

Danos ambientais irreversíveis - o valor de indenização ambiental

1. Introdução. 2. Metodologia. 2.1 Princípios teóricos a partir do modelo de Faustmann. 2.2 Método dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE). 2.3 Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Intermitente (CATE I). 2.4 Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Contínuo (CATE II). 2.5 A variável "F i/d". 3. Caso prático. 3.1 Pressupostos básicos para o processo de cálculo do valor ambiental. 4. Avaliação ambiental quanto aos danos ambientais irreversíveis. 5. Avaliação ambiental e medidas ambientais à luz da existência de danos ambientais irreversíveis. 5.1 Projeto técnico de compensação ambiental por danos ambientais irreversíveis. 5.2 Análise técnica do projeto de compensação ambiental. 5.3 Projeto de compensação ambiental por danos ambientais irreversíveis - o escopo do "quantum". 6. Projeção de cálculo de indenização ambiental em função do parâmetro F i/d. 7. Considerações finais. 8. Bibliografia consultada.

1. Introdução

A partir da promulgação da chamada Lei dos Crimes Ambientais, qual seja, a Lei no. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, a qual dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, novas perspectivas se deram quanto ao escopo da avaliação de danos ambientais, particularmente no que concerne às demandas ambientais e, principalmente, quando estas são levadas à esfera judicial.

Neste contexto, discute-se se o trabalho desenvolvido em RIBAS (1996) poderia colaborar para um satisfatório desfecho das referidas demandas ambientais tendo-se, como fulcro central, os interesses ambientais da sociedade brasileira (que todos temos a obrigação e/ou o dever de defender, principalmente considerando-se que os problemas ambientais, já se pensando em escala mundial, infelizmente alcançam, cada vez mais, os limites de uma eventual irreversibilidade).

Isto porque, a metodologia desenvolvida em RIBAS (1996) teve, como pressuposto originalmente básico servir, primordialmente, como um instrumento de "negociação" no sentido de, frente aos valores pecuniários calculados, estabelecer-se, concretamente, as pertinentes medidas ambientais de prevenção, controle, mitigação, correção, compensação e/ou indenização ambiental.

Entendia-se que a referida metodologia seria um instrumento racional, lógico, ponderado e útil para a conciliação dos interesses ambientais e antrópicos sempre presentes nas demandas ambientais.

Ainda, este espírito tenderia à busca do chamado desenvolvimento econômico sustentável, ou seja, a contínua busca da compatibilização do crescimento econômico e da geração de renda e empregos, com a manutenção (conservação/preservação) dos atributos naturais do meio ambiente como um todo.

Desta forma, a manutenção, e mesmo a melhoria, da qualidade de vida das presente e futuras gerações poderiam estabelecer-se como um dos objetivos principais, senão o maior, de toda e qualquer sociedade.

Por outro lado, um verdadeiro Estado brasileiro poderia ser construído, a partir de uma nova mentalidade, um novo posicionamento de todos os agentes do processo de gestão ambiental (Poder Público, Empresas, Mercado e, por que não, a própria Sociedade), com vistas ao desenvolvimento econômico.

Neste sentido, tem-se observado que, muito provavelmente face ao instrumental jurídico disponível, principalmente após o advento da referida Lei dos Crimes Ambientais, dentro do processo de gestão ambiental, procuram-se mecanismos e meios de estabelecimento dos valores pecuniários diretamente afetos ao escopo da indenização ambiental (valores estes decorrentes do estabelecimento de eventuais danos ambientais irreversíveis).

Em decorrência deste cenário, um questionamento, uma dúvida, enfim, uma necessidade de se verificar se esta nova perspectiva dentro das demandas ambientais (qual seja, a busca por formas, por mecanismos de cálculo da indenização pecuniária “per si” por danos ambientais irreversíveis), poderia ser satisfatoriamente atendida pela metodologia desenvolvida em RIBAS (1996), uma vez que intentava-se perseguir, originariamente, muito mais o estabelecimento das pertinentes medidas ambientais (onde a questão da indenização seria secundária).

Conforme pretende-se demonstrar, medidas ambientais, danos ambientais diretos e indiretos, reversíveis e irreversíveis e avaliação pecuniária de danos ambientais seriam temas ainda a serem aprimorados, no sentido de se promover a conjunção dos escopos técnico, administrativo, jurídico e legal.

Esta análise conceitual, esta revisão metodológica, este processo de reflexão do modelo original estabelecido em RIBAS (1996) é o que se pretende com o presente trabalho.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho repassar-se-á, inicialmente, os principais pontos do desenvolvimento metodológico, após o que aplicar-se-á a metodologia num caso prático, buscando-se a verificação, ou não, da congruência do modelo para fins agora não mais do estabelecimento primordial de medidas ambientais, mas sim, do valor pecuniário para fins de indenização ambiental por danos ambientais irreversíveis.

2.1 Princípios teóricos a partir do modelo de Faustmann

O presente modelo de avaliação de danos ambientais, sob o enfoque florestal, emprestaria, preliminarmente, os princípios teóricos desenvolvidos por Faustmann, citado em RIBAS (1996).

O autor, ao desenvolver sua teoria de avaliação de florestas procurou, inicialmente, diferenciar sistemas de manejo florestal (manejo intermitente e manejo sustentado).

Verificou, adicionalmente, se a área estaria inicialmente desprovida de florestas, ou se já existiria um povoamento previamente estabelecido.

O autor também procedeu a inferências quanto ao sistema silvicultural e de rotações utilizados.

Considerou, por fim, a floresta como uma só unidade para o ciclo da produção ("complete working section") ou se fazia parte integrante desta mesma floresta.

O importante seria enfatizar que, ao final de seu trabalho, Faustmann concluiu que, independentemente de quaisquer considerações quanto ao modelo em si, os resultados seriam os mesmos, tanto no que concerne a um manejo intermitente de "n" povoamentos individuais em uma série de idade normal, quanto a um manejo sustentado do total das "n" áreas de corte.

Haveria que se observar, contudo, que esta última pressuposição do modelo vem sendo questionada, ultimamente, na literatura florestal.

O valor da terra, por outro lado, não dependeria da existência do povoamento ou de sua idade.

Ainda, o valor de um povoamento, em qualquer idade, poderia ser expresso pela fórmula da renda esperada da terra (somente que modificada).

O valor da terra, nos dois sistemas de manejo, seria o mesmo, bem como a maneira de calcular-se o valor do povoamento florestal (terra mais floresta).

Finalmente, o valor da terra permaneceria o mesmo, independentemente da área possuir, ou não, um povoamento, qualquer que seja a idade do povoamento, não havendo

problema se a floresta estivesse sendo regulada ou não (áreas sub estocadas e/ou super estocadas).

A eventual diferença existente, compreenderia o valor da floresta e seria atribuída à diferenças no valor do povoamento.

Este modelo original, sistematicamente apresentado em Faustmann, denominado Valor Esperado do Solo (Se), poderia ser entendido, igualmente, de acordo com Scheneider citado em RIBAS (1996), como o valor inicial de séries perpétuas de termos periódicos a começar dentro de determinado período.

Ainda, referido modelo vem sendo tradicionalmente utilizado no meio florestal por diversos autores, conforme citado em RIBAS (1996).

A partir destas considerações, ter-se-ia, então, o primeiro ponto principal a ser destacado da metodologia empregada por Faustmann, uma vez que tais observações revestem a referida metodologia de uma flexibilidade quanto à variação do próprio modelo em si.

A fórmula matemática do Valor Esperado do Solo (Se) seria, portanto:

$$Se = \frac{A}{r(1+p)^n} \quad (I)$$

Onde;



e;

Se - Valor esperado do solo (da terra). Valor presente.

A - Receita líquida futura (na idade da rotação "r").

p - taxa de juros (% ao ano).

r - período de rotação em anos.

2.2 Método dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)

A partir do modelo de Faustmann, apresenta-se o método dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), enquanto metodologia para avaliação de danos ambientais, sob o enfoque florestal.

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

O referido modelo parte, adicionalmente, de determinadas pressuposições teóricas quanto a um modelo para avaliação de danos ambientais.

Assim quando, efetivamente, constata-se, no mínimo, a potencialidade da ocorrência de danos ambientais em determinada área, estipula-se que tais fatos degradadores do meio ambiente sejam passíveis de quantificação quanto às medidas indenizatórias, quando da não reparação e não mitigação dos danos ambientais, da não eliminação dos riscos potenciais com relação aos mesmos, bem como da não compensação ambiental (medidas preventivas, corretivas e compensatórias) dos mencionados danos ambientais.

De acordo com autores citados em RIBAS (1996), medidas preventivas, corretivas e compensatórias de controle dos impactos ambientais, ainda que dentro da ótica dos projetos de desenvolvimento econômico, referir-se-iam à medidas de mitigação de impactos ambientais causados por determinado projeto.

Neste sentido, como exemplo, dentro de um projeto de implantação de uma empresa florestal, ter-se-iam:

(a) Medidas preventivas - Implantação de medidas de segurança ambiental (combate a incêndios florestais, por exemplo);

(b) Medidas corretivas - Alteração do projeto de reflorestamento com vistas a se considerar determinados elementos ambientais (flora, fauna, comunidades locais, etc.) e, por fim;

(c) Medidas compensatórias - Aquelas notadamente de cunho pecuniário (royalties ao município pela implantação de grandes maciços florestais), ou não, (escolas, creches, hospitais, áreas verdes, áreas recreacionais, projetos de educação ambiental, etc.).

A adaptação que se procura dar ao modelo de Faustmann, no sentido de viabilizar-se a utilização de seus princípios teóricos, quando da avaliação de danos ambientais, sob o enfoque florestal, considera a readequação / o morfismo da metodologia pertinentemente a 2 (duas) das 4 (quatro) variáveis básicas do modelo, a saber; "A" (receita líquida na idade de rotação) e "r" (ou "n", vida útil ou horizonte de ocorrência dos efeitos ambientais no tempo, consideração semelhantemente à variável "idade de rotação" dos critérios econômicos de cunho florestal).

Semelhante processo de avaliação econômica de danos ambientais, de caráter preliminarmente indenizatório, deve levar em consideração, a partir de um procedimento analítico / matemático convencional e cientificamente fundamentado, os fatores básicos do modelo de Faustmann.

Assim é que, por exemplo, a variável "r" (a mais simples de explicar-se), passaria por uma readequação de sua consideração dentro de um modelo de avaliação de danos ambientais, sob o enfoque florestal.

No caso florestal, "r" seria idade de rotação do povoamento (analogamente ao conceito de vida útil), ou seja, a idade na qual o povoamento seria explorado (corte raso / corte final).

No caso da avaliação dos danos ambientais, ao entender-se que impactos ambientais negativos têm um poder residual bem significativo ao longo de tempo (a exemplo da perda da fertilidade natural do solo), estipulou-se a idade de 25 anos como sendo o valor de "r" (até porque este fato vincular-se-ia estreitamente como o que se entende por ciclo de uma geração, em termos de sociedade).

Neste sentido, os estudos sócio-econômicos (saúde pública, educação, etc.) efetuados por órgãos públicos, tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, dentro da ótica da sociedade brasileira, consideram o período de tempo de 25 anos (intervalo este relativo às exigências quanto à formação de uma geração, no tocante ao seu processo de formação educacional, fisiológica e psicológica).

Por outro lado, o limite de 25 anos encontraria, também, respaldo em trabalhos de outros autores, a exemplo de autores citados em RIBAS (1996).

Estes autores referem-se ao período de 25 anos, de um modo geral, como o período médio de rotação dos povoamentos florestais. Ainda, diversos trabalhos relativos a povoamentos florestais nativos e mistos (florestas heterogêneas) consideram o período de rotação (vida útil) entre 20 e 25 anos.

De qualquer modo, entende-se que o parâmetro relativo à vida útil como sendo de 25 anos não apresentar-se-ia como definitivamente estabelecido à priori.

A variável vida útil, entendida no meio florestal como idade de rotação, é uma questão aberta, sujeita a sucessivos estudos, a exemplo de trabalhos citados em RIBAS (1996).

Até porque, em determinadas situações florestais, a exemplo da tratativa de impactos ambientais pertinentemente tanto a manejo de bracatingais quanto de eucaliptais, encontra-se já convenientemente estabelecido o parâmetro de 7 anos como vida útil, de acordo com vários autores.

A discussão da vida útil, embora dentro do contexto do chamado "horizonte temporal" pode também ser encontrada em outros autores citados em RIBAS (1996).

Tais autores entendem que, dentro do processo de avaliação econômica do meio ambiente, a escolha do horizonte temporal é relevante, uma vez que os usos atuais do Meio Ambiente, ao modificarem as condições de vida, proporcionam a alteração do padrão de interação entre os sistemas natural e social constituindo uma sequência de efeitos ao longo do tempo.

Em função disto, os autores defendem que os horizontes temporais não devem ser tão dilatados, frequentemente envolvendo várias gerações.

Por fim, entende-se que a idade de 25 anos, utilizada dentro do presente trabalho como valor do parâmetro relativo à vida útil, apresentar-se-ia tão somente como um parâmetro médio.

Com relação ao elemento "A", este seria entendido como a conjunção (ou não) de três elementos básicos: a) uma variável econômica, ou seja, os motivos econômicos inerentes a um processo de degradação ambiental, denominada variável (1); b) um valor ambiental dito direto, relacionado diretamente com os valores pertinentes aos trabalhos de recuperação ambiental de determinada área degradada (conservação de solos, reflorestamento, enfim, medidas de mitigação e reparação de danos ambientais), valor este, o qual, configurar-se-ia nos custos ambientais diretos/tangíveis, denominado variável (2), e; c) um valor ambiental dito indireto, mais precisamente, os custos ambientais indiretos/intangíveis (a exemplo da regularização do regime das águas, da estabilização dos solos, da biodiversidade da fauna/flora, do controle das enchentes, da qualidade dos recursos naturais, etc.), denominado variável (3).

Fatores estes, capitalizados à idade final "n", por aplicação dos princípios básicos da matemática financeira, uma vez que a variável "A" seria entendida como o valor futuro no ano "r", pela equação matemática (I), de acordo com determinados autores citados em RIBAS (1996).

Desta forma, a avaliação ambiental deve passar, quando possível, pela estimativa do valor comercial (principal motivo econômico) envolvido em determinado caso de dano ambiental.

Diz-se "quando possível", por algumas razões a saber: a) nem sempre seria possível, sob os pontos de vista técnico e econômico, estabelecer-se parâmetros econômicos de determinado empreendimento ao longo de uma série contínua de períodos de rotação de "n" anos, e; b) nem sempre seria possível, igualmente, incluir-se a variável econômica em processos de avaliação de danos ambientais (de acordo com o que se depreende de alguns autores, conforme RIBAS (1996), por exemplo).

O problema acima identificado, até certo ponto vinculado mais ao nível jurídico do processo de avaliação de danos ambientais do que, necessariamente, técnico, encontra-se ainda numa fase inicial, embrionária e experimental quanto à solução.

Quanto às demais variáveis, notadamente a variável "p" (taxa de juros), haveria que se considerar o disposto por diversos autores; as atividades econômicas de cunho florestal/ambiental não permitem a consideração de taxas de desconto muito elevadas.

Neste sentido, inclusive a partir do desenvolvimento da questão relativa à taxa de juros já efetuado em outros trabalhos, entende-se que os valores de "p", dentro da situação específica do caso brasileiro, deveriam situar-se ao redor de 6% a.a. (muito embora pretenda-se efetuar a análise de sensibilidade deste parâmetro, dentro do modelo de avaliação ambiental, mais a frente).

Outro enfoque pode ser verificado em determinados autores, os quais enfatizam que, em casos de danos ambientais dentro da esfera pública, utilizam-se taxas de descontos "sociais". Enquanto, em casos de degradação ambiental na área privada, as taxas de descontos, sob a ótica privada, traduzir-se-iam no próprio custo de oportunidade.

Em sequência, a consideração da variável custos/danos ambientais diretos (2), dentro do processo de avaliação de danos ambientais, através do procedimento matemático a ser proposto, deve ser efetuada, à semelhança da variável motivo econômico (1), para fins de cálculo do montante indenizatório.

Com relação à consideração da variável (2), diretamente vinculada à consideração dos valores ambientais diretos, como também, de entendimento mais simples, vide autores citados em RIBAS (1996).

Numa etapa final, deve-se considerar Saaty, citado em RIBAS (1996), uma vez que se trata de um parâmetro aceito mais "cientificamente", como parâmetro básico para a consideração do elemento (3).

A partir do fator "F i/d", nova denominação a ser empregada para a variável/elemento (3), do trabalho de Saaty, pode-se depreender que os custos / danos ambientais totais (diretos e indiretos) chegam a corresponder a até nove (9) vezes o montante dos custos / danos correspondentes aos valores ambientais diretos, para ecossistemas estáveis, não alterados e complexos (custos ambientais totais = custos ambientais diretos + custos ambientais indiretos = custos ambientais diretos x "F i/d").

Este tipo de relação, existente entre os custos ambientais, parte do princípio de que se entende serem os valores ambientais pertinentes a estes mesmos custos, ou seja, os valores ambientais diretos e indiretos, uns causas e, ao mesmo tempo, efeitos dos outros (numa relação entre custos/valores ambientais diretos e indiretos multiplicativa, ao invés de aditiva).

Em outras palavras, os valores ambientais diretos têm influência na geração dos valores ambientais indiretos e vice-versa.

Por fim, entende-se que este raciocínio partiria, inclusive, de princípios básicos da álgebra dos números, emprestados tanto à Lei Comutativa da Multiplicação, quanto à Lei Associativa da Multiplicação, associadas à consideração dos valores ambientais diretos e indiretos.

Desta forma, os valores ambientais indiretos, através da variável custos ambientais indiretos (3), seriam considerados, indiretamente, mediante uma escala de 1 à 9, em função da intensidade, da gravidade e da potencialidade dos danos ambientais, bem como da complexidade do ecossistema afetado (variável esta denominada como fator de conversão "F i/d").

Nos casos a serem estudados, deve-se estipular "F i/d", como valor numeral ponderado (de 1 à 9), dadas as condições de alteração antrópica do ecossistema local, bem como da gravidade dos danos ambientais / potencialidade dos riscos de danos ambientais, além do fato dos problemas ambientais identificados possuírem, ou não soluções plenamente viáveis (sob o ponto de vista técnico, econômico e jurídico da recuperação ambiental).

Finalmente, para o desenvolvimento do procedimento analítico básico, considerou-se os estudos já efetuados em diversos trabalhos, além do de Faustmann, conforme depreende-se de RIBAS (1996).

Estes estudos seriam exemplos da aplicação de determinados fundamentos na formulação matemática para avaliação de determinados recursos naturais [a partir de princípios perfeitamente passíveis de utilização no presente caso de avaliação de danos ambientais, através da metodologia Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)].

Posteriormente, a metodologia de avaliação dos Custos Ambientais Totais Esperados, incluindo-se os custos ambientais diretos e indiretos, a partir do enfoque florestal, discutida até o presente momento, anteriormente à sua apresentação formal, haveria que considerar, ainda, a possibilidade da existência de duas variações/vertentes:

- (a) Custos Ambientais Totais Esperados/Dano Ambiental Intermitente (CATE I), e;
- (b) Custos Ambientais Totais Esperados/Dano Ambiental Contínuo (CATE II).

2.3 Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Intermitente (CATE I)

Neste caso, entender-se-ia que a utilização do modelo dar-se-ia a partir da consideração da existência de danos ambientais intermitentes (aqueles danos ambientais não contínuos, sem riscos ambientais contínuos).

Os danos ambientais intermitentes seriam determinados danos ambientais originários de uma ação degradadora não repetitiva, única, não periódica.

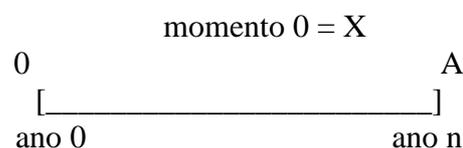
Analiticamente;

$$CATE = \frac{(Cd \cdot Fi/d) \cdot (1+j)^n}{(1+j)^n - 1} \quad (II)$$

Caso a consideração do elemento motivo econômico, descrito quando da explanação do modelo em discussão como (1), seja possível, então, a formulação matemática da avaliação dos Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Intermitente, passaria a constituir-se em;

$$CATE = \frac{(Vc + Cd \cdot Fi/d) \cdot (1+j)^n}{(1+j)^n - 1} \quad (III)$$

Neste caso (CATE I), onde pressupõe-se que as intervenções antrópicas para fins da ocorrência dos danos ambientais dar-se-iam no momento "0", ter-se-ia o desenvolvimento do método a partir do seguinte fluxo de caixa;



X = danos ambientais

onde;

$$A = X (1+j)^n \quad (VI)$$

O entendimento da variável original "A", a partir da equação matemática (I), como sendo o fator expresso no numerador da equação matemática (III), conforme RIBAS (1996).

2.4 Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Contínuo (CATE II)

O enfoque dado neste caso partiria da consideração da existência de danos ambientais contínuos.

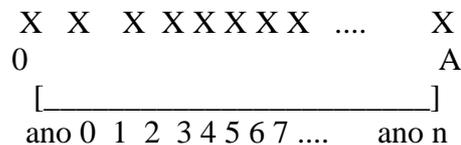
Tal intento, dar-se-ia a partir da consideração da fórmula dos custos ambientais totais esperados / dano ambiental intermitente, dentro da sistemática do valor futuro dado o valor uniforme.

Por outro lado, danos ambientais contínuos seriam aquele tipo de degradação ambiental periódico, repetitivo, com riscos ambientais vinculados de maneira contínua, a exemplo do lançamento sistemático (diário / mensal / anual) de poluentes atmosféricos ou, ainda, de águas residuais.

Para a dedução da fórmula matemática pertinente aos danos ambientais contínuos, observe-se que;

$\frac{1 - (1 + j)^{-n}}{j}$ = Fator empregado no numerador o qual reflete uma avaliação futura para uma sucessão infinita ou contínua de ações. Observe-se, ainda, que este fator tende a ser eliminado da fórmula.

Neste caso (CATE II), onde pressupõe-se que as intervenções antrópicas para fins da ocorrência dos danos ambientais dar-se-iam repetidamente/continuamente nos momentos "0", 1, 2, ..., n, ter-se-ia o desenvolvimento do método a partir do seguinte fluxo de caixa;



Assim;

$$CATE = \frac{A}{(1 + j)^n - 1} \quad (V)$$

Como "A" seria entendido como o Valor Futuro de um Série Periódica Anual com base em "X" (danos ambientais contínuos), ter-se-ia que;

$$A = \frac{X [(1 + j)^n - 1]}{j} \quad (VI)$$

Substituindo-se;

$$\text{CATE} = \frac{\frac{X [(1+j)^n - 1]}{j}}{(1+j)^n - 1} = \frac{X [(1+j)^n - 1]}{j} \times \frac{1}{(1+j)^n - 1} = \frac{X}{j} \quad (\text{VII})$$

onde;

$$X = \text{Cd} \cdot \text{F i/d} \text{ ou } \text{Vc} + \text{Cd} \cdot \text{F i/d} \quad (\text{VIII})$$

Matematicamente;

$$\text{CATE} = \frac{(\text{Cd} \cdot \text{F i/d})}{j} \quad (\text{IX})$$

Caso a consideração do elemento "motivo econômico", descrito quando da explanação do modelo em discussão como (1), seja possível, então a formulação matemática da avaliação dos Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Contínuo, passaria a constituir-se em;

$$\text{CATE} = \frac{(\text{Vc} + \text{Cd} \cdot \text{F i/d})}{j} \quad (\text{X})$$

Em decorrência da dedução matemática apresentada, o entendimento da variável original "A", a partir da equação matemática (I), como sendo o fator expresso no numerador das equações matemáticas (IV) e (V) pode ser obtido, mais uma vez, conforme observado em RIBAS (1996).

Obtém-se, a partir da equação matemática I, as equações II e III, única e exclusivamente, através do entendimento da composição das variáveis "Vc", "Cd", além de "F i/d", como sendo, o elemento básico "A", do modelo de Faustmann.

Quanto à obtenção das equações matemáticas IV e V (tomando-se, como referencial, as equações matemáticas II e III), o entendimento básico seria a fórmula para alteração de valores no tempo, por meio de taxa de juros, baseada no Valor Final de uma série de termos anuais.

Observe-se, finalmente, que:

CATE I/II = Valor presente dos custos ambientais esperados em função de determinado tipo de dano ambiental intermitente/contínuo, a partir dos fluxos de caixa produzidos por uma série infinita de vidas úteis de n anos ou, de outra forma, valor presente dos custos ambientais totais esperados de um determinado processo ambiental de degradação, em unidade monetária por unidade de área;

- Cd** = Custos ambientais (valor presente) para fins de reparação dos danos ambientais diretos, para efeito da consideração dos valores ambientais diretos, em unidade monetária por unidade de área;
- Vc** = Valor comercial da área, em termos de uma série periódica anual, benefício direto a ser auferido por motivo econômico, etc. (em unidade monetária por unidade de área);
- F i/d** = Fator de conversão de custos ambientais diretos em indiretos, para efeito da consideração dos valores ambientais indiretos, conforme depreendido de RIBAS (1996), numa escala de 1 à 9;
- j** = Taxa de juros (% ao ano), e;
- n** = Período de rotação, horizonte de ocorrência dos efeitos ambientais no tempo (normalmente, uma geração - 25 anos).

Note-se, ainda, que o fator $Cd \cdot F i/d$ pode ser entendido como a totalidade dos custos ambientais diretos e indiretos pertinentes a determinado processo de degradação ambiental (consideração dos valores ambientais diretos e indiretos).

2.5 A variável “F i/d”

Do modelo básico de avaliação de danos ambientais, sob o enfoque florestal, denominado "Custos Ambientais Totais Esperados", tanto em função da consideração ou não da variável econômica [elemento (1)], quanto da consideração de danos ambientais intermitentes ou contínuos, poder-se-ia determinar mais concretamente a variável “F i/d”.

Até mesmo porque este parâmetro, necessariamente vinculado à consideração dos custos ambientais indiretos, seria aquele que, paralelamente ao fato de ser altamente determinante dentro do modelo, revestir-se-ia de um caráter de alta subjetividade, além de relacionar-se a uma escala de valores extremamente relativa por parte da sociedade.

A partir destas considerações, abordadas em diversos trabalhos anteriormente mencionados, entende-se ser necessária uma consideração alternativa quanto ao elemento (3), custos ambientais indiretos, dentro do modelo original de avaliação de danos ambientais, sob o enfoque florestal.

Para tanto, citar-se-ia diversos autores os quais poderiam, eventualmente, fornecer subsídios no tocante a esta alteração metodológica mais específica.

Inicialmente, ter-se-iam os trabalhos citados em RIBAS (1996) que, dentro de um trabalho de análise multiobjetivo discorreram sobre um parâmetro a ser utilizado no presente estudo.

Este mesmo parâmetro, por outro lado, pode ser encontrado, originariamente, em Saaty, citado em RIBAS (1996), onde o autor apresenta a escala de intensidade da importância de atividades as quais contribuam para um mesmo objetivo, bem como suas classes de intervalo.

Trata-se do procedimento da "Matriz de Prioridades", enquanto método de seleção de alternativas com múltiplos objetivos.

Mais especificamente, haveria que se dar um destaque especial à escala comparativa para objetivos e alternativas, constante no referido trabalho.

A matriz de prioridades, enquanto um singular método de ponderação, apresentar-se-ia como uma das diversas formas de estruturação da análise por multiobjetivos, de forma a possibilitar-se a predição de ações e escolha em futuras situações de decisão, conforme depreende-se de Saaty.

Neste sentido, Saaty enumera ao todo, ainda, cerca de 10 métodos diferentes de ponderação, à semelhança da matriz de prioridades.

Ainda, a metodologia da matriz de prioridades viria a auxiliar o tratamento da questão das preferências e valores extra-mercado (à semelhança da abordagem das externalidades dentro da temática da avaliação de danos ambientais), dentro do processo de decisão com múltiplos objetivos.

Saaty, no tocante ao desenvolvimento de uma determinada escala, enumera as seguintes condições satisfeitas pela matriz de prioridades:

(i) se for possível representar-se todos os diferentes sentimentos das pessoas que as mesmas têm quando procedem à comparações, e;

(ii) se for possível determinar-se uma escala de valores por X_1, X_2, \dots, X_p , então pode-se ter $X_{i+1} - X_i = 1$ ($i = 1, \dots, p - 1$).

O referido autor comparou sua escala de prioridades com outras 25 escalas diferentes sugeridas por diversas pessoas, obtendo-se, sempre, os melhores resultados quando comparados com os valores verdadeiros.

Ainda, a escala de prioridades apresentou-se excelente para fins de negociação, uma vez que se permite às pessoas debaterem as razões de suas estimativas, e chegar-se a um consenso, bem como estabelecer-se compromissos mútuos.

Neste mesmo sentido, ainda, a questão das preferências e valores extra-mercado, dentro do processo decisório com múltiplos objetivos, encontra-se abordada em outros autores, conforme RIBAS (1996).

Uma abordagem semelhante, sobre matriz de critério e indicadores, ainda que não necessariamente diretamente pertinente à questão dos valores ambientais diretos e indiretos, pode também ser encontrada em autores que trabalham com metodologias alternativas para avaliação de projetos públicos.

A tratativa da avaliação ambiental, no que tange aos seus valores diretos e, principalmente, indiretos, pode também ser depreendida de outros autores.

Para tanto, o referido autor valeu-se de determinada técnica de análise de decisão (processo analítico hierárquico) no sentido de proceder-se ao planejamento florestal envolvendo tanto a participação pública quanto os usos múltiplos das florestas (com a consequente ponderação dos pesos destes mesmos usos múltiplos).

Concluiu-se, conforme depreende-se de RIBAS (1996), que a técnica do processo analítico hierárquico apresentar-se-ia como uma alternativa das estratégias de manejo de áreas florestais, avaliadas com respeito aos seus valores públicos.

Ainda, mediante a técnica da programação linear, procurou-se avaliar a relação biodiversidade e níveis de exploração florestal.

O critério econômico básico, utilizado por vários autores, configurou-se no valor líquido presente de determinadas variáveis (diversidade de espécies florestais, diversidade de área basal, diversidade vertical, manejo da biodiversidade, níveis de desbaste florestal, bem como produção comercial de madeira).

Por outro lado, na abordagem das metodologias recomendadas para a avaliação social de projetos, defende-se um sistema de ponderação para aferição dos benefícios de um elenco de projetos.

Entende-se ser este princípio de ponderação, o mesmo aplicado ao parâmetro custos ambientais indiretos, dentro da metodologia desenvolvida no presente estudo.

Ao se estudar a questão dos projetos ambientais, enumerou-se uma série de critérios econômicos baseados na análise de custos (break even point, custo marginal, custo de oportunidade, vida econômica, retorno do investimento, valor presente e análise custo-benefício).

Entretanto, dentro do processo de análise (classificação, discussão e comparação), ainda assim há que se valer de técnicas tanto quantitativas quanto qualitativas, inclusive a partir da atribuição de um sistema de pontuação para questões apresentadas dentro do

processo de análise ambiental (num sinal, novamente, da dificuldade de tratar-se as variáveis ambientais diretas e indiretas).

Uma outra alternativa, poderia ser buscada junto à metodologia da *Grade Vetor Lexicográfica*, método apresentado em determinado autor citado em RIBAS (1996).

A referida metodologia, apesar de raramente aplicável a casos de escolha ou preferência em problemas de decisão, permite o uso de uma medida ou peso, de maneira a resolver alguns problemas de seleção de objetivos.

Esta mesma observação poderia ser aplicada ao tratamento da variável custos ambientais indiretos/intangíveis, dada a peculiaridade extremamente subjetiva da mesma dentro de um modelo qualquer de avaliação de danos ambientais.

Entretanto, no presente estudo, limitar-se-ão as alternativas metodológicas, tão somente, à consideração de Saaty, primordialmente.

Deste modo, o elemento (3) original do modelo de avaliação de danos ambientais, sob o enfoque ambiental, em vez do fator "F i/d", constitui-se na adaptação da escala comparativa para objetivos e alternativas (Matriz de Prioridades).

Desta forma, ter-se-ia a Tabela I;

TABELA I - Escala Comparativa. Relação danos ambientais diretos (d) e indiretos (i)

F i/d	Significado
1	relação de predominância inexistente de i sobre d
3	pequena predominância de i sobre d
5	significativa predominância de i sobre d
7	predominância muito forte de i sobre d
9	predominância absoluta de i sobre d
2, 4, 6, 8	valores intermediários

3. Caso prático

Proceder-se-á ao cálculo do valor pecuniário da indenização ambiental por danos ambientais irreversíveis decorrentes do estabelecimento de um condomínio horizontal em área discutida como sendo de preservação permanente, com a supressão de vegetação de área de preservação permanente (mata ciliar), remoção de árvores declaradas como imunes de corte, bem como supressão de curso de água e nascente.

Do projeto original, em área de 10.274,91 metros quadrados, tem-se que duas residências mais a portaria/guarita do referido condomínio horizontal estariam estabelecidas dentro do contexto dos danos ambientais (inclusive no sentido da discussão quanto à existência de uma eventual nascente, supostamente suprimida, com remotas possibilidades, tanto técnicas quanto em termos de “negociação judicial”, de se reestabelecer novamente na mesma localidade).

O objetivo central da demanda ambiental seria a verificação da existência de possibilidade de realização de obras que não atinjam o patrimônio (entendido como não somente o ambiental, mas também, o antrópico) que se pretende proteger.

Dentro das tratativas de consenso entre as partes integrantes da referida demanda ambiental, será contemplado um “tratamento ambiental” em razão da supressão das árvores declaradas como imunes de corte, bem como dos demais danos ambientais da área, independentemente da irreversibilidade dos mesmos.

Em certo sentido, ainda assim, as chamadas medidas ambientais (controle, mitigação, correção, prevenção e compensação) dar-se-iam no presente caso.

Como partes integrantes do chamado “tratamento ambiental” haveria a manutenção / conservação de áreas verdes, bem como a contemplação de medidas ambientais mais circunscritas à questão dos recursos hídricos afetados, tanto nas residências como na guarita / portaria (a exemplo do estabelecimento de um processo de educação ambiental e conservação dos valores ambientais dos recursos hídricos, com a construção de uma chafariz).

Ressalta-se, mais uma vez, o objetivo perseguido dentro da presente demanda judicial, qual seja, a possibilidade de realização de obras que não atinjam o patrimônio que se pretende proteger (aspecto relativo ao escopo judicial o qual, naturalmente, deve ser levado em conta dentro do processo de avaliação ambiental)..

A área de entorno também afetou, decisivamente, o encaminhamento do presente processo avaliatório (situação do presente caso não como uma exceção, mas como uma regra, condições ambientais específicas e particulares vigentes na região - a exemplo da superficialidade do lençol freático, obras públicas no local, índice de urbanização, tipo de urbanização, qualidade ambiental vigente no local, etc. -).

A predisposição das partes, a profissionalização, a ética, os antecedentes, a atitude colaborativa e a boa vontade para uma negociação séria também foi considerada.

Entendeu-se, num primeiro momento, que a consideração dos danos irreversíveis ou não, dentro do modelo proposto, dar-se-ia indiretamente pela ponderação (para mais ou para menos) de dois dos principais parâmetros da metodologia, qual seja, V_c e $C_d \cdot F_{i/d}$.

Desta forma, a maior contemplação dos interesses antrópicos de determinada demanda ensejaria o “carregamento” da variável V_c em detrimento de $C_d \cdot F_{i/d}$.

Ao contrário, a maior contemplação dos interesses ambientais de determinada demanda ensejaria o “carregamento” da variável $C_d \cdot F_{i/d}$ em detrimento de V_c .

Este seria um outro aspecto que levaria ao entendimento dos danos ambientais como irreversíveis, para fins de cálculo do montante indenizatório.

De outro modo, a consideração dos danos ambientais como intermitentes ou contínuos dependeria de uma série de fatores adicionais, a exemplo da possibilidade ou não do estabelecimento do consenso entre as partes, da natureza do empreendimento antrópico, da natureza dos danos ambientais impingidos a determinada localidade, da possibilidade da maior ou menor compatibilização dos interesses antrópicos e ambientais, da natureza dos recursos ambientais envolvidos em determinada questão, das condições da área de entorno, do nível de conhecimento técnico tanto para fins dos interesses ambientais quanto antrópicos, etc.

Por fim, é extremamente peculiar, relevante e imprescindível a consideração atenta dos fatores e aspectos que comporiam as variáveis C_d , $F_{i/d}$ e V_c .

Dada a natureza extremamente abrangente, diversificada e particular das demandas ambientais, a consideração de C_d , $F_{i/d}$ e V_c igualmente tende a apresentar uma característica abrangente, diversificada e particular, devendo-se estudar caso a caso.

3.1 Pressupostos básicos para o processo de cálculo do valor ambiental

Na consideração das variáveis do método proposto para fins do processo de avaliação de danos ambientais, ter-se-ia que os principais pressupostos básicos utilizados dentro do processo de cálculo do valor pecuniário para fins do estabelecimento da indenização por danos ambientais, dados os aspectos acima considerados, seriam;

(i) Danos ambientais entendidos, a partir das premissas do presente caso, como intermitentes.

(ii) Consideração maior do escopo antrópico em detrimento do escopo ambiental (para fins da consideração dos valores de V_c e $C_d \times F_{i/d}$ (ponderação maior do primeiro em detrimento do segundo ou vice-versa)

(iii) Intervenção antrópica na área do empreendimento haveria que ser considerada em sua integralidade, no que concerne à extensão dos danos ambientais (em razão da caracterização do local como área de preservação permanente - nascente e curso de água-);

(iv) Portanto, do ponto de vista do projeto de empreendimento imobiliário, haveria um dispositivo legal (dentro do Código Florestal) prevendo a preservação ambiental num raio de 50 metros ao redor da nascente, primordialmente;

(v) Consequentemente, cerca de 14 residências seriam afetadas;

(vi) Ao se entender pela determinação deste novo quadro de danos ambientais, em função da já efetiva implantação das residências, estabelecer-se-ia a necessidade de reavaliação dos danos ambientais;

a - Parâmetro para a variável “ V_c ”; o lucro presumível das residências = R\$ 97.563,00 / residências

b - número de residências = 14;

c - área total afetada pela construção das residências = considerada como, praticamente, a área total = 10.274,91 metros quadrados

d - custos diretos de recuperação ambiental = R\$ 2.200,00 / ha

e - 1,027491 ha x R\$ 2.200,00 = R\$ 2.260,48

f - $F_{i/d} = 9$

$$\text{CATE} = \frac{(\text{R\$ } 97.563,00 \times 14 + \text{R\$ } 2.260,48 \times 9) \cdot (1,06)^{25}}{(1,06) - 1} = \text{R\$ } 1.807.332,26$$

(XI)

4. Avaliação ambiental quanto aos danos ambientais irreversíveis

Até este ponto, o presente trabalho centrou-se em apresentar uma metodologia de avaliação de danos ambientais diretamente circunscrita à implantação de medidas ambientais de mitigação, prevenção, correção, controle, compensação e/ou indenização ambiental (ainda que o contexto indenizatório, no atual estágio do processo de avaliação ambiental seja secundário).

Este quadro de medidas ambientais teria o objetivo central de eliminar o cenário de danos ambientais tal qual identificado dentro dos casos analisados.

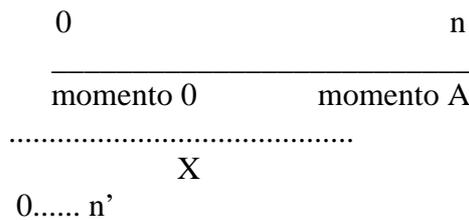
Entende-se que a situação de danos ambientais irreversíveis dar-se-ia quando as medidas ambientais acima preconizadas não se estabelecessem a contento.

Traçando-se um paralelo, numa analogia quiçá não infeliz, seria o caso do paciente que estivesse perdendo sangue. O doente perderia sangue, de maneira irreversível (ou seja, o mesmo sangue não poderia ser repostado pelo paciente), até o instante que, de uma forma ou de outra, de acordo com o melhor tratamento médico, o processo de sangria fosse estancado.

Desta feita, o caráter de “irreversibilidade” da perda de sangue pelo paciente estaria diretamente correlacionado com o tempo que o mesmo levasse para estancar a referida sangria.

Retornando-se ao contexto ambiental, entende-se que o caráter de irreversibilidade dos danos ambientais (o processo de sangria no exemplo acima) dar-se-ia, igualmente, durante o período decorrido entre o estabelecimento do cenário de danos ambientais em determinada área (conforme o procedimento de avaliação ambiental acima apresentado) e a implementação das medidas ambientais de mitigação, correção, prevenção, controle, compensação e/ou eventual indenização ambiental (o tratamento médico prescrito, dentro do exemplo acima).

Graficamente, a partir do processo de avaliação ambiental acima apresentado, ter-se-ia os danos ambientais irreversíveis conforme a seguir demonstrado:



De onde depreende-se que:

(i) período de 0 à “n” = danos ambientais

(ii) danos ambientais = X

(iii) X \Rightarrow medidas ambientais no momento 0 + n'

(iv) Se n' = 0 (momento “instantâneo”) \Rightarrow não há danos ambientais irreversíveis, dada a imediata implementação das medidas ambientais

(se o processo de estancamento da sangria, conforme exemplo acima apresentado, for instantâneo, não haveria perda de sangue de maneira “irreversível”)

(v) Se n' \neq 0 \Rightarrow danos ambientais irreversíveis

Os danos ambientais irreversíveis dar-se-iam até o momento em que as medidas ambientais fossem satisfatoriamente estabelecidas (ou seja, durante o período 0 à n')

(o quadro de sangria dar-se-ia, de maneira irreversível, até o momento em que o processo fosse devidamente estancado)

Logo;

(i) Danos ambientais irreversíveis = f (período de tempo entre o estabelecimento dos danos ambientais e a efetiva implementação das medidas ambientais preconizadas para o caso ambiental).

(ii) Conforme apresentado até o presente instante no trabalho, as medidas ambientais preconizadas estariam diretamente vinculadas com o processo de avaliação ambiental estabelecido - CATE I ou CATE II (genericamente, CATE).

Analiticamente;

$$DAI = f (t, CATE) \quad (XII)$$

onde:

DAI = danos ambientais irreversíveis (R\$/ano);

t = tempo, em anos, decorrido entre o estabelecimento dos danos ambientais e a implementação das medidas ambientais, e;

CATE = CATE I ou CATE II (R\$)

Matematicamente;

$$DAI = [CATE \cdot (1 + j)^t] - CATE \quad (XIII)$$

ou;

$$DAI = CATE [(1 + j)^t - 1] \quad (XIV)$$

onde;

j = taxa de juros ao ano (%)

Observa-se que o raciocínio matemática acima apresentado é idêntico ao empregado no sistema financeiro, por exemplo, quando da consideração da questão da dívida, do montante principal e dos juros, principalmente quando se considera o caso do período de inadimplência (a cada período de atraso do pagamento das prestações acresce-se os juros correspondentes ao mesmo período).

Naturalmente que os aspectos de multa diária e outros serão desconsiderados no caso dos danos ambientais irreversíveis.

A grande vantagem da fórmula dos danos ambientais irreversíveis, CAI, seria a que, quanto maior a demora para a implantação das medidas ambientais, maior será o valor pecuniário dos danos ambientais irreversíveis.

Este fato ensejaria a implantação mais rápida possível das medidas ambientais, o que evidentemente seria extremamente interessante em termos de proteção ambiental.

De forma extremamente resumida, num exemplo elucidativo, para um montante de R\$ 1.807.332,26 estipulado como o valor dos danos ambientais impingidos na área estudada, se as medidas ambientais pertinentes fossem satisfatoriamente implementadas

somente um ano após o surgimento dos referidos danos ambientais na área, os danos ambientais irreversíveis seriam;

$$\text{DAI} = \text{CATE} \cdot [(1+j)^t - 1] = \\ = \text{R\$ } 1.807.332,26 \cdot [(1 + 0,06)^1 - 1] = \text{R\$ } 108.439,94$$

(XV)

Desta forma, o valor monetário dos danos ambientais irreversíveis, conforme explanação acima seria de R\$ 108.439,94 (cento e oito mil, quatrocentos e trinta e nove reais e noventa e quatro centavos), caso as medidas ambientais diretamente vinculadas ao cenário de danos ambientais avaliados na presente área, fossem satisfatoriamente estabelecidas somente um ano após a ocorrência dos danos ambientais.

5. Avaliação ambiental e medidas ambientais à luz da existência de danos ambientais irreversíveis

O caso ambiental, conforme acima estudado, circunscreve-se a uma particular sistemática para fins de cálculo do montante dos danos ambientais impingidos à determinada localidade.

Posteriormente estipularam-se, genericamente, as pertinentes medidas ambientais de prevenção, mitigação, correção, controle e compensação ambiental.

Ocorre que, em razão da vertente técnica e, principalmente, legal (uma vez que o referido local é considerado, em sua integralidade, como Área de Preservação Permanente), não haveria como falar-se em outras medidas ambientais que não, única e exclusivamente, de indenização ambiental em decorrência da existência de danos ambientais irreversíveis.

Neste sentido, o montante final calculado diria respeito, então, ao total dos danos ambientais irreversíveis.

Este mesmo cenário de degradação ambiental irreversível, eventual e excepcionalmente, poderia ser sopesado (no sentido de “subtraído” do valor do CATE final) com determinadas medidas compensatórias adicionais.

Tal sistemática poderia ser, por exemplo, a implementação de um plano de recuperação ambiental de área degradada a ser apresentado e aprovado pelos órgãos competentes.

Este projeto ambiental adicional deveria guardar as mesmas proporções, em termos de qualidade ambiental, aos interesses ecológicos que se pretende proteger (prazo de tempo, custos e benefícios diretos e indiretos, consideração de valor comercial, etc.)

5.1 Projeto técnico de compensação ambiental por danos ambientais irreversíveis

De modo sucinto, os principais parâmetros ambientais, relativamente a um determinado caso de danos ambientais, a serem discutidos para a apresentação e análise técnica de um projeto de compensação ambiental seriam:

(i) Medidas ambientais por danos ambientais irreversíveis decorrentes do estabelecimento de um condomínio horizontal em área discutida como sendo de preservação permanente, com a supressão de vegetação de área de preservação permanente (mata ciliar), remoção de árvores declaradas como imunes de corte, bem como supressão de curso de água e nascente.

(ii) Do projeto original, em área de 10.274,91 metros quadrados, tem-se que duas residências mais a portaria/guarita do referido condomínio horizontal estariam estabelecidas dentro do contexto dos danos ambientais (inclusive no sentido da discussão quanto à existência de uma eventual nascente, supostamente suprimida, com remotas possibilidades, tanto técnicas quanto em termos de “negociação judicial”, da mesma se reestabelecer novamente na localidade).

(iii) O objetivo central da demanda judicial seria a verificação da existência de possibilidade de realização de obras que não atinjam o patrimônio (entendido como não somente o ambiental, mas também, o antrópico) que se pretende proteger.

(iv) Dentro das tratativas de consenso entre as partes integrantes da referida demanda ambiental, seria contemplado um “tratamento ambiental” em razão da supressão das árvores declaradas como imunes de corte, bem como dos demais danos ambientais da área, independentemente da irreversibilidade dos mesmos.

(v) Em certo sentido, ainda assim, as chamadas medidas ambientais (controle, mitigação, correção, prevenção, controle e compensação) dar-se-iam no presente caso.

(vi) Como partes integrantes do chamado “tratamento ambiental” haveria a manutenção / conservação de áreas verdes, bem como a contemplação de medidas ambientais mais circunscritas à questão dos recursos hídricos afetados, tanto nas residências como na guarita / portaria.

(vii) A área de entorno também afetou, decisivamente, o encaminhamento da presente análise técnica (situação do presente caso não como uma exceção, mas como uma regra, condições ambientais específicas e particulares vigentes na região - a exemplo da superficialidade do lençol freático, obras públicas no local, índice de urbanização, tipo de urbanização, qualidade ambiental vigente no local, etc. -).

(viii) Por fim, a predisposição das partes, a profissionalização, a ética, os antecedentes, a atitude colaborativa e a boa vontade para uma negociação séria também foi considerada.

5.2 Análise técnica do projeto de compensação ambiental

O próximo passo seria, portanto, a análise técnica de determinada proposta de orçamento para fins de compensação ambiental. Dentro deste mesmo escopo, os principais pontos seriam:

(i) Conforme entendimentos anteriores estabelecidos pela interessada junto ao DD. Representante do Ministério Público do Estado de São Paulo, o projeto técnico ora apresentado diria respeito a medidas ambientais (inclusive em termos de custos) “ex situ”, ou seja, independentes de todo e qualquer tratamento ambiental mantido dentro da propriedade objeto de interesse de alteração antrópica para fins de incorporação imobiliária;

(ii) Isto significaria que a gestão da problemática ambiental diretamente vinculada ao presente caso encontra-se estabelecida de uma forma bem mais ampla (inclusive com o acompanhamento técnico por parte de outros órgãos ambientais, no caso o Depave, vinculado à Prefeitura Municipal de São Paulo);

(iii) Ainda, novamente em conformidade com entendimentos anteriores, o projeto tende a contemplar os mesmos impactos ambientais potencialmente negativos estabelecidos na propriedade em tela (contexto de bacia hidrográfica, área de preservação permanente, área verde, capacidade de absorção das águas pluviais, capacidade de captação e escoamento das águas fluviais, etc.);

(iv) Em adição ao mencionado no item imediatamente anterior, haveria que se destacar um fato de suma importância para a contemplação dos interesses ambientais vigentes no presente caso, qual seja; as medidas ambientais intentadas reportar-se-iam a uma área total de 40.000 metros quadrados, sendo que desta área total, 50% garantiriam, efetivamente, a contemplação dos impactos ambientais potencialmente negativos acima referidos;

(v) Este dado técnico, analisado sob o prisma ambiental, significa que o referido projeto técnico tende a guardar uma proporção de compensação ambiental (quantitativa e qualitativa, além de técnica e econômica) bem favorável, comparativamente aos impactos ambientais potencialmente negativos previstos para a localidade do empreendimento imobiliários propriamente dita;

(vi) Este fato reporta ao escopo técnico do referido projeto, uma relevância bem mais significativa, em termos do atendimento dos interesses ambientais como um todo, comparativamente ao escopo econômico propriamente dito (tanto em termos de custos quanto de uma eventual indenização por danos ambientais);

(vii) Isto significa dizer que a consideração, pura e simples, da vertente pecuniária em demandas de danos ambientais poderia não ser uma condição necessária e suficiente para a contemplação dos interesses ambientais da sociedade como um todo;

(viii) Além disto, estabelecem-se mecanismos de análise dos interesses ambientais e antrópicos, de consenso entre as partes envolvidas em determinada demanda ambiental, bem como de estabelecimento de uma solução equilibrada e ponderada. Enfim, concretizam-se esforços com vistas à busca do denominado “princípio do rendimento sustentável” (no sentido do atendimento dos escopos ambiental, econômico e social);

(ix) De outro lado, se for confirmado, efetivamente, o estabelecimento do projeto técnico em áreas públicas, a questão da perenidade das medidas ambientais “ex situ” encontrar-se-ia satisfatoriamente atendida;

(x) Por fim, sob o prisma puramente econômico, as informações econômicas utilizadas para fins de elaboração da planilha de custos do referido projeto técnico encontram-se satisfatoriamente respaldadas pelos seguintes aspectos:

(a) apresenta uma base em pesquisa de mercado, para preço à vista, elaborada pela FIPE-USP;

(b) trata-se de publicação de caráter oficial, e;

(c) trata-se de informações econômicas devidamente atualizadas);

(xi) Paralelamente, ainda que a identificação das informações econômicas do projeto técnico não possa ser efetuada diretamente da planilha de custos utilizada (basicamente o disposto no Diário Oficial do Município de São Paulo, de 30/04/98), entende-se que há a devida proporção dos custos de compensação ambiental “ex situ” com a situação comumente vigente no mercado como um todo;

(xii) Além disto, é praxe, dentro da engenharia, utilizar-se tais fontes como parâmetro básico;

(xiii) Finalmente, dentro do contexto de uma análise técnica, os seguintes dados seriam ressaltados;

. custo médio de compensação ambiental do projeto= R\$ 3,34 / metro quadrado;

. proporção de participação dos principais elementos ambientais dentro do projeto como um todo (em termos de custos e, indiretamente, em termos de contemplação da compensação ambiental de impactos ambientais potencialmente negativos previstos) = 61% dos custos totais e, praticamente, a integralidade da área total (99,5%);

. tais elementos ambientais seriam, basicamente; limpeza do terreno, plantio de árvores e plantio de grama;

. cotações destes elementos feito junto ao mercado, aos 15/09/98, corroboram os dados apresentados no projeto técnico (grama tipo “Esmeralda”, preço de venda de R\$ 1,50/metro quadrado, com necessidade de orçamento para fins de despesas de transporte, preparo do terreno, e colocação), e;

. tais cotações, vis-à-vis (ainda que grosseiramente) com os custos aventados no projeto técnico, são compatíveis (R\$ 1,50 / metro quadrado + despesas de transporte, preparo de terreno e colocação versus R\$ 3,34 / metro quadrado do projeto técnico).

Isto posto, dentro da análise técnica efetuada, entende-se que o projeto técnico apresentado pela Interessada, para fins da contemplação da compensação ambiental diretamente vinculada aos impactos ambientais potencialmente negativos previstos para a alteração antrópica que se pretende na localidade inicialmente identificada, é satisfatória.

Por fim, do ponto de vista da análise estritamente técnica, entende-se que o referido projeto poderia ser incorporado às tratativas de estabelecimento das medidas ambientais de mitigação, prevenção, correção, controle, compensação e indenização por danos ambientais.

Restaria, de outra parte, a análise técnica do projeto do ponto de vista econômico da mensuração dos danos ambientais irreversíveis.

5.3 Projeto de compensação parcial por danos ambientais irreversíveis - o escopo do “quantum”

No caso da apresentação do referido projeto ambiental, orçado em R\$ 133.560,00, guardando as mesmas proporções no que tange aos interesses ambientais a serem contemplados (área não pertencente aos interessados, portanto, desconsiderada de seu valor comercial, valores ambientais diretos e indiretos vinculados ao contexto de Área de

Preservação Permanente / Recursos Hídricos, período de tempo, etc.) ter-se-ia, em consequência, que:

$$MC = \frac{(Vc + Vpa \cdot F i/d) \cdot (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1} \quad (XVI)$$

onde:

MC = Medidas “extras” de compensação ambiental (R\$);

Vpa = Valor monetário do projeto ambiental (R\$)

Logo;

$$MC = \frac{(0 + R\$ 133.560,00 \cdot 9) \cdot (1,06)^{25}}{(1,06)^{25} - 1} = R\$ 1.567.194,07 \quad (XVII)$$

Assim, do total dos danos ambientais estipulados em (XI), entendidos como danos ambientais irreversíveis, poder-se-ia estabelecer a subtração do montante determinado em (XVII) como medidas ambientais “extras”.

O restante (XVIII) seria, então, considerado como indenização pecuniária para fins do estabelecimento dos danos ambientais irreversíveis (num primeiro momento):

$$(XI) - (XVII) = R\$ 240.138,19 \quad (XVIII)$$

Desta feita, os danos ambientais considerados, em sua totalidade, como irreversíveis (XI), poderiam ser objetos de uma consideração adicional quanto a um eventual projeto de compensação ambiental (XVII) e, ainda assim, restarem R\$ 240.138,19 como valor pecuniário relativo aos danos ambientais irreversíveis.

Naturalmente que, num segundo instante, caso as medidas ambientais não sejam aplicadas a contento considerar-se-ia, adicionalmente, “DAI”, conforme disposto em (XII), (XIII), (XIV) e (XV).

Em consequência, o encaminhamento da referida demanda ambiental, como um todo, poderia ainda sofrer um processo de incremento (em razão de DAI) no valor dos danos ambientais em função do atraso de cronograma das referidas medidas ambientais excepcionais.

Em suma, os danos ambientais irreversíveis, em seu cômputo geral, dentro do contexto do estudo de caso apresentado no presente trabalho, poderiam ser estipulados conforme demonstração final em (XV) e (XVIII).

De qualquer modo, uma generalização completa quanto à consideração do montante final dos danos ambientais irreversíveis, dada a natureza de extrema variabilidade dos casos de degradação ambiental não é simples.

O raciocínio metodológico deveria, no entanto, se dar conforme demonstrado ao longo do desenvolvimento do presente trabalho.

6. Projeção de cálculo de indenização ambiental em função do parâmetro F i/d

Restaria, de outro modo, a necessidade de se efetuar uma simulação do montante de indenização final em função do parâmetro “F i/d”, para efeitos da análise do comportamento final do modelo de avaliação ambiental ora proposto.

Dito de outra forma, indagar-se-ia, no presente momento, se o valor de “F i/d” para o projeto de compensação ambiental seria, efetivamente, o mesmo do valor de “F i/d” utilizado para fins de cálculo dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE).

Para tanto, haveria que se estabelecer o fato de que a simulação deriva de cálculo analogamente à metodologia de avaliação de danos ambientais:

$$\$ = \frac{X \cdot F i/d (1,06)^{25}}{(1,06)^{25} - 1} \Rightarrow \$ = \frac{133.560,00 \cdot F i/d (1,06)^{25}}{(1,06)^{25} - 1} \quad (\text{XIX})$$

A referida simulação do montante de indenização ambiental em função de F i/d seria, portanto, conforme demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 02 - Simulação do montante de indenização ambiental em função de F i/d

Fator F i/d	R\$ (Projeto Técnico)	Indenização	Ind (9)	Ind F i/d (n)
			Ind (F i/d)	Ind F i/d (n-1)
			(%)	(%)
9	1.567.194,07	240.138,19	1,00	1,00
8	1.393.061,40	414.270,86	1,73	1,73
7	1.218.928,72	588.403,54	2,45	1,42
6	1.044.796,05	762.536,21	3,16	1,30
5	870.663,37	936.668,89	3,90	1,23
4	696.530,70	1.110.801,56	4,62	1,19
3	522.398,02	1.284.934,24	5,35	1,16
2	348.265,35	1.459.066,91	6,08	1,14
1	174.132,67	1.633.199,59	6,80	1,12

(*) Custos Ambientais Totais Esperados relativamente à demanda ambiental = CATE = R\$ 1.807.332,26

(**) Indenização = CATE - \$ = valor de indenização a ser imputado aos danos ambientais irreversíveis, em se considerando o projeto técnico de compensação ambiental “ex situ”.

Como parte das considerações necessárias para a estimativa do valor de indenização final em função do parâmetro “F i/d” ter-se-ia, desta forma, alguns aspectos primordiais.

Neste sentido, a indenização não deve considerar, como parâmetro básico, o mesmo valor de “F i/d” empregado no cálculo dos Custos Ambientais Totais Esperados, se as condições técnicas vigentes se reportarem às seguintes características;

(i) quando o projeto técnico, em seu todo, tratar de áreas já com uma intervenção/alteração antrópica consumada, o seu enriquecimento não pode ter o mesmo valor ambiental dos recursos naturais suprimidos dentro da área originalmente impactada, e;

(ii) de outro lado se, originariamente, a área de compensação ambiental não apresentar os mesmos interesses ambientais diretamente vinculados à área objeto de alteração antrópica.

7. Considerações finais

De acordo com o acima exposto, a verificação da aplicabilidade da metodologia como congruente, independentemente de considerar-se mais predominantemente as medidas ambientais de mitigação, correção, prevenção, controle e compensação de danos ambientais ou as medidas indenizatórias por danos ambientais irreversíveis, dependeria da explicação de alguns conceitos implícitos ao modelo, bem como de considerações sobre alguns aspectos.

De acordo com o desenvolvimento teórico do método, a consideração do valor da terra / do terreno, deveria ser elaborada de maneira intrínseca. O modelo de Faustmann (Renda Esperada do Solo) pois, ao final, proporcionaria uma análise ambiental justamente em função da variável “preço da terra”.

De outro modo, dentro do desenvolvimento metodológico ora apresentado, os valores ambientais diretos/indiretos e os danos ambientais reversíveis/irreversíveis tendem a se “comunicar”, razão esta pela qual sempre se sugeriu o processo de “negociação” entre as partes dentro das demandas ambientais, principalmente para fins de cálculo de eventuais indenizações ambientais.

Ainda, este mesmo processo de negociação, naturalmente, haveria que considerar, dentro dos limites técnicos e legais, a compatibilização entre os interesses ambientais e antrópicos, para fins últimos do atendimento das necessidades da sociedade de um modo em geral (proteção/conservação ambiental, desenvolvimento econômico, geração de empregos e renda, etc.).

Entende-se extremamente relevante a consideração particular, específica, atenciosa e detalhada das variáveis “Vc” e “Cd x F i/d” (variáveis com tendência de comportamento inversamente proporcional), uma vez que os casos ambientais tendem a não serem idênticos / homogêneos em suas considerações e em suas análises (para fins de avaliação pecuniária das indenizações ambientais correspondentes).

A metodologia de avaliação de danos ambientais, conforme apresentada neste trabalho, tem o propósito de quantificar monetariamente um certo quadro de degradação ambiental em determinada área.

A aferição qualitativa e quantitativa dos danos ambientais ensejará o estabelecimento, também quantitativo e qualitativo, das pertinentes medidas ambientais.

O tempo decorrido entre o surgimento dos danos ambientais e o estabelecimento efetivo das medidas ambientais redundará nos danos ambientais irreversíveis.

Estes danos ambientais irreversíveis podem ser calculados conforme formulação matemática acima apresentada, com a grande vantagem de induzir a rápida implementação das medidas ambientais para fins do não incremento pecuniário do montante dos danos ambientais irreversíveis.

De outro modo, a despeito de todo o tratamento ambiental que deveria ser estabelecido nas demandas ambientais, talvez houvesse a possibilidade de deduzir-se, dependendo de considerações técnicas e jurídicas adicionais, do montante indenizatório final, eventuais despesas com a recuperação ambiental de outras áreas, que não as já

diretamente correlacionadas ao referido tratamento ambiental, por um prazo mínimo de 25 anos.

A referida hipótese da dedução, no entanto, normalmente tende a ser rejeitada dadas as dificuldades de acompanhamento quanto ao efetivamente estabelecido, em termos ambientais, pelas partes envolvidas em determinada demanda ambiental.

Assim, a possibilidade da utilização do modelo de avaliação de danos ambientais, tanto no que concerne às medidas ambientais, quanto à indenização pecuniária, para fins de danos ambientais irreversíveis é factível, conforme apresentado no presente trabalho, dentro de um processo de discussão sobre os pontos cruciais acima apresentados.

De qualquer forma, medidas ambientais de mitigação, correção, prevenção, controle e compensação por danos ambientais diretos e indiretos, reversíveis e/ou irreversíveis, além de uma metodologia para a avaliação pecuniária de danos ambientais são tópicos que exigem uma forte e harmônica interação entre os campos técnico, administrativo, jurídico e legal.

Haveria ainda, dentro de uma “lógica implícita” ao presente trabalho, um pressuposto teórico básico (à semelhança da analogia de que o organismo repõe, por si só, o sangue perdido), qual seja; a natureza, dentro de determinados limites repõe, por si só, determinados danos ambientais tidos, à princípio, como irreversíveis.

De outro modo, quaisquer que sejam as possíveis, distintas e infinitas variações das demandas ambientais causadores de um cenário de degradação ambiental a ser tratado dentro da presente proposta de trabalho, entende-se que mecanismos jurídicos haveriam que ser pensados para o caso de uma eventual “reincidência” dos degradadores do meio ambiente.

Por fim, toma-se “emprestada” uma observação já contida em RIBAS (1996); “apesar do enfoque florestal empregado na presente metodologia, defende-se a possibilidade e a viabilidade de utilizá-la em casos ambientais que não unicamente centrado no escopo florestal”.

8. Bibliografia consultada

CLASSIFICADOS AGROFOLHA. Folha de S. Paulo. Caderno Agrofolha. 15/09/98. 5-6.

SILVA, P. E. D da. Exame prévio. Processo número 1.296/97. Ação Civil Pública. 23a. Vara Cível da Comarca de São Paulo. Poder Judiciário do Estado de São Paulo. São Paulo. SP. 413-445.

RIBAS, L. C. Avaliação de danos ambientais - uma metodologia para o estabelecimento do valor de indenização ambiental. In: A problemática ambiental: reflexões, ensaios e propostas - Continuidade de Vivência ambiental a partir de frases e momentos. Fundação de Estudos e Pesquisas Agronômicas e Florestal. Botucatu/SP. 1998. págs. 115-156. (no prelo).

RIBAS, L. C. Proposta metodológica para avaliação de danos ambientais - o caso florestal. 1996. 242 págs. Tese (Doutorado). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo.

SILVA, P. E. D da. Exame prévio. Processo número 1.296/97. Ação Civil Pública. 23a. Vara Cível da Comarca de São Paulo. Poder Judiciário do Estado de São Paulo. São Paulo. SP. 413-445.

SOLOAMBIENTE. Proposta de orçamento para execução de obras. Projeto de Condicionamento de Vegetação e Compensação Ambiental para fins de implantação de conjunto residencial. R3-03. Processo 1296/97. 23a. Vara Cível da Comarca de São Paulo (Ação Civil Pública). São Paulo/SP. 24/06/98. 06 págs.

Nota explicativa do método CATE-DAI

Capítulo – Flora
Publicação Valoração Ambiental

Luiz César Ribas

Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia – DERS. Faculdade de Ciências
Agrônômicas - FCA. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.
Campus de Botucatu/SP
E-mail: luiz.c.ribas@unesp.br

São Paulo, 28 de junho de 2021
(revisão 19.08.2021)

1. O método CATE-DAI

A compreensão do método CATE-DAI passa, de início, por alguns aspectos jurídicos e técnicos fundamentais.

Do ponto de vista jurídico, a base da metodologia deve ser buscada, por exemplo, no disposto no artigo 4º, inciso VII, da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, qual seja, a “imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados”.

Do ponto de vista técnico, o método CATE-DAI tem suas bases estabelecidas no clássico e tradicionalmente método de avaliação florestal denominado modelo de Faustmann¹ (Renda Esperada da Terra ou Renda Esperado do Solo)².

Não se deve deixar de mencionar, em derradeiro, que o método teve sua fundamentação pautada em muito do que se depreendeu do brilhante artigo de DA CRUZ (1999)³.

Com base nestas premissas houve, inicialmente, o desenvolvimento do método Custos Ambientais Totais Esperados (CATE)⁴ e, pouco tempo depois, seu refinamento para melhor recepcionar a

¹ FAUSTMANN, M. **Calculation of the value wich forest land and imature stands possess for forestry.** Martin Faustmann and the evolution of discounted cash flow. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford, 1849 (trad. 1968). p. 27-55 (Institute Paper, n. 42).

² RIBAS, L. C. **Estratégia econômica da reforma de povoamentos florestais de *Pinus spp.*** UFPr. 1989. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Escola de Florestas. Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Pr. 1989.

³ DA CRUZ, B. M. Princípios jurídicos e econômicos para a avaliação do dano florestal. 3º. Congresso Internacional de Direito Ambiental. **Anais.** A proteção jurídica das florestas tropicais. Instituto O Direito por uma Planeta Verde. Anais. Vol 1. 1999. 115-124

questão da indenização dos danos ambientais que decididamente definidos como “irreversíveis”, por intermédio da formulação dos “Danos Ambientais Irreversíveis (DAI)”, restando, então, o método em sua concepção final. Em outras palavras, o método Custos Totais Ambientais Esperados (CATE) – Danos Ambientais Irreversíveis (DAI)⁵.

O método parte, ainda do ponto de vista técnico, de algumas premissas, tais como: i) Avaliar é a “ação de estimar-se o valor de alguma coisa, determinando-se a sua valia (valia esta entendida como importância/utilidade); ii) Avaliar economicamente é “estimar o valor, importância ou utilidade, monetariamente e, de preferência, pautado em valores de mercado”; iii) Avaliar economicamente o meio ambiente representa a “avaliação de benefícios e custos, sob a forma de valores diretos (tangíveis)⁶, aqueles facilmente mensuráveis do ponto de vista econômico, bem como valores indiretos (intangíveis)⁷, estes de difícil mensuração econômica”; e v) Avaliar economicamente os danos ambientais irreversíveis é “valorar, monetariamente, o escopo daqueles danos ambientais que os degradadores, durante determinado período de tempo, não deram causa de proceder a recuperação do meio ambiente degradado, segundo condicionantes técnicas e jurídicas preconizadas pelas autoridades competentes”.

O método CATE-DAI tem sua “raiz” conceitual, portanto, no modelo de Faustmann e suas “raízes”, em termos das variáveis associadas aos valores ambientais tangíveis e intangíveis, tanto no método de Custo de Reposição ou Recuperação (“Cd”), quanto em trabalhos da psicologia matemática (“F i/d”)⁸.

2. Transposição do modelo de Faustmann para o método CATE-DAI

Entende-se que uma das maneiras mais claras e evidentes para se compreender a transposição das bases conceituais do modelo de Faustmann para o método CATE-DAI pode ser proporcionada a partir da Tabela 1.

⁴ RIBAS, L. C. **Proposta metodológica para avaliação de danos ambientais - o caso florestal**. 1996. 242 págs. Tese (Doutorado). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo.

⁵ A questão da irreversibilidade ou não dos danos ambientais e, por extensão, da sua recuperação ou não, quer de origem antrópica, quer natural, tem a haver com o princípio da “resiliência”. Isto porque, do ponto de vista técnico, um meio ambiente, em última instância, independentemente da ação antrópica, tende a, em certo tempo, se recuperar. O método CATE-DAI busca justamente quantificar, para efeitos indenizatórios, o período de tempo que a natureza não se recuperou necessariamente a partir da (adequada e satisfatória) intervenção, de uma forma ou de outra, dos degradadores.

⁶ Variável “Cd”, no método CATE-DAI.

⁷ Variável “F i/d”, no método CATE-DAI ou em outras palavras, transposição dos valores ambientais indiretos, intangíveis e sem preço de mercado (i) para valores ambientais diretos, tangíveis e com preço de mercado (d). Note-se, de outro modo, que com respeito à F i/d poderiam ser aqui consideradas, atualmente, as variáveis ecossistêmicas, ou mesmo aquelas relacionadas às mudanças climáticas, por exemplo. Enfim, todos os elementos ambientais que, para efeitos de sua recuperação, estejam associados, de uma forma ou de outra aos valores intangíveis ou, em outras palavras, não tenham mercados e, conseqüentemente, preços).

⁸ A este propósito vide, particularmente no que diz respeito ao desenvolvimento analítico do método CATE-DAI, os trabalhos “SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**. 1977. 15, 234-281” e “SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process: planning priority setting resource allocation**. New York. Mac-Graw-Hill. 1980. 287 p.”.

Tabela 1 - Transposição analítica Faustmann → CATE

$Se = \frac{A}{r(1+p)^{-1}}$	$CATE = \frac{(Cd \cdot F i/d) \cdot (1+j)^n}{(1+j)^n - 1}$
Modelo de Faustmann Renda Esperada do Solo Valor Esperado da Terra	Custos Totais Esperados Totais Danos Intermitentes Danos Contínuos
	Valor Comercial (Danos Morais?)
	Valores ambientais Diretos – Valores Tangíveis – Custos de Recuperação Indiretos – Valores Intangíveis – Matriz de Prioridades – Análise multicriterial/análise multiobjetivo - F i/d (trabalhos de Saaty)

Note-se, da tabela acima, que o principal elemento de transposição é da variável “A”, do modelo de Faustmann, para relação entre as variáveis relacionadas aos valores ambientais tangíveis e intangíveis “Cd . F i/d”, no modelo CATE-DAI.

Isto representaria, nada mais nada menos, exatamente a transformação necessária para se considerar, em termos de procedimento avaliatório, os danos ambientais diretos (preço de mercado) e indiretos (sem preço de mercado).

Deve-se aqui registrar que, no limite, quanto mais houver a definição dos valores ambientais diretos/tangíveis, menor será a necessidade de se definir os valores ambientais indiretos/intangíveis (F i/d).

Ainda dentro deste escopo, a variável “Cd” é perfeita e claramente compreensível, uma vez que representaria os custos (diretos/tangíveis) associados à recuperação ambiental de determinada “área”⁹ degradada.

A variável “j” está associada, do ponto de vista da matemática financeira, ao elemento de desconto necessário para a consideração do valor do dinheiro no tempo. Seria, pura e simplesmente, a consideração dos juros (utilizando-se normalmente a taxa de juros dita “social”).

A variável “n”, por seu turno, é também um parâmetro da matemática financeira imprescindível para a consideração do valor do dinheiro no tempo. Ela deve representar o período de tempo considerado para que haja todo um ciclo (rotação) de determinado processo ambiental. Emprega-se, usualmente, o valor de 25 (anos) para “n” porque, dentre outros fatores, a questão ambiental necessariamente diz respeito às presente e futuras gerações e uma geração dura, geralmente, 25 anos.

⁹ Note-se, portanto, que o método está centrado na avaliação de “área” e não necessariamente de determinados atributos ambientais tais como, bioma, recursos edáficos, recursos hídricos, recursos atmosféricos, fauna, etc. Estes elementos até são considerados, mas dentro do escopo, exatamente, de determinada “área”.

De outra parte, haveria que se esclarecer a fundamentação lógica da variável F i/d para fins, no que diz respeito ao método CATE-DAI, definir o valor econômico dos danos ambientais irreversíveis associados aos valores ambientais indiretos, intangíveis ou sem preço de mercado. E isto é feito recorrendo-se aos trabalhos de Saaty já anteriormente referenciados.

Saaty estabeleceu, neste sentido, que todo e qualquer elemento ou atributo (onde naturalmente se inclui a questão ambiental) com respeito ao qual as pessoas tivessem dificuldades de atribuir um valor (justamente os valores ambientais indiretos, intangíveis ou sem preço de mercado), poderia ser convertido numa matriz numérica de prioridades de 1 à 9 tal como disposta na Tabela 2.

Tabela 2 – Transposição dos valores ambientais indireto para a variável F i/d

F i/d	Significado
1	relação de predominância inexistente de i sobre d
3	pequena predominância de i sobre d
5	significativa predominância de i sobre d
7	predominância muito forte de i sobre d
9	predominância absoluta de i sobre d
2, 4, 6, 8	valores intermediários

Por conseguinte, no método CATE-DAI, a principal transformação seria o fator Cd . F i/d, onde, para efeitos de Cd, deveriam ser considerados todos os elementos relacionados à determinada recuperação de um ambiente degradado que a eles tivessem associados preços de mercado (valores ambientais diretos ou tangíveis). Por seu turno, para efeitos de F i/d seria determinado um valor numérico entre 1 e 9 que representasse o grau de severidade que deveria ser considerado em termos de impacto ambiental aos atributos ambientais de determinado ambiente degradado que não fosse possível determinar seu preço (valores ambientais indiretos ou intangíveis).

Para efeitos de Cd, entende-se que dificilmente a sua estimativa (valoração) pudesse vir a ser questionada, uma vez tendo os atributos ambientais com preço de mercado que sejam relacionados à recuperação de um local degradado solidamente definidos.

A questão, mais polêmica, é a gradação, entre 1 à 9, do fator F i/d para efeitos do cômputo, dos valores ambientais indiretos ou intangíveis que tivessem que ser também monetariamente relacionados à recuperação de determinado ambiente degradado.

Todavia, a este respeito, aqui defende-se, que elementos agravantes, tais como ausência de licenciamento ambiental, nível elevado de impactação social, econômica e ambiental, instauração de procedimentos administrativos, cíveis e criminais, sobretudo junto aos órgãos ambientais competentes, ao Ministério Público e mesmo ao Poder Judiciário, devam aproximar F i/d ao seu limite máximo, qual seja, 9. Por outro lado, elementos atenuantes podem “puxar F i/d para valores mais baixos (4,5, por exemplo), como, por exemplo, imediata cessação das atividades econômicas/antrópicas degradadoras, cooperação dos agentes causadores da degradação, dentre outros.

3. Danos Ambientais Irreversíveis (DAI)

Restaria, ainda, definir o escopo pecuniário da “irreversibilidade” dos danos ambientais causados a determinada área, ou seja, DAI¹⁰.

Neste sentido, e associado ao contexto da “resiliência” dos ecossistemas, entende-se que o principal parâmetro a ser considerado seja o fator “tempo”. Assim, quanto mais tempo um determinado local degradado levar para ser, por parte dos degradadores, recuperado, maior será a irreversibilidade dos danos ambientais e, portanto, do valor econômico neste período de danos ambientais (a área deixaria, por exemplo, de prestar serviços ecossistêmicos durante o período de tempo em que não estiver sendo objeto de recuperação ambiental por parte dos degradadores).

Assim, para efeitos de DAI, partindo-se de CATE I ou CATE II¹¹, ter-se-ia analiticamente:

$$\text{DAI} = f(t, \text{CATE})$$

onde:

DAI = danos ambientais irreversíveis (R\$/ano);
t = tempo, em anos, decorrido entre o estabelecimento dos danos ambientais e a implementação das medidas ambientais, e;
CATE = CATE I ou CATE II (R\$)

Matematicamente;

$$\text{DAI} = [\text{CATE} \cdot (1 + j)^t] - \text{CATE}$$

ou;

$$\text{DAI} = \text{CATE} [(1 + j)^t - 1]$$

onde;

j = taxa de juros ao ano (%)

4. Projeto de Compensação ambiental - Vpa

Finalmente, admite-se a possibilidade de converter um determinado montante pecuniário relacionado a um dado quadro de danos ambientais irreversíveis (CATE I ou CATE II, no caso dos danos serem “irremediavelmente” irreversíveis, ou DAI, no caso de, com respeito a um período de

¹⁰ RIBAS, L. C. Avaliação de danos ambientais - uma metodologia para o estabelecimento do valor de indenização ambiental. In: A problemática ambiental: reflexões, ensaios e propostas - Continuidade de Vivência ambiental a partir de frases e momentos. Fundação de Estudos e Pesquisas Agronômicas e Florestal. Botucatu/SP. 1998. págs. 115-156.

¹¹ CATE I diz respeito aos danos ambientais acarretados em uma ação única, não repetitiva, não contínua (corte de árvores, por exemplo), enquanto CATE II, ao contrário, diria respeito a uma sucessão de ações degradadoras, contínuas e repetitivas (lançamento sistemático e periódico de efluentes domésticos ou industriais em cursos de água ou efluentes atmosféricos em determinada bacia aérea).

tempo específico, haver a possibilidade de recuperação ambiental) ser convertido num projeto de compensação ambiental de determinado valor econômico (Vpa)¹².

Para tanto, deveria ser utilizada a seguinte fórmula:

$$MC = \frac{(Vc + Vpa \cdot F i/d) \cdot (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1}$$

Onde:

MC = CATE I, CATE II ou DAI

Vc = Valor comercial da área (a ser considerado, ou não, à analogia da motivação econômica do ato degradante)

Cd = Valores (custos) diretos/tangíveis de recuperação ambiental da área degradada

F i/d = Fator de consideração dos valores ambientais indiretos/intangíveis

Vpa = Valor do projeto de compensação ambiental

Observe-se que, para efeitos da consideração de F i/d, o projeto de compensação ambiental deve ser correspondente (qualitativa e quantitativamente) exatamente aos atributos ambientais da área degradada.

Neste caso, e de forma simplificada, poder-se-ia asseverar que Vpa corresponderia, no limite, ao valor econômico de CATE I, CATE II ou DAI, dividido por **11,73**.

Pode, de início, parecer um desconto (abatimento) exagerado. Todavia, em negociações de dívidas procedimentos semelhantes podem vir a ocorrer. Por outro lado, no caso específico do meio ambiente, nem sempre o escopo monetário propriamente dito corresponde a um ganho ambiental, qualitativo e quantitativo, de expressivo reconhecimento pela sociedade¹³.

Contudo, caso não os atributos ambientais da área degradada e da área do projeto de compensação ambiental não se correspondam, qualitativa e quantitativamente, ou, em outras palavras, a área do Vpa seja ambientalmente pior ou melhor, haveria que se dar a devida e necessária ponderação de F i/d, para mais ou para menos.

¹² A este propósito, afora aquilo que já apontado nas notas de rodapé 2, 4 e 10, a base referencial foi a seguinte: i) SILVA, P. E. D da. Exame prévio. **Processo número 1.296/97**. Ação Civil Pública. 23a. Vara Cível da Comarca de São Paulo. Poder Judiciário do Estado de São Paulo. São Paulo. SP. 413-445; ii) SILVA, P. E. D da. Exame prévio. **Processo número 1.296/97**. Ação Civil Pública. 23a. Vara Cível da Comarca de São Paulo. Poder Judiciário do Estado de São Paulo. São Paulo. SP. 413-445, e; iii) SOLOAMBIENTE. Proposta de orçamento para execução de obras. Projeto de Condicionamento de Vegetação e Compensação Ambiental para fins de implantação de conjunto residencial. R3-03. **Processo 1296/97**. 23a. Vara Cível da Comarca de São Paulo (Ação Civil Pública). São Paulo/SP. 24/06/98. 06 págs.

¹³ Até porque, a depender da “inteligência” do projeto de compensação ambiental, ele poderá vir a produzir benefícios ambientais, diretos e indiretos, muito mais expressivos do que aqueles impactados em determinada ação degradante (sendo que estes benefícios do projeto de compensação ambiental poderiam inclusive ser a ser, para efeitos comparativos, de difícil quantificação).

5. Considerações Finais

Para efeitos da consideração do método CATE-DAI algumas considerações devem ser respeitadas.

Em primeiro lugar, há que se focar a determinação do escopo monetário, em termos de valores, dos danos ambientais efetivamente “irreversíveis”.

Em segundo lugar, CATE-DAI representaria o valor monetário dos danos ambientais irreversíveis até o início até a efetiva implementação das medidas ambientais cabíveis (correção, mitigação, prevenção, monitoramento, controle e/ou compensação ambiental).

Em terceiro lugar, CATE-DAI pode, dentro do entendimento dos agentes tomadores de decisão, ser convertido num projeto de compensação ambiental (Vpa), onde, **para as mesmas** condições e atributos ambientais da área degradada **E** da área e projeto de compensação ambiental:

$$V_{pa} = \frac{\text{CATE I ou CATE II ou DAI}}{11,73}$$

Por fim, não somente por intermédio do CATE-DAI, como também, a partir de todo e qualquer método, haveria que se estabelecer, visando eventuais e futuras iniciativas preventivas, uma série de recomendações com vistas ao aprimoramento das políticas públicas/ambientais associadas objetivamente ao fato degradante apurado em determinado processo avaliatório.

Manifestação Técnica:**Avaliação econômica de danos ambientais em face de extração ilegal de palmito**

N CAO 0395/06

Pt 00807/06**PJMA de Peruíbe****Interessado:**

Anísio Piantavini.

Assunto:

Of. n. 411/2006 – 2º PJ mrs, datado de 08.05.06. IC 318/02. 2ª PJ de Peruíbe.
Avaliação econômica de danos ambientais em face da extração, beneficiamento e armazenamento irregular de 20 vidros de palmito “in natura” em conserva.

Localidade:

Estrada Armando Cunha, Km 14,5. Bairro Bananal. Peruíbe/SP.

1. Introdução

Em face do disposto no Of. n. 33º BP-Amb-080/130/02, datado de 15.05.02 (relacionado ao Auto de Infração Ambiental n. 18.702, da Polícia Florestal e de Mananciais, datado de 01.03.02 e ao Boletim de Ocorrência n. 02032, da Polícia Militar do Estado de São Paulo, datado de 01.03.02), a 2ª PJ de Peruíbe, tendo em vista a necessidade de embasamento de Ação Civil Pública ou Termo de Ajustamento de Conduta com respeito ao assunto em epígrafe, solicitou a avaliação de **20 vidros de palmito**.

2. Análise Técnica

Para o atendimento da r. solicitação, dois aspectos básicos haveriam que ser considerados:

- avaliação do dano causado; e
- proposta de reparação ambiental pelo degradador mediante projeto de recuperação ambiental

2.1 Avaliação econômica dos danos ambientais irreversíveis

A partir dos elementos acima destacados verifica-se que para a Avaliação Ambiental solicitada, os seguintes elementos, dentro do processo de avaliação econômica dos danos ambientais irreversíveis (documento em anexo), haveriam que ser destacados:

- A extração, industrialização e comercialização de palmito origina-se das espécies florestais Juçara (*Euterpe edulis*), Açai (*Euterpe precatoria*) ou Pupunha (*Bacris gasipeses*);
- Em termos do palmito Juçara (objeto específico dos presentes autos), um palmiteiro com cerca de 10 a 15 anos geralmente produz de 150 a 300 gramas de palmito (produção suficiente e necessária para completar um vidro de palmito comercializável);
- O preço de venda de um vidro de palmito é da ordem de R\$ 5,00 a R\$ 15,00 (diferença proporcionada por questões de marketing e comercialização);
- Um palmiteiro cortado antes de seus 20 anos de idade deixa de produzir cerca de 100 kg de frutos extremamente relevantes em termos do suporte da fauna silvestre, bem como, do próprio habitat florestal;
- O custo médio de produção de uma muda de palmito é da ordem de R\$ 1,00 / muda.

Em face disto, os seguintes parâmetros silviculturais poderiam ser estimados para os espécimes arbóreos de Palmito suprimidos (valores estimativos médios):

- Idade média de um palmiteiro “comercializável” = 12,5 ano
- 1 palmiteiro = 225 gramas = 0,75 vidros;
- 1 vidro = 1,33 palmiteiros;
- 20 vidros = 26,6 = 27 palmiteiros
- 20 vidros = R\$ 10,00/vidro = R\$ 200,00
- 27 palmiteiros = R\$ 1,00/muda = R\$ 27,00

De outro modo, as seguintes inferências seriam possíveis:

- Impossibilidade de reparação ambiental dos palmiteiros suprimidos, bem como, motivação econômica dos danos ambientais;
- Esses aspectos permitem caracterizar a tipologia de danos ambientais a partir de CATE II (danos ambientais contínuos com motivação econômica - perda ambiental irreversível - vide documento em anexo);

2.2 Variáveis do Modelo de Avaliação Ambiental

V_c - Variável Econômica

$$V_c = R\$ 200,00$$

C_d – Custos Ambientais Diretos

$$C_d = (R\$ 27,00 \times F_{i/d}) \times (1,06)^{12,5} =$$

F /i/d = 9 (valor máximo em função da irregularidade, ilegalidade e valor ambiental para fauna e habitat)

$$C_d = R\$ 503,42$$

F i/d – Fator de conversão de valores diretos e indiretos

$$F_{i/d} = 9 \text{ (pelas razões acima dispostas)}$$

Demais parâmetros

$$i = 6 \% \text{ aa}$$

$$n = 25 \text{ anos}$$

2.3 Procedimento de cálculo - Custos Ambientais Totais Esperados - Supressão de Árvore - a partir de CATE II

Logo:

$$\text{CATE II} = \frac{V_c + C_d \cdot F \cdot i/d}{j}$$

$$\text{CATE II} = \frac{\text{R\$ } 200,00 + \text{R\$ } 530,42 \times 9}{0,06} = \text{R\$ } 82.896,33$$

3. Comentários Finais

Face ao acima disposto, em atenção à solicitação da 2ª PJ de Peruíbe, ter-se-ia que o valor econômico dos danos ambientais irreversíveis, decorrente do corte, beneficiamento e armazenamento de 20 vidros de palmito reportar-se-ia ao montante de **R\$ 82.896,33** (oitenta e dois mil, oitocentos e noventa e seis reais, e trinta e três centavos).

São Paulo 20 de julho de 2006

Luiz César Ribas
Engenheiro Florestal

Laudo Técnico: Avaliação de danos ambientais em face de extração mineral

N CAO 9791/05

Pt 1613/05
PJ da Comarca de Tambaú

Interessado:

Aldenir Lopes de Faria

Assunto:

Extração Mineral. Quantificação dos danos ambientais.

Localidade:

Rodovia Vicinal Tambaú – Santa Rita do Passa Quatro, km 3. Chácara Deolinda. Tambaú/SP.

1. Introdução

Cf. os termos do Of. 83/05 – PJT, datado de 13.10.05, foi solicitada, com base em documentação encaminhada, a quantificação dos danos ambientais acarretados pelo Interessado.

2. Análise Técnica

Para o fim do atendimento da solicitação da PJ de Tambaú, haveria que se destacar, preliminarmente, dos autos do presente protocolado, os seguintes elementos:

- A) AIA Polícia Ambiental n. 121.505, datado de 17.01.01:
Atividade degradatória de extração de **argila, sem licença ambiental**.

- B) Laudo do Instituto de Criminalística n. 402/01, datado de 30.01.01:
Extração de argila em **imóvel rural, em pontos distintos e próximos entre si**, cujas características indicam ser de operação realizada em **época não recentemente**.

- C) Laudo Técnico DEPRN de Dano Ambiental datado de 11.12.01:
Atividade degradatória em **1,0 hectare**, em local considerado (por conta da existência de **nascente**) como “**Área de Preservação Permanente**”. Existência de **processos erosivos** (a ponto de,

inclusive, colocar em risco algumas construções). Atividades minerárias se encontravam (à época da vistoria técnica do DEPRN) **paralisadas**. Com medidas de recuperação ambiental foram sugeridos a **recomposição topográfica** e o **plantio arbóreo**, por meio de um **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas** a ser submetido ao **DEPRN**.

D) Laudo de Dano Ambiental do DEPRN, datado de 18.07.05:

No geral, corrobora as informações técnicas já apresentadas pelo próprio DEPRN. Em específico, demonstra (**fotografias 01, 02 e 03**) a magnitude (**gravidade, profundidade e extensão**) dos danos ambientais acarretados pela atividade minerária ilegal. Ademais se denota, dos quesitos anexados ao laudo técnico, a preocupação com os danos **paisagísticos** (valor indireto).

3. Avaliação Econômica dos Danos Ambientais

Uma vez dispostos os elementos técnicos acima é possível, com base na sistemática analítica consoante apresentada em anexo, proceder à avaliação econômica dos danos ambientais.

Para tanto haveria que se discriminar, previamente, as principais variáveis do modelo de avaliação econômica de danos ambientais ora utilizado:

Valor comercial da área - Vc

Embora tenha sido apontado que houve a obtenção de vantagem econômica para fins da extração minerária ilegal, os laudos técnicos sugerem que a atividade não seja “profissional”. Portanto, não se considerou a variável Vc no presente procedimento analítico de avaliação econômica de danos ambientais, preferindo-se focar a questão da “recuperação ambiental da área degradada propriamente dita” (todavia, a critério do Douto Juízo ou mesmo da PJ de Tambaú, este posicionamento técnico pode ser revisto).

$$V_c = 0$$

Custo de Recuperação Ambiental - Cd

$Cd = f(\text{recomendações técnicas do DEPRN}) = f(\text{reconfiguração topográfica e plantio arbóreo}) = f(Cd\ 1 + Cd\ 2) = f(\text{documentação anexa})$

Área para fins de reconfiguração topográfica = f(itens “C” e “D”) = 1,0 hectare x 5,0 de profundidade média = 50.000 m³

Cd 1 = Custos totais de reconfiguração topográfica = Cd 1a + Cd 1b

Cd 1a = R\$ 9,18 / m³ x 50.000 m³ = **R\$ 459.000,00** (escavação mecânica, carga e remoção de terra)

Cd 1b = R\$ 9,26 / m³ x 50.000 m³ = **R\$ 463.000,00** (reenchimento de vala com compactação manual, sem fornecimento de terra)

Cd 2 = Plantio arbóreo (documentação em anexo)

Cd 2 = R\$ 7.108,59 / ha x 1,0 hectare = **R\$ 7.108,59**

Demais parâmetros

F i/d = 6,75

Fator intermediário entre Fator médio (4,5) em face da paralisação das atividades minerárias, e Fator máximo (9,0), em função dos impactos ambientais consoante apontados pelo DEPRN como, por exemplo, APP, atividade ilegal, danos paisagísticos, dentre outros. A este propósito vide também documento em anexo sobre a questão da variável “F i/d”.

n = 25 anos

j = 6 % ao ano

A partir disto, para efeitos do cálculo econômico dos danos ambientais irreversíveis acarretados pela Requerida ao local, haveria que se proceder ao cálculo dos “Custos Ambientais Totais Esperados – CATE I” (optou-se pela variável do modelo “danos intermitentes” e não por CATE II, ou seja, danos contínuos, em face dos laudos técnicos acostados aos autos não serem, a respeito da temporalidade dos impactos ambientais, conclusivos), bem como, dos “Danos Ambientais Irreversíveis – DAI”.

3.1 Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Intermitente (CATE I), sem a consideração da variável econômica

$$CATE = \frac{(Cd \cdot F i/d) \cdot (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1}$$

Onde:

$$Cd = R\$ 459.000,00 + R\$ 463.000,00 + R\$ 7.108,59 = R\$ 929.108,59$$

$$F i/d = 6,75;$$

$$n = 25 \text{ anos; e}$$

$$j = 6 \% \text{ aa}$$

Logo;

$$CATE = \frac{(R\$ 929.108,59 \times 6,75) \times (1,06)^{25}}{(1,06)^{25} - 1}$$

$$CATE = R\$ 8.176.625,53$$

3.2 Danos Ambientais Irreversíveis - DAI

Na sequência, e em complementação ao disposto no final do item “3.1”, partindo-se do pressuposto de que os danos ambientais acarretados à área estão sendo estabelecidos à, aproximadamente, 04 anos [2005-20001 = f (data de elaboração dos laudos técnicos)], ter-se-ia que:

$$DAI = CATE [(1 + j)^t - 1]$$

$$DAI = R\$ 8.176.625,53 [(1,06)^{4,0} - 1] = R\$ 2.146.175,81$$

$$DAI = R\$ 2.146.175,81$$

R\$ 44.712,00 / mês (48 meses)
R\$ 42,92 / m³ (50.000 m³)
R\$ 40,00 / m³ (preço da argila calcinada)

Portanto, os danos ambientais irreversíveis acarretados pelos Requeridos no meio ambiente local, até o presente instante, **dada a sistemática analítica e metodológica acima exposta,** e consoante os impactos ambientais acarretados, reportam-se ao montante de **R\$ 2.146.175,81 (dois milhões e cento e quarenta e seis mil e cento e setenta e cinco reais e oitenta e hum centavos).**

4. Comentários Finais

Portanto, face ao acima disposto, em decorrência das atividades minerárias degradatórias impingidas pelo Interessado ao meio ambiente local, numa área de 1,0 hectare, há pelo menos 04 anos, apurou-se o valor econômico dos danos ambientais na ordem de **R\$ 2.146.175,81.**

Este montante este que, a critério do Douto Juízo e/ou da Promotoria de Justiça da Comarca de Tambaú poderia, eventualmente, ser convertido (**adicionalmente** ao projeto técnico de recuperação ambiental da área degradada pautado na Resolução SMA 47/03 a ser aprovado e monitorado pelo DEPRN/SMA) em um projeto de compensação ambiental.

São Paulo, 16 de novembro de 2005

Luiz César Ribas
Eng. Florestal

5. DOCUMENTAÇÃO EM ANEXO

5.1 Planilha de Custos para fins da Estimativa dos valores econômicos de recuperação ambiental da área degradada (reconfiguração topográfica)

Tabela de Custos Unitários da SIURB. Julho/2005. Proc. N 2005-0.186.485-3. DOC 07.09.2005. Tabela de Custos – Secretaria Municipal de Infra Estrutura e Obras, da Prefeitura Municipal de São Paulo.

Escavação mecânica, carga e remoção de terra até 1,0 Km
→ **R\$ 9,18 / m³**

Reenchimento de vala, com compactação manual, sem fornecimento de terra
→ **R\$ 9,26 / m³**

5.2 Planilha de Custos de Recuperação Ambiental de Área Degradada (plantio arbóreo)

Setembro de 2005

De modo a se atender o acima disposto, relativamente às medidas complementares de recuperação ambiental de área degradada, entende-se pertinente a apresentação das seguintes operações básicas [adaptado de TOLEDO (1992), com base na relação monetária proporcional a partir do parâmetro R\$ 1,00/muda, predominando as operações manuais em detrimento das mecanizadas, bem como salário médio no valor de 1,0 salário mínimo]:

(I) Custo horário da mão-de-obra

- (i) Salário de um Trabalhador Rural - R\$ 300,00 / mês (salário mínimo)
- (ii) Encargos Trabalhistas - INSS, cesta-básica, auxílio transporte e demais encargos trabalhistas - 1 vez o valor do Salário de um Trabalhador Rural - R\$ 300,00 / mês
- (iii) Horas de trabalho / mês - 5 dias/semana, 4 semanas/mês, 8 horas/dia - 160 horas/mês
- (iv) Custo horário da mão-de-obra - (i) + (ii) / (iii) = R\$ 3,75/hora

(II) Custos Manuais de Recomposição Vegetal / hectare

combate à formiga.....	30 ho-h/ha.....	R\$ 112,50 / ha
aceiramento manual.....	60 ho-h/ha.....	R\$ 225,00 / ha
conservação de estradas.....	60 ho-h/ha.....	R\$ 225,00 / ha
coveamento.....	150 ho-h/ha.....	R\$ 562,50 / ha
adubação.....	15 ho-ha/ha.....	R\$ 56,25 / ha
plantio.....	75 ho-h/ha.....	R\$ 281,25 / ha
irrigação.....	45 ho-ha/ha.....	R\$ 168,75 / ha
replanteio (30 % do plantio).....	22,5 ho-h/ha.....	R\$ 84,37 / ha
roçada (1o. ano).....	60 ho-h/ha.....	R\$ 225,00 / ha
roçada (2o ano).....	60 ho-h/ha.....	R\$ 225,00 / ha
manutenção de aceiros.....	60 ho-h/ha.....	R\$ 225,00 / ha
manutenção de estradas.....	60 ho-h/ha.....	R\$ 225,00 / ha
adubação em cobertura.....	15 ho-h/ha.....	R\$ 56,25 / ha

Subtotal (II) - R\$ 2.671,87 / ha

(III) Custos de Insumos / hectare

calcário.....	3 ton/ha.....	R\$ 167,00/ha
fertilizante.....	450 kg/ha (R\$ 0,80/kg).....	R\$ 601,00/ha
formicida.....	12 kg / ha (R\$ 2,00/kg).....	R\$ 80,00/ha
mudas.....	1667 mudas / ha (6,0 metros quadrados / muda).....	R\$ 1,00/muda
.....	R\$ 1.667,00/ha
mudas (replante).....	500 mudas / ha (taxa de 30% de mortal.).....	R\$ 500,00/ha

Subtotal (III) - R\$ 3.015,00 / ha

(IV) Serviços técnicos especializados mais custos eventuais [0.25 x (I+II)]

Subtotal (IV) - R\$ 1.421,72 / ha

(V) Custos Totais de Recuperação Ambiental da Área Degradada / ha

Subtotais (II) + (III) + (IV) - R\$ 7.108,59 / ha

TOLEDO, Á. E. P. de; CERVENKA, C. J. et GONÇALVES, J. C. Recuperação de Áreas Degradadas. Companhia Energética de São Paulo. Série Pesquisa e Desenvolvimento n. 059. 2a. ed rev. e atual. São Paulo. 1992. 15 págs.

Manifestação Técnica:

Avaliação econômica de danos ambientais em face do derramamento de óleo hidráulico e lubrificante

N CAO 00015/06

Pt n. 00001/06

PJMA de Santos

Interessada:

Libra Terminais S/A.

Assunto:

Pt. 136/04. **Estimativa** da avaliação monetária de danos ambientais decorrentes do derramamento de óleo hidráulico e lubrificante em razão da queda de empilhadeira (tipo Reach – Staeker, prefixo GEP 03), aos 02.02.04, no **corpo de água** do Estuário de Santos.

Localidade:

Av. Eng. Eduardo Guimarães Gama s/n. Terminal 37.1. Empresa Libra. Estuário de Santos. Santos/SP.

1. Introdução

A PJMA de Santos, visando subsidiar a subscrição de Termo de Ajustamento de Conduta ou a propositura de Ação Civil Pública solicitou, nos termos do of. 5493/05-MP-PJCS-MA, datado de 13.12.05, **estimativa** da avaliação de danos ambientais ocorridos no terminal 37.

2. Análise Técnica

Com o intuito de atender a solicitação da PJ de Santos haveria que se dispor, preliminarmente, do que se depreende dos autos do Pt 136/04 (mais, precisamente, da manifestação da CODESP – Porto de Santos) que a estimativa da **valoração econômica de danos ambientais** deveria se pautar nas principais diretrizes previstas na própria **Resolução CONAMA n. 293, de 12 de dezembro de 2001**.

2.1 Resolução CONAMA n. 293/01

A referida resolução dispõe sobre o **conteúdo mínimo** do **Plano de Emergência Individual** para incidentes de poluição por óleo originados em portos organizados, instalações portuárias ou terminais, dutos, plataformas, bem como suas respectivas instalações de apoio, e orienta a sua elaboração, dentro do qual (conteúdo mínimo) destacar-se-iam os seguintes aspectos iniciais:

Óleo

Petróleo e seus derivados, **incluindo** óleo cru, óleo combustível, borra, resíduos de petróleo, produtos refinados e misturas de água e óleo em qualquer proporção.

Incidente de poluição por óleo

Qualquer descarga de óleo, decorrente de fato ou ação **intencional ou acidental** que ocasione **dano ou risco de dano** ao meio ambiente ou à saúde humana.

Plano de Emergência Individual

Documento, ou conjunto de documentos, que contenha as **informações** e descreva os **procedimentos de resposta** da instalação a um incidente de poluição por óleo, decorrente de suas atividades.

Intemperização

Alteração, por processos naturais, das propriedades físico-químicas do óleo derramado exposto à ação do tempo (resolução prevê, como tempo mínimo, o período de **30 dias**)

Derramamentos

Qualquer forma de liberação de óleo para o ambiente, incluindo o despejo, escape, vazamento e transbordamento entre outros.

Zona Costeira

Espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, abrangendo as seguintes faixas: **Faixa Marítima e Faixa Terrestre**.

De outro modo, cf. dispõe o art. 5º da referida resolução, o Plano de Emergência Individual da instalação deverá ser elaborado de acordo com as seguintes orientações:

- I - conforme **conteúdo mínimo** estabelecido no Anexo I;
- II - com base em **informações referenciais** estabelecidas no Anexo II;
- III - com base nos resultados da **análise de risco** da instalação;
- IV - conforme os critérios de **dimensionamento da capacidade mínima de resposta estabelecidos** no Anexo III;
- V - de forma integrada com o **Plano de Área** correspondente.

Dentro ainda deste escopo (art. 5º), a avaliação econômica de danos ambientais deveria pautar-se nas seguintes **diretrizes e procedimentos**: **interrupção da descarga de óleo; contenção do derramamento de óleo; proteção de áreas vulneráveis; monitoramento da mancha de óleo derramado; recolhimento do óleo derramado; dispersão mecânica e química do óleo derramado; limpeza das áreas atingidas; coleta e disposição dos resíduos gerados; deslocamento dos recursos; obtenção e atualização de informações relevantes; registro das ações de resposta; proteção das populações; e proteção da fauna.**

A avaliação econômica de danos ambientais deveria, ademais, considerar os **Cenários acidentais, a Comunicação do incidente, a Estrutura organizacional de resposta**, bem como, os **Equipamentos e materiais de resposta**.

Também não haveria que se deixar de considerar, para efeitos da estimativa econômica dos danos ambientais, os principais aspectos relativos às **Hipóteses acidentais**, quais sejam: **o tipo de óleo derramado; o regime do derramamento (instantâneo ou contínuo); o volume do derramamento; a possibilidade do óleo atingir a área externa à instalação; e as condições meteorológicas e hidrodinâmicas.**

Um relevante parâmetro existente na referida resolução, de outro modo, seria a **Descarga de pior caso**.

Igualmente, haveria que se considerar a **Análise de vulnerabilidade**, ou seja, o estudo dos efeitos dos incidentes de poluição por óleo sobre a segurança da vida humana e o meio ambiente nas áreas passíveis de serem atingidas por estes incidentes. A análise de vulnerabilidade deverá levar em consideração a probabilidade do óleo atingir determinadas **áreas e a sensibilidade destas áreas ao óleo**. Nas áreas passíveis de serem atingidas por incidentes de poluição por óleo, para efeitos da avaliação ambiental, deveria ser avaliada, conforme o caso, a vulnerabilidade de **pontos de captação de água; de áreas residenciais, de recreação e outras concentrações humanas; de áreas ecologicamente sensíveis tais como manguezais, bancos de corais, áreas inundáveis, estuários, locais de desova, nidificação, reprodução, alimentação de espécies silvestres locais e migratórias, etc; da fauna e flora locais; de áreas de importância sócio-econômica; de rotas de transporte aquaviário, rodoviário e ferroviário; de unidades de conservação, terras indígenas, sítios arqueológicos, áreas tombadas e comunidades tradicionais.**

A capacidade de **Treinamento de pessoal, dimensionamento da capacidade mínima de resposta e exercícios de resposta em função do volume de derramamento** também contribuiria decisivamente para o cômputo do valor econômico final dos danos ambientais. Para tanto, haveria que se inferir sobre aspectos tais como; **Barreiras flutuantes (para todas as instalações, exceto**

plataformas offshore), Recolhedores, Dispersantes químicos, Dispersão mecânica, Armazenamento temporário e Absorventes.

2.2 Informações dos autos em face do previsto na Resolução CONAMA 293/01

A partir do até aqui disposto, para efeitos da avaliação econômica dos danos ambientais, dos autos depreender-se-ia que:

O acidente ocorreu às 18 horas e 30 minutos do dia 02.02.04 (lembrando que o tempo mínimo de impactação, cf. os termos da Resolução, seria de **30 dias**);

Nos reservatórios da empilhadeira [para efeitos da “**descarga do pior caso**”, ainda que os autos tenham mencionado que houve desprendimento de pequena quantidade (**20 litros**, cf. fl. 19, 37 45, 75 e 116, muito embora doc. de fl. 35 mencione o derramamento de 200 litros, enquanto que à fl. 116 a CETESB mencione que não detinha condições de estimar a parcela de contribuição de cada um dos tipos de óleo na mistura total vazada) de óleo (lembrando que fl. 16 e 18 dos autos menciona que, de toda forma, as águas restaram “**oleosas**” em face de uma película de óleo hidráulico sobrenadante) e que o mesmo foi contido pelo posicionamento de barreiras autoflutuantes absorventes marca “Topack-Absoil”, bem como, mantas absorventes tipo “Seafence-12” cf. fls. 18 e 19 dos autos] haveria 1160 litros de óleo hidráulico e óleo de freio (AW 68), 30 litros de óleo SAE 30, 7 litros de óleo SAE 90, 36 litros de óleo 15W40 e 350 litros de combustível (óleo diesel), cf. fl. 19;

A empresa teria informado rapidamente os órgãos públicos competentes (ANP, CETESB, MP-SP, MP Federal, CPSP, SEMAN/PM de Santos, IBAMA);

Não foi observada (visualmente) mortandade de peixes, mas, todavia, além da CETESB ter entendido que houve, efetivamente, a **poluição ambiental das águas**, do inventário dos resíduos contaminados de óleo, em resposta ao derramamento de óleo, ter-se-iam;

- 5 tambores de **lama**;
- 2 tambores de **areia e turfa**;
- 1 tambor de **turfa**;
- **2 tambores** de mantas e cordões absorventes;
- **9 tambores** de barreiras absorventes; e
- 8 tambores de **mistura de água e óleo** (succionada pelo caminhão vácuo).

O relatório complementar da CODESP – Porto de Santos RI n. 3577, datado de 02.02.04, dispôs sobre os **recursos utilizados** para a efetivação da resposta ao derramamento de óleo, quais sejam:

- 144 metros de barreira absorvente;
- 38 mantas absorventes;

- 14 tambores metálicos;
- 01 caminhão vácuo;
- 01 veículo – DCQ;
- 02 Técnicos de Segurança do Trabalho;
- 01 motorista;
- Embarcação Solidade II;
- 90 metros de barreiras SEAFENCE – 12;
- 10 sacos de turfa orgânica;
- 04 tripulantes e 01 encarregado;
- 02 trabalhadores (operação do caminhão vácuo);
- Cábrea Pará, guindaste e carretas e diversos materiais das empresas Libra, Monobraso e Tomé Engenharia;
- Equipe do PCE da Libra; e
- Equipes da Monobraso e Tomé Engenharia.

Ainda com respeito ao treinamento de pessoal, dimensionamento da capacidade mínima de resposta e exercícios de resposta em função do volume de derramamento foi observado (**de forma crítica**), à fl. 46, **que** 28 placas saturadas de substância oleosa foram visualizadas entre o trecho da travessia de balsas até o “deck do pescador”, **que** há divergências no material utilizado pela tripulação da Soledade II, **que** não havia lanternas para o trabalho noturno, **que** faltava manta absorvente, **que** não havia pessoal para transporte e controle do material, **que** o veículo disponível não era adequado para transporte material e **que** não havia verba disponível para alimentação da equipe de emergência da CODESP.

Com respeito ao tópico “análise de sensibilidade” (previsto no Plano de Emergência Individual e também um dos principais parâmetros para fins da avaliação econômica dos danos ao meio ambiente da presente demanda ambiental) verifica-se, do disposto na IT CETESB n. 210/2005/CAS (fl. 116/117), que o local onde houve os impactos ambientais enquadra-se como ISL 1 (índice de sensibilidade do litoral referente à estruturas artificiais lisas), com **baixa sensibilidade ambiental** para derramamentos de óleo (a despeito da relativa persistência do material derramado no meio ambiente).

2.3 Sistematização das principais informações para fins do procedimento analítico de avaliação econômica de danos ambientais

Com base no até disposto, para efeitos da avaliação econômica dos danos ambientais de que tratam os autos, ter-se-ia que:

- Houve um incidente de poluição por óleo (derramamento) que acarretou a **poluição ambiental das águas do estuário de Santos** (sendo que, do que se depreende dos autos, a faixa terrestre da zona costeira não foi atingida);
- Um grande parte das medidas ambientais implementadas pela Interessada (capacidade mínima de resposta) para o fim de mitigar os danos ambientais

está prevista no Plano de Emergência Individual a que se refere a Resolução CONAMA n. 293/01 (a exemplo da **comunicação do acidente** e do **recolhimento do óleo derramado**, bem como, da **coleta e a disposição dos resíduos** gerados a partir de uma dada estrutura organizacional, de equipamentos e de materiais de resposta);

- **Todavia**, algumas das principais referências das hipóteses acidentais não estão segura e claramente determinadas (tipo de óleo derramado, regime do derramamento, volume do derramamento e condições meteorológicas e hidrodinâmicas);
- De outro modo, verificou-se que uma análise de vulnerabilidade da área impactada foi realizada no presente caso (área atingida e sensibilidade desta área ao óleo);
- Verificou-se, dos autos, ademais, que a capacidade de treinamento de pessoal, de dimensionamento da capacidade mínima de resposta e dos exercícios de resposta em face do derramamento restaram **prejudicados** no presente caso; e
- Por estas razões, optou-se (hipótese conservadora), para efeitos do presente processo de avaliação econômica de danos ambientais, pela “**descarga de pior caso**”;

De qualquer forma, os autos sugerem, para efeitos do objetivo central do presente trabalho técnico, um dimensionamento econômico **mínimo** (vide observações no item “Comentários Finais” da presente Manifestação Técnica) da estrutura operacional mobilizada para fins do exercício da capacidade de resposta ao referido derramamento (serviços realizados em **02 dias** e considerando o período mínimo de **30 dias** previsto na Resolução CONAMA n. 293/01) consoante abaixo disposto (vide, também, material em anexo):

(A) Combustíveis da empilhadeira = R\$ 4.444,20

(B) Materiais de remoção do óleo derramado = R\$ 32.743,24

(C) Equipamentos de remoção do óleo derramado (período mínimo de 30 dias e período mínimo de atividades locais de 02 dias) = R\$ 16.328,00

(D) Mão-de-obra utilizada na remoção do óleo derramado = R\$ 71.406,00

Valor Total = R\$ 124.921,44

2.3.1 Avaliação econômica de danos ambientais

Considerando as informações técnicas dispostas nos autos (vide, igualmente, observações no item “Comentários Finais” da presente Manifestação Técnica) e com base no procedimento analítico disposto em anexo, para efeitos da estimativa da avaliação econômica de danos ambientais de que trata a presente demanda ambiental, ter-se-ia que o presente caso enquadrar-se-ia na variante “Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Intermitente (CATE I), sem a consideração da variável econômica” (visto a impactação ter sido um caso “esporádico” e não diretamente correlacionado à obtenção de uma vantagem econômica).

A partir disto, ter-se-iam as seguintes variáveis:

C_d = Custos (diretos) de recuperação ambiental do meio ambiente degradado

C_d = R\$ 124.921,44 (vide demonstração acima, com base na hipótese da descarga de pior caso, bem como, no período ambiental minimamente crítico, nos termos da Resolução CONAMA 392/01, de 30 dias)

$F_{i/d}$ = Custos (indiretos) de recuperação ambiental do meio ambiente degradado. Considerado como fator entre “intermediário” (caso tivesse havido poucos problemas, por exemplo) e “máximo” (caso não tivesse havido a implementação de nenhuma medida ambiental, por exemplo). Além disto, apesar das principais referências das hipóteses acidentais não terem restado segura e claramente determinadas (tipo de óleo derramado, regime do derramamento, volume do derramamento e condições meteorológicas e hidrodinâmicas), bem como, a despeito da capacidade de treinamento de pessoal, de dimensionamento da capacidade mínima de resposta e dos exercícios de resposta em face do derramamento terem restado prejudicados (fatos que “puxam” o $F_{i/d}$ para cima), uma grande parte das medidas ambientais implementadas pela Interessada (capacidade mínima de resposta) para o fim de mitigar os danos ambientais estava prevista no Plano de Emergência Individual a que se refere a Resolução CONAMA n. 293/01 (a exemplo da comunicação do acidente e do recolhimento do óleo derramado, bem como, da coleta e a disposição dos resíduos gerados a partir de uma dada estrutura organizacional, de equipamentos e de materiais de resposta), “puxam” o $F_{i/d}$ para baixo. Portanto, optou-se por $F_{i/d} = 7,5$;

Demais variáveis:

$n = 25$ anos

$j = 6\%$ ao ano

Desta feita, analiticamente ter-se-ia que:

$$\text{CATE} = \frac{(Cd \cdot F \text{ i/d}) \cdot (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1}$$

Logo:

$$\text{CATE} = \frac{(\text{R\$ } 124.921,44 \cdot 7,5) \cdot (1,06)^{25}}{(1,06)^{25} - 1}$$

$$\text{CATE} = \text{R\$ } 1.221.524,29$$

2.3.1.1 Danos Ambientais Irreversíveis - DAI

Na sequência, e em complementação ao disposto acima, partindo-se do pressuposto de que os danos ambientais acarretados à área ocorreram tão somente durante 01 ano, ter-se-ia que:

$$\text{DAI} = \text{CATE} [(1 + j)^t - 1]$$

$$\text{DAI} = \text{R\$ } 1.221.524,29 [(1,06)^{1,0} - 1] = \text{R\$ } 73.291,46$$

Desta feita, a estimativa do valor econômico dos danos ambientais irreversíveis ⁽¹⁾ acarretados ao meio ambiente em face do derramamento de óleo de que tratam os autos seria da ordem de R\$ 73.291,46.

⁽¹⁾ Note-se que os danos ambientais irreversíveis, no presente caso, são diretamente influenciados pela estimativa dos custos ambientais diretos de recuperação ambiental (Cd) pois, quanto mais efetivos forem, menor serão os danos ambientais irreversíveis. O mesmo raciocínio é válido também para as variáveis “F i/d” e “n” (em DAI). Por fim, os danos ambientais irreversíveis não podem ser confundidos, propriamente, como os “custos ambientais diretos”, bem como, com os custos ambientais “indiretos” visto, que os custos ambientais diretos e indiretos (conforme a sistemática ora utilizada) apresentam-se como “base” para a determinação dos danos ambientais “irreversíveis”.

3. Comentários Finais

Para fins do atendimento da solicitação da PJMA de Santos (estimativa da avaliação econômica de danos ambientais em face do derramamento de óleo hidráulico e lubrificante no estuário de Santos) foi desenvolvido um sequenciamento lógico pautado nos seguintes fatores:

- Leitura e sistematização dos dados e informações tendo como foco a Resolução CONAMA n. 293/01;
- Verificação do grau de adequação da Interessada aos termos preconizados na Resolução n. 293/01 (principalmente em termos de um eventual Plano de Emergência Individual);
- Sistematização das principais informações para fins do procedimento analítico de avaliação econômica de danos ambientais; e
- Avaliação econômica de danos ambientais consoante procedimento analítico disposto em anexo.

Para efeitos da avaliação econômica dos danos ambientais, tendo como fulcro a Resolução CONAMA 293/01, verificou-se que o processo de estimativa restou, de certa forma, difícil e “sensível” (principalmente por conta de elementos tais como o conteúdo mínimo, as informações referenciais, o dimensionamento da capacidade mínima de respostas, as diretrizes e procedimentos, um banco de dados com custos econômicos, as hipóteses acidentais, análise de vulnerabilidade, período crítico de 02 dias, prazo mínimo legal previsto de 30 dias, dentre outros).

A partir disto, considerando a sistemática analítica, as informações dispostas nos autos, bem como, as condições técnicas que deveriam estar no presente caso estabelecidas no que concerne à Resolução CONAMA 293/01 (sobretudo em termos de não haver, ao que consta, maiores dados com respeito ao Plano de Emergência Individual do Terminal 37 e/ou da Empresa Libra) ter-se-ia que a estimativa do valor econômico dos danos ambientais **irreversíveis** acarretados ao meio ambiente em face do derramamento de óleo de que tratam os autos seria da ordem de R\$ 73.291,46.

São Paulo, 20 de junho de 2006

Luiz César Ribas
Eng. Florestal

4. Material anexo

4.1 Memória de cálculo dos custos econômicos de recuperação ambiental do óleo derramado no estuário de Santos

(A) Combustíveis da empilhadeira

1160 litros de óleo hidráulico e óleo de freio AW 68 (R\$ 611,47 / tambor de 200 litros)

30 litros de óleo SAE 30 (R\$ 3,72/litro)

7 litros de óleo SAE 90 (R\$ 105,00 / caixa com 24 litros)

36 litros de óleo 15W40 (R\$ 5,70/litro)

350 litros de combustível - óleo diesel (R\$ 1,5721/litro)

Total de combustível = R\$ 3.546,53 + R\$ 111,60 + R\$ 30,63 + R\$ 205,20 + R\$ 550,24 = R\$ 4.444,20

(A) = R\$ 4.444,20

Fonte preços:

<http://celepar7cta.pr.gov.br/deam/noticias.nsf/766b062e7dca965103256a1d0048bf1e/3396b9e7c11903ed03256c7f00739a2f?OpenDocument&Click=>

(B) Materiais de remoção do óleo derramado

144 metros de barreira absorvente (dimensão de 5 polegadas por 3 m de comprimento) – embalagem de 4 pç = R\$ 491,00

R\$ 491,00 – 12 m (4 pç de 3 m)

x – 144 m

x = R\$ 5.892,00

38 mantas absorventes (pacote de 50 pç) = R\$ 199,00

R\$ 199,00 – 50 pç

x – 38

x = R\$ 151,24

14 tambores metálicos – R\$ 80,00 / tambor = R\$ 1.120,00

x = R\$ 1.120,00

90 metros de barreiras SEAFENCE – 12 = R\$ 250,00 / m

$$x = \text{R\$ } 22.500,00$$

10 sacos de turfa orgânica (embalagem de 25 kg) R\$ 308,00 / saco

$$\text{R\$ } 3.080,00$$

Total dos materiais de remoção de óleo derramado = R\$ 5.892,00 + R\$ 151,24 + R\$ 1.120,00 + R\$ 22.500,00 + R\$ 3.080,00 = R\$ 32.743,24

$$\text{(B) = R\$ } 32.743,24$$

(C) Equipamentos de remoção do óleo derramado (período mínimo de 30 dias e período mínimo de atividades locais de 02 dias)

01 caminhão vácuo

$$\begin{aligned} \text{valor de locação mensal} &= \text{R\$ } 7.890,00/\text{mês} = \text{R\$ } 7.890,00 / 20 \text{ dias} \\ \text{úteis} &= \text{R\$ } 394,500/\text{dia} = \text{R\$ } 789,00 / 2 \text{ dias} \end{aligned}$$

01 veículo – Superintendência de Qualidade, Meio Ambiente e Normalização - DCQ, CODESP – Porto de Santos

$$\begin{aligned} \text{valor de locação mensal} &= \text{valor de locação de um caminhão vácuo} \\ &\text{(estimativa)} \\ \text{valor de locação mensal} &= \text{R\$ } 7.890,00/\text{mês} = \text{R\$ } 789,00 / 2 \text{ dias} \end{aligned}$$

Embarcação Solidade II

$$\begin{aligned} \text{Valor de locação} &= \text{R\$ } 3.500,00/\text{mês} \text{ (estimativa)} = \text{R\$ } 175,00 / \text{dia} \\ \text{útil} &= \text{R\$ } 350,00 / 2 \text{ dias} \end{aligned}$$

Cábrea Pará, guindaste e carretas e diversos materiais das empresas Libra, Monobraso e Tomé Engenharia;

5 tambores de lama
2 tambores de areia e turfa
1 tambor de turfa
2 tambores de mantas e cordões absorventes
9 tambores de barreiras absorventes e
8 tambores de mistura de água e óleo (succionada pelo caminhão vácuo).

Guindaste flutuante (Cábrea), por hora ou fração de disponibilização do equipamento

Para elevação de cargas até 50t, inclusive..... 450,00/hora

Demais equipamentos = Guindaste flutuante (Cábrea) – estimativa
Demais equipamentos = R\$ 450,00/hora

Utilização e disponibilização dos equipamentos = 2 dias = 8 h/dia = 16 horas

Custo Total = (R\$ 450,00/hora + R\$ 450,00/hora) x 16 horas = R\$ 14.400,00

Total de Equipamento de remoção de óleo derramado = R\$ 789,00 + R\$ 789,00 + R\$ 350,00 + R\$ 14.400,00 = R\$ 16.328,00

(C) = R\$ 16.328,00

(D) Mão-de-obra utilizada na remoção do óleo derramado

Estrutura de Equipe (1)

02 Técnicos de Segurança do Trabalho

piso salarial = 2/3 de um Engenheiro de Segurança de Trabalho
piso salarial = 2/3 x 8,5 salários mínimos x fator de custos trabalhistas
piso salarial = 2/3 x 8,5 x R\$ 350,00 x 2
piso salarial = R\$ 3.967,00/ mês
02 técnicos = 7.934,00/mês

01 motorista

piso salarial = ½ de um técnico de segurança do trabalho
(estimativa)

01 motorista = R\$ 1.983,50/mês

04 tripulantes e 01 encarregado

piso salarial de 01 encarregado = piso salarial de um motorista
(estimativa)

01 encarregado = R\$ 1.983,50/mês

piso salarial de 01 tripulante = ½ de 01 encarregado

piso salarial de 01 tripulante = R\$ 991,75

04 tripulantes = R\$ 3.967,00/mês

02 trabalhadores (operação do caminhão vácuo)

piso salarial de 01 trabalhador = piso salarial de 01 tripulante

piso salarial de 01 trabalhador = R\$ 991,75

02 trabalhadores = R\$ 1.983,50/mês

Total da Estrutura de Equipe (1) =

7.934,00/mês + R\$ 1.983,50/mês + R\$ 1.983,50/mês + R\$
3.967,00/mês + R\$ 1.983,50/mês = R\$ 17.851,50

Equipe do PCE da Libra

Equipe do PCE da Libra = Estrutura da Equipe (1) (estimativa)

Total da Equipe do PCE da Libra = R\$ 17.851,50

Equipes da Monobraso e Tomé Engenharia

Equipe da Manobraso e Tomé Engenharia = Estrutura da Equipe (1)
(estimativa)

Total da Equipe da Monobraso e Tomé Engenharia = R\$ 17.851,50 + R\$
17.851,50 = R\$ 35.703,00

Total dos Recursos Humanos = Equipe (1) + Equipe do PCE da Libra +
Equipe da Monobraso + Equipe da Tomé Engenharia = R\$ 71.406,00

Total dos Recursos Humanos = R\$ 71.406,00

(D) = R\$ 71.406,00

4.1 Metodologia proposta para a avaliação econômica dos danos ambientais irreversíveis - CATE/DAI

Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Intermitente (CATE I)

Neste caso, entender-se-ia que a utilização do modelo dar-se-ia a partir da consideração da existência de danos ambientais intermitentes (aqueles danos ambientais não contínuos, sem riscos ambientais contínuos).

Os danos ambientais intermitentes seriam determinados danos ambientais originários de uma ação degradadora não repetitiva, única, não periódica.

Analiticamente;

$$\text{CATE} = \frac{(Cd \cdot F i/d) \cdot (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1} \quad (\text{I})$$

Caso a consideração do elemento motivo econômico, descrito quando da explanação do modelo em discussão como (1), seja possível, então, a formulação matemática da avaliação dos Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Intermitente, passaria a constituir-se em;

$$\text{CATE} = \frac{(Vc + Cd \cdot F i/d) \cdot (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1} \quad (\text{II})$$

Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Contínuo (CATE II)

O enfoque dado neste caso partiria da consideração da existência de danos ambientais contínuos.

Tal intento, ocorria a partir da consideração da fórmula dos custos ambientais totais esperados / dano ambiental intermitente, dentro da sistemática do valor futuro dado o valor uniforme.

Por outro lado, os danos ambientais contínuos seriam aquele tipo de degradação ambiental considerado como periódico, repetitivo e com riscos ambientais vinculados de maneira contínua, a exemplo do lançamento sistemático (diário / mensal / anual) de poluentes atmosféricos ou, ainda, de águas residuais:

$$\text{CATE} = \frac{(Cd \cdot F i/d)}{j} \quad (\text{III})$$

Caso a consideração do elemento "motivo econômico", descrito quando da explanação do modelo em discussão como (1), seja possível, então a formulação matemática da avaliação dos Custos Ambientais Totais Esperados - Dano Ambiental Contínuo, passaria a constituir-se em;

$$\text{CATE} = \frac{(\text{Vc} + \text{Cd} \cdot \text{F i/d})}{j} \quad (\text{IV})$$

Observe-se, finalmente, que:

CATE I/II = Valor presente dos custos ambientais esperados em função de determinado tipo de dano ambiental intermitente/contínuo, a partir dos fluxos de caixa produzidos por uma série infinita de vidas úteis de n anos ou, de outra forma, valor presente dos custos ambientais totais esperados de um determinado processo ambiental degradativo, em unidade monetária por unidade de área;

Cd = Custos ambientais (valor presente) para fins de reparação dos danos ambientais diretos, para efeito da consideração dos valores ambientais diretos, em unidade monetária por unidade de área;

Vc = Valor comercial da área, em termos de uma série periódica anual, benefício direto a ser auferido por motivo econômico, etc. (em unidade monetária por unidade de área);

F i/d = Fator de conversão de custos ambientais diretos em indiretos, para efeito da consideração dos valores ambientais indiretos, conforme depreendido de RIBAS (1996), numa escala de 1 à 9;

j = Taxa de juros (% ao ano), e;

n = Período de rotação, horizonte de ocorrência dos efeitos ambientais no tempo (normalmente, uma geração - 25 anos).

Note-se, ainda, que o fator $\text{Cd} \cdot \text{F i/d}$ pode ser entendido como a totalidade dos custos ambientais diretos e indiretos pertinentes a determinado processo de degradação ambiental (consideração dos valores ambientais diretos e indiretos).

Logo;

(i) Danos ambientais irreversíveis = f (período de tempo decorrido entre o estabelecimento dos danos ambientais e a efetiva implementação das medidas ambientais preconizadas para o caso ambiental).

(ii) Conforme apresentado até o presente instante no trabalho, as medidas ambientais preconizadas estariam diretamente vinculadas com o processo de avaliação ambiental estabelecido - CATE I ou CATE II (genericamente, CATE).

Analiticamente;

$$DAI = CATE [(1 + j)^t - 1] \quad (V)$$

onde:

DAI = danos ambientais irreversíveis (R\$/ano);

t = tempo, em anos, decorrido entre o estabelecimento dos danos ambientais e a implementação das medidas ambientais;

CATE = CATE I ou CATE II (R\$); e

j = taxa de juros ao ano (%).