



## PROPOSTA DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS COMETIDOS CONTRA A FLORA

Melissa Bergmann<sup>1</sup>

Alexandre Hüller<sup>1</sup>

Lenice De Carli<sup>2</sup>

### RESUMO

O meio ambiente é considerado um bem difuso relacionado aos interesses da coletividade. Por isso, a Constituição Federal do Brasil prevê o princípio da reparabilidade integral do dano ambiental, que pode ser definido como as alterações negativas em recursos naturais que afetem adversamente o homem ou a natureza. Nestes casos, faz-se necessária a valoração das lesões ambientais, visando definir os benefícios dos ecossistemas que foram alterados e instrumentalizar processos indenizatórios. Dessa forma, objetivou-se a confecção de um método simples e direto de valoração de danos cometidos contra a flora no RS. Esta pesquisa foi norteadada pelo Decreto Federal 6514/2008 e pelo Método do Custo de Reposição, e teve como ponto de partida a extração dos principais danos ambientais cometidos no noroeste do estado. Também foram utilizados índices referentes aos estágios sucessionais da vegetação, extraídos da Resolução CONAMA 033/2004, unidades de referência de acordo com a proteção legal das áreas, informações do Inventário Florestal contínuo do RS e de pesquisas com empresas e órgãos do setor sobre os preços de mercado de recursos florestais na mata e os custos de um projeto de recuperação de área degradada. O método para o cálculo de valoração de danos ambientais cometidos contra a flora confeccionado a partir destas informações pode ser expresso como Valor inicial do dano multiplicado pela unidade de referência e pelo estágio sucessional da vegetação mais o Custo de reposição de um projeto na respectiva área. Conclui-se que este método é aplicável nas demandas do DBIO/SEMA e de outros órgãos ambientais.

**Palavras-chave:** Valoração; Dano ambiental; Flora Nativa.

---

<sup>1</sup> Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA, Rio Grande do Sul, RS, Brasil. E-mail para correspondência: alexandre-huller@sema.rs.gov.br

<sup>2</sup> Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

## ABSTRACT

**A proposal of economic valuation of environmental damages against the flora.** The environment is considered a diffuse good connected to the interests of the collectivity. Therefore, the Federal Constitution of Brazil provides for the principle to repair the whole environment damage, which can be defined as negative changes in natural resources that adversely affect man or nature. In these cases it is necessary a valuation of environmental damage in order to define the benefits of ecosystems that have been changed and reparation processes. This work aimed to manufacture a simple and direct method of valuation on damages committed against the flora in RS. This research was guided by Federal Decree 6514/2008 and the Replacement Cost Method, had as its starting point the extraction of major environmental damages committed in the northwest of the state. Indices were also used to make references of successional stages of vegetation, extracted from CONAMA Resolution 033/2004, reporting units in accordance with legal protection of areas, of continuous Forest Inventory informations of RS and research with companies and agencies of the sector about prices were also used of forest resources in the forest market and the costs of a project to restore the degraded area. The method for calculating the valuation of environmental damage committed against flora made from this information can be expressed as the initial value of the damage multiplied by the reporting unit and the successional stage of the vegetation over the replacement Cost of a project in the respective area. We conclude that this method is applicable to the demand of DBIO/SEMA and other environmental agencies.

**Keywords:** Valuation; Environmental Damage; Flora.

## INTRODUÇÃO

Danos ambientais podem ser compreendidos como a “alteração, deterioração ou destruição, parcial ou total, de quaisquer dos recursos naturais, afetando adversamente o homem e/ou a natureza” (Benjamin, 1998).

Existem três tipos de responsabilidade ao cometer o crime ambiental: a administrativa, resultante de infração a normas administrativas, tendo como sanções a multa simples, advertência, interdição de atividades ou suspensão de benefícios; a Criminal, resultante das infrações penais por crimes contra a fauna, flora, poluição e contra a Administração Ambiental; e Civil, que impõe ao infrator a obrigação de ressarcir o prejuízo causado por sua conduta ou atividade, de acordo com o fundamento jurídico dos arts. 225, §3º da CF/88 e 14, §1º. da Lei Federal 6.938/81. A Constituição Federal consagra o princípio da reparabilidade integral do dano ambiental, incumbindo ao Poder Público a preservação e restauração dos processos ecológicos essenciais para assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Os recursos naturais geram diversos bens e serviços que contribuem para o bem-estar geral dos indivíduos (Magalhães Filho *et al.*, 2012). Alguns desses benefícios podem ser valorados por estarem relacionados com o sistema de mercado, como produção de alimentos e de minérios. No

entanto, outros bens ambientais, como a luz do sol, o ar, ou ainda os serviços ambientais proporcionados pela sombra de árvores ou proteção de encostas de morros, por não possuírem valor de mercado, são denominados bens livres, ou bens públicos, e não possuem valor de troca, representando valores comuns de livre acesso e de direitos de propriedade não definidos, assumindo valores que tendem ao infinito (Magalhães Filho *et al.* 2012). As florestas, por exemplo, provém uma quantia variada de bens e serviços, conceituados como valores de uso e valores de existência. Os valores de uso incluem produtos madeiráveis e não madeiráveis, usos educacionais e recreacionais, proteção de nascentes, regulação microclimática, estocagem de carbono, entre outros. Já os valores de existência incluem a conservação da biodiversidade, a herança cultural das populações tradicionais e o valor intrínseco de todos os organismos existentes no ecossistema (Bishop, 1999). Dessa forma, devem ser considerados os aspectos materiais da degradação e os danos extrapatrimoniais associados, tais como a perda imposta à qualidade de vida, a privação temporária de fruição do bem e o valor de existência dos bens ambientais degradados (Steigleder, 2004).

Quando parte ou a totalidade desses bens ambientais é retirada da natureza ou destruída, o ecossistema tem suas funções alteradas e pode não conseguir voltar ao estado natural sem um longo processo de recuperação. Por isso, torna-se importante fazer a valoração dos danos ambientais, que pode ser empregada para instrumentalizar os processos Civil e Criminal e ser utilizada como parâmetro para a cobrança dos valores pecuniários inerentes às indenizações.

No Brasil, a base legal para se elaborar a valoração desses danos são a Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605/98) e o Decreto federal nº 6.514/08, que se referem à fixação do montante do prejuízo causado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa administrativa, considerando ainda que a sentença penal condenatória deverá fixar o valor mínimo para reparação dos danos causados pela infração e os prejuízos sofridos pelo ofendido ou pelo meio ambiente.

Entretanto, os métodos de valoração ambiental existentes divergem entre pesquisadores acadêmicos, peritos criminais e técnicos da área, uma vez que existem diferentes formas de se calcular o valor econômico e ambiental dos recursos naturais. O método mais conhecido é o do valor Ecológico Total (VET) ou VERA (Valor Econômico do Recurso Ambiental), que é a somatória dos valores de uso direto (VUD), valores de uso indireto (VUI), valores de opção (VO) e valores de existência (VE) (Water Science and Technology, 2004).

Porém, devido à subjetividade em se atribuir valores de uso indireto ou de existência pelos serviços ambientais prestados, tais como a qualidade da água, do ar e o valor intrínseco das espécies, muitos peritos ambientais usam apenas uma parcela dessas fórmulas, calculando o VUD pelos preços de mercado e tabelas oficiais, ficando de fora as parcelas dos danos que afetam os

demais valores (Magliano, 2012). Além dos preços de mercado dos recursos naturais retirados, utiliza-se também o cálculo do custo de reposição do recurso degradado (Correa e Souza 2013).

O Método do Custo de Reposição (MCR) apresenta caráter objetivo e de fácil aplicação, podendo ser bastante utilizado para áreas degradadas pela supressão de vegetação nativa. Aliado a fatores de correção que consideram os serviços ambientais afetados pelo dano, o estágio de sucessão da vegetação degradada, os tipos de uso e ocupação do solo e a proteção legal da área, esse método é eficaz quanto ao princípio da proporcionalidade, indicando claramente as diferenças ambientais existentes em áreas distintas (Vieira, 2013). O custo de reposição se refere às ações desenvolvidas para acelerar a recuperação dos ecossistemas degradados, complementando ou reforçando os processos naturais. Nessa perspectiva, estaria próximo dos conceitos de restauração ecológica, que buscam a recuperação das condições ecológicas que prevaleciam antes da ruptura dos processos naturais no ambiente em que as espécies ou grupos de espécies se encontravam em seu estágio evolucionário (Covington *et al.*, 1999).

Nas agências florestais do Departamento de Biodiversidade da Secretaria Estadual do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do RS (DBIO/SEMA), percebem-se dificuldades de utilização de métodos de valoração ambiental com vistas à confecção de laudos solicitados pelos Ministérios Públicos, Polícia Civil e Poder Judiciário para instrução de seus respectivos processos Civil, Policial e Criminal.

O objetivo deste trabalho foi elaborar um método simples e direto de valoração de danos cometidos contra a flora no RS, utilizando dados dendrométricos e econômicos disponíveis das florestas nativas do Estado.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aqui apresentada foi norteada pelo estudo de Vieira (2013), que adaptou o Método do Custo de Reposição (MCR) agregando fatores de correção que englobam características das áreas afetadas.

A confecção do método proposto teve como base a Lei Federal nº 9.605/1998, e o Decreto Federal nº 6514/2008 e seus respectivos valores de multas administrativas aplicadas em cada tipo de dano, tendo como ponto de partida a extração dos principais danos ambientais ocorridos na região noroeste do RS (Bergmann e Hüller, 2011). Do Inventário Florestal Contínuo do RS (SEMA/UFSM, 2001) foram extraídos os dados do volume de matéria prima florestal por hectare de mata nativa, buscando, desta forma, estabelecer um valor pecuniário, teórico, para a floresta em pé, e assim poder utilizar este como base para o cálculo da valoração. Já os preços de mercado dos recursos florestais em pé (na floresta) e da madeira beneficiada e o custo de recuperação de uma

área degradada foram obtidos através de pesquisas junto a empresas, órgãos de classe e entidades ligadas ao setor localizadas em diferentes regiões do RS.

O levantamento de dados foi realizado entre os meses de agosto a novembro de 2014, em 10 (dez) municípios de diferentes regiões do estado. Os valores monetários são expressos neste estudo em R\$ e US\$, considerando-se que no dia da conversão o dólar estava cotado em R\$ 2,45. Com base nos dados de produção de matéria-prima florestal da floresta nativa do RS e o preço comercial destes, estipulou-se o denominado Valor Inicial (VI).

Como a própria legislação ambiental brasileira trata de forma diferenciada os danos, e inclusive os valores pecuniários de multas administrativas, cometidos em áreas especialmente protegidas, criou-se uma unidade de referência, chamada aqui de UR. Dessa forma, a determinação das Unidades de Referência (UR) foi baseada na proteção legal da área/espécie, considerando-se sua localização em Área de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL), Unidade de Conservação (UC), fora destas (ND) e ainda para espécies protegidas ou ameaçadas de extinção (EP).

Considerou-se também o Estágio Sucessional da floresta (ES), que foi classificado de acordo com a Resolução CONAMA 033/2004 em: Floresta Secundária em Estágios Inicial, Médio e Avançado de Regeneração Natural e Floresta Primária. Os graus de sucessão podem ser considerados como produtos do processo de evolução de uma floresta em busca do equilíbrio dinâmico com as condições locais, e, desta forma, quanto mais avançado é seu estágio sucessional, maior é o grau de complexidade deste ecossistema, uma vez que expõe a máxima biodiversidade que a vegetação pode apresentar, conhecida como clímax (Gomide, 1997).

Por fim, sugere-se ainda a inserção de um índice de Custo de Reposição (CR), que foi calculado para a recuperação de uma área hipotética de 1 (um) hectare, onde se estimou o custo para implantação de um Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) e acompanhamento técnico pelo período de 4 (quatro) anos. Esse cálculo teve como base um projeto de recuperação convencional, com plantio de mudas em linha em espaçamento 3 x 3 m, conforme a maioria dos projetos apresentados ao DBIO/SEMA.

Dessa forma, os valores de VI e CR corresponderam aos valores de uso direto da fórmula, enquanto as UR e o ES corresponderam aos valores intangíveis, que incluem os serviços ambientais, tipos de uso e ocupação do solo e mecanismos de proteção legal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fórmula proposta para o cálculo da valoração de danos ambientais cometidos contra a flora no estado do RS pode ser expressa da seguinte forma:  $VDA=VI.UR.ES+CR$ , onde: VDA: Valoração de Dano Ambiental; VI: Valor de Dano Inicial (ha/un); UR: Unidade de Referência; ES: Estágio Sucessional; CR: Custo de Reposição (ha).

A tabela 1 apresenta os valores, índices e coeficientes propostos neste estudo para a valoração dos danos ambientais cometidos contra a flora, de acordo com a fórmula sugerida acima. No decorrer do trabalho será justificada a criação de todos estes índices.

Tabela 1. Demonstrativo dos valores, índices e coeficientes propostos neste estudo para a valoração de danos ambientais cometidos contra a flora no Estado do Rio Grande do Sul.

COEFICIENTES PROPOSTOS	VI – (R\$)	UR	ES	CR – (R\$)
Em APP - APP	24.621,00 (ha)	3	-	
Em Reserva Legal - RL	ou	2	-	
Em Unidade de Conservação - UC	1.500,00	2	-	
Área não protegida - ND	(Unidade de madeira	1	-	
Estágio Inicial de Regeneração Natural	beneficiada)	-	0,5	
Estágio Médio de Regeneração Natural	ou	-	1,1	13.376,35
Estágio Avançado de Regeneração Natural	150,00	-	1,3	por
Floresta Primária	(Unidade de madeira não	-	1,5	ha
Unidades Mensuráveis (un, estéreo, m <sup>3</sup> )	beneficiada)	-	1,0	

De acordo com o Inventário Florestal do RS, um hectare de floresta nativa em seu território possui em média 164,14 m<sup>3</sup> de volume comercial de matéria-prima florestal. O valor médio para um metro cúbico de madeira nativa em pé na floresta foi de R\$ 150,00. Já o valor de um m<sup>3</sup> de madeira beneficiada ficou estabelecido em R\$ 1.500,00. Assim, multiplicando-se o volume exposto pelo Inventário Florestal do RS pelo valor estabelecido para um metro cúbico de madeira em pé, obter-se-á o valor do VI, que representa o valor monetário estabelecido para um hectare de floresta em pé no RS.

Na tabela 2, observa-se uma projeção de valor comercial estimado por hectare para esta matéria-prima florestal.

Tabela 2. Comparativo do valor comercial da matéria-prima florestal em pé (na floresta nativa) e após ser beneficiada. Valores expressos em R\$ e U\$\$, obtidos entre os meses de agosto e novembro de 2014. Cotação do dólar em R\$ 2,45.

Valor comercial	Em pé (na floresta nativa)	Madeira beneficiada
<b>1 m<sup>3</sup> de madeira nativa</b>	R\$ 150,00 / U\$\$ 61,22	R\$ 1.500,00 / U\$\$ 612,24
<b>Em 1 ha (164,14m<sup>3</sup>/ha)</b>	R\$ 24.621,00 / U\$\$ 10.049,38	R\$ 246.210,00 / U\$\$ 100.493,07

O valor comercial da matéria-prima florestal em pé na floresta é relativamente baixo, pois se consideraram as variações referentes ao local em que se encontra a vegetação, seu estado

fitossanitário, além de fatores como sua composição florística e estrutura vertical e horizontal, sendo que nem toda a madeira extraída da floresta tem valor econômico, e muitas não permitem aproveitamento por causa de problemas de sanidade, quebra no abate e outros, além de não estarem embutidos os valores referentes ao seu manejo, transporte e desdobramento. Cabe ressaltar, ainda, que a floresta possui vários outros valores ecológicos e serviços ambientais prestados ao meio ambiente e a humanidade, mas que, pela dificuldade de mensuração, não serão objetos deste estudo, e, portanto, seus valores não estarão incluídos na fórmula aqui proposta.

As unidades de referência (UR) foram estabelecidas com os seguintes índices: 3 para Área de Preservação Permanente, 2 para Reserva Legal ou Unidade de Conservação, e 1 quando o dano não for em nenhuma destas áreas especialmente protegidas. Todos estes índices serão multiplicados pelo VI na fórmula, o que fará com que, quanto maior for o índice de multiplicação, maior será a valoração do dano ambiental. Quando a valoração do dano tiver que ser calculada por unidade, como no corte seletivo, por exemplo, de espécie protegida ou ameaçada de extinção, sugerimos uma UR chamada de EP (Espécie Protegida) com índice 3.

Ainda em função do grau de importância das florestas nativas de acordo com o estágio sucessional (ES) em que se encontram as formações florestais atingidas pelo dano, sugeriu-se a multiplicação do VI pelos seguintes índices, segundo sua relevância ecológica: 0,5 para formação florestal em estágio Inicial de Regeneração Natural; 1,1 para estágio Médio de Regeneração Natural; 1,3 para estágio Avançado de Regeneração Natural, 1,5 para floresta Primária; e 1,0 para mensuração em unidades.

O índice de 0,5 para floresta em estágio inicial de regeneração natural se justifica pelo fato de o dano ambiental cometido neste tipo de vegetação ser menos impactante do que em estágios florestais mais avançados, assim como em florestas primárias, e de gerar uma quantidade de matéria-prima florestal em quantidades bem inferiores às demais formações florestais mais avançadas. Além disso, apesar do infrator ter suprimido esta vegetação sem licenciamento florestal, o que caracteriza o delito, esta atividade, desde que localizada fora de Área de Preservação Permanente, seria passível de licenciamento pelo órgão competente. Já para vegetação em estágios médio, avançado e de floresta primária, as restrições quanto ao manejo aumentam, assim como seu grau de importância ecológica e funcional e o volume comercial de matéria-prima florestal gerado por ha na medida em que aumenta seu estágio de regeneração. Da mesma forma, propuseram-se índices de aumento gradativo na valoração do dano cometido em cada tipo de formação florestal.

Há uma particularidade referente à valoração de danos a serem mensurados por unidade, seja em metro cúbico, estéreo ou a própria unidade, como por exemplo, 1 (uma) motosserra. Nestes casos, sugerimos o uso do fator 1, de modo que não interfira no valor de VI.

Outro dado importante, de uso direto e perfeitamente mensurável e aplicável nas fórmulas de valoração de dano ambiental é o custo de reposição da floresta (CR). Sua acuidade decorre da discrepância que existe entre seu custo e o dano cometido, uma vez que o real valor de uma floresta é imensurável e que um dano cometido contra uma floresta primária, embora seja mais grave que um realizado em uma floresta secundária em estágio inicial de regeneração, possui custo de recuperação bem menor, pois seu simples cercamento seria suficiente, devido à resiliência e ao banco de sementes existente no local, enquanto que uma área em estágio inicial de regeneração não possui tais fatores. Desta forma, buscou-se equilibrar o dano cometido com o custo de recuperação da área, determinando um valor padrão para todos os tipos de delitos ambientais. O valor médio do custo por hectare para a implantação de um Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) pode variar de acordo com o tipo de solo, declividade e disponibilidade ou não de maquinário agrícola para sua implantação. Diante disso, mensuraram-se os valores para implantação manual e mecanizada, conforme a tabela 3.

Para a inserção do custo de reposição na fórmula, propõe-se a utilização do valor referente ao custo mecanizado (R\$ 13.376,35), pois na maioria das situações este método poderá ser aplicável.

Cabe ressaltar que os valores resultantes da tabela 3 foram mensurados considerando-se a forma de recuperação da área pelo método de plantio convencional de mudas florestais. O PRAD convencional refere-se a um processo de recuperação, com a utilização de técnicas de implantação (reflorestamento), por meio da introdução de espécies sob enfoque determinístico, ou seja, as espécies e o número de mudas são previamente determinados pelo técnico responsável. Somente depois é que começa o recrutamento ao acaso de outras espécies provenientes dos fragmentos florestais próximos, dando início a um processo mais estocástico ou probabilístico e promovendo a regeneração espontânea de espécies locais (Engel e Parrota, 2001; Ceccon, 2013). O plantio de mudas é o procedimento mais recomendado economicamente por proporcionar um restabelecimento mais acelerado dos processos ecológicos, com acumulação de folheto, ciclagem de nutrientes e retorno e aumento da fauna (Carlo *et al.*, 2003; Ruiz-Jaén e Aide, 2005; Hüller *et al.*, 2009; Hüller, 2011). Embora existam outras técnicas usadas na restauração de áreas degradadas, somente a regeneração espontânea, a semeadura direta e a nucleação podem não dar resultados satisfatórios devido à incidência de espécies invasoras e competidoras e às alterações na paisagem e no solo (Coelho, 2010). Para otimizar a técnica de plantio convencional de mudas, sugere-se ainda a inclusão do método sucessional, optando-se pelas espécies mais adequadas de acordo com seu estágio de sucessão ecológica como pioneiras, secundárias e climáticas ou tolerantes (Kageyama e Gandara, 2000).

Tabela 3. Custos de implantação de um PRAD – Projeto de Recuperação de Área Degradada em 1 ha. Valores expressos em R\$ e U\$\$ e obtidos entre os meses de agosto e novembro de 2014. Custos estratificados em: operação manual e mecanizada.

<b>PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA – 1 HA</b>		
Plantio e manutenção pelo período de 4 anos – Espaçamento: 3x3m = 1.111 mudas/ha		
<b>Atividades</b>	<b>Manual R\$</b>	<b>Mecanizado R\$</b>
<b>Elaboração do PRAD e monitoramento técnico</b>		
Elaboração do PRAD por profissional habilitado	900,00	900,00
Emissão de 4 laudos técnicos com vistoria	600,00	600,00
<b>Subtotal 1</b>	<b>1.500,00</b>	<b>1.500,00</b>
<b>Preparo do solo</b>		
Formicida Isca Granulada ( 8 kg/hectare)	87,90	87,90
Aplicação do formicida (2 H/D)	150,00	150,00
Alinhamento e roçada na linha de plantio (12 H/D)	900,00	
Coveamento (18,5 H/D)	1.387,50	
Subsolagem na linha de plantio (4 H/M)		608,00
<b>Subtotal 2</b>	<b>2.525,40</b>	<b>845,90</b>
<b>Cercamento da área de plantio</b>		
Mão de obra (2,5 H/D)	187,50	187,50
Arame da cerca – farpado (1.600m)	926,25	926,25
Moirões de eucalipto (50un: 2,3m x 15cm x 15cm)	1.518,00	1.518,00
<b>Subtotal 3</b>	<b>2.631,75</b>	<b>2.631,75</b>
<b>Plantio das mudas</b>		
Custo das mudas (1.111 mudas nativas diversas)	1.652,90	1.652,90
Plantio das mudas (13 e 6,5 H/D)	975,00	487,50
Adubação (100gr por muda)	193,32	193,32
Aplicação de adubo (H/D)	75,00	75,00
Tutoramento (1.111 estacas)	333,30	333,30
Mão de obra p/ tutoramento (2 H/D)	150,00	150,00
<b>Subtotal 4</b>	<b>3.379,52</b>	<b>2.892,02</b>
<b>Manutenção pelo período de 4 anos</b>		
4 operações de coroamento (55 H/D)	4.125,00	4.125,00
4 controle de formigas (6 H/D + formicida)	537,90	537,90
1 roçada na linha de plantio (8 H/D ou 3 H/M)	600,00	456,00
Replantio (20% = 222 mudas)	275,28	275,28
Mão de obra para replantio (1,5 H/D)	112,5	112,5
<b>Subtotal 5</b>	<b>5.650,68</b>	<b>5.506,68</b>
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>15.687,35</b>	<b>13.376,35</b>
<b>TOTAL (U\$)</b>	<b>6.403,00</b>	<b>5.459,73</b>

\* Homem dia (H/D) = R\$ 75,00; \*\* Hora/máquina (H/M) = R\$ 152,00; \*\*\* Muda florestal = R\$ 1,24.

Por isso, para a aprovação dos projetos decorrentes de danos ambientais pela equipe do DBIO/SEMA, exige-se que se faça o abandono ou isolamento da área, buscando facilitar o processo de regeneração natural juntamente com o estabelecimento do plantio das mudas nativas. Cabe salientar que os custos de reposição florestal ou recuperação de uma área degradada podem apresentar diferentes valores conforme o uso de técnicas e os objetivos que se pretendem alcançar. Os custos de um projeto podem variar em torno de US\$ 5.000,00 para estratégias de implantação

com plantio de mudas a US\$ 1.400,00 e US\$ 1.800,00 para estratégias de regeneração natural e semeadura direta, respectivamente (Martins, 2009).

Disponibilizar informações sobre os custos de adequação ambiental dessas áreas é imprescindível para que a opinião pública cobre uma maior presença do Estado tanto no sentido de direcionar as ações dos agricultores como no desenvolvimento de políticas públicas que os incentive a adotar práticas conservacionistas em suas propriedades (Sarcinelli *et al.*, 2008).

A tabela 4 apresenta os principais danos ambientais cometidos contra a flora no RS, com a respectiva valoração pecuniária conforme a metodologia de cálculo proposta neste trabalho. Na primeira coluna, da esquerda para a direita, descreveram-se os principais danos ambientais cometidos na região de abrangência do DBIO/SEMA de Santa Rosa no período de 1998 a 2008 (Bergmann e Hüller, 2011). Na segunda coluna, observam-se os valores pecuniários descritos no Decreto Federal nº 6.514/08, que são utilizados pelos órgãos ambientais componentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente em todo o país para o enquadramento durante a lavratura de autos de infrações ambientais. Por fim, na terceira coluna projetaram-se os valores propostos para o indicador (Valor Inicial), que levou em consideração uma unidade de amostra de 1 ha, considerando que os danos fossem relativos a uma fração de área degradada ou mensurados por unidade. Como áreas especialmente protegidas são de maior importância e com maior restrição quanto ao manejo, considerou-se imprescindível que a valoração também acompanhasse esta escala. Por exemplo, segundo o Decreto Federal nº 6.514/08, a multa mínima a ser aplicada por um dano ambiental cometido em 100 m<sup>2</sup> em APP é de R\$ 5.000, enquanto se for fora de APP o valor é de R\$ 300,00.

Tabela 4. Relação de danos ambientais cometidos contra a flora no RS com a respectiva valoração pecuniária relativa ao Decreto Federal nº 6.514/08 e já a proposta de valoração de dano ambiental contra a flora no estado do Rio Grande do Sul.

Dano cometido	Adaptado de: Decreto Federal nº 6.514/08 (R\$)	Proposta de Valoração de Dano Ambiental (R\$)
1- <u>Destruir ou danificar</u> florestas ou demais formas de vegetação natural em APP.	R\$ 5.000,00 a R\$ 50.000,00, por ha/fração.	<b>24.621,00/ha + 3UR</b>
2 – <u>Destruir ou danificar</u> florestas ou demais formas de vegetação natural fora de APP e RL, <u>sem autorização prévia</u> , ou sem observar os requisitos técnicos estabelecidos em PMFS ou em desacordo com a autorização.	R\$ 1.000,00 por ha/fração	<b>24.621,00/ha + 1UR</b>
3 – <u>Destruir ou danificar</u> floresta demais formas de vegetação natural ou de espécies nativas plantadas, <u>em área de RL ou servidão florestal</u> , de domínio público ou privado.	R\$ 5.000,00 por ha/fração	<b>24.621,00/ha + 2 UR</b>
4 – <u>Destruir ou danificar</u> florestas ou qualquer tipo de vegetação nativa, objeto de especial preservação, <u>não passíveis de autorização</u> para exploração ou supressão.	R\$ 6.000,00 por ha/fração	<b>24.621,00/ha + 2 UR</b>
5 – <u>Impedir ou dificultar a regeneração natural</u> de florestas ou demais formas de vegetação nativa em UCs ou outras áreas especialmente protegidas, quando couber, APP ou RL, banhados, áreas úmidas ou demais locais.	R\$ 5.000,00 por ha/fração	<b>24.621,00/ha + 3 ou 2 UR</b>
6 – <u>Cortar árvores em APP</u> ou espécie <u>especialmente protegida</u> .	R\$ 500,00 por um ou m <sup>3</sup>	<b>R\$ 150,00/un + 2 UR</b>
7 – <u>Cortar árvores fora de APP ou RL</u> ou deixar de cumprir a reposição florestal obrigatória.	R\$ 300,00 por un, estéreo, quilo, mdc ou m <sup>3</sup>	<b>R\$ 150,00/un + 1UR</b>
8 – <u>Destruir, danificar, lesar ou maltratar</u> , por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia.	R\$ 100,00 a R\$1.000,00 por unidade ou m <sup>2</sup>	<b>R\$ 150,00/un + 1 UR</b>
9 – <u>Transformar madeira nativa em carvão</u> , para fins industriais, energéticos ou para qualquer outra exploração, econômica ou não.	R\$ 500,00 por m <sup>3</sup> de carvão-mdc.	<b>R\$ 150,00/un + 1UR</b>
10 – <u>Receber ou adquirir</u> , (vender, expor à venda, ter em depósito, transportar ou guardar) para fins comerciais ou industriais, madeira serrada ou em tora, lenha, carvão ou outros produtos de origem vegetal.	R\$ 300,00 por un, estéreo, quilo, mdc ou m <sup>3</sup> .	<b>R\$ 150,00/un bruta ou R\$ 1.500,00/un beneficiada + 1 UR</b>
11 – <u>Comercializar, portar ou utilizar motosserra</u> em florestas ou demais formas de vegetação natural.	R\$ 1.000,00 por un	<b>R\$ 150,00/un + 1UR</b>
12 – Danos cometidos acima, com o <u>Uso do fogo</u> :	Os valores serão <u> aumentados pela metade (+50%)</u>	<b>* (1 a 12) + 50% + UR</b>
13 – Fazer <u>uso de fogo</u> em áreas agropastoris.	R\$ 1.000,00 por h/fração	<b>R\$ 1.000,00 + UR</b>

Em situações específicas, como no caso do uso do fogo em áreas agropastoris, que não possui referência no inventário florestal contínuo, estipulou-se um valor apenas em referência ao Decreto Federal nº 6.514/08.

A aplicabilidade da fórmula proposta pode ser visualizada na situação hipotética do seguinte dano ambiental: “*Supressão de vegetação nativa Secundária em Estágio Avançado de Regeneração Natural, sem licença do órgão ambiental competente, fora de APP, em uma fração de 1,0 hectare.*”

Aplicando a fórmula, tem-se:

$$\text{VDA} = \text{VI.UR.ES} + \text{CR}$$

$$\text{VDA} = \text{VI}(\text{ha}) * \text{UR} * \text{ES} + \text{CR}(\text{ha})$$

$$\text{VDA} = 24.565,50 * 1 * 1,3 + 13.376,35$$

$$\text{VDA} = 31.935,15 + 13.376,35$$

$$\text{VDA} = \text{R\$ } 45.311,50$$

Este valor parece ser elevado, porém, ao se analisar que o infrator extraiu matéria-prima florestal desta área e que o custo de reposição para a sua recuperação já está embutido, o valor é coerente com a situação. Em termos comparativos, o custo médio anual para repor a qualidade de um corpo hídrico na região de Palmas/TO, por exemplo, é de aproximadamente R\$ 73.472,20 (Magalhães Filho *et al.*, 2012). Já para uma simulação de dano ambiental por exploração ilegal de 56 estéreos de lenha em APP, Cardoso (2000) propunha, através de seu método de valoração de dano ambiental, na época, um valor de R\$ 57.400,00. Se considerar-se uma correção monetária neste período de aproximadamente 6% ao ano, ter-se-á atualmente um valor aproximado de R\$ 105.616,00.

Cabe ressaltar, porém, que se fossem mencionados índices considerando-se os demais elementos que compõem os ecossistemas e os serviços ambientais prestados pela natureza, certamente estes valores seriam muito mais elevados.

## CONCLUSÕES

A valoração de danos ambientais cometidos contra a flora pode ser calculada por meio do método de custo direto, incluindo-se fatores de correção que consideram o potencial ecológico e a proteção legal de uso do solo.

O método aqui apresentado através da fórmula ( $\text{VDA} = \text{VI.UR.ES} + \text{CR}$ ) é aplicável em todo o estado do Rio Grande do Sul, podendo ser utilizado nas demandas do DBIO/SEMA, assim como também por outros órgãos ambientais componentes do SISNAMA, demais profissionais, membros da academia e como referência para a instrução da valoração ambiental em processos judiciais.

O custo para a implantação de um PRAD com monitoramento pelo período de quatro anos aqui apresentado tem aplicação real e é inversamente proporcional ao dano cometido, dependendo da resiliência da área e do estágio sucessional da vegetação da mesma.

## REFERÊNCIAS

BENJAMIN, A. H. V. 1998. Responsabilidade civil pelo dano ambiental. **Revista de direito ambiental**, 9(3):5-52.

BERGMANN, M.; HÜLLER, A. **Diagnóstico dos danos ambientais cometidos contra a flora na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul**. In: VIII SINRAD - SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS - REABILITAÇÃO E RESTAURAÇÃO DOS BIOMAS BRASILEIROS, 2010, Guarapari-ES. p. 76-86.

BISHOP, J. T. 1999. **Valuing forest: a review of methods and applications in Developing Countries**. Disponível em: <<http://www.elaw.org/system/files/Valuing.Forests.Developing.Countries.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2014.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 033, de 07 de dezembro de 1994. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=174>>. Acesso em: 10 out. 2014.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 14 out. 2014.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.605/1998, de 21 de fevereiro de 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)>. Acesso em: 10 out. 2014.

BRASIL. Decreto Federal Nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)>. Acesso em: 10 out. 2014.

CARDOSO, A. R. A. A. **Degradação Ambiental e seus valores econômicos associados - uma Proposta**. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Porto Alegre, RS. 25p. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/vi-009.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2014.

CARLO, T. A.; COLLAZZO, J. A.; GROOM, M. J. 2003. Avian fruit preferences across a Puerto Rican forested landscape: pattern consistency and implications for seed removal. **Oecologia**, **134**(1):119-131.

CECCON, E. 2013. **Restauración en bosques tropicales**: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. México: Ediciones Díaz de Santos. 289p.

COELHO, G. C. 2010. Restauração florestal em pequenas propriedades: desafios e oportunidades. In: A. Hüller (Org.). **Gestão Ambiental nos municípios**: instrumentos e experiências na administração pública. Santo Ângelo: FURI, p. 195-215.

CORREA, R. S.; SOUZA, A. N. 2013. Valoração de danos indiretos em perícias ambientais. **Revista Brasileira de Criminalística**, **2**(1):7-15.

COVINGTON, W. et al. 1999. **Ecosystem restoration and management**: scientific principles and concepts. Disponível em: <[http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/misc\\_covington.pdf](http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/misc_covington.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2014.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. 2001. An avaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo state, Brasil. **Forest Ecology and Management**, **152**(1):169-181.

GOMIDE, G. L. A. 1997. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no estado do Amapá**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Paraná-PR, 174p.

HÜLLER, A. et al. 2009. A comparative study of four tree species used in riparian forest restoration along Uruguay River, Brazil. **Revista Árvore**, **33**(2):297-304.

HÜLLER, A. 2011. **Restauração florestal através da semeadura direta de duas espécies nativas**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 75p.

**INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO DO RS**. 2001. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>>. Acesso em: 10 out. 2014.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. 2000. Recuperação de áreas ciliares. In: R. R. Rodrigues; H. F. Leitão Filho. (Eds.). **Matas ciliares**: uma abordagem multidisciplinar. São Paulo: EDUSP, FAPESP, p. 249-269.

MAGALHÃES FILHO, L. N. L. et al. 2012. Valoração de danos ambientais em corpos hídricos: o caso do assoreamento do Ribeirão Taquaruçu Grande no município de Palmas-TO. **RCA - Revista de Ciências Ambientais**, 6(1):73-86.

MAGLIANO, M. M. 2012. De quanto é o rombo ambiental no Brasil? **Perícia Federal**, 13(29):8-13.

MARTINS, S. V. 2009. **Recuperação de áreas degradadas**: ações em áreas de preservação permanente, Voçorocas, Taludes Rodoviários e de Mineração. Juiz de Fora, MG: Aprenda Fácil, 270p.

RUIZ-JAÉN, M. C.; AIDE, T. M. 2005. Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. **Forest Ecology and Management**, 218(11):159-173.

SARCINELLI, M.; MARQUES, J. F.; ROMEIRO A. R. 2008. Custo de Adequação Ambiental das Áreas de Vegetação Ripária: estudo de caso na Microbacia do Córrego Oriçanguinha. **Informações Econômicas**, 38(10):70-79.

STEIGLEDER, A. M. 2004. **Responsabilidade civil ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 219p.

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

WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY BOARD, **Natural capital Project**. 2004. Valuing ecosystem services: toward better environmental decision-making. Washington, DC: The National Academies Press. Disponível em: <<http://www.naturalcapitalproject.org>>. Acesso em: 10 out. 2014.