, inspirados no exemplo de impunidade de fato, mesmo que não de direito, do infrator premiado, imitem ou repitam seu comportamento deletério.

8. A responsabilidade civil ambiental deve ser compreendida o mais amplamente possível, de modo que a condenação a recuperar a área prejudicada não exclua o dever de indenizar – juízos retrospectivo e prospectivo.

9. A cumulação de obrigação de fazer, não fazer e pagar não configura *bis in idem*, porquanto a indenização, em vez de considerar lesão específica já ecologicamente restaurada ou a ser restaurada, põe o foco em parcela do dano que, embora causada pelo mesmo comportamento pretérito do agente, apresenta efeitos deletérios de cunho futuro, irreparável ou intangível.

10. Essa *degradação transitória, remanescente ou reflexa* do meio ambiente inclui: a) o prejuízo ecológico que medeia, temporalmente, o instante da ação ou omissão danosa e o pleno restabelecimento ou recomposição da biota, vale dizer, o hiato passadiço de deterioração, total ou parcial, na fruição do bem de uso comum do povo (= *dano interino* ou *intermediário*), algo frequente na hipótese, p. ex., em que o comando judicial, restritivamente, se satisfaz com a exclusiva regeneração natural e a perder de vista da flora ilegalmente suprimida, b) a ruína ambiental que subsista ou perdure, não obstante todos os esforços de restauração (= *dano residual* ou *permanente*), e c) o *dano moral coletivo*. Também deve ser reembolsado ao patrimônio público e à coletividade o *proveito econômico* do agente com a atividade ou empreendimento degradador, a *mais-valia ecológica ilícita* que auferiu (p. ex., madeira ou minério retirados irregularmente da área degradada ou benefício com seu uso espúrio para fim agrossilvopastoril, turístico, comercial). (grifos do original).

Portanto, tendo-se em vista que nenhum dano ambiental é passível de reparação imediata, sendo evidente que há necessidade de tempo para a recomposição do dano (quando possível) e, no mais das vezes, o bem nunca retorna a seu estado anterior, retiram-se do julgado os seguintes itens a se considerar:

- o *prejuízo ecológico que medeia, temporalmente, o instante da ação ou omissão danosa e o pleno restabelecimento ou recomposição da biota, vale dizer, o hiato passadiço de deterioração, total ou parcial, na fruição do bem de uso comum do povo* (= dano interino ou intermediário);

- a *ruína ambiental que subsista ou perdure, não obstante todos os esforços de restauração* (= dano residual ou permanente);

- dano moral coletivo<sup>13</sup> ou dano extrapatrimonial;

- e, por fim, a *necessidade de ser reembolsado ao patrimônio público e à coletividade o proveito econômico do agente com a atividade ou empreendimento degradador, a mais-valia ecológica ilícita que auferiu*.

Portanto, qualquer método de valoração do dano ambiental, para que atenda o mínimo razoável para sua fixação – devendo-se deixar claro que muito dificilmente será possível valorar todas as facetas do ambiente afetado –, deverá pautar-se pelos pontos acima mencionados.

## **B. Da colheita de elementos para embasar a valoração do dano ambiental**

Para que seja possível a valoração dos danos ambientais, é essencial que haja, por parte de cada membro do Ministério Público, a colheita do maior número de elementos possível visando a instrução da perícia.

Nestes termos, Annelise Monteiro Steigleder (2011, p. 29)<sup>14</sup> sugere o seguinte:

*Dessa forma, o promotor de Justiça, no contexto do inquérito civil, deve, ainda que necessite de apoio técnico, nortear a perícia de dimensionamento do dano ambiental, formulando quesitos claros e objetivos, com vistas a apurar:*

a) a *identificação da substância causadora do dano* (suas características, volume, quantidade);

b) a *duração da liberação/derramamento/deposição*;

<sup>13</sup> Sobre o dano moral coletivo, veja-se o julgado do STJ (Recurso Especial nº 791.653-RS), de lavra do Ministro José Delgado, que confirmou acórdão do Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul em razão de dano decorrente de poluição sonora, no montante de R\$ 7.000,00, à época.

<sup>14</sup> STEIGLEDER, A. M. Valoração de Danos Ambientais Irreversíveis. **MPMG Jurídico** – Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais – Edição Especial Meio Ambiente. A Valoração de Serviços e Danos Ambientais, Belo Horizonte, p. 24-30, 2011.

- c) a data e a localização do dano, com descrição das condições de tempo, da extensão geográfica do dano;*
- d) a identificação da gravidade do dano, descrevendo as consequências lesivas em todos os componentes do meio ambiente (água, solo, vegetação, ar, etc.), bem como sobre os usos e serviços ambientais que cada um desses componentes proporcionava ou poderia proporcionar tanto ao ser humano como ao próprio ecossistema (valores de uso e de não uso);*
- e) a reversibilidade ou não do dano, com indicação das providências necessárias à sua eventual reparação;*
- f) quais as providências que poderiam ter sido adotadas para evitar o dano;*
- g) a abrangência de pessoas afetadas;*
- h) a identificação do estado anterior do ambiente lesado, examinando as áreas contíguas, analisando-se inventários, etc[.];*
- i) a identificação dos custos públicos que o órgão ambiental teve para minimizar os danos;*
- j) a identificação dos impactos na sociedade (atividades agrícolas, comércio, recreação, pesca, turismo, uso público de praias, parques, etc.).*

Assim, essencial que haja atos visando buscar informações em quantidade e de qualidade para que os peritos possam desenvolver o seu trabalho.

Importante salientar por fim que, mesmo com o levantamento do maior número de informações possíveis para valoração do dano ambiental, o valor da indenização ainda será mínimo, haja vista a existência de diversos outros fatores de difícil valoração.

Destarte, o artigo 35 da Resolução nº 015/2007-PGJ, de 27 de novembro de 2007, dispõe que o órgão de execução não ficará adstrito ao exato valor estabelecido em laudo ou parecer técnico que fixe o montante de eventual indenização. Se o compromisso de ajustamento estabelecer valor inferior ao que constar no laudo ou parecer técnico, deverá o órgão de execução justificar as razões da redução, com base nos critérios da razoabilidade, proporcionalidade e capacidade financeira do investigado.



# CARVÃO NATIVO

VALORAÇÃO  
DEDANO  
AMBIENTAL

## 1.1 Apresentação

A presente metodologia tem por objetivo apresentar uma ferramenta que permita valorar economicamente os danos ambientais causados pela produção de carvão a partir de vegetação nativa sem documento de origem. Tal ferramenta terá como base o método do custo de reposição e o método de capitalização de renda, como os utilizados no item 4 – Supressão de Vegetação Nativa – do 1º volume da “Nota Técnica: Orientações para Valoração de Dano Ambiental em Procedimentos do Ministério Público de Mato Grosso do Sul”, exceto pela variável VLAD (valor do lucro obtido após ocorrência do dano), que será dispensada neste caso.

## 1.2 Contextualização e metodologia

De acordo com a 2ª Aproximação do Zoneamento Ecológico-Econômico de Mato Grosso do Sul (ZEE-MS)<sup>15</sup>, 61% do território do Estado de Mato Grosso do Sul está localizado no bioma Cerrado, 25% no Pantanal e 14% na Mata Atlântica.

O Macrozoneamento Geoambiental de Mato Grosso do Sul<sup>16</sup> prospecta que, em regiões do Estado cujas formações arbóreas sejam de savana (cerrado), savana estépica, savana arbórea aberta (cerrado e campo cerrado), savana arbórea densa (cerradão), há possibilidade de uso da lenha e desenvolvimento da atividade carvoeira. Em um segundo momento, afirma que a maior parte do carvão produzido no Estado, naquela época (1989), era proveniente das regiões de savana.

Ademais, foi feita a compilação dos relatórios de vistoria técnica elaborados pelo Núcleo de Corpo Técnico do Meio Ambiente do Departamento de Apoio Especial às Atividades de Execução (Cortec MA/Daex) sobre o tema “carvoaria”, relativo a um período de 5 anos (2014 a 2018), sendo constatado que todas as carvoarias estavam localizadas em regiões cujas formações arbóreas predominantes são as savânicas – por exemplo, a savana arbórea densa, a savana arbórea aberta, a savana gramíneo-lenhosa – e dentro dos limites dos biomas Cerrado e Pantanal, corroborando os dados do Macrozoneamento Geoambiental de Mato Grosso do Sul.

Tal amostragem, a partir da demanda do Daex, teve o objetivo de localizar essas carvoarias e fazer a respectiva correspondência com o bioma e a vegetação local, uma vez que é sabido que, por questão de custo e logística, as carvoarias são instaladas próximas às fontes de matéria-prima. Logo, é possível fazer uma correlação direta entre o bioma/vegetação em que se localiza a carvoaria e o material lenhoso utilizado.

Para a aplicação desta metodologia, parte-se do pressuposto de que são necessários, em média, 23 anos para que a vegetação lenhosa se recupere em volume e em estoque de carbono (OLIVEIRA, 2014) após o corte e, neste caso, para que esteja novamente apta para fins de produção de carvão.

<sup>15</sup> MATO GROSSO DO SUL. **Zoneamento Ecológico-Econômico**: Segunda aproximação – Elementos para construção da sustentabilidade do território sul-mato-grossense. Campo Grande: [S.n.], 2015. 199p. Disponível em: <http://www.semagro.ms.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/Consolida%C3%A7%C3%A3o-ZEE-2%C2%AA-Aproxima%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

<sup>16</sup> MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (Seplan-MS); Fundação Instituto de Apoio ao Planejamento do Estado (Fiplan-MS). **Macrozoneamento Geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: SEPLAN/FIPLAN, 1989. 242p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv84710.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2019.

A partir da abordagem feita acima, sobre a origem do carvão nativo, produzido em Mato Grosso do Sul, pressupõe-se que este carvão se origina do desmate de uma área cujo rendimento lenhoso é de 99,8 m<sup>3</sup>/hectare, correspondente à média dos estoques médios das formações savânicas<sup>17</sup>, como descrito na Resolução Semac<sup>18</sup> nº 04, de 23 de maio de 2012.

Considerando que a unidade de medida usualmente utilizada no cálculo da volumetria dos diferentes produtos florestais (lenha, carvão, tora) difere de acordo com o produto, faz-se necessária a adoção de coeficientes de conversão, e, para tanto, serão adotados os coeficientes estabelecidos na Resolução Conjunta Semac/Sefaz<sup>19</sup> nº 1, de 20 de junho de 2008, onde a conversão adotada para o produto carvão vegetal, originado da supressão de vegetação nativa ou do aproveitamento de material lenhoso da supressão vegetal, de mdc<sup>20</sup> para m<sup>3</sup> é **1:2**; e a conversão adotada para o produto lenha, de st<sup>21</sup> para m<sup>3</sup> é **1:0,667**.

Desse modo, a partir do rendimento volumétrico e dos coeficientes de conversão volumétrica supracitados, estima-se que a produção de 1 mdc gere a degradação de 0,02 hectare de vegetação arbórea nativa.

### 1.2.1 Valoração do dano ambiental

#### Fórmula:

$$\text{VDEF Total (R\$)} = \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VPLE}$$

Em que:

$$\text{VDEF} = \text{CRF} \cdot (1+i)^n + \text{VSA} / 2 \cdot \left( \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \cdot i} \right) \cdot n / p + \text{CL} \cdot \text{VSA} / 2 \cdot \left( \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \cdot i} \right) \cdot n / p$$

**CRF** = custos da restauração florestal (R\$);

**I** = taxa social anual de retorno do capital;

**n** = idade em anos da vegetação lenhosa à época do dano (será fixa em 23, vide Oliveira [2014]);

**VSA** = valor anual dos serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação primária de mesmo bioma daquela que sofreu o dano (R\$);

**CL** = coeficiente de proteção legal – 0,75 para área de preservação permanente (APP), ou seja, 75% de acréscimo, e 0,50 para reserva legal (RL), 50% de acréscimo;

**p** = idade em anos, para que uma vegetação secundária atinja funções ecológicas e ecossistêmicas equivalentes às da vegetação primária, sendo  $p \geq n$ .

Utilizando-se os parâmetros desta metodologia, obtém-se que o valor do dano causado pela supressão irregular de 1 hectare de cerrado com 23 anos é estimado em R\$

<sup>17</sup> Savana arbórea densa (Sd), 147 m<sup>3</sup>; savana arbórea aberta, sem floresta de galeria (Sas), 67 m<sup>3</sup>; savana arbórea aberta, com floresta de galeria (Saf), 67 m<sup>3</sup>; savana estépica parque, sem floresta de galeria (Tps), 109 m<sup>3</sup>; savana estépica parque, com floresta de galeria (Tpf), 109 m<sup>3</sup>.

<sup>18</sup> Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul.

<sup>19</sup> Secretaria de Estado de Fazenda de Mato Grosso do Sul.

<sup>20</sup> mdc = metro de carvão: "quantia de carvão que preenche o volume de 1m<sup>3</sup>". (RURAL CENTRO. **Cálculo de volume de madeira**. Disponível em: <http://ruralcentro.uol.com.br/noticias/calculo-de-volume-de-madeira-76734>. Acesso em: 17 jun. 2019.).

<sup>21</sup> st = metro estéreo: "pilha de madeira com 1 metro de comprimento, 1 de largura e 1 m de altura com espaços vazios entre as peças, ou seja, elas não se encaixam precisamente". (*Ibid.*).

60.271,00. A partir daí, estima-se que, para a produção de 1 mdc, é necessária a supressão de 0,02 hectare de vegetação com características savânicas.

### 1.3 Estudo de caso

A Polícia Militar Ambiental (PMA), atendendo a uma denúncia, sai em diligência para verificar se a carvoaria denunciada está produzindo carvão a partir de lenha nativa no município de Ribas do Rio Pardo. Chegando ao local, a PMA constata que a carvoaria opera com a devida licença, utilizando madeira de eucalipto e madeira nativa. Entretanto, o proprietário não tem documento de origem da lenha nativa. A PMA, então, faz a cubagem (medição) do carvão apreendido, equivalente a 100 mdc, e autua o proprietário por produzir carvão derivado de material lenhoso nativo, sem comprovação de origem.

Qual o valor do dano ambiental para se produzir 100 mdc a partir de madeira de cerrado (formações savânicas)?

**Obs.:** Planilha de cálculo do valor do dano ambiental disponível na Tabela 1 (p.18).

Considerando que:

- o dano ambiental ocorreu fora de área de proteção legal (APP e RL);
- para se produzir 1 mdc, é necessário suprimir 0,02 ha de vegetação proveniente de formações savânicas, logo, para produzir 100 mdc, será necessária a supressão de 2,0 ha; e
- o dano causado pela supressão irregular de 1 ha de cerrado com 23 anos é estimado em R\$ 60.270,00 (sessenta mil, duzentos e setenta reais) e, para produzir os 100 mdc, foi necessária a supressão de 2,0 ha;

Tem-se, então, que o valor do dano ambiental para produzir 100 mdc é de R\$ 120.540,00 (cento e vinte mil, quinhentos e quarenta reais).

**Tabela 1.** Planilha de cálculo do Valor do Dano Ambiental referente ao estudo de caso acima.

Tipologia Vegetal	Recomposição Florestal - R\$/hectare	Tempos referenciais de "n" (anos)			Tempo "p" (anos)	
		Estágio Inicial	Estágio Médio	Estágio Avançado	Floresta Primária	
Cerrado (C)	R\$ 6.404,00	5 a 10	10 a 25	25 a 49	50	
Pantanal (P)	-	5 a 10	10 a 25	25 a 49	50	
Mata Atlântica (M)	R\$ 0,00	5 a 10	10 a 30	25 a 59	60	
			<b>2019</b>	Costanza <i>et al.</i> (2014) e EMBRAPA (2009)	Costanza <i>et al.</i> (2014) e EMBRAPA (2009)	<b>Cotação Média Dólar em 2014</b>
	<b>Valor Anual dos Serviços Ambientais (R\$/ha)</b>	Cerrado (C)	R\$ 12.654,18	R\$ 9.790	\$ 4.166,00	2,35
		Pantanal (P)	R\$ 28.564,60	R\$ 14.875	\$ 7.628,00	<b>Cotação Média Dólar em 2007</b>
		Mata Atlântica (M)	R\$ 16.348,32	R\$ 12.648	\$ 5.382,00	1,95
	<b>Área Atingida (ha)</b>	<b>2</b>	Obs.: Os valores acima foram atualizados pelo índice IPCA - Abril/2019	Obs.: Os valores acima devem ser atualizados pelo índice IPCA		
	<b>Tempo "n" (anos)</b>	<b>23</b>				
	<b>Taxa social de Retorno do Capital (% a.a)</b>	<b>6</b>				
	<b>Tipologia Vegetal (C, P e M)</b>	<b>c</b>				
	<b>Valor de Uso Direto (\$/ha) - VUD</b>		<b>R\$ 24.462</b>	Correção IPCA <a href="https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores">https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores</a>		
	<b>Valor de Uso Indireto (\$/ha) - VUI</b>		<b>R\$ 35.809</b>			
	<sup>1</sup> Valor de Proteção Legal (\$/ha) - VPLE	<b>u</b>	<b>R\$ -</b>			
	<sup>2</sup> Valor de Lucro Após Dano Ambiental (\$/ha) - VLAD		<b>R\$ -</b>	<b>VDEF Total = VUD + VUI + VPLE + VLAD</b> → VDEF		
	Valor do Dano ao Ecossistema Florestal (VDEF/ha)		<b>R\$ 60.270</b>	= $CRF \cdot (1+i)^n + VSA/2 \cdot (((1+i)^n - 1)/((1+i)^n \cdot i))^n/p + CL \cdot VSA/2 \cdot (((1+i)^n - 1)/((1+i)^n \cdot i))^n/p + VLAD$		
	<b>Valor do Dano ao Ecossistema Florestal (VDEF Total)</b>		<b>R\$ 120.540</b>			

1. Valor de Proteção Legal (\$/ha) = Acréscimo ao Valor de Uso Indireto quando a vegetação suprimida se localizar em Área de Preservação Permanente (APP) ou Reserva Legal. Usa-se o coeficiente legal (CL) de "0,75" para APP (75% de acréscimo) e "0,50" para Reserva Legal (50% de acréscimo).

2. Valor de Lucro Após Dano Ambiental (\$/ha) = Valor lucrado pelo proprietário após o dano ambiental e em consequência deste. Ex.: desmatamento de área para utilização ou arrendamento agrossilvopastoril, para construções diversas etc. Esse valor deve ser apurado em função da área utilizada, do local de ocorrência do dano ambiental e da atividade exercida.



LANÇAMENTO IRREGULAR  
DE EFLUENTES EM CURSOS  
**HÍDRICOS**

2

VALORAÇÃO  
**DEDANO**  
AMBIENTAL

## 2.1 Apresentação

Devido aos diversos usos, diretos e indiretos da água, a necessidade de preservação e recuperação de recursos hídricos vem, a cada dia, se tornando mais evidente. A poluição dos corpos d'água é um problema mundial e o seu controle é considerado um dos grandes desafios da gestão dos recursos hídricos, não só no Brasil, como no mundo.

A poluição dos recursos hídricos restringe os seus usos e pode gerar conflito, devido inclusive à redução da qualidade da água. É muito dispendioso eliminar por completo a poluição nos rios e, dessa maneira, o mais conveniente é buscar metas de desenvolvimento econômico condizentes com a sustentabilidade para minimizar o efeito poluidor dos lançamentos de efluentes e resíduos.

Verificada a ocorrência de dano ambiental no curso hídrico, impõe-se a necessidade de valorar tal prejuízo causado ao recurso ambiental. Assim, por meio de consulta em referências diversas, adaptou-se uma metodologia que mais se adequasse às necessidades de aplicação no âmbito das atividades de vistoria técnica do MPMS.

## 2.2 Metodologia

A presente metodologia de valoração ambiental do dano causado por lançamento irregular de efluentes em cursos hídricos foi baseada no estudo desenvolvido por Raupp (2013), com algumas adaptações pertinentes ao tema. O método indireto de valoração foi empregado por meio do custo de reposição, com base em preços de mercado para reposição ou restauração do bem ambiental. Nesse caso, o intuito é determinar o custo de tratamento da água do curso hídrico onde ocorreu o dano, para que suas águas possam atender aos limites dos parâmetros presentes na legislação ambiental de enquadramento.

De maneira direta, a metodologia de valoração consiste em comparar a concentração dos parâmetros escolhidos a montante e a jusante do local de lançamento irregular de efluentes no curso hídrico. Os limites dos parâmetros a serem comparados estão presentes na Resolução nº 36/2012 do Conselho Estadual de Controle Ambiental do Estado de Mato Grosso do Sul (Ceca), e nas Resoluções nº 357/2005 e 430/2011, ambas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

Os parâmetros selecionados como os mais representativos para inferir os possíveis prejuízos causados aos serviços ambientais foram: demanda bioquímica de oxigênio ( $DBO_5$ ), coliformes termotolerantes, fósforo total e nitrogênio amoniacal. A escolha desses parâmetros se deve ao fato de representarem as principais variáveis monitoradas em Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) e também por serem requisitadas nas licenças ambientais dos empreendimentos que lançam efluentes nos cursos hídricos.

Além das concentrações de entrada e saída dos parâmetros selecionados, outros dados são necessários para a valoração ambiental, como o custo unitário de remoção de cada parâmetro por sistema de tratamento escolhido e sua eficiência, vazão do curso hídrico, carga poluente e tempo de operação da fonte poluidora.

Para a presente metodologia de valoração, ainda é necessário saber a classe de enquadramento do curso hídrico, pois foi adaptado na equação-base o respectivo coeficiente de enquadramento ( $C_e$ ). Nos casos comprovados de perecimento de espécimes, será aplicado também o coeficiente de perecimento ( $C_p$ ).

Dessa maneira, o modelo que determina o valor do dano ambiental causado pelo lançamento irregular de efluentes em curso hídrico é a equação 1.

#### **Equação 1:**

$$V = n.R.K.t.Ce.Cp \quad (1)$$

Em que:

**V** = valor do dano ambiental causado pelo lançamento irregular de efluentes em curso hídrico (R\$);

**n** = número de ciclos de tratamento;

**R** = custo de tratamento para remoção da carga poluente (R\$/kg);

**K** = carga poluente (kg/mês);

**t** = tempo de operação da fonte poluidora (mês);

**Ce** = coeficiente de enquadramento;

**Cp** = coeficiente de perecimento.

#### **Coeficiente de ciclos de tratamento (n)**

A variável de ciclos de tratamento (**n**) é determinada de acordo com a eficiência de remoção de cada poluente, conforme tipo de tratamento utilizado. O coeficiente representa o número de ciclos de tratamento necessários para a redução da concentração do parâmetro em questão até o limite previsto na legislação ambiental. Dessa maneira, concentrações elevadas de poluentes terão o valor do dano aumentado em função do número de vezes que seria necessário submeter o curso d'água em estudo ao tratamento, até atingir as condições necessárias ao enquadramento vigente.

O tratamento escolhido como padrão para aplicação dessa metodologia foi o anaeróbio, bastante utilizado em Mato Grosso do Sul. A eficiência de remoção dos poluentes selecionados para o modelo de valoração está baseada em estudos de Von Sperling (2011), conforme a Tabela 1:

**Tabela 1. Eficiência de remoção de parâmetros de qualidade da água.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Eficiência típica de remoção (%)</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	60 - 80
<b>Nitrogênio</b>	10 - 25
<b>Fósforo</b>	10 - 20
<b>Coliformes</b>	60 - 90

O cálculo da variável de ciclos de tratamento é realizado por meio da equação 2, quando a fonte de poluição é a única responsável pelo dano, e pela equação 3, quando a fonte poluidora é parcialmente responsável pelo dano.

#### **Equação 2:**

$$n = \frac{\log\left(\frac{C_i}{C_j}\right)}{\log(1-E)} \quad (2)$$

#### **Equação 3:**

$$n = \frac{\log\left(\frac{C_m}{C_j}\right)}{\log(1-E)} \quad (3)$$

Em que:

**C<sub>I</sub>** = concentração permitida conforme parâmetro analisado;

**C<sub>j</sub>** = concentração do poluente a jusante do lançamento de efluentes;

**C<sub>m</sub>** = concentração do poluente a montante do lançamento de efluentes;

**E** = eficiência do tratamento escolhido.

Nos casos envolvendo valores de “n” menores que 1, deve ser considerado o valor mínimo da unidade, ou seja, um ciclo de tratamento completo.

### **Custo de tratamento para remoção da carga poluente (R)**

O valor do custo de tratamento para remoção da carga poluente é determinado por unidade de massa (R\$/kg). A obtenção desse valor está relacionada ao sistema de tratamento usado como referência. No caso, como a maioria das ETEs em Mato Grosso do Sul usa o sistema anaeróbio, procurou-se determinar o custo para tratamento da água de curso hídrico por esse sistema. Em consulta à página eletrônica da concessionária do Município de Campo Grande/MS, a tarifa para efluentes industriais com volume de tratamento acima de 10 m<sup>3</sup> é de R\$/m<sup>3</sup> 14,09. Assim, o valor final da variável (**R**) é obtido multiplicando-se o valor da tarifa pelo volume de efluente que contém 1 kg do poluente em questão.

### **Carga poluente (K)**

A carga poluente (K) é determinada multiplicando-se a vazão do curso hídrico pela concentração de poluente. Assim, após o ajuste devido de unidades, obtém-se o valor da massa total (kg/mês) que flui na unidade de tempo para cada poluente analisado. Como os valores de vazão no curso hídrico sofrem grande variabilidade, deve-se adotar como base de cálculo o valor da vazão de referência da bacia hidrográfica. De forma alternativa, não sendo possível a determinação do valor de referência, utiliza-se o valor mínimo de vazão encontrado nos boletins de monitoramento. Em relação à concentração de poluentes, utiliza-se o valor médio das concentrações por meio dos boletins de monitoramento. Em casos específicos, na ausência de dados de monitoramento, deve-se utilizar os valores determinados *in loco*, no momento da vistoria técnica, tanto para vazão quanto para concentração de poluentes.

### **Tempo de operação da fonte poluidora (t)**

A variável (**t**) é o tempo de operação da fonte poluidora, ou seja, o número de meses em que o empreendimento lançou efluentes de forma irregular no curso hídrico.

### **Coefficiente de enquadramento (C<sub>e</sub>)**

O coeficiente de enquadramento (**C<sub>e</sub>**) é determinado conforme a classificação do curso hídrico no local de lançamento do efluente. A classificação dos cursos hídricos do Estado de Mato Grosso do Sul está presente na Deliberação Ceca nº 36/2012. Utiliza-se o valor de 1,10 para classe 1 (classe mais restritiva de enquadramento e com melhor qualidade das águas), 1,05 para classe 2 e o valor unitário para as demais classes. Conforme consta na Resolução Conama nº 357/2005 e na Deliberação Ceca nº 36/2012, os cursos hídricos que não possuem enquadramento aprovado pelo poder público competente serão considerados como classe 2.

### **Coefficiente de perecimento (C<sub>p</sub>)**

O coeficiente de perecimento (**C<sub>p</sub>**) deve ser empregado nos casos em que houver perecimento de espécies no curso hídrico, constatado no momento da vistoria ou em momento anterior por meio da análise de vestígios e provas. Se houver perecimento de

espécies em risco de extinção, o valor do coeficiente deve ser de 1,10. Nos casos de perecimento de demais espécies, o valor a ser utilizado é de 1,05.

## 2.3 Estudo de caso

Lançamento irregular, por período de 1 mês, de efluentes de frigorífico de carne bovina em curso hídrico com vazão de referência de 0,342 m<sup>3</sup>/s, enquadrado em classe 1. Para o presente caso, considera-se que o frigorífico é o único poluidor responsável pelo dano ambiental no curso hídrico, além de ter causado mortandade de espécie de peixes em risco de extinção. Dados adicionais: vazão do efluente lançado: 0,012 m<sup>3</sup>/s; concentração de DBO<sub>5</sub> a montante do lançamento: 2 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>; concentração de DBO<sub>5</sub> a jusante do lançamento: 6 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>; eficiência do tratamento anaeróbio: 80%; concentração de DBO<sub>5</sub> permitida para classe 1: 3 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>. Deve-se determinar o valor do dano ambiental provocado pelo lançamento irregular de matéria orgânica no curso hídrico em questão.

### Resolução:

#### Determinação do coeficiente de ciclos de tratamento:

A variável (**n**) é determinada por meio da equação 2, disposta abaixo:

$$n = \frac{\log\left(\frac{C_i}{C_j}\right)}{\log(1 - E)}$$

Assim:

$$n = \frac{\log\left(\frac{3}{6}\right)}{\log(1 - 0,80)}$$

**n** = 0,43. Portanto, como **n** < 1, adota-se **n** = 1.

#### Determinação do custo de tratamento para remoção de matéria orgânica:

A variável (**R**) é determinada multiplicando-se a tarifa para efluentes industriais com volume de tratamento acima de 10 m<sup>3</sup> (14,09 R\$/m<sup>3</sup>) pelo volume de efluentes a ser tratado, que conterà 1 kg de matéria orgânica. Assim, se a concentração de matéria orgânica no curso hídrico a jusante do lançamento é de 6 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>, isso significa que 1 kg de matéria orgânica estará presente em um volume de 167 m<sup>3</sup> de água do curso hídrico a serem tratados. Portanto, **R** = 14,09 R\$/m<sup>3</sup> x 167 L/kg = 2.353,00 R\$/kg.

#### Determinação da carga poluente:

A variável (**K**) é determinada multiplicando-se a vazão do curso hídrico pela concentração de poluente. Assim, se a concentração de matéria orgânica no curso hídrico a jusante do lançamento é de 6 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>, o tratamento deverá reduzir a carga poluente para o limite permitido, ou seja, 3 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>. Após os devidos ajustes de unidades, chega-se ao valor final. Portanto, **K** = 886.464 m<sup>3</sup>/mês x 0,003 kg/m<sup>3</sup>. Dessa maneira, **K** = 2.659 kg/mês.

O tempo (**t**) de operação dado no estudo de caso é de 1 mês. Além disso, como o curso hídrico está enquadrado em classe 1, usa-se o coeficiente de enquadramento (**Ce**) de 1,1. Por ter ocorrido perecimento de espécies em risco de extinção, o coeficiente de perecimento (**Cp**) a ser adotado é de 1,1.

Por fim, aplica-se a equação 1 para determinação do valor do dano ambiental causado pelo lançamento irregular de efluentes em curso hídrico:

$$V = n.R.K.t.Ce.Cp$$

$$V = 1 x 2.353 x 2.659 x 1 x 1,1 x 1,1$$

$$V = 7.570.519,00 \text{ (sete milhões, quinhentos e setenta mil e quinhentos e dezenove reais).}$$



## TRANSPORTE, COMERCIALIZAÇÃO OU ARMAZENAMENTO DE MADEIRA NATIVA

3

VALORAÇÃO  
DEDANO  
AMBIENTAL

### 3.1 Apresentação

A presente orientação técnica disponibiliza a **valoração de danos ambientais decorrentes do transporte, da comercialização ou do armazenamento de 1 m<sup>3</sup> (um metro cúbico) de madeira nativa serrada no Estado de Mato Grosso do Sul, sem autorização do órgão ambiental.**

Adotou-se o método de valoração econômica dos recursos ambientais (**VERA**) utilizado pelo Ministério Público do Estado de Minas Gerais, condicionado pelos seguintes parâmetros:

- A madeira serrada era originária de floresta estacional semidecidual em estágio avançado de regeneração;
- Para cada 1 m<sup>3</sup> de madeira serrada, tem-se a produção de 1,2 m<sup>3</sup> de carvão originário dos resíduos gerados na serraria da lenha da copa das árvores, das quais foram extraídas as toras, e dos indivíduos abatidos indiretamente no momento da derrubada da árvore desejada (PAULA *et al.*, 1993)<sup>22</sup>;
- O preço da madeira serrada é R\$ 4.318,33 por m<sup>3</sup> (R\$ 3.654,00<sup>23</sup>, atualizado pelo IPCA, no período de 18.11.2015 a 23.5.2019<sup>24</sup>); e
- O preço do carvão vegetal é R\$ 464,93 por m<sup>3</sup> (R\$ 275,00<sup>25</sup>, atualizado pelo IPCA, no período de 7.4.2010 a 23.5.2019).

Então:

R\$ 464,93/m<sup>3</sup> x 1,2 m<sup>3</sup> = R\$ 557,91 (quinhentos e cinquenta e sete reais e noventa e um centavos)

### 3.2 Metodologia

**Fórmula:**

**VERA = VUD + VUI + VO + VE**

Em que:

**VUD (valor de uso direto):** é o valor atribuído a um recurso ambiental, em função do bem-estar que ele proporciona pelo seu uso direto na atividade de produção ou consumo, como a exploração do recurso e da visitação, e é obtido pelo preço de 1 m<sup>3</sup> de madeira nativa serrada, R\$ 4.318,33, acrescido de R\$ 557,91 referente ao valor de mercado de 1,2 m<sup>3</sup> de carvão, ou seja, **VUD = R\$ 4.876,24;**

<sup>22</sup> PAULA, J. E. de *et al.* Inventário de um hectare de mata ripária. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 143-152, fev. 1993. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/20486/1/pab93\\_01\\_fev.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/20486/1/pab93_01_fev.pdf). Acesso em: 17 jun. 2019.

<sup>23</sup> MATO GROSSO DO SUL. Superintendência de Administração Tributária. Portaria SAT nº 2.486, de 16 de novembro de 2015. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**, nº 9.047, 18 de novembro de 2015. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=306699>. Acesso em: 23 maio 2019.

<sup>24</sup> CÁLCULO EXATO. Atualização de um valor por um índice financeiro. Disponível em: <http://calculoexato.com.br/parprima.aspx?codMenu=FinanAtualizaIndice>. Acesso em: 17 jun. 2019.

<sup>25</sup> MATO GROSSO DO SUL. Superintendência de Administração Tributária. Portaria SAT nº 2.131, de 30 de março 2010. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**, nº 7.679, 7 de abril de 2010. Disponível em: <http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/40478>. Acesso em: 17 jun. 2019.

**VUI (valor de uso indireto):** é atribuído a um recurso ambiental pelo bem-estar que ele proporciona por meio de suas funções ecossistêmicas, como a proteção do solo e o estoque de carbono retido nas florestas, que são capturados indiretamente;

**VO (valor de opção):** é o valor atribuído a potenciais usos futuros, diretos ou indiretos, de um recurso ambiental, por exemplo, em caso de se preservar a flora nativa de uma região esperando eventual benefício, como a descoberta de um novo fármaco;

**VE (valor de existência):** referente ao valor de “não uso”, que deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não humanas ou de preservação de outras riquezas naturais, mesmo que não apresentem uso atual ou possibilidade de uso futuro, como a preservação de espécies existentes em regiões remotas do planeta<sup>26</sup>.

Sabendo-se que, para a produção de 1 m<sup>3</sup> de madeira serrada, é necessário o desmate de 2,50 m<sup>3</sup> de árvore, devido às perdas, e que esse desmate acarreta derrubada indireta de mais 2,50 m<sup>3</sup> de árvores, obtém-se, então, um total de 5 m<sup>3</sup> de mata nativa danificada para cada 1 m<sup>3</sup> de madeira serrada.

A partir deste dado, segundo Scolforo e Carvalho (2006), tem-se que, para a produção de 1 m<sup>3</sup> de madeira serrada, é gerada a degradação de 344,07 m<sup>2</sup> de floresta estacional semidecidual<sup>27</sup>.

Logo:

$$\mathbf{VUI + VO + VE = R\$ 0,6642/m^2/ano \times 344,07 m^2 = R\$ 228,53/ano.}$$

Assim, verifica-se que o valor de R\$ 228,53 corresponde ao pagamento de uma parcela anual, de uma série de pagamentos, sendo 20 anos o tempo médio necessário para que a floresta de onde se extraiu a madeira se recupere e volte a prestar os serviços ambientais afetados.

**Fórmula:**

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

Em que:

**VUI+VO+VE** = montante (capital + juros);

**PMT** = valor das prestações iguais de uma série uniforme (R\$ 228,53/ano);

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

**i** = taxa de juros usualmente utilizada para fins de implantação de programas de reflorestamento, na forma decimal (0,12).

**Fórmula:**

<sup>26</sup> MINAS GERAIS. Ministério Público Estadual. **Parecer Técnico da valoração dos danos ambientais decorrentes do transporte ou comercialização de 1 (um) metro cúbico de madeira nativa serrada, sem a devida licença ambiental.** Belo Horizonte: Centro de Apoio Técnico (CEAT), 2009.

<sup>27</sup> SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, M. T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2006.

$$VUI + VO + VE = R\$228,53 \times \left[ \frac{(1,12)^{20} - 1}{1,12^{20} \times 0,12} \right] \times (1,12)$$

Em que:

$$VUI + VO + VE = R\$ 1.911,84$$

Ante o exposto, tem-se:

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

$$VERA = R\$ 4.876,24 + R\$ 1.911,84$$

$$VERA = R\$ 6.788,08 \text{ m}^3$$

Assim, a valoração dos danos ambientais decorrentes de transporte, comercialização ou armazenamento de madeira nativa serrada cuja exploração tenha sido realizada sem autorização do órgão ambiental é de R\$ 6.788,08/m<sup>3</sup> (seis mil, setecentos e oitenta e oito reais e oito centavos por metro cúbico).

### 3.3. Estudos de caso

#### 1º Caso - conversão de m<sup>3</sup> de madeira (tora) em m<sup>3</sup> de madeira serrada

A apreensão de 1.511 toras de madeira ilegal, armazenada em um imóvel rural, medindo 1.880,23 m<sup>3</sup>, gerou multa de R\$ 564.000,00.

De acordo com a Resolução Conama nº 474/2016, o coeficiente de rendimento volumétrico (CRV) é de 35% para transformação das toras (m<sup>3</sup>) em madeira serrada (m<sup>3</sup>).

Então:

$$1.880,23 \text{ m}^3 \text{ (tora)} \times 35\% \text{ (CRV)} = 658,08 \text{ m}^3 \text{ (madeira serrada)}$$

Sabendo que a valoração econômica do recurso ambiental é R\$ 6.788,08, obtém-se:

$$658,08 \text{ m}^3 \times R\$ 6.788,08 = R\$ 4.467.099,68$$

Assim, o armazenamento de 1.880,23 m<sup>3</sup> (tora) de madeira ilegal corresponde a 658,08 m<sup>3</sup> de madeira serrada, cuja valoração do dano ambiental é de R\$ 4.467.099,68 (quatro milhões, quatrocentos e sessenta e sete mil e noventa e nove reais e sessenta e oito centavos).

#### 2º Caso - conversão de 1 metro estéreo (st) em metro cúbico (m<sup>3</sup>)

Constatação de 1.000 metros estéreo (st) de madeira nativa ilegal (tora) sendo transportada, onde:

$$1 \text{ st} = 0,70 \text{ m}^3 \text{ }^{28}$$

Se 1 st (tora) equivale a 0,70 m<sup>3</sup> (madeira em tora), então:

<sup>28</sup> SANTOS, J. A. Especificidades da matemática nas atividades extrativas da madeira e do carvão: um estudo etnomatemático. 2013. 46 p. Caderno pedagógico (Programa de Desenvolvimento Educacional) - Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Irati, 2013. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE: Produções didático-pedagógicas.** (Cadernos PDE, Vol. 2). Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_unicentro\\_mat\\_pdp\\_joanita\\_aparecida\\_dos\\_santos.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unicentro_mat_pdp_joanita_aparecida_dos_santos.pdf). Acesso em 17 jun. 2019.

1.000 st (tora) = 700 m<sup>3</sup> (madeira em tora)

Assim:

700 m<sup>3</sup> (madeira em tora) x 35% (CRV) = 245 m<sup>3</sup> (madeira serrada)

Sabendo-se que a valoração do dano ambiental é R\$ 6.788,08, tem-se como resultado:

245 m<sup>3</sup> x R\$ 6.788,08 = **R\$ 1.663.079,60.**

Portanto, o transporte de 1.000 st de madeira nativa ilegal (tora), corresponde a 245 m<sup>3</sup> de madeira serrada, cuja valoração do dano ambiental é de R\$ 1.663.079,60 (um milhão, seiscentos e sessenta e três mil e setenta e nove reais e sessenta centavos).



# VOÇOROCA

4

VALORAÇÃO  
DEDANO  
AMBIENTAL

## 4.1 Apresentação

A erosão hídrica é umas das principais formas de degradação do solo, acarretando prejuízos de ordem econômica, ambiental e social. Entre as formas de erosão hídrica, a voçoroca é a que promove as mais graves consequências à população e ao meio ambiente, em termos de perda de área utilizável, perda de faixas de vegetação nativa, assoreamento de rios, riachos e lagoas, levando até à morte de animais devido a acidentes (MACHADO *et al.*, 2006).

Segundo Guerra (2003), o termo “voçoroca” significa “terra rasgada”: são imensas crateras formadas com a evolução dos sulcos, possuindo dimensão superior a 0,5 m de largura e profundidade, podendo chegar a mais de 30 m de comprimento.

As causas para formação das voçorocas estão ligadas a fatores como relevo acidentado, intensidade de chuvas, características do solo e, como agente acelerador, a ação do homem, que, ao realizar a retirada da cobertura vegetal original do solo, promove a sua desagregação, expondo-o às intempéries.

No Estado de Mato Grosso do Sul, a incidência de voçorocas tanto nas áreas rurais como urbanas é tema comum, estando presente em praticamente todos os seus municípios. Ações de recuperação, autuações ambientais e audiências públicas estão ocorrendo com certa frequência, tendo em vista a importância que o tema exige.

A valoração ambiental, neste contexto, constitui importante ferramenta na instrução de procedimentos do MPMS, dando subsídio às Promotorias de Justiça no combate às degradações ambientais e na proteção do meio ambiente.

A presente metodologia tem por objetivo apresentar uma ferramenta que permita a valoração econômica de danos ambientais decorrentes de processos erosivos do tipo voçoroca.

A metodologia foi baseada no trabalho de Vergara *et al.* (2014), o qual adotou o método de custo de reposição (MRC), por conter uma das ideias intuitivas mais claras quando se pensa em prejuízo, isto é, a reparação por um dano provocado (FURTADO, 2010). No tocante à questão de vegetação afetada, a metodologia foi adaptada àquela desenvolvida pelo MPMS (2018), que traz o conceito de valor de dano ao ecossistema florestal.

## 4.2 Metodologia

O método consiste na determinação de três fatores cujo somatório irá compor o valor de dano por voçoroca (**VDV**). Os dois primeiros fatores são relativos a custos de reposição, sendo o primeiro referente ao aterramento do leito erodido ( $C_{ATER}$ ) e o segundo ao desassoreamento do corpo hídrico receptor de sedimentos ( $C_{DES}$ ). Já o terceiro fator corresponde ao valor de dano ao ecossistema florestal ( $V_{DEF}$ ), resultando assim, na seguinte fórmula:

$$\mathbf{VDV = C_{ATER} + C_{DES} + V_{DEF}}$$

Em que:

**VDV** = valor de dano por voçoroca (R\$);

**C<sub>ATER</sub>** = custo de aterramento (R\$);

**C<sub>DES</sub>** = custo de desassoreamento (R\$);

**V<sub>DEF</sub>** = valor de dano ao ecossistema florestal (R\$).

No item 4.4, será demonstrado como proceder para determinar cada um dos fatores da fórmula acima.

### 4.3 Referencial para estimação dos custos de recuperação

Conforme trabalho de Vergara *et al.* (2014), foi adotado como referência para o cálculo dos custos envolvidos na recuperação dos diversos elementos valorados o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), cujas tabelas são divulgadas mensalmente pela Caixa Econômica Federal (CEF).

As principais vantagens do sistema são sua ampla base de dados, seu rigor metodológico e a grande disponibilidade de insumos e serviços previstos. Além disso, a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO), desde sua edição anual de 2003, determina que os custos do SINAPI sejam utilizados como referências para a razoabilidade de preços de obras públicas executadas com recursos federais do Orçamento Geral da União.

O SINAPI estima os custos diretos para a execução de serviços, desconsiderando os denominados Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), calculados para cada caso específico. Constituem BDI os custos indiretos, não relacionados exclusivamente com a prestação do serviço em questão, a remuneração ou o lucro pela prestação de serviços e os tributos incidentes sobre o faturamento.

### 4.4 Determinação dos fatores que compõem o VDV

#### 4.4.1 Determinação do custo de aterramento ( $C_{ATER}$ )

##### 4.4.1.1 Cálculo do volume de solo erodido

Para o cálculo do custo de recuperação, torna-se imprescindível a determinação do volume ( $m^3$ ) de solo erodido proveniente da voçoroca. Abaixo são descritas duas técnicas utilizadas para cálculo de volume:

#### ✓ **Morfometria da voçoroca**

A morfometria é determinada por meio de vistoria *in loco* e de análises espaciais na plataforma de informações geográficas.

Na etapa de campo, são utilizados aparelho de GPS e trena a *laser*, destinados a coletar as coordenadas geográficas dos pontos escolhidos, a largura entre as margens e a profundidade da voçoroca. Estas informações são necessárias para a determinação do perímetro e volume aproximados da área.

O cálculo do volume da voçoroca é realizado segundo a metodologia descrita por Vergara *et al.* (2014), que consiste na determinação da área da seção transversal em diversas partes da voçoroca e, posteriormente, na determinação do seu volume por meio da seguinte equação.

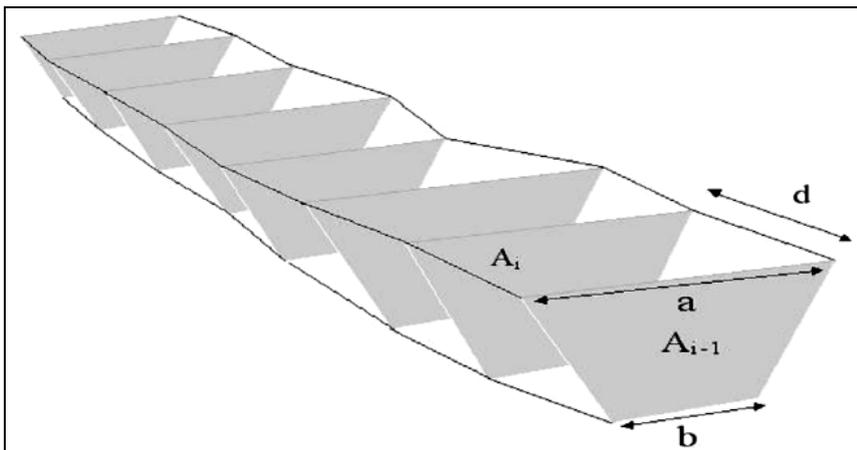
**Equação:**

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n \frac{A_{i-1} + A_i}{2} \cdot d$$

Em que:

**V** – volume de solo erodido;  
**n** – número de seções consideradas;  
**V<sub>i</sub>** – volume de solo erodido em cada canal;  
**A<sub>i-1</sub>** – área da seção do ponto jusante;  
**A<sub>i</sub>** – área da seção do ponto montante;  
**d** – distância entre as seções adjacentes.

\* Destaca-se que, na equação, os valores da área da seção do ponto jusante ( $A_{i-1}$ ) e da área da seção do ponto montante ( $A_i$ ) dependerão da feição geométrica da voçoroca, que poderá se apresentar de diversas formas, porém mais usualmente na retangular, trapezoidal e/ou, ainda, triangular. A área da seção transversal é calculada por meio da fórmula da figura geométrica definida em cada caso.



**Figura 1:** Cálculo do volume da voçoroca. Fonte: Vergara *et al.* (2014).

#### ✓ Aerofotogrametria - cálculo volumétrico com a utilização de drones

Esse processo consiste no levantamento do volume da voçoroca por meio de utilização de drone e/ou veículo aéreo não tripulado (VANT), equipado com um sensor fotográfico. Inicialmente, é realizado um planejamento de voo, no qual o drone é configurado para efetuar voo autônomo e coletar imagens entre 70% e 90% de sobreposição referente ao solo. Após essa fase inicial, as imagens são processadas em um *software* especializado, gerando o modelo digital de superfície, elevação e terreno, além de nuvem de pontos e modelos 3D. Com a ferramenta, é possível selecionar a área cujo volume se deseja conhecer e obter o valor já calculado.

Os drones são dispositivos que fornecem uma perspectiva muito mais ampla de um local, reduzem os custos e o tempo da operação, além de promover uma maior segurança aos colaboradores, facilitando o acesso às áreas para o cálculo da volumetria.

#### 4.4.1.2 Quantificação dos custos para o aterramento do leito erodido

O volume de terra utilizada para aterramento do leito é o volume ( $m^3$ ) total de solo erodido (item 4.4.1.1).

Para o cálculo do custo do aterramento, será adotado o serviço de aterro com areia com adensamento hidráulico (código 79482), porém retirando da composição o serviço do adensamento hidráulico (caminhão-pipa – código 6259), resultando no custo de R\$ 47,49 por metro cúbico.

A taxa de BDI a ser aplicada é de 27,5%. A planilha de referência do SINAPI utilizada foi o Relatório de Custos de Composições Analítico para Campo Grande/MS – ABRIL/2019 – com Encargos Sociais Desonerados.

O custo para o aterramento do leito da voçoroca é o resultado do volume total de solo (m<sup>3</sup>) erodido, multiplicado pelo custo unitário (R\$/m<sup>3</sup>) do serviço de aterramento.

**Fórmula:**

$$C_{ATER} (R\$) = V_{ERO} (m^3) \times C_{SER} (R\$/m^3)$$

Em que:

**C<sub>ATER</sub>** = custo de aterramento (R\$);

**V<sub>ERO</sub>** = volume erodido (m<sup>3</sup>);

**C<sub>SER</sub>** = custo unitário do serviço (R\$/m<sup>3</sup>).

#### 4.4.2 Determinação do custo de desassoreamento (C<sub>DES</sub>)

O solo erodido pela voçoroca será transportado até o corpo hídrico receptor, causando assoreamento em algum trecho deste. Portanto, tal dano deve entrar no cálculo da valoração, representado aqui pelo custo de desassoreamento.

O volume de sedimentos (m<sup>3</sup>), juntamente com os custos unitários de remoção (R\$/m<sup>3</sup>) e a metodologia empregada constituem as informações mais relevantes para a estimativa das despesas de desassoreamento do corpo hídrico receptor (Vergara *et al.*, 2014).

Quanto ao volume de material a ser removido, adota-se o volume total calculado de solo erodido resultante da voçoroca (ver item 4.4.1.1) multiplicado por um fator de empolamento de 10%, referente ao acréscimo do volume após a descompactação.

O serviço adotado é a escavação submersa com draga de mandíbula, utilizando caminhão basculante, escavadeira hidráulica sobre esteira, com garra giratória de mandíbulas e pá carregadeira sobre rodas, serviço este registrado sob o código 83335, a um custo de R\$ 39,41 o m<sup>3</sup>. A taxa de BDI a ser aplicada é de 27,5%. A planilha de referência do SINAPI utilizada foi o Relatório de Custos de Composições Analítico para Campo Grande/MS – ABRIL/2019 – com Encargos Sociais Desonerados.

O custo de desassoreamento do corpo hídrico receptor é o resultado do volume total de solo (m<sup>3</sup>) erodido, multiplicado pelo custo unitário (R\$/m<sup>3</sup>) do serviço de desassoreamento.

**Fórmula:**

$$C_{DES} (R\$) = V_{ERO} \times F_{emp} \times C_{SER}$$

Em que:

**C<sub>DES</sub>** = custo de desassoreamento (R\$);

**V<sub>ERO</sub>** = volume erodido (m<sup>3</sup>);

**C<sub>SER</sub>** = custo unitário do serviço (R\$/m<sup>3</sup>);

**F<sub>emp</sub>** = fator de empolamento = 1,1.

#### 4.4.3 Determinação do valor de dano ao ecossistema florestal (V<sub>DEF</sub>)

A evolução da voçoroca poderá, muitas vezes, afetar áreas de vegetação nativa, prejudicando os serviços ecossistêmicos por ela prestados. Nessas situações, este dano também deve ser considerado no cálculo da valoração.

Para esses casos, o método de valoração de dano ambiental relativo a supressão de vegetação nativa, tema 4 da nota técnica publicada pelo MPMS em 2018, pode ser

utilizado com maior abrangência que o método do custo de reposição e, portanto, foi inserido na presente metodologia.

Para o cálculo da valoração do ecossistema florestal suprimido, adota-se a seguinte fórmula:

$$\mathbf{VDEF (R\$) = VUD + VUI + VPLE + VLAD}$$

Em que:

$$\mathbf{VDEF = CRF \cdot (1+i)^n + VSA/2 \cdot (((1+i)^n - 1)/((1+i)^n \cdot i))^n/p + CL \cdot VSA + VLAD}$$

**VDEF** = valor de dano ao ecossistema florestal (R\$);

**CRF** = custos da restauração florestal (R\$);

**i** = taxa social anual de retorno do capital;

**n** = idade estimada (em anos) da floresta quando sofreu o dano;

**VSA** = valor anual dos serviços ecossistêmicos prestados pela floresta primária de mesmo bioma da que sofreu o dano (R\$);

**VLAD** = valor do lucro obtido após a ocorrência do dano ambiental (R\$);

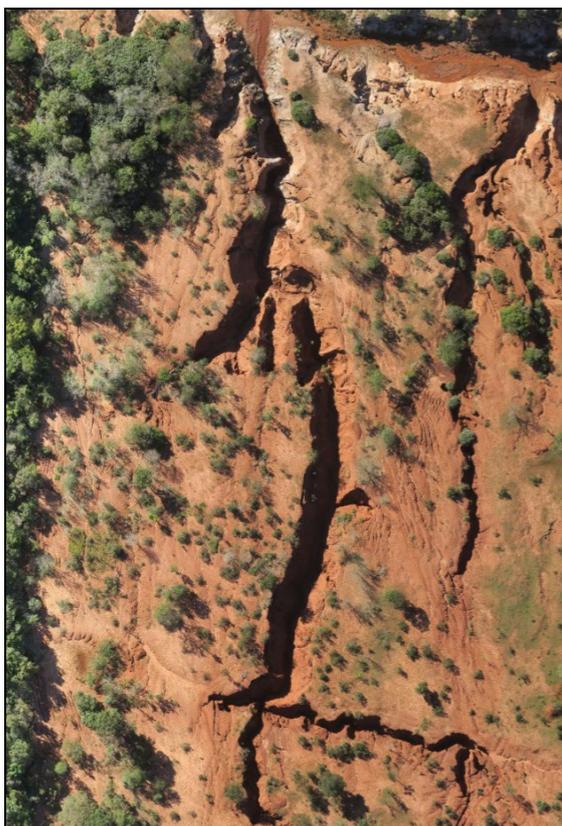
**CL** = coeficiente de proteção legal - 0,75 para APP (75% de acréscimo) e 0,50 para RL (50% de acréscimo);

**p** = idade (em anos) para que uma mata secundária atinja funções ecológicas e ecossistêmicas equivalentes às da floresta primária, sendo  $p \geq n$ .

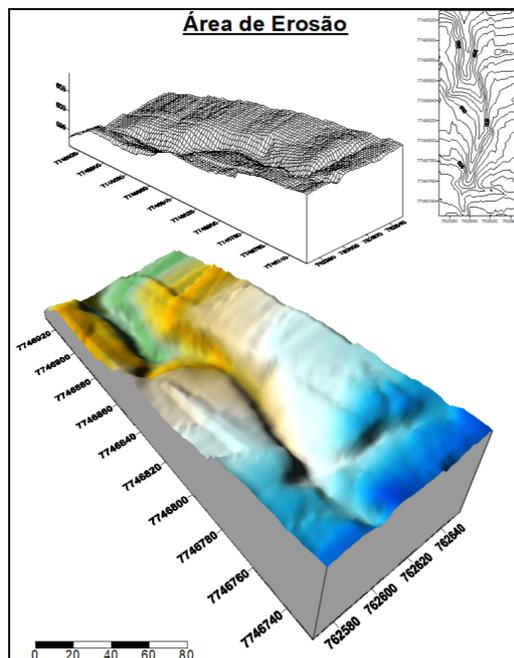
#### 4.5 Estudo de caso

A voçoroca escolhida para o estudo de caso da valoração de dano desenvolveu-se em área de pastagens degradadas e está localizada na zona rural do município de Campo Grande, MS, na microbacia do Córrego Botas, possuindo uma extensão de 267 metros (incluindo ramificação), largura variável, com máxima de 30 metros e profundidade atingindo em seu ponto máximo 4 metros. Em seu segmento final, a voçoroca descaracterizou trecho da APP do córrego local, que, após medição, revelou 0,1 ha ou 1000 m<sup>2</sup> de vegetação de APP suprimida.

Para o cálculo do volume de solo erodido, foi realizada a aerofotogrametria, com a utilização do VANT Maptor Agro, sendo as imagens processadas no *software* PIX4D para geração de mosaico de ortofoto, modelo digital de superfície e modelo digital do terreno, posteriormente obtendo-se o volume da voçoroca: **6.692,35 m<sup>3</sup>**.



**Figura 2:** Fotografia aérea da voçoroca.



**Figura 3:** Imagem 3D utilizada para o cálculo do volume.

Para o cálculo do custo do aterramento da voçoroca ( $C_{ATER}$ ), utilizou-se o volume erodido ( $6.692,35 \text{ m}^3$ ) multiplicado pelo custo unitário do serviço a ser empregado (R\$ 47,49 o  $\text{m}^3$ ). O custo do aterramento foi estimado em R\$ 405.220,12, já incluído o acréscimo de 27,5% referente ao BDI.

$$C_{ATER} (\text{R}\$) = V_{ERO} \times C_{SER}$$

$$C_{ATER} (\text{R}\$) = 6.692,35 \times 47,49$$

$$C_{ATER} (\text{R}\$) = 317.819,70 \times 1,275 (\text{BDI}) \Rightarrow C_{ATER} (\text{R}\$) = 405.220,12$$

Para o cálculo do custo do desassoreamento ( $C_{DES}$ ), utilizou-se o volume erodido, multiplicado pelo fator de empolamento e pelo custo unitário do serviço a ser empregado (R\$ 39,41 o  $\text{m}^3$ ). O custo do desassoreamento foi estimado em R\$ 369.903,08, já incluído o acréscimo de 27,5% referente ao BDI.

$$C_{DES} (\text{R}\$) = V_{ERO} \times F_{emp} \times C_{SER}$$

$$C_{DES} (\text{R}\$) = 6.692,35 \times 1,1 \times 39,41 = 290.120,06$$

$$C_{DES} (\text{R}\$) = 290.120,06 \times 1,275 (\text{BDI}) \Rightarrow C_{DES} (\text{R}\$) = 369.903,08$$

Embora a área total da voçoroca seja de 0,5 hectare, houve perda de serviços ecossistêmicos decorrentes da supressão de vegetação nativa somente em 0,1 hectare relativo a APP de curso d'água.

Para o cálculo do dano referente à supressão de vegetação nativa em 0,1 hectare localizado em APP, utilizou-se a metodologia de **valor de dano ao ecossistema florestal** ( $V_{DEF}$ ), detalhada na *Nota técnica: Orientações para Valoração de Dano Ambiental em procedimentos do MPMS* (2018, p. 55-62). No cálculo, considerou-se a vegetação da área degradada como sendo de cerrado típico (savana) em estágio inicial de regeneração com

aproximadamente 5 anos. Para taxa social de retorno do capital, foi considerada a taxa nominal de rendimento da poupança, 6% a.a, sendo o valor do lucro obtido após a ocorrência do dano ambiental (VLAD) considerado zero. Após a inserção dos dados na planilha eletrônica, o VDEF calculado para 0,1 ha foi de R\$ 1.323,00.

$$\mathbf{VDEF (R\$) = VUD + VUI + VPLE + VLAD}$$

$$\mathbf{VDEF (R\$) = 857 + 266,5 + 199,9 + 0}$$

$$\mathbf{VDEF (R\$) = 1.323,40}$$

Para obtenção do valor final de dano por voçoroca (VDV), é realizada a soma dos valores já calculados, obtendo-se o montante de R\$ 776.446,60 (setecentos e setenta e seis mil, quatrocentos e quarenta e seis reais e sessenta centavos).

$$\mathbf{VDV = C_{ATER} + C_{DES} + V_{DEF}}$$

$$\mathbf{VDV = 405.220,12 + 369.903,08 + 1.323,40}$$

$$\mathbf{VDV (R\$) = 776.446,60}$$

Em que:

**VDV** = valor de dano por voçoroca (R\$);

**C<sub>ATER</sub>** = custo de aterramento (R\$);

**C<sub>DES</sub>** = custo de desassoreamento (R\$);

**V<sub>DEF</sub>** = valor de dano ao ecossistema florestal (R\$).

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 357, de 17 de maio de 2005. **Diário Oficial da União**, nº 82, de 18 de março de 2005. Brasília-DF. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 14 mar. 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 474, de 6 de abril de 2016. **Diário Oficial da União**, nº 53, de 2 de maio de 2016. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=720>. Acesso em: 14 mar. 2019.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. 2ª Turma. **Recurso Especial nº 1.180.078/MG** – j.: 2 dez. 2010, DJe: 28 fev. 2012. Relator: Min. Herman Benjamin. Disponível em: [https://ww2.stj.jus.br/processo/revista/documento/mediado/?componente=ATC&sequencia=12825941&num\\_registro=201000209126&data=20120228&tipo=5&formato=PDF](https://ww2.stj.jus.br/processo/revista/documento/mediado/?componente=ATC&sequencia=12825941&num_registro=201000209126&data=20120228&tipo=5&formato=PDF). Acesso em: 30 mar. 2017.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. 2ª Turma. **Recurso Especial nº 1.145.083/MG** – j.: 27 set. 2011, DJe: 4 set. 2012. Relator: Min. Herman Benjamin. Disponível em: [https://ww2.stj.jus.br/processo/revista/documento/mediado/?componente=ITA&sequencial=975073&num\\_registro=200901152629&data=20120904&formato=PDF](https://ww2.stj.jus.br/processo/revista/documento/mediado/?componente=ITA&sequencial=975073&num_registro=200901152629&data=20120904&formato=PDF). Acesso em: 30 mar. 2017.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. 2ª Turma. **Recurso Especial nº 1.198.727/MG** – j.: 14 ago. 2012, DJe: 9 maio 2013. Relator: Min. Herman Benjamin. Disponível em: [https://ww2.stj.jus.br/processo/revista/documento/mediado/?componente=ATC&sequencia=13806316&num\\_registro=201001113499&data=20130509&tipo=5&formato=PDF](https://ww2.stj.jus.br/processo/revista/documento/mediado/?componente=ATC&sequencia=13806316&num_registro=201001113499&data=20130509&tipo=5&formato=PDF). Acesso em: 30 mar. 2017.

CAIXA ECÔNOMICA FEDERAL. **SINAPI**. Disponível em: [http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_social/municipal/programa\\_des\\_urbano/SINAPI/index.asp](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/index.asp). Acesso em: 14 maio 2019.

CÁLCULO EXATO. **Atualização de um valor por um índice financeiro**. Disponível em: <http://calculoexato.com.br/parprima.aspx?codMenu=FinanAtualizaIndice>. Acesso em: 17 jun. 2019.

CATALÁ, L. G. **Responsabilidad por daños al medio ambiente**. Elcano (Navarro): Arazandi, 1998.

FREITAS, C. G. de A. Valoração do Dano Ambiental: algumas premissas. **MPMG Jurídico** – Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais – Edição especial Meio Ambiente. A Valoração de Serviços e Danos Ambientais, Belo Horizonte, p. 10-17, 2011.

FURTADO, R. de O. **O Papel da Economia na Gestão Ambiental**: os métodos de valoração como suporte à formulação de políticas públicas ambientais. 2010. 118 p. Dissertação (Mestrado em Direito Ambiental e Políticas Públicas) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2010.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 149-199.

LEITE, J. R. M. **Dano ambiental**: do individual ao coletivo extrapatrimonial. São Paulo: RT, 2000, p, 100.

LOUBET, L. F. **Licenciamento ambiental** – A obrigatoriedade da adoção das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD). Belo Horizonte: Del Rey, 2014.

MACHADO, R. L.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C. **Recuperação de Voçorocas em áreas rurais**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 63 p. (Embrapa Agrobiologia. Sistemas de Produção, 4).

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

MARQUES, J. R. Reparação do dano ambiental: necessidade de adequação do dimensionamento do pedido formulado em Ação Civil Pública. **MPMG Jurídico** – Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais – Edição Especial Meio Ambiente. A Valoração de Serviços e Danos Ambientais, Belo Horizonte, p. 8-9, 2011.

MATO GROSSO DO SUL. Conselho Estadual de Controle Ambiental. Deliberação Ceca/MS nº 36, de 27 de junho de 2012. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**, nº 8.221, de 29 de junho de 2012. Disponível em: [http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO8221\\_29\\_06\\_2012](http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO8221_29_06_2012). Acesso em: 14 mar. 2019.

MATO GROSSO DO SUL. Ministério Público Estadual. Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente (CAOMA). Supressão de Vegetação Nativa. *In*: MATO GROSSO DO SUL. **Nota técnica**: Orientações para Valoração de Dano Ambiental em procedimentos do Ministério Público de Mato Grosso do Sul. Campo Grande: MPMS, 2018. p 55-62.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, das Cidades, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia; Secretaria de Estado de Fazenda. Resolução Conjunta Semac/Sefaz nº 1, de 20 de junho de 2008. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**, nº 7.237, de 23 jun. 2008. Disponível em: [http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO7237\\_23\\_06\\_2008](http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO7237_23_06_2008). Acesso em: 26 abr. 2019.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. Resolução Semac nº 04, de 23 de maio de 2012. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**, nº 8.199, 25 maio 2012. Disponível em: [http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO8199\\_25\\_05\\_2012](http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO8199_25_05_2012). Acesso em: 11 fev. 2019.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (Seplan-MS); Fundação Instituto de Apoio ao Planejamento do Estado (Fiplan-MS). **Macrozoneamento Geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande:

SEPLAN/FIPLAN, 1989. 242p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv84710.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2019.

MATO GROSSO DO SUL. Superintendência de Administração Tributária. Portaria SAT nº 2.486, de 16 de novembro de 2015. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**, nº 9.047, 18 de novembro de 2015. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=306699>. Acesso em: 23 maio 2019.

MATO GROSSO DO SUL. Superintendência de Administração Tributária. Portaria SAT nº 2.131, de 30 de março 2010. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**, nº 7.679, 7 de abril de 2010. Disponível em: <http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/40478>. Acesso em: 17 jun. 2019.

MATO GROSSO DO SUL. **Zoneamento Ecológico-Econômico**: Segunda aproximação – Elementos para construção da sustentabilidade do território sul-mato-grossense. Campo Grande: [S.n.] 2015. 199p. Disponível em: <http://www.semagro.ms.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/Consolida%C3%A7%C3%A3o-ZEE-2%C2%AA-Aproxima%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

MINAS GERAIS. Ministério Público Estadual. **Parecer Técnico da valoração dos danos ambientais decorrentes do transporte ou comercialização de 1 (um) metro cúbico de madeira nativa serrada, sem a devida licença ambiental**. Belo Horizonte: Centro de Apoio Técnico (CEAT), 2009.

MIRRA, Á. L. V. **Responsabilidade Civil Ambiental e a Reparação Integral do Dano**. Disponível em: <http://www.conjur.com.br/2016-out-29/ambiente-juridico-responsabilidade-civil-ambiental-reparacao-integral-dano>. Acesso em: 30 mar. 2017.

OLIVEIRA, L. S. C. **Sucessão secundária em área de cerrado *sensu stricto* durante um período de 23 anos após intervenções silviculturais**. 2014. 112 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2014.

PAULA, J. E. de *et al.* Inventário de um hectare de mata ripária. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 143-152, fev. 1993. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/20486/1/pab93\\_01\\_fev.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/20486/1/pab93_01_fev.pdf). Acesso em: 17 jun. 2019.

RAUPP, A. B. **Valoração de dano ambiental causado por lançamento de efluentes sanitários em águas superficiais: uma ferramenta para fins criminais**. 2013. Florianópolis, 2013. Dissertação (Mestrado em Perícias Criminais Ambientais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

RURAL CENTRO. **Cálculo de volume de madeira**. Disponível em: <http://ruralcentro.uol.com.br/noticias/calculo-de-volume-de-madeira-76734>. Acesso em 17 jun. 2019.

SANTOS, J. A. Especificidades da matemática nas atividades extrativas da madeira e do carvão: um estudo etnomatemático. 2013. 46 p. Caderno pedagógico (Programa de Desenvolvimento Educacional) - Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Irati, 2013. *In*: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**: Produções didático-pedagógicas. (Cadernos PDE, Vol. 2). Disponível em:

[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_unicentro\\_mat\\_pdp\\_joanita\\_aparecida\\_dos\\_santos.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unicentro_mat_pdp_joanita_aparecida_dos_santos.pdf). Acesso em 17 jun. 2019.

SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, M. T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006.

SENDIM, J. de S. C. **Responsabilidade civil por danos ecológicos**: da reparação do dano através da restauração natural. Coimbra: Coimbra, 1998.

STEIGLEDER, A. M. **Responsabilidade civil ambiental**. As dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2011, p. 211.

STEIGLEDER, A. M. **Responsabilidade civil ambiental**: as dimensões do dano ambiental no Direito Brasileiro. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004.

STEIGLEDER, A. M. Valoração de Danos Ambientais Irreversíveis. **MPMG Jurídico** – Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais – Edição Especial Meio Ambiente. A Valoração de Serviços e Danos Ambientais, Belo Horizonte, p. 24-30, 2011.

VERGARA, F. E.; SOUSA, R. A. M.; ANDRADE, R. S. Aplicação do método do custo de reposição (mcr) para valoração do meio ambiente: o caso do Parque Cesamar, Palmas-TO. **Revista Monografias Ambientais**: REMOA, v. 13, n. 5, dez. 2014, p. 4063-4076. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/15180/pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 180p.