

**COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS
COM A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE: ESTUDO DE CASO DA EXPLORAÇÃO DE
GRANITO NO NORTE DE MINAS GERAIS**

REALIZAÇÃO

RESUMO

A avaliação de danos ambientais é tarefa árdua. A fim de ratificar o valor a ser apresentado, em qualquer trabalho de valoração, sempre que possível, é oportuna a comparação ou até mesmo o questionamento dos resultados obtidos. Ao calcularmos a valoração econômica de dano ambiental faz-se necessário o emprego de dois ou mais métodos. Neste trabalho serão apresentadas duas metodologias: HEA (Habitat Equivalency Analysis) com a utilização do software Visual HEA e DEPRN, com suas respectivas aplicações em um estudo de caso, o qual corresponde à quantificação dos valores necessários para reparar o meio ambiente em área em que houve a exploração não autorizada de granito. A exploração dessa rocha foi realizada nas fazendas Paraíso e Bom Bosco, localizadas no município do Norte de Minas Gerais. Como conclusão, a partir dos valores obtidos, é confirmada a importância da adoção de pelo menos dois métodos para a avaliação de danos ambientais, transmitindo confiabilidade a todos envolvidos.

Palavras-chave: DEPRN, Meio Ambiente, Supressão de Vegetação Natural, Valoração Econômica, Visual HEA.

ABSTRACT

Assessing environmental damage is an arduous task. In order to ratify the value to be presented, in any valuation work, whenever possible, it is opportune to compare or even question the results obtained. When calculating the economic valuation of environmental damage, it is necessary to use two or more methods. In this work, two methodologies will be presented: HEA (Habitat Equivalency Analysis) with the use of the Visual HEA software and DEPRN, with their respective applications in a case study, which corresponds to the quantification of the necessary values to repair the environment in an area where there was unauthorized exploitation of granite. The illegal exploitation of this rock was carried out at the Paraíso and Bom Bosco farms, located in the municipality of Northern Minas Gerais. In conclusion, based on the values obtained, the importance of adopting at least two methods for assessing environmental damage is confirmed, transmitting reliability to all involved.

Keywords: DEPRN, Environment, Clearance of Natural Vegetation, Economic Valuation, Visual HEA.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação de danos ambientais sempre será tarefa complexa. Não conhecemos as relações entre dose e efeito.

Não conhecemos sequer estas relações de uma única substância para todas as espécies.

Criamos substâncias todos os dias. Não conhecemos todas as espécies.

Não conhecemos todos os efeitos da perda ou diminuição de uma população qualquer sobre os ecossistemas.

“A crescente industrialização tem causado um aumento na poluição. O nível de degradação dos bens ambientais atingiu tão acelerado que a qualidade de vida encontra-se comprometida para o seu das futuras gerações. As questões relacionadas à devastação do meio ambiente atingiram tal proporção, que hoje representam um grande desafio à sobrevivência e ao bem-estar da humanidade.”, segundo Ana Carolina Valério Nadalini IBAPE-SP (2011).

Em razão do referido aumento, faz-se necessário o constante estudo a fim de minimizar os impactos causados ao meio ambiental. Considerando ainda a dificuldade em erradicar os danos ambientais, importante entender e conseguir avaliá-lo com o intuito de, ao menos, punir aqueles que provocaram tal prejuízo.

De acordo com o subitem 3.2 da ABNT 14653-6:2008, impacto ambiental é *“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais”*.

Segundo ARANTES (2009):

“Ocorrerá dano ambiental, toda vez que se observar alteração negativa ao bem jurídico meio ambiente, constituído pelo meio ambiente natural, meio ambiente artificial e o meio ambiente cultural. A partir do momento em que este dano atinge direta ou indiretamente uma comunidade, temos configurado o dano moral e ambiental coletivo.

Característica importante do dano ambiental é a pluralidade de vítimas, ainda que, em alguns casos, possa atingir, também, uma pessoa ou um conjunto de pessoas individualizáveis.

Todavia, em qualquer situação será sempre vítima a coletividade, em razão do conceito de bem ambiental, trazido pela própria CF/88, como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.

Sempre que houver dano tecnicamente irreversível a bens ambientais culturais, a par de indenização devida em razão da perda total ou parcial do bem - dano patrimonial ambiental - será devida, adicionalmente, indenização à coletividade pelos danos morais ambientais decorrentes do mesmo fato, os quais são presumidos”.

De acordo com o subitem 3.7 da ABNT 14653-6:2008, valoração ambiental é “identificação do valor de um recurso ambiental ou do custo de reparação de um dano ambiental”.

1.1. Estimativa do Valor Mínimo

Se existem danos, existe um dano mínimo. Por exemplo, existem curvas dose-resposta para um número enorme de substâncias poluentes para os humanos. Existem relações entre poluição atmosférica e doenças respiratórias em algumas cidades. Podemos fazer analogias e quantificar um dano mínimo. Atribui-se um valor mínimo aos recursos naturais. Os danos passarão a ter um custo associado.

1.2. Operações Normais

Focaliza-se a taxa de consumo de recursos naturais e de degradação ambiental causados pelo empreendimento. O consumo, em si, de recursos naturais pode ser obtido diretamente do processo produtivo, e passado para os modelos de valoração.

1.3. Acidentes

Faz-se necessária a identificação quanto à extensão do dano e à bioabrangência.

O tamanho da área destruída já é um dado para os modelos de valoração em termos de perdas diretas (madeira queimada, por exemplo). Já as perdas de biodiversidade podem ser obtidas de forma indireta (estimativas) e direta (análise do comportamento da poluição).

2. METODOLOGIA

Em relação à metodologia, têm-se algumas publicações além da ABNT NBR 14653-6:2008 referentes ao tema: valoração econômica do dano ambiental, como por exemplo: As Diretrizes para Valoração de Danos Ambientais publicada pelo Conselho Nacional do Ministério Público.

De acordo com essa publicação, a tarefa de valoração é árdua: “A temática da valoração econômica do dano ambiental é um grande desafio, uma vez que traz

discussões filosóficas, acadêmicas e práticas sobre a precificação dos componentes do meio ambiente e dos atributos da qualidade de vida que são, na maioria das vezes, inestimáveis por não estarem inseridos em um mercado. No entanto, apesar das dificuldades, o assunto precisa ser enfrentado porque a efetividade do direito fundamental ao ambiente ecologicamente equilibrado exige uma solução para a reparação de danos materiais que não possam ser objeto de uma restauração ou recuperação específica". (CNMP, 2021).

Assim sendo, é importante conhecermos tais metodologias para valoração dos danos ambientais. A ABNT NBR 14653-6:2008, classifica os métodos em dois tipos:

"- métodos diretos: utilizam mercados de bens e serviços substitutos e complementares, ou mercados hipotéticos para medir as variações de bem-estar diretamente da demanda dos indivíduos pela qualidade ambiental;

- métodos indiretos: valoram os benefícios ambientais usando os custos evitados, relacionados indiretamente com as mudanças na qualidade ambiental, sem estarem diretamente relacionados com uma alteração de bem-estar, medida pela disposição a pagar ou a receber dos indivíduos". (ABNT NBR 14653-6:2008).

Ainda de acordo com o material publicado pelo CNMP citado anteriormente, tem-se que: "A NBR 14653-6, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dedica-se a estabelecer métodos para a avaliação de recursos naturais e ampara-se na formulação VERA e nos métodos formulados a partir da Economia do Ambiente. A norma não foi concebida para a valoração de danos ambientais, mas sim para identificar valores associados aos recursos naturais para avaliação de imóveis urbanos e rurais. Essa percepção é muito importante, para que se perceba o caráter reducionista das metodologias, incapazes de aferir todos os valores eventualmente associados aos bens ambientais lesados. A norma adota os métodos descritos por Motta, no Manual de Valoração Econômica de Recursos Ambientais que foi elaborado para o Ministério do Meio Ambiente em 1998". (CNMP, 2021).

Reportamo-nos ao apresentado pelo MPMG na Revista do Ministério Público de Minas Gerais - Edição Especial: Meio Ambiente:

*"A partir dos fatos apresentados, pode-se afirmar que a sistemática inovadora descrita neste estudo aumenta a qualidade dos resultados da valoração monetária do dano ambiental. **O emprego de dois ou mais métodos para avaliar determinado caso aumenta a confiabilidade do resultado final** e, desse modo, facilita a tomada da decisão, técnica e legal, quanto ao valor do dano oriundo do caso investigado". (grifo nosso).*

Face ao exposto, iremos tratar neste trabalho técnico sobre alguns métodos específicos para valoração de danos ambientais. No capítulo seguinte, será apresentado um estudo de caso a fim de conhecer tais métodos na prática.

2.1. Método HEA (Habitat Equivalency Analysis)

De acordo com o tutorial do software Visual-HEA, tem-se que: “As suposições feitas em relação ao histórico de tempo de serviços perdidos e ganhos formam o núcleo dos cálculos de HEA. O Visual_HEA permite que o usuário modifique rapidamente esses históricos de tempo e analise vários cenários de lesões e compensatórios. Ao especificar o histórico de tempo da lesão e ação compensatória, uma suposição importante no HEA é se os serviços perdidos ou ganhos continuam ou não em perpetuidade. Essa suposição pode ter um efeito significativo no tamanho calculado do local de substituição”.

Utiliza-se o método do custo de reposição em combinação com a abordagem do *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). O método do custo de reposição busca calcular os gastos que seriam necessários para promover a completa restauração das funções ecossistêmicas de um recurso ambiental que sofreu algum tipo de degradação. Entretanto, é preciso compreender que os serviços ecossistêmicos desperdiçados em decorrência do dano ambiental caracterizam-se como um fluxo de recursos que vai sendo perdido pela sociedade ao longo do tempo e só é recuperado após a completa restauração do recurso natural afetado. Assim, a função ecossistêmica é perdida tanto no ano em que ocorre a sua efetiva degradação como nos anos subsequentes, inclusive ao longo do processo de restauração do habitat (dado o tempo transcorrido para o habitat degradado atingir sua capacidade máxima).

A metodologia do *Habitat Equivalency Analysis* (HEA) é uma maneira de determinar o volume de compensação necessário (em termos de área a ser restaurada) para se prover os serviços ecossistêmicos equivalentes a toda a perda de recursos naturais no ínterim entre a degradação e a sua completa restauração. O método HEA foi desenvolvido pelo *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) como uma forma de calcular compensações por danos ambientais e é uma técnica largamente utilizada em estudos científicos.

A ideia do método é que para um habitat natural degradado ser adequadamente compensado é necessário que o valor da perda de serviços ecossistêmicos que ocorrem ao longo do tempo seja exatamente igual ao valor dos serviços ecossistêmicos que devem ser repostos ao longo do tempo. Como discutido anteriormente, os serviços ecossistêmicos perdidos como consequência de um dano ambiental constituem-se um fluxo de perdas para a sociedade e, portanto, precisam ser descontados no tempo. Assim, de acordo com PENN e TOMASI (2002), o valor total do serviço ecossistêmico perdido em decorrência de um dano ambiental pode ser calculado através da seguinte equação:

$$\text{Equação 1: } L = V_L \times \sum_{t=i}^B A_t \times (1 + d)^{(T-t)}$$

Onde:

REALIZAÇÃO

V_L é o valor econômico por hectare do serviço ecossistêmico perdido no habitat em questão;

A_t é o número de hectares do habitat degradado no ano t ;

d é a taxa de desconto;

i é o ano em que o dano se iniciou;

B é o em que o habitat retorna ao seu nível inicial de preservação;

T é o ano-base (em que se inicia a reivindicação judicial, por exemplo).

Já o valor do serviço ecossistêmico a ser ganho devido a reposição ou restauração da área degradada pode ser calculado por uma expressão semelhante:

$$\text{Equação 2: } G = V_L \times \sum_{t=j}^M S_t \times (1 + d)^{(T-t)}$$

Onde:

S_t é o número de hectares fornecidos devido a restauração da área degradada no ano t ;

j é o ano em que a restauração se inicia;

M é o ano em que o habitat se encontra completamente restaurado;

T é o ano-base;

d é a taxa de desconto.

Igualando a equação (1) a equação (2) e resolvendo para S_t obtém-se exatamente o número de hectares que precisam ser repostos para que ocorra uma real compensação do habitat degradado. Observa-se que a metodologia do HEA considera a dinâmica temporal do dano ambiental. Ou seja, incorpora o custo de oportunidade (em termos de serviços ecossistêmicos) que a sociedade enfrenta no intervalo de tempo que vai desde a data do dano ambiental até a sua completa restauração.

Após o cálculo do número de hectares que precisam ser repostos para uma efetiva compensação da área degradada por meio do HEA, o último passo para obter o valor econômico do dano ambiental é multiplicar essa variável pelo valor monetário associado a restauração de um hectare do habitat degradado, o qual será obtido através do método de custo de reposição.

De acordo com ARANTES (2009), o custo de reposição:

“Objetiva o cálculo da perda de fertilidade deste solo, por esta metodologia, tem por fito a recuperação desta fertilidade, repondo seus nutrientes e, por conseguinte sua capacidade produtiva. Esta metodologia não observa o valor econômico do solo enquanto recurso ambiental”.

Para encontrar o número de hectares que precisam ser restaurados de modo a compensar o dano ambiental em questão, aplica-se a metodologia do *Habitat Equivalency Analysis* (HEA) considerando as informações apuradas. Conforme a equação (1) e (2), para o cálculo do HEA, deve-se definir os seguintes parâmetros: razão entre o nível do serviço ecossistêmico ofertado antes do dano e o nível de serviço ecossistêmico ofertado após a completa restauração do recurso ambiental, taxa de desconto, nível do serviço ecossistêmico ofertado antes e após o dano ambiental (em porcentagem), ano de referência (ou ano-base), ano de ocorrência do dano ambiental, tamanho da área degradada (em hectares), ano de início do processo restaurativo e, por último, tempo para a recuperação completa do habitat degradado.

2.2. Método DEPRN

A metodologia DEPRN foi desenvolvida pelo Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais do Estado de São Paulo. *“O método proposto é simples e de fácil de aplicação. O modelo de valoração econômica do dano ambiental inclui o custo de recuperação do impacto, o valor de exploração dos bens afetados e um conjunto de critérios, utilizados para qualificar os agravos do dano”.* (GALLI, 1996)

Os critérios de avaliação do dano, ou seja, para estimar o valor monetário do dano, são apresentados em duas tabelas. Na **Tabela Descrição e qualificação dos agravos associados à tipologia do dano e aspectos ambientais estabelecidos no modelo** divide-se o meio ambiente em seis componentes: ar; água; solo e subsolo; fauna; flora e paisagem. Para cada componente, considera-se dois tipos de dano e, para cada tipo de dano, são aplicados os critérios de qualificação dos agravos associados aos danos.

Na vistoria de campo, inicialmente, identificam-se os aspectos ambientais afetados, e a tipologia do dano, para cada um deles. Em seguida, qualificam-se os agravos utilizando critérios preestabelecidos. A tipologia do dano e os critérios de qualificação dos agravos são determinados para cada um dos aspectos identificados na vistoria. Na Imagem 1 (Tabela Descrição e qualificação dos agravos associados à tipologia do dano e aspectos ambientais estabelecidos no modelo) estão apresentados os aspectos ambientais considerados, tipologia do dano e os critérios de qualificação dos agravos.

Dessa forma, após a identificação e qualificação do dano, o perito ambiental avaliador obterá, para cada aspecto, o índice de qualificação dos agravos correspondente ao dano ambiental em análise. Na sequência, os índices de agravo

obtidos na etapa anterior são multiplicados pelos fatores apresentados na Tabela 1 - Índices de qualificação dos agravos para a valoração do dano. Em seguida, faz-se a soma de todos os fatores para se obter o fator de multiplicação. Finalmente, faz-se o produto do fator de multiplicação e custo de recuperação/exploração, para estimativa de valor do dano ambiental.

A equação utilizada para esse cálculo tem a seguinte fórmula:

$$\text{Equação 3: INDENIZAÇÃO} = \Sigma (\text{Fator de multiplicação}) \times \text{Valor de Recuperação}$$

Tabela 1 – Índices de qualificação dos agravos para a valoração do dano

Aspectos ambientais	Intervalo do índice de qualificação dos agravos				
Ar	≤ 6,8	≤ 13,6	≤ 20,4	≤ 27,2	≤ 34,0
Água	≤ 7,2	≤ 14,4	≤ 21,6	≤ 28,8	≤ 36,0
Solo-subsolo	≤ 7,5	≤ 15,0	≤ 22,5	≤ 30,0	≤ 37,5
Fauna	≤ 6,4	≤ 12,8	≤ 19,2	≤ 25,6	≤ 32,0
Flora	≤ 6,6	≤ 13,2	≤ 19,8	≤ 26,4	≤ 33,0
Paisagem	≤ 8,0	≤ 16,0	≤ 24,0	≤ 32,0	≤ 40,0
Fator de multiplicação	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6

Fonte: GALLI, 1996.

Figura 1 - Tabela Descrição e qualificação dos agravos associados à tipologia do dano e aspectos ambientais estabelecidos no modelo

ASPECTO	TIPO DE DANO	DESCRIÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS							
ATMOSFERA	Impacto causado pela emissão de gases, partículas, agentes biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Proximidade de centros urbanos	Áreas protegidas	Comprometimento do aquífero	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural	
	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Alteração da qualidade do ar	Previsão de reequilíbrio					
ÁGUA	Impacto causado por compostos químicos, físicos, biológico, energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Dano ao solo e/ou subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural	
	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Alteração da classe do corpo hídrico	Alteração da vazão / volume de água	Previsão de reequilíbrio				
SOLO / SUBSOLO	Impacto causado por agentes químicos, físicos, biológicos e energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Assoreamento de corpo hídrico	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural	Objetivando comercialização
	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Alteração na capacidade de uso da terra	Dano ao relevo	Previsão de reequilíbrio				
FAUNA	Dano aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Fêmeas	Objetivando comercialização			
	Importância relativa	Morte ou dano à flora	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio					
FLORA	Dano aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Favorecimento da erosão	Dano ao patrimônio ou monumento Natural	Objetivando comercialização		
	Morte ou dano à fauna	Importância relativa	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio					
PAISAGEM	Dano à paisagem	Áreas e/ou municípios protegidos	Proximidade de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento solo - subsolo - monumento	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Patrimônio Dano ao monumento natural
	Proximidade de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento do solo / subsolo	Morte ou dano à fauna				

Fonte: GALLI, 1996.

Para melhores entendimento e apresentação, os critérios de qualificação dos agravos também serão apresentados em forma de imagens.

Imagem 2 - Critérios de Qualificação dos Agravos - AR

Aspecto	Tipo de Dano	Fator	Descrição dos agravos	Qualificação dos agravos	
A R	Impacto causado pela emissão de gases, partículas, agente biológicos ou energia.	1,0	Toxidade da emissão	Comprovada	3
				Fortes indícios	2
				Suposta	1
			Proximidade de centros urbanos	≥ 60.000 hab, distante até 10 km	2
				≥ 60.000 hab, distante até 25 km	1
			Localização em relação a área protegida	Dentro da área	2
				Sob influência	1
			Comprometimento do aquífero	Comprovado	2
				Suposto	1
			Morte ou dano à fauna	Comprovado	2
				Suposto	1
			Morte ou dano à flora	Comprovado	2
				Suposto	1
			Dano ao patrimônio e/ou monumento natural	Comprovado	2
				Suposto	1
	Impactos na dinâmica atmosférica	1,5	Morte ou dano à fauna	Comprovado	2
				Suposto	1
			Morte ou dano à flora	Comprovado	2
				Suposto	1
			Alteração da qualidade do ar	Emergência	3
				Alerta	2
				Atenção	1
			Previsão de reequilíbrio	Longo prazo/ Alto custo	3
				Médio prazo/ Médio custo	2
				Curto prazo/ Baixo custo	1

Fonte: GALLI, 1996.

Figura 3 - Critérios de Qualificação dos Agravos - ÁGUA

Aspecto	Tipo de Dano	Fator	Descrição dos agravos	Qualificação dos agravos	
Á G U A	Impacto causado por compostos químicos, físicos, biológicos ou energia.	1,0	Toxidade da emissão	Comprovada	3
				Fortes indícios	2
				Suposta	1
			Comprometimento do aquífero	Comprovado	3
				Fortes indícios	2
				Suposto	1
			Localização em relação a área protegida	Dentro da área	3
				Na mesma bacia à montante	2
				Na mesma bacia à jusante	1
			Dano ao solo e/ou subsolo	Comprovado	3
				Fortes indícios	2
				Suposto	1
	Impactos na hidrodinâmica	1,5	Morte ou dano à fauna	Comprovado	2
				Suposto	1
			Morte ou dano à flora	Comprovado	2
				Suposto	1
			Dano ao patrimônio e/ou monumento natural	Comprovado	2
				Suposto	1
			Morte ou dano à fauna	Comprovado	2
				Suposto	1
			Morte ou dano à flora	Comprovado	2
				Suposto	1
			Alteração na classe do corpo hídrico	Comprovado	3
			Alteração na vazão/ volume de água	Significativa	2
				Não significativa	1
			Previsão de reequilíbrio	Longo prazo/ Alto custo	3
				Médio prazo/ Médio custo	2
				Curto prazo/ Baixo custo	1

Fonte: GALLI, 1996.

Figura 4 - Critérios de Qualificação dos Agravos - SOLO E SUBSOLO

Aspecto	Tipo de Dano	Fator	Descrição dos agravos	Qualificação dos agravos	
S O L O E S U B S O L O	Impacto causado por compostos químicos, físicos, biológicos ou energia.	1,0	Toxidade da emissão	Comprovada	3
				Fortes indícios	2
				Suposta	1
			Comprometimento do aquífero	Comprovado	3
				Fortes indícios	2
				Suposto	1
			Localização em relação a área protegida	Totalmente inserido	2
				Parcialmente inserido	1
			Assoreamento de corpos hídricos	Grande intensidade	3
				Média intensidade	2
				Pequena intensidade	1
	Impactos na dinâmica solo/ subsolo	1,5	Morte ou dano à fauna	Comprovado	2
				Suposto	1
			Morte ou dano à flora	Comprovado	2
				Suposto	1
			Dano ao patrimônio e/ou monumento natural	Comprovado	2
				Suposto	1
			Objetivando a comercialização	Atividade principal ou secundária	1
			Morte ou dano à fauna	Comprovado	2
				Suposto	1
			Morte ou dano à flora	Comprovado	2
				Suposto	1
				Em mais de uma classe	3
			Alteração na capacidade de uso da terra	Em uma classe	2
				Na mesma classe de uso	1
			Danos ao relevo	Ocorrido	3
				Grande risco	2
				Pequeno risco	1
			Previsão de reequilíbrio	Longo prazo/ Alto custo	3
				Médio prazo/ Médio custo	2
				Curto prazo/ Baixo custo	1

Fonte: GALLI, 1996.

Figura 5 - Critérios de Qualificação dos Agravos - FAUNA

Aspecto	Tipo de Dano	Fator	Descrição dos agravos	Qualificação dos agravos	
F A U N A	Danos aos indivíduos	1,0	Localização em relação a área protegida	Dentro da área	3
				No raio de ação do animal	2
			Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção	Comprovada	3
				Suposta	2
			Ocorrência de espécies endêmicas	Comprovada	2
				Suposta	1
			Ocorrências de fêmeas	Prenhas ou ovadas	3
				Comprovada	2
				Suposta	1
	Impacto na dinâmica da comunidade	1,5	Objetivando comercialização	Atividade principal	3
				Atividade secundária	2
			Importância relativa da espécie	Não se reproduz em cativeiro	3
				Se reproduz em cativeiro	2
				Criada comercialmente	1
			Morte ou dano à flora	Comprovada	3
				Fortes indícios	2
				Suposta	1
			Alteração dos nichos ecológicos	Comprovada	3
				Fortes indícios	2
				Suposta	1
			Previsão de reequilíbrio	Longo prazo/ Espécies ameaçadas	3
				Médio prazo/ Espécies endêmicas	2
				Curto prazo/ outras espécies	1

Fonte: GALLI, 1996.

Figura 6 - Critérios de Qualificação dos Agravos - FLORA

Aspecto	Tipo de Dano	Fator	Descrição dos agravos	Qualificação dos agravos	
F L O R A	Dano aos indivíduos	1,0	Localização em relação a área protegida	Totalmente inserido	3
				Parcialmente inserido	2
			Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção	Comprovada	3
				Suposta	2
			Ocorrência de espécies endêmicas	Comprovada	2
				Suposta	1
			Favorecimento à erosão	Comprovado	3
				Fortes indícios	2
				Suposto	1
			Dano ao patrimônio e/ou monumento natural	Comprovado	2
				Suposto	1
			Objetivando comercialização	Atividade principal	2
				Atividade secundária	1
	Impacto na dinâmica da comunidade	1,5	Morte ou dano à fauna	Comprovada	3
				Fortes indícios	2
				Suposta	1
			Importância da área	Área > 30x que a área degradada	3
				Área entre 10 e 30x a área degradada	2
				Área até 10x > que a área degradada	1
			Alteração dos nichos ecológicos	Comprovada	3
				Fortes indícios	2
				Suposta	1
			Previsão de reequilíbrio	Longo prazo/ Estágio avançado	3
				Médio prazo/ Estágio médio	2
				Curto prazo/ Estágio inicial	1

Fonte: GALLI, 1996.

Figura 7 - Critérios de Qualificação dos Agravos - PAISAGEM

Aspecto	Tipo de Dano	Fator	Descrição dos agravos	Qualificação dos agravos	
P A I S A G E M	Dano à paisagem	1,0	Localização em relação a área e/ou municípios protegidos	Dentro	3
			Proximidade de centros urbanos	≥ 60.000 hab, distante até 10 km	3
				≥ 60.000 hab, distante até 25 km	2
				≥ 60.000 hab, distante até 50 km	1
			Reversão do dano	Alto custo	3
				Médio custo	2
				Baixo custo	1
			Comprometimento do aquífero	Diretamente relacionado	2
				Não diretamente relacionado	1
			Comprometimento do complexo solo/subsolo	Diretamente relacionado	2
				Não diretamente relacionado	1
			Morte ou dano à fauna	Diretamente relacionado	2
				Não diretamente relacionado	1
			Morte ou dano à flora	Diretamente relacionado	2
				Não diretamente relacionado	1
			Dano ao patrimônio e/ou monumento natural	Tombado pelo CONDEPHAAT ou SPHAM	2
				Não tombado	1
	Dano ao patrimônio cultural, histórico, turístico, arquitetônico e artístico	1,5	Proximidade de centros urbanos	≥ 60.000 hab, distante até 10 km	3
				≥ 60.000 hab, distante até 25 km	2
				≥ 60.000 hab, distante até 50 km	1
			Reversão do dano	Alto custo	3
				Médio custo	2
				Baixo custo	1
			Comprometimento do aquífero	Diretamente relacionado	2
				Não diretamente relacionado	1
			Comprometimento do complexo solo/subsolo	Diretamente relacionado	2
				Não diretamente relacionado	1
			Morte ou dano à fauna	Diretamente relacionado	2
				Não diretamente relacionado	1
			Morte ou dano à flora	Diretamente relacionado	2
				Não diretamente relacionado	1
			Dano ao patrimônio e/ou monumento natural	Tombado pelo CONDEPHAAT ou SPHAM	2
				Não tombado	1

Fonte: GALLI, 1996.

3. ESTUDO DE CASO

No estudo de caso em questão, o objetivo é quantificar os valores necessários para reparar o meio ambiente em área em que houve a exploração não autorizada de granito. A exploração dessa rocha foi realizada nas fazendas Paraíso e Bom Bosco, localizados no município do Norte de Minas Gerais. Apesar da extração de aproximadamente 1.000m³ (mil metros cúbicos) de granito, foi observado que a supressão da vegetação nativa foi o principal elemento de degradação ambiental.

REALIZAÇÃO

Importante destacar que o escopo a ser apresentado trata-se da análise econômica das questões correlatas ao caso concreto, sem a pretensão de tecer considerações acerca das eventuais divergências jurídicas inerentes ao feito.

3.1.1. HEA

O HEA seria aplicável em se tratando de poluição e/ou contaminação de meio aquático. O HEA é altamente dependente dos dados de entrada. Por isso, a adoção de parâmetros não-conformes oferece resultados reconhecidamente majorados, se inicialmente amplificados.

A área denunciada corresponde a 5,00 ha (cinco hectares). Entretanto, conforme será demonstrado a seguir, mais de 60% desta já havia sido recuperada.

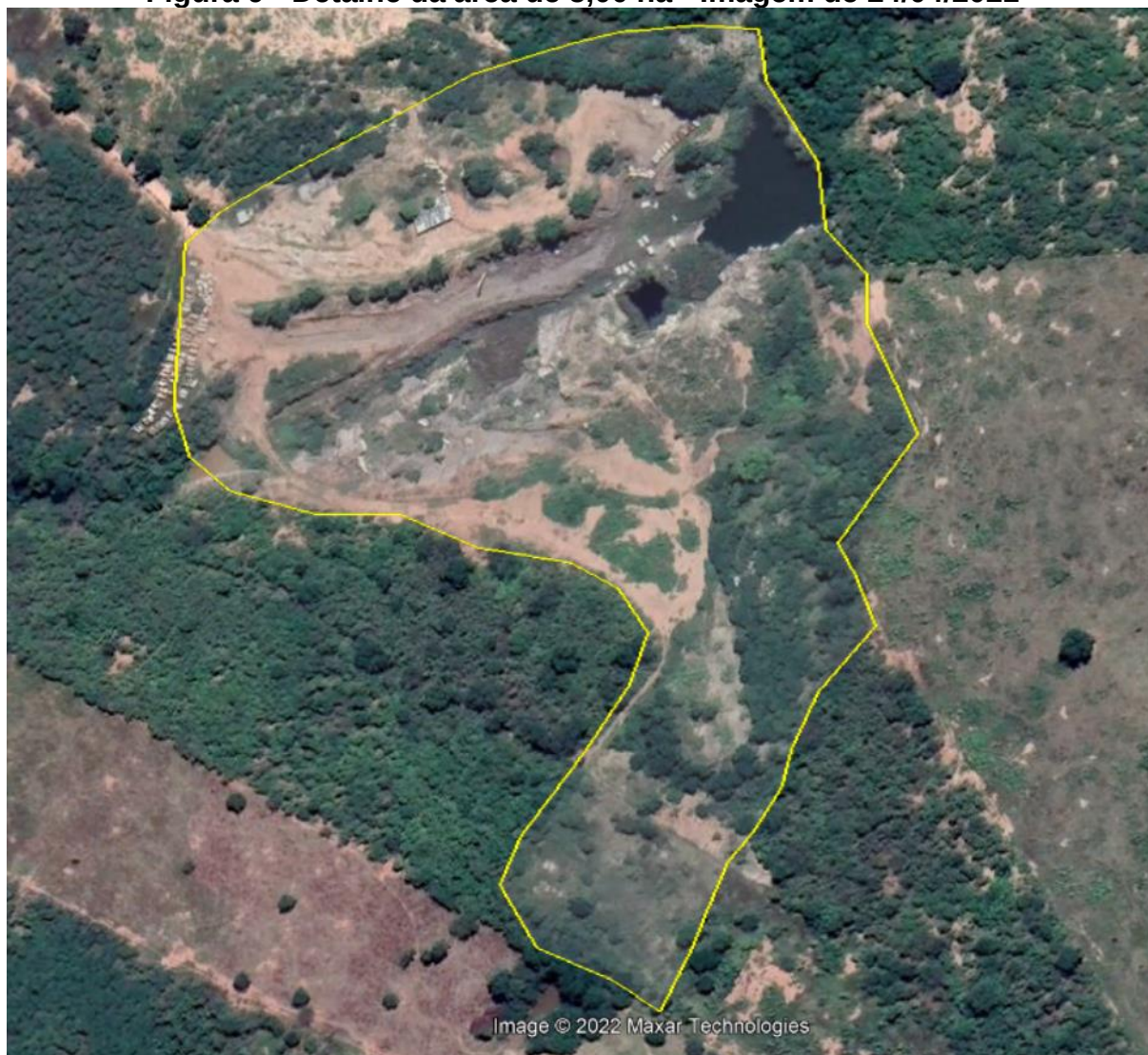
Para tanto, bastava ter-se buscado imagens de satélite ou visitado o local.

Figura 8 - Visão geral da região - Imagem de 24/04/2021



Fonte: Elaborado pelos Autores.

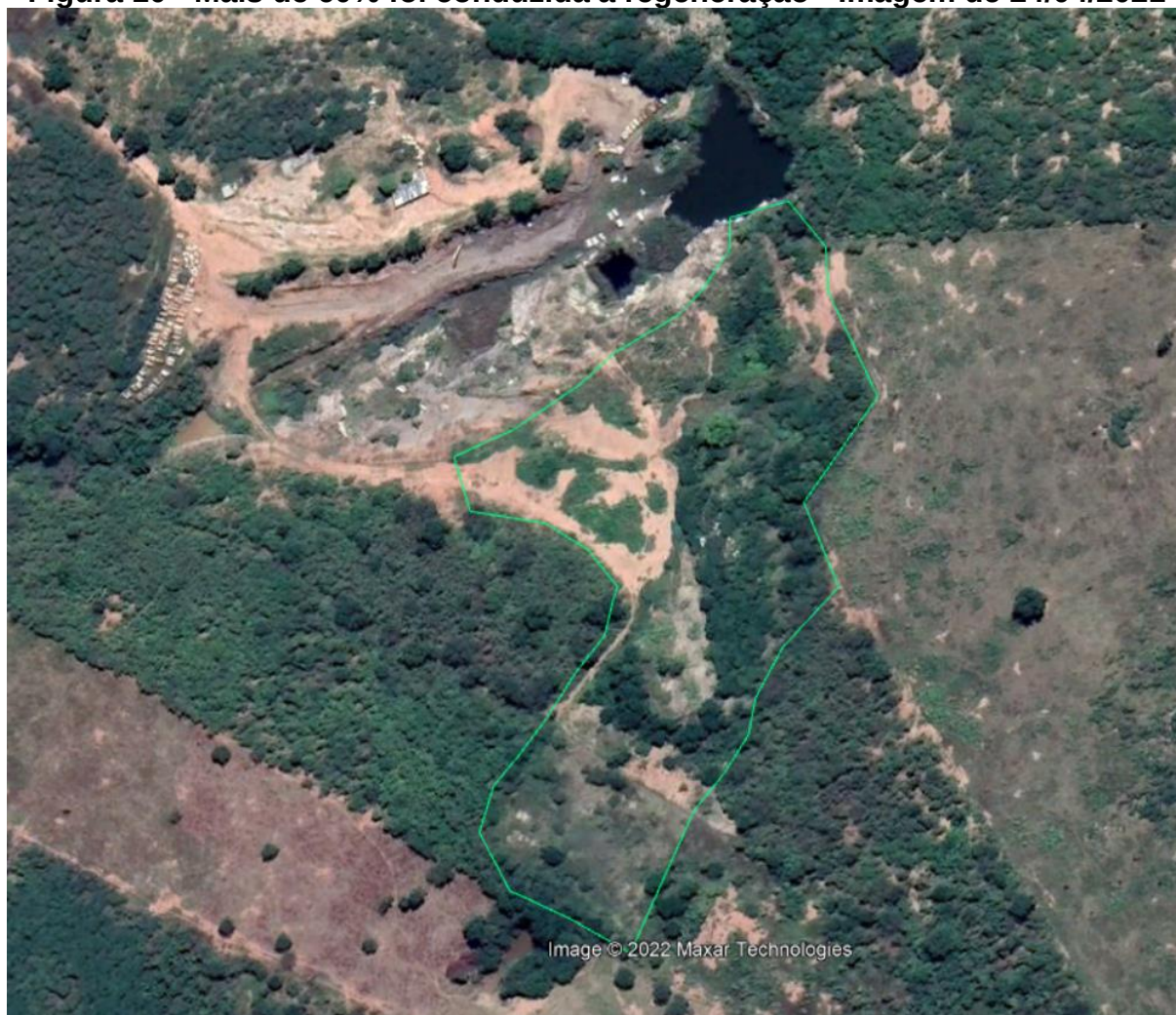
Figura 9 - Detalhe da área de 5,00 ha - Imagem de 24/04/2021



Fonte: Elaborado pelos Autores.

REALIZAÇÃO

Figura 10 - Mais de 60% foi conduzida à regeneração - Imagem de 24/04/2021



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Considerando o prazo de recuperação da área e os parâmetros de perdas e ganhos de níveis de serviços do habitat. Depois, repetimos os cálculos considerando a área de 2,00 ha (dois hectares), já que os restantes 3,00 ha (três hectares) estão recuperados e com vegetação regenerada e semelhantes em porte e densidade arbórea com as proximidades e região.

A partir dos dados e resultados da indenização do dano ambiental considerados, apresentamos nossos resultados em relação à indenização pelo que o Laudo de Perícia denomina: Danos Econômicos devido à Extração. Também divergindo da existência concreta dessa indenização, corrigimos o volume adotado pelo Laudo de Perícia e calculamos a partir do volume apresentado no Laudo de Perícia. De 1.057,00 m³ daquele, calculamos como sendo 317,00 m³ como nesse outro.

REALIZAÇÃO

Apresentamos os cálculos da indenização utilizando os mesmos valores de custos de recuperação de área de caatinga e preço de tonelada de brita do Laudo de Perícia.

Após isso, calculamos a indenização pelo Método de Valoração do DEPRN – Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Esse Método tem sido importante subsídio nas Ações Cíveis por danos ambientais.

Com o intuito de demonstrarmos a utilização do método do Visual HEA, serão apresentadas as telas com os parâmetros de entrada e, posteriormente, seus respectivos resultados.

3.1.2. Cálculo 1

Mantidos os demais parâmetros e revisando os anos de recuperação da área:

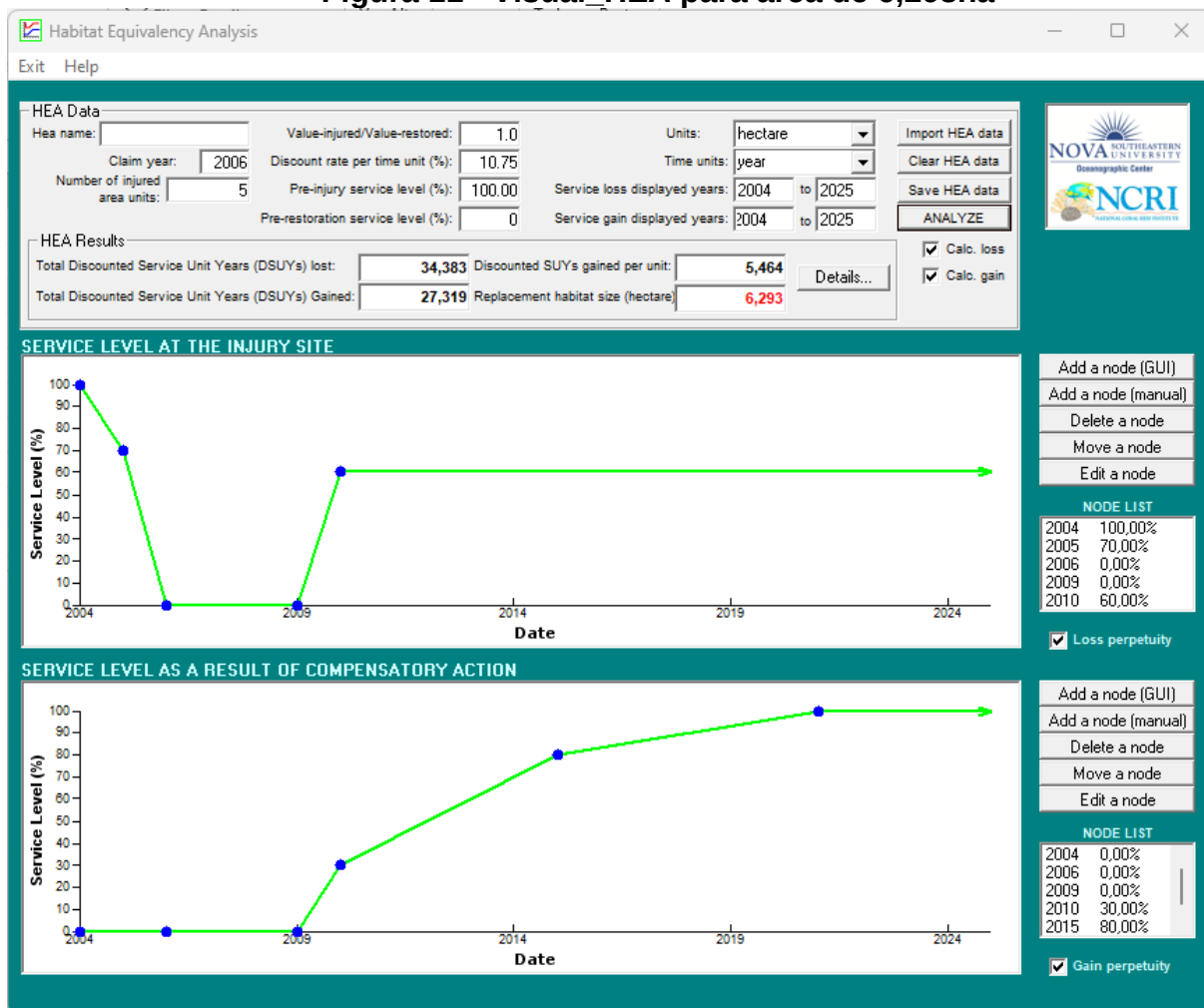
Tabela 2 – Parâmetros adotados para o Cálculo 1

Parâmetro	Valor
Razão entre o valor do serviço ecossistêmico perdido e o valor do serviço a ser restaurado	1
Taxa de Desconto	10,75% a.a. ¹
Nível do serviço ecossistêmico antes do dano	100%
Nível do serviço ecossistêmico após o dano	0%
Tamanho total da área degradada (em hectares)	5 hectares
Ano de Ocorrência do Dano Ambiental	2006
Ano de início da restauração	2022
Ano-Base	2022
Tempo para Completa Recuperação do Habitat Degradado (em anos)	20

Fonte: Laudo de Perícia. Arquivo dos Autores.

¹ Fonte: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>.

Figura 11 - Visual_HEA para área de 6,293ha



Fonte: Elaborado pelos Autores com base no VISUAL_HEA 2.61.

Figura 12 - Visual_HEA para área de 6,293ha

SERVICE LOSS AT INJURY AREA						
Year	Beginning	% Services Lost End	Mean	Raw SUYS Lost	Discount factor	Discounted SUYS Lost
2004	,00%	30,00%	15,00%	0,750	1,227	0,920
2005	30,00%	100,00%	65,00%	3,250	1,108	3,599
2006	100,00%	100,00%	100,00%	5,000	1,000	5,000
2007	100,00%	100,00%	100,00%	5,000	0,903	4,515
2008	100,00%	100,00%	100,00%	5,000	0,815	4,076
2009	100,00%	40,00%	70,00%	3,500	0,736	2,577
2010	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,665	1,329
2011	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,600	1,200
2012	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,542	1,084
2013	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,489	0,979
2014	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,442	0,884
2015	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,399	0,798
2016	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,360	0,720
2017	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,325	0,651
2018	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,294	0,587
2019	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,265	0,530
2020	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,239	0,479
2021	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,216	0,432
2022	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,195	0,390
2023	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,176	0,353
2024	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,159	0,318
2025	40,00%	40,00%	40,00%	2,000	0,144	0,287
Beyond						2,674
Total Discounted Service Unit Years (DSUYs) lost:						34,383

Fonte: Elaborado pelos Autores com base no VISUAL_HEA 2.61.

Figura 13 - Visual_HEA para área de 6,293ha

SERVICE GAIN AT THE COMPENSATORY AREA						
Year	Beginning	% Services Gained End	Mean	Raw SUYs Gained	Discount factor	Discounted SUYs Gained
2004	,00%	,00%	0,00%	0,000	1,227	0,000
2005	,00%	,00%	0,00%	0,000	1,108	0,000
2006	,00%	,00%	0,00%	0,000	1,000	0,000
2007	,00%	,00%	0,00%	0,000	0,903	0,000
2008	,00%	,00%	0,00%	0,000	0,815	0,000
2009	,00%	30,00%	15,00%	0,750	0,736	0,552
2010	30,00%	40,00%	35,00%	1,750	0,665	1,163
2011	40,00%	50,00%	45,00%	2,250	0,600	1,350
2012	50,00%	60,00%	55,00%	2,750	0,542	1,490
2013	60,00%	70,00%	65,00%	3,250	0,489	1,590
2014	70,00%	80,00%	75,00%	3,750	0,442	1,657
2015	80,00%	83,33%	81,67%	4,083	0,399	1,629
2016	83,33%	86,67%	85,00%	4,250	0,360	1,531
2017	86,67%	90,00%	88,33%	4,417	0,325	1,437
2018	90,00%	93,33%	91,67%	4,583	0,294	1,346
2019	93,33%	96,67%	95,00%	4,750	0,265	1,260
2020	96,67%	100,00%	98,33%	4,917	0,239	1,177
2021	100,00%	100,00%	100,00%	5,000	0,216	1,081
2022	100,00%	100,00%	100,00%	5,000	0,195	0,976
2023	100,00%	100,00%	100,00%	5,000	0,176	0,881
2024	100,00%	100,00%	100,00%	5,000	0,159	0,796
2025	100,00%	100,00%	100,00%	5,000	0,144	0,719
Beyond					6,684	
Total Discounted Service Unit Years (DSUYs) Gained:						27,319
Discounted SUYs gained per unit:						5,464
Replacement habitat size (hectare): $1,00 * 34,383/5,464$						6,293

Fonte: Elaborado pelos Autores com base no VISUAL_HEA 2.61.

Indenização baseado na área a compensar: 6,293 ha x R\$ 24.343,54/ha² = **R\$ 153.193,90**

3.1.3. Cálculo 2

Mantidos os demais parâmetros e revisando os anos de recuperação da área e o tamanho da área (considerando-se que em 2021, pelo menos, 3,0 ha já estavam regenerados).

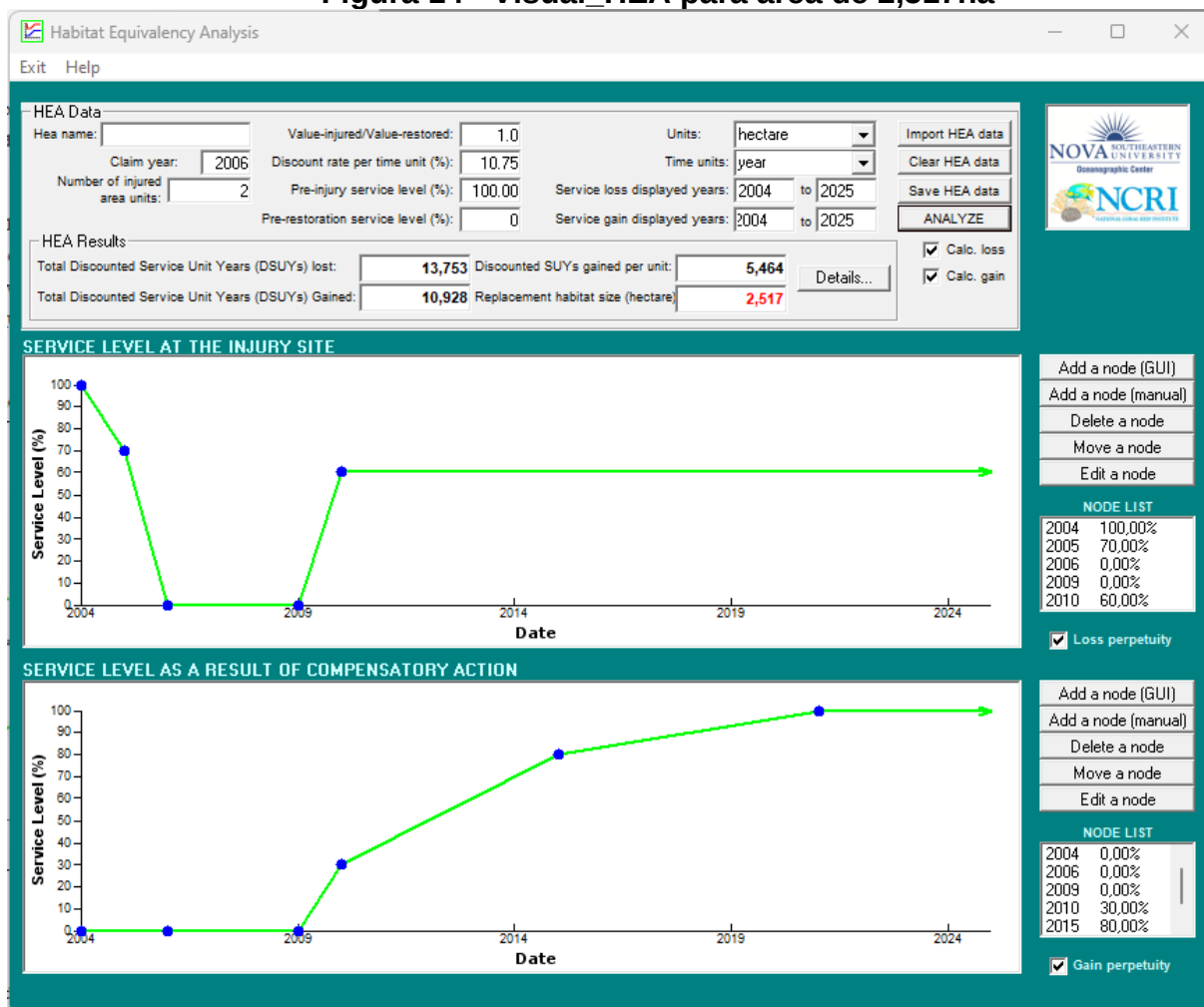
² Fonte: Banco de dados do Autores. Custo de Reposição de um hectare de Caatinga.

Tabela 3 – Parâmetros adotados para o Cálculo 2

Parâmetro	Valor
Razão entre o valor do serviço ecossistêmico perdido e o valor do serviço a ser restaurado	1
Taxa de Desconto	10,75% a.a. ³
Nível do serviço ecossistêmico antes do dano	100%
Nível do serviço ecossistêmico após o dano	0%
Tamanho total da área degradada (em hectares)	2 hectares
Ano de Ocorrência do Dano Ambiental	2006
Ano de início da restauração	2022
Ano-Base	2022
Tempo para Completa Recuperação do Habitat Degradado (em anos)	20

Fonte: Laudo de Perícia. Arquivo dos Autores.

Figura 14 - Visual_HEA para área de 2,517ha



³ Fonte: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>.

Fonte: Elaborado pelos Autores com base no VISUAL_HEA 2.61.

Figura 15 - Visual_HEA para área de 2,517ha

SERVICE LOSS AT INJURY AREA						
Year	Beginning	% Services Lost End	Mean	Raw SUYs Lost	Discount factor	Discounted SUYs Lost
2004	,00%	30,00%	15,00%	0,300	1,227	0,368
2005	30,00%	100,00%	65,00%	1,300	1,108	1,440
2006	100,00%	100,00%	100,00%	2,000	1,000	2,000
2007	100,00%	100,00%	100,00%	2,000	0,903	1,806
2008	100,00%	100,00%	100,00%	2,000	0,815	1,631
2009	100,00%	40,00%	70,00%	1,400	0,736	1,031
2010	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,665	0,532
2011	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,600	0,480
2012	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,542	0,434
2013	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,489	0,391
2014	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,442	0,353
2015	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,399	0,319
2016	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,360	0,288
2017	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,325	0,260
2018	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,294	0,235
2019	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,265	0,212
2020	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,239	0,192
2021	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,216	0,173
2022	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,195	0,156
2023	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,176	0,141
2024	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,159	0,127
2025	40,00%	40,00%	40,00%	0,800	0,144	0,115
Beyond						1,069
Total Discounted Service Unit Years (DSUYs) lost:						13,753

Fonte: Elaborado pelos Autores com base no VISUAL_HEA 2.61.

Figura 16 - Visual_HEA para área de 2,517ha

SERVICE GAIN AT THE COMPENSATORY AREA						
Year	Beginning	% Services Gained End	Mean	Raw SUYs Gained	Discount factor	Discounted SUYs Gained
2004	,00%	,00%	0,00%	0,000	1,227	0,000
2005	,00%	,00%	0,00%	0,000	1,108	0,000
2006	,00%	,00%	0,00%	0,000	1,000	0,000
2007	,00%	,00%	0,00%	0,000	0,903	0,000
2008	,00%	,00%	0,00%	0,000	0,815	0,000
2009	,00%	30,00%	15,00%	0,300	0,736	0,221
2010	30,00%	40,00%	35,00%	0,700	0,665	0,465
2011	40,00%	50,00%	45,00%	0,900	0,600	0,540
2012	50,00%	60,00%	55,00%	1,100	0,542	0,596
2013	60,00%	70,00%	65,00%	1,300	0,489	0,636
2014	70,00%	80,00%	75,00%	1,500	0,442	0,663
2015	80,00%	83,33%	81,67%	1,633	0,399	0,652
2016	83,33%	86,67%	85,00%	1,700	0,360	0,612
2017	86,67%	90,00%	88,33%	1,767	0,325	0,575
2018	90,00%	93,33%	91,67%	1,833	0,294	0,538
2019	93,33%	96,67%	95,00%	1,900	0,265	0,504
2020	96,67%	100,00%	98,33%	1,967	0,239	0,471
2021	100,00%	100,00%	100,00%	2,000	0,216	0,432
2022	100,00%	100,00%	100,00%	2,000	0,195	0,390
2023	100,00%	100,00%	100,00%	2,000	0,176	0,353
2024	100,00%	100,00%	100,00%	2,000	0,159	0,318
2025	100,00%	100,00%	100,00%	2,000	0,144	0,287
Beyond					2,674	
Total Discounted Service Unit Years (DSUYs) Gained:						10,928
Discounted SUYs gained per unit:						5,464
Replacement habitat size (hectare): 1,00 * 13.753/5.464						2,517

Fonte: Elaborado pelos Autores com base no VISUAL_HEA 2.61.

Área de Compensação Atualizada: 2,517 ha

Indenização baseado na área atualizada a compensar:

$$2,517 \text{ ha} \times \text{R\$ } 24.343,54/\text{ha} = \text{R\$ } 61.272,69$$

3.2. Cálculo da Indenização pelo Método DEPRN

Conforme já mencionado, este método de valoração foi desenvolvido pelo Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais (DEPRN), da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, com objetivo de atender a duas premissas básicas: elaborar um método de aplicação prática, e que possa ser utilizado nas condições brasileiras.

Analisando-se os dados obtidos em vistoria da área em questão relativamente ao aspecto Flora:

a) Favorecimento à erosão

REALIZAÇÃO

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposta = 1

Nota: $1 \times 1,5 = 1,5$

b) Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à flora

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

Nota: $1 \times 1,5 = 1,5$

c) Previsão de reequilíbrio (caso não seja possível a previsão de prazo, analisar o estágio de regeneração: inicial = 1; médio = 2; avançado = 3)

Longo prazo = 3

Médio prazo = 2

Curto prazo = 1

Nota: $2 \times 1,5 = 3,0$

Índice Numérico: $6,0 (1,5 + 1,5 + 3,0)$

Analisando-se o Dano à Paisagem:

d) Morte ou dano à flora

diretamente relacionado = 2,0

Índice Numérico: 2,0

De acordo com a Tabela 1 – Índices de qualificação dos agravos para a valoração do dano, o fator de multiplicação será 1,6 tanto para flora quanto para paisagem.

Fator de Multiplicação = $1,6 + 1,6 = 3,2$

INDENIZAÇÃO = $3,2 \times R\$ 24.343,54 = R\$ 77.899,33$

De acordo com este Método DEPRN de Cálculo o valor de Indenização será:

R\$ 77.899,33 (Setenta e sete mil, oitocentos e noventa e nove mil e trinta e três Centavos) – base Março/2022

3.3. Conclusões do Estudo de Caso

Método HEA:

Ao nosso entendimento a Indenização baseado no Método HEA e baseado na área existente a recuperar/regenerar:

R\$ 61.272,69 (Sessenta e um mil, duzentos e setenta e dois reais e sessenta e nove centavos).

Método DEPRN:

De acordo com este Método DEPRN de Cálculo o valor de Indenização será:

R\$ 77.899,33 (Setenta e Sete Mil, Oitocentos e Noventa e Nove Mil e Trinta e Três Centavos).

Assim, seguindo a recomendação do Ministério Público de Minas Gerais, foi exatamente isso que foi apresentamos: o emprego de dois métodos para avaliar o caso em questão. Utilizamos o DEPRN e o HEA e os resultados apurados foram semelhantes e próximos.

Tais resultados estão coerentes ainda com o estudo apresentado também na Revista do MPMG pelo ilustre Dr. Georges Kaskantzis Neto, onde tem-se a apresentação da comparação entre os métodos de valoração econômica para indenização de danos ao solo num caso específico. Conclui-se, vide tabela acima, que o DEPRN fornece valores compatíveis e semelhantes aos demais utilizados nos cálculos.

Figura 17 - Tabela extraída da Revista do MPMG

Tabela 2. Estatística dos resultados fornecidos pelos modelos de valoração ambiental			
Modelo	Dano (R\$)	Desvio absoluto (R\$)	Desvio relativo (%)
CATE	1.444.196,05	52.850,37	3,66
VCP	1.461.905,34	70.559,66	4,83
HEA	1.330.641,34	60.704,34	-4,56
DEPRN	1.328.640,00	62.705,68	-4,72
Média	1.391.346,00	---	---
Desvio padrão = 71.621,33		Variância = 5,13E + 09	Erro padrão = 35.810,00
LC (-95%) = 1.277.380,00		LC (- 95%) = 1.505.311,00	CV = 5,15
Coeficiente Skewness = 0,052		Coeficiente de Kurtosis = -5,70	
Legenda: LC - limite de confiança; CV - coeficiente de variação			

Fonte: Revista MPMG (destaque nosso).

4. CONCLUSÕES

O HEA é altamente dependente dos dados de entrada. Por isso, a adoção de parâmetros não-conformes oferece resultados reconhecidamente majorados, se inicialmente amplificados.

Importante destacar que a partir de métodos indiretos, têm-se resultados que podem não ser confiáveis e fidedignos, pois, trata-se de métodos subjetivos.

Razão pela qual, o Ministério Público de Minas Gerais recomenda o emprego de dois ou mais métodos para avaliar os danos ambientais. Tal recomendação também é coerente com a ABNT NBR 14653-2:2011 que, apesar de determinar as diretrizes para avaliação de imóveis urbanos, apresenta uma definição interessante em seu subitem 3.8: “**conciliação** adoção do valor final da avaliação, devidamente justificado, em função dos resultados obtidos, quando utilizado mais de um método”.

Assim sendo, foram apresentados as definições e um estudo para valoração de dano ambiental, além do método já consagrado denominado DEPRN, o software Visual_HEA para auxiliar e ampliar as possibilidades de cálculo.

Considerando a extremada magnitude da desafiadora tarefa de abordar o tema proposto esperamos ter conseguido fornecer elementos mínimos e preliminares para a aplicação de pelo menos dois métodos na valoração de danos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, Carlos Augusto. Perícia Ambiental: Aspectos Técnicos e Legais - São Paulo: Edição do Autor, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **6022**: Informação e documentação - Artigo em publicação periódica técnica e/ou científica - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 14.653-2 - Avaliação de bens - Parte 2: Imóveis urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

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

Desempenho de Modelos de Valoração Econômica de Danos Ambientais Decorrentes da Contaminação do Solo: CATES, VCP, HEA, DEPRN. Dr. Georges Kaskantzis Neto— MPMG Jurídico – Edição Especial - 1011.

GALLI, F. **Valoração de danos ambientais**: subsídio para ação civil. Série Divulgação e Informação, 193, Companhia Energética de São Paulo, CESP, São Paulo, 1996.

IBAPE-SP - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. (2011). **Perícia ambiental**. São Paulo: Pini, 1ª edição.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Habitat Equivalency Analysis**: an overview. Damage Assessment and Restoration Program. USA: Washington D.C., 2000.

PENN, Tony; TOMASI, Theodore. Calculating resource restoration for an oil discharge in Lake Barre, Louisiana, USA. **Environmental Management**, v. 29, n. 5, p. 691-702, 2002.

Visual_HEA: software de análise de equivalência de habitat para calcular a restauração compensatória após lesão de recurso natural - National Coral Reef Institute, Nova Southeastern University Oceanographic Center, 8000 North Ocean Drive, Dania Beach, FL 33004, EUA.