

## VI-089 - CÁLCULO DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DE UMA TRANSPosição FLUVIAL EM JUNDIAÍ/SP UTILIZANDO ANÁLISE DE PAISAGEM

**César de Oliveira Ferreira Silva** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” no Instituto de Ciências e Tecnologia de Sorocaba.

**Gerson de Araújo Medeiros** <sup>(2)</sup>

Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas. Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” no Instituto de Ciências e Tecnologia de Sorocaba.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Lorena, 376 – Engenho Novo - Barueri - SP - CEP: 06416-230 - Brasil - Tel: (11) 99134-8624 - e-mail: cesar\_ofs@grad.sorocaba.unesp.br

### RESUMO

O objetivo do presente artigo consistiu na aplicação da metodologia de análise de paisagem para a avaliação de impacto ambiental na área do entorno da transposição do Rio Atibaia na Bacia do Rio Jundiá-Mirim, visando subsidiar o cálculo do valor da compensação ambiental, de acordo com o procedimento instituído pelo Decreto 6.848, de 14 de maio de 2009. A identificação preliminar de impactos (ou triagem) baseou-se em análises espaciais no software ArcGIS 10.4. Realizou-se a análise de paisagem no dia 21 de agosto de 2015 em cinco pontos de observação (em um quadrante localizado entre as latitudes 23°00' e 23°30' Sul e as longitudes 46°30' e 47°15' Oeste). O método de análise de paisagem parte da representação gráfica da paisagem em compartimentos e extratos para uma avaliação de forma sistematizada e segmentada, buscando o entendimento da influência de fatores físicos, bióticos e antrópicos na sua dinâmica, através dos elementos destaque, o potencial de impactos ambientais é avaliado quanto a sua magnitude, intensidade e importância para a gestão ambiental. Determinados impactos apresentaram altos valores de criticidade em todos os pontos, como a impermeabilização de superfície, risco de escoamento superficial, pouca presença de fauna, contaminação biológica e más condições de estradas. Os meios físicos e bióticos apresentaram-se altamente impactados negativamente (com criticidade de 88% e 81%, respectivamente), com relevantes problemas na preservação de mata ciliar e selamento e impermeabilização do solo. O meio antrópico (criticidade de 54%) apresentou impactos positivos, pela segurança hídrica e aumento do potencial de diluição de poluentes proporcionados pela transposição fluvial. Considerou-se necessárias ações de gestão ambiental na bacia para mitigação dos impactos negativos, como incentivo à práticas de conservação do solo, terraceamento e recuperação da mata ciliar. O custo da obra de transposição fluvial foi estimada em 20 milhões de reais em 5 anos de projeto. A ponderação dos impactos ambientais pela análise de paisagem subsidiou o cálculo da compensação ambiental dessa obra, que, considerando a legislação brasileira pertinente, atingiu R\$ 642.857,14. Recomenda-se uma revisão e alteração da metodologia instituída no Decreto Federal nº 6848/2009, por apresentar problemas na sua formulação matemática. Tal limitação dificulta sua correta aplicação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise de paisagem, sistemas de informação geográfica, transposição fluvial, bacia do Jundiá-Mirim..

### INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais causada pelas atividades antrópicas vem se intensificando ao longo das últimas décadas, notadamente em países emergentes, como o Brasil, que tem experimentado um processo acentuado de industrialização e urbanização, além da expansão da fronteira agrícola. Tal cenário levou ao desenvolvimento de novos paradigmas de gestão, seja na abrangência governamental, territorial e empresarial, como forma de conciliar os interesses políticos, sociais, culturais, econômicos e ambientais da sociedade.

Nesse contexto surgiram instrumentos de gestão ambiental, como a avaliação de impacto ambiental (AIA) que realiza um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas, desde a escolha do local de implantação do empreendimento, seu projeto e construção, até o início das suas operações.

No presente trabalho adotou-se o conceito de impacto ambiental preconizado por Wathern (1998), o qual corresponde à mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, resultante de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada.

Uma técnica de avaliação de impacto ambiental que vem sendo desenvolvida e aprimorada a partir de uma parceria entre a UNESP, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, e o Instituto Agrônômico é a análise da paisagem, que teve sua primeira descrição publicada por Peche Filho et al. (2014). Tal técnica tem sido posteriormente utilizada por outros autores, com aplicação para estudos ambientais e propostas pedagógicas no contexto da pós-graduação (MEDEIROS et al., 2016, MARQUES, 2016, BRESSANE et al., 2015, FRANÇA et al., 2014).

Essa abordagem metodológica busca elaborar uma representação gráfica da paisagem em compartimentos e extratos para uma avaliação de forma sistematizada e segmentada, buscando o entendimento da influência de fatores físicos, bióticos e antrópicos na sua dinâmica (PECHE FILHO et al., 2014). Através dos elementos destaque, o potencial de impactos ambientais é avaliado quanto a sua magnitude, intensidade e importância para a gestão ambiental.

Associado ao impacto ambiental de uma atividade, outra importante análise refere-se ao seu impacto econômico. Nesse viés se insere a compensação ambiental, a qual é baseada no Princípio do Poluidor-Pagador, e que incorpora os impactos ambientais tidos como impossíveis de serem mitigados ao custo total do projeto. Assim, o impacto ambiental, como ressaltado por Faria (2008), perde o caráter ilícito por meio da licença ambiental sem que haja uma desobrigação do causador do impacto do dever para com o dano que tem potencial de causar. Portanto, o conceito de compensação ambiental se vê estritamente ligado ao de impacto ambiental e de sua avaliação.

Uma aplicação dessa avaliação de impacto ambiental e respectiva compensação ambiental refere-se a gestão de bacias hidrográficas, como a Bacia do rio Jundiá Mirim, na região de Jundiá, estado de São Paulo. Essa bacia tem uma importância estratégica, pois é responsável por aproximadamente 95% do abastecimento de água do município de Jundiá. Para assegurar o abastecimento, há um processo de transposição das águas do rio Atibaia, iniciado em 1975, ou seja, anterior à atual legislação ambiental, iniciada em 1981. Conseqüentemente, essa transposição não passou pelo procedimento de licenciamento ambiental na época de sua construção, porém, segundo a Resolução CONAMA nº 237/97, esse tipo de obra civil está sujeita ao processo de licenciamento ambiental, tornando-a um estudo de caso de interesse para a aplicação do método de Análise de Paisagem.

O Decreto nº 6.484/09, o qual regulamenta o cálculo que embasa o processo de compensação ambiental, não estabelece uma metodologia específica para a definição e valoração de impactos ambientais, sendo assim possível também aplicar o método de Análise Visual de Paisagem para subsidiar essa tomada de decisão.

Dentro dos estudos já realizados na bacia do Jundiá-Mirim há a ausência de maior atenção quanto aos impactos causados pela transposição feita do rio Atibaia para o Rio Jundiá-Mirim (um dos fatores para a segurança hídrica na região durante o período de intensa estiagem de 2014).

O objetivo do presente artigo consistiu na aplicação da metodologia de análise de paisagem para a avaliação de impacto ambiental na área do entorno da transposição do Rio Atibaia na Bacia do Rio Jundiá-Mirim, visando subsidiar o cálculo do valor da compensação ambiental, de acordo com o procedimento instituído pelo Decreto 6.848, de 14 de maio de 2009.

## **PRIMEIRA ETAPA - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PRELIMINAR VIA GEOPROCESSAMENTO**

Iniciou-se analisando dados de uso do solo, altitude, rede de drenagem e limites políticos obtidos junto com a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. O processamento das bases cartográficas vetorizadas foi feito pelo software ArcGIS 10.4.

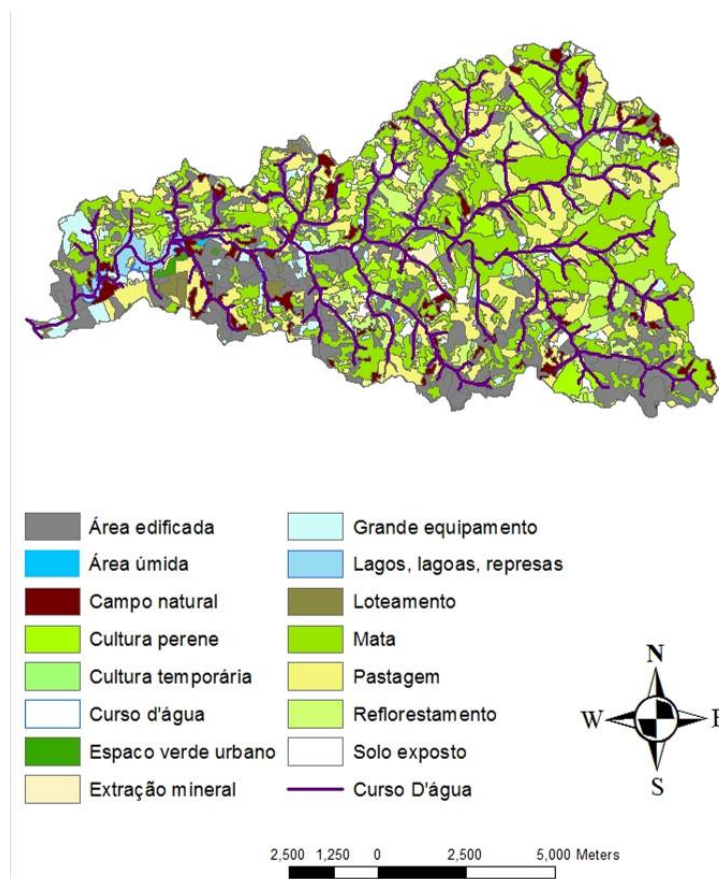
Foram feitos procedimentos de quantificação de áreas por categoria de uso do solo, áreas de diferentes faixas de declividade e cruzamentos entre áreas de diferentes classes de uso do solo para verificar inconsistências e conflitos de regularização ambiental.

## RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Utilizando as informações espaciais da Secretaria do Meio Ambiente, fez-se a quantificação de diferentes classes de uso do solo da bacia do Rio Jundiá-Mirim no ano de 2013:

- Mata (Cerrado, Mata Atlântica e ecótonos): 8745 hectares;
- Pastagem: 5121 hectares;
  - Pasto Sujo: 22 hectares;
- Solo Exposto: 365 hectares;
- Reflorestamento: 1023 hectares;
- Agricultura: 1009 hectares;
- Loteamento: 115 hectares;
- Edificações: 3016 hectares;
- APP: 702 hectares (391 hectares de nascentes e 311 hectares de margens de rios).

O mapa da figura 1 mostra a representação espacial do uso do solo na bacia do Jundiá-Mirim.



**Figura 1: Uso do Solo na bacia do Jundiá-Mirim**

Junto ao uso do solo, com os dados hidrográficos da bacia (tanto de rios e córregos como de nascentes), analisou-se como o uso do solo impactou nas áreas de área de preservação permanente (APP).

Uma constatação foi a da existência de 143 hectares de solo exposto em APP exclusiva das margens de rios, sendo que existem 312 hectares de área de APP fluvial, ou seja, 46% das APP de margens de rios estão degradadas.

Em síntese, existiam 88 hectares de APP registradas como mata (28%) e o restante era ocupado por edificações (15%) incluindo ruas, e agricultura (11%).

Acrescentando a esse cálculo, a APP das nascentes tinham 12 hectares imersas em áreas de solo exposto, totalizando 155 hectares de solo exposto em APP tanto fluvial como de nascentes, o que representa 8% do total da área de APP de nascente, isso se dá pela maioria das nascentes estar em área de mata.

Essa primeira análise mostrou que a bacia apresenta problemas de preservação ambiental no âmbito da produção de água, já que as margens fluviais encontram-se desprotegidas em quase metade de seu comprimento.

Já na questão geomorfológica a área tem uma declividade em de no máximo 37°, não havendo assim regiões de APP condicionadas pela declividade (que são as áreas com declive maior ou igual a 45°). As áreas de solo exposto se concentram em áreas de baixa declividade e as de maior declividade são vegetadas, o que indica menor possibilidade de ocorrência de desmoronamentos de encostas.

## SEGUNDA ETAPA - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS POR ANÁLISE DA PAISAGEM

As variáveis do método de análise de paisagem são:

**Natureza:** Indicando quando o impacto apresenta efeitos benéficos/positivos ou adversos/negativos sobre o componente socioambiental afetado;

**Forma:** Indicando como o impacto ambiental é manifestado, se é um impacto direto, decorrente de uma ação do empreendimento, ou se é um impacto indireto, decorrente de um ou mais impactos gerados diretamente ou indiretamente;

**Severidade:** Indicando o grau de intensidade do impacto ambiental sobre diferentes fatores ambientais. A severidade pode ser alta, média ou baixa, à medida que o impacto ambiental apresenta maior ou menor influência sobre o conjunto da qualidade ambiental local;

**Magnitude:** Indica se os efeitos dos impactos se apresentam no interior do empreendimento, localmente (na microbacia hidrográfica em que se localiza o empreendimento) ou se podem afetar áreas geográficas mais abrangentes (municípios e estados);

**Ocorrência:** Indica o período de tempo em que são manifestados os efeitos dos impactos ambientais, dividindo os impactos em cotidianos, onde sempre que o aspecto ambiental está presente o impacto se manifesta; e temporários, quando os efeitos manifestam-se durante um período de tempo determinado.

**Reversibilidade:** Classifica os impactos em irreversíveis, parcialmente reversíveis ou reversíveis, após a manifestação de seus efeitos. Permite identificar que impactos poderão ser integralmente evitados ou poderão apenas ser mitigados ou compensados;

**Significância:** A significância representa a relevância do impacto ambiental classificada de acordo com a combinação de todas as características do impacto ambiental, como a sua natureza, forma, severidade, abrangência, ocorrência e reversibilidade.

Para a análise da paisagem escolheu-se um local com boa visualização num raio de 180° e que tivesse bons elementos de destaque. Tirou-se uma série de fotos, inclusive panorâmicas para posterior análise dos impactos ambientais, danos ambientais e elementos de destaque.

Para a metodologia adotada neste trabalho, de PECHE FILHO (2014), utiliza-se uma representação gráfica de forma simplificada.

Nessa abordagem, busca-se estabelecer um relacionamento espacial entre o ecossistema de referência e os elementos presentes, por meio de uma representação gráfica que possibilita extrair os elementos de destaque que compõem o arranjo ou padrão espacial de paisagem.

Esse arranjo permite a parametrização do potencial de influência destes elementos no que se refere à magnitude, severidade e importância de impactos ambientais.

Inicialmente a paisagem deve ser analisada em escala local a partir do campo da visão máxima de um observador, de 180°, com registro fotográfico da paisagem.

Com as imagens de cada ponto realiza-se uma varredura acerca das atividades lá existentes, bem como elementos de destaque que indicam a materialização, ou não, dos impactos ambientais das atividades em danos ambientais.

A partir dos impactos ambientais identificados, podemos fazer uma avaliação considerando os meios Físico, Biótico e Antrópico, definidos da seguinte forma:

- Meio antrópico: corresponde à intervenção do homem na paisagem, como a presença de construções, estradas, atividades ligadas à agricultura e pecuária, ocupação do solo, etc.
- Meio físico: corresponde aos recursos naturais como o solo, relevo, água e o ar.
- Meio biótico: correspondem à diversidade biológica (fauna e flora), áreas de preservação permanente, reserva legal e fragmentos florestais.

A partir da análise nos diferentes meios é determinada a significância de cada impacto, sendo classificada quanto à sua natureza (positivos ou negativos), forma (em diretos ou indiretos) e posteriormente quanto à sua severidade, a partir da tabela 1.

**Tabela 1: Critérios para classificação da severidade dos impactos ambientais.**

SEVERIDADE	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO
BAIXA	Danos pouco significativos aos componentes ambientais	1
MÉDIA	Danos médios aos componentes ambientais	2
ALTA	Danos altamente significativos aos componentes ambientais	3

Utilizando a Tabela 2 é possível classificar os impactos quanto à sua magnitude.

**Tabela 2: Critérios para classificação da magnitude dos impactos ambientais.**

SEVERIDADE	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO
PONTUAL	Na área local da atividade	1
LOCAL	Na região de influência da atividade (encosta, sub bacia hidrográfica)	2
REGIONAL	Limites municipais/Bacias hidrográficas	3

A forma de valoração da ocorrência é mostrada na Tabela 3.

**Tabela 3: Critérios para classificação da ocorrência dos impactos ambientais.**

SEVERIDADE	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO
RARA	Pode ocorrer em períodos superiores há um ano	1
EVENTUAL	Pode ocorrer em períodos entre uma semana e um ano	2
COTIDIANO	Ocorre sempre que a atividade é realizada	3

A Tabela 4 mostra os critérios utilizados para a classificação da reversibilidade dos impactos ambientais.

**Tabela 4: Critérios para classificação da reversibilidade dos impactos ambientais.**

SEVERIDADE	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO
REVERSÍVEL	Possibilidade de reversão do impacto ambiental a um baixo custo e curto período de tempo	1
PARCIALMENTE REVERSÍVEL	Há possibilidade de retorno ao estado original, porém com alto custo e/ou longo período de tempo	2
IRREVERSÍVEL	Impossível retorno ao estado original	3

A partir da somatória da pontuação da severidade, magnitude, ocorrência, detecção prévia e reversibilidade é possível valorar a importância do impacto, determinando sua significância (Tabela 5). Os impactos de alta significância foram considerados muito críticos; quanto à intervenção, os impactos de moderada significância, críticos e os de baixa significância, pouco críticos.

**Tabela 5: Critérios para valoração da significância dos impactos ambientais.**

PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA	INTERPRETAÇÃO
0 – 7	Baixa	Pouco Crítica
8 – 9	Média	Crítica
10 – 12	Alta	Muito Crítica

A significância é convertida para valores discretos, conforme a tabela 6.

**Tabela 6: Critérios para valoração da significância dos impactos ambientais.**

PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA	VALORES
0 – 7	Baixa	3
8 – 9	Média	2
10 – 12	Alta	0

Posteriormente é calculado para cada ponto seu valor crítico para mitigação conforme a equação 1, que mostra uma forma de calcular a criticidade de intervenção em cada ponto, baseada na quantidade de impactos ambientais negativos e sua significância. Cada ponto avaliado apresentará um valor crítico que variará de 0% (não é crítico) a 100% extremamente crítico.

$$V_{cm} = \left| \left( \frac{\sum no}{\sum nmáx} \times 100 \right) - 100 \right|$$

equação (1)

Onde:

- **$V_{cm}$** : valor crítico para mitigação;
- **$no$** : Representam a soma dos valores obtidos na ponderação de todos os impactos no ponto avaliado;
- **$nmáx$** : Representa a multiplicação do número de impactos pelo valor três.

Após o cálculo para toda malha amostral, os valores atribuídos a cada ponto mostrarão qual a urgência de ações, ou qual a situação do local em análise frente aos impactos ambientais negativos, ou positivos, identificados.

## RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

A partir da análise preliminar definiu-se como pontos de análise:

- Ponto final da tubulação da adutora e início do canal aberto da transposição (23°08'46.9"S 46°49'25.6"W);
- Ponto do canal aberto da transposição, mais a frente (23°08'50.4"S 46°49'56.1"W);
- Ponto de um restaurante às margens do Rio Jundiá-Mirim (23°08'48.6"S 46°51'09.5"W);
- Ponto do Rio Jundiá-Mirim perto de uma estrada (23°08'48.5"S 46°51'40.6"W);
- Ponto entre a estação de tratamento de água e o reservatório (23°08'45.2"S 46°52'51.4"W).

Os elementos de destaque comuns aos cinco pontos de observação, para realizar a análise de paisagem, estão expostos na tabela, a seguir.

**Tabela 7: Elementos de Destaque Usados para Avaliação dos Meios Físico, Biótico e Antrópico**

ELEMENTO DE DESTAQUE	DESCRIÇÃO
<b>MEIO FÍSICO</b>	
PROCESSO EROSIVO	Evidência de erosão laminar, sulcos, ravinas e voçorocas. Presença de solapamento de margem
DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS	Acumulação de sedimentos transportados de pontos mais altos da bacia.
IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE	Redução da infiltração pela acumulação de partículas de granulometria fina na superfície.
RISCO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	Vulnerabilidade ambiental da paisagem geomorfológica.
VULNERABILIDADE DE MARGENS	Potencial de degradação das margens.
<b>MEIO BIÓTICO</b>	
DIVERSIDADE VEGETAL	Presença de espécies arbóreas e arbustivas nativas.
DENSIDADE VEGETAL	Fragmentos florestais combinadas com diversidade.
INDICADORES DE REGENERAÇÃO NATURAL	Resiliência ambiental.
CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA	Presença de espécies exóticas e agressivas.
COBERTURA DO SOLO	Áreas vegetadas.
PRESENÇA DE FAUNA	Presença de insetos, pássaros e mamíferos.
<b>MEIO ANTRÓPICO</b>	
USO DO SOLO	Ocupação antrópica do solo, como agricultura, ambiente urbano, mineração e indústria.
POTENCIAL DE ESPALHAMENTO DE CONTAMINAÇÃO	Risco de contaminação por poluentes de difícil detecção, fatores topográficos e ocupação inadequada do solo.
PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO	Presença de práticas de conservação do solo, como terraços, aceiros, etc.
IMPACTOS DE FRONTEIRA	Presença antrópica na vizinhança de fragmentos florestais.
IMPACTOS NA DEMOGRAFIA	Segurança Hídrica
CONDIÇÕES DE ESTRADAS	Qualidade das estradas, presença de erosão e sulcos.

### Análise do Primeiro Ponto

Esse ponto de observação é de difícil acesso, devendo-se percorrer a pé um trecho de aproximadamente 1 km desde um ponto da estrada até o local de saída da adutora da transposição até o canal aberto, visto na figura 2, a seguir.



**Figura 2: Início do canal aberto da transposição do rio Atibaia**

Apesar de ser de difícil acesso a pé, percebem-se diversos sulcos e princípios de ravinas no trecho percorrido, visivelmente causadas pela passagem de tratores e máquinas agrícolas, já que na vizinhança do ponto observado há uma floresta plantada de eucaliptos.

Esse fato indica a ocorrência de forte selamento do solo, tendência à atuação de processos erosivos e interferências na capacidade de infiltração de água no solo. São indicativos de baixa qualidade no meio físico.

Aos primeiros metros das margens há gabiões simples de grades com pedregulhos (figura 5), que geram estabilidade ao talude, mas dali em diante as margens se compõem de solo coberto por arbustos e brachiaras.

A vegetação é bastante contaminada, seja pela plantação de eucaliptos, seja pela grande quantidade de espécies exóticas, como as brachiaras vistas à margem do canal aberto.

Não se ouviu ruídos da fauna local nem foram encontrados insetos ou qualquer vestígio de fauna nessa observação do local.

É um local afastado de áreas antrópicas, inclusive da estrada, podendo-se considerar o princípio impacto no meio antrópico como a segurança hídrica proporcionada pela transposição fluvial.

A valoração desses impactos, frente aos elementos de destaque, está exposta na tabela 8.

**Tabela 8: Valoração da Análise de Paisagem para o primeiro ponto**

MEIO FÍSICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
PROCESSO EROSIVO	10	Alta
DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS	10	Alta
IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE	10	Alta
RISCO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	10	Alta
VULNERABILIDADE DE MARGENS	8	Média
MEIO BIÓTICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
DIVERSIDADE VEGETAL	10	Alta
DENSIDADE VEGETAL	8	Média
INDICADORES DE REGENERAÇÃO NATURAL	9	Média
CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA	10	Alta
COBERTURA DO SOLO	10	Alta
PRESENÇA DE FAUNA	10	Alta
MEIO ANTRÓPICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
USO DO SOLO	10	Alta
POTENCIAL DE ESPALHAMENTO DE CONTAMINAÇÃO	10	Alta
PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO	9	Média
IMPACTOS DE FRONTEIRA	9	Média
IMPACTOS NA DEMOGRAFIA	9	Média
CONDIÇÕES DAS ESTRADAS	10	Alto

O meio físico obteve altos impactos, com exceção da vulnerabilidade das margens, que tem médio impacto, já que existe alguma vegetação protegendo-a, mesmo que sejam exóticas.

Quanto ao meio biótico há ao menos a possibilidade de reversão dos impactos causados pela floresta plantada, como a construção de corredores ecológicos, além de haver uma relativa abundância arbustiva, mesmo que sem grande variedade.



Os impactos quanto ao meio antrópico também são menores pela região ser afastada da área urbana e mais populosa assim como da rural. Cabe aqui ressaltar a importância da transposição como um todo para a segurança hídrica da população.

### **Análise do Segundo Ponto**

Este ponto é próximo a uma estrada e uma ponte. Percebemos de imediato a degradação das margens, que se encontram com solo exposto (figura 3). O que mantém a estabilidade e diminui a deposição de sedimentos é a presença de gabiões em toda extensão onde ocorre solo exposto nesse ponto de observação do canal aberto. Um tubo de drenagem da estrada é um indicador da ocorrência de poluição da água desse canal e da possibilidade de contaminação (por exemplo, de um vazamento de óleo de carro que se dilui na água da chuva).



**Figura 3: Margens degradadas do canal aberto da transposição do Rio Atibaia**

É perceptível a ocorrência de contaminação biológica pela ocorrência de cipós e bambuzais. Porém, mais a frente do canal há maior diversidade arbórea e arbustiva. Não é notada a presença de fauna nesse local.

O principal impacto antrópico ocorre pela presença da estrada sobre o ponto de observação. Nota-se pouco movimento nessa estrada, porém há muitos vestígios da passagem dos carros, como marcas de pneu e resíduos sólidos, com isso equilibrando o impacto na área antrópica.

Esse ponto está afastado da área populada. Na tabela 9 estão os resultados da valoração dos impactos negativos.

**Tabela 9: Valoração da Análise de Paisagem para o segundo ponto**

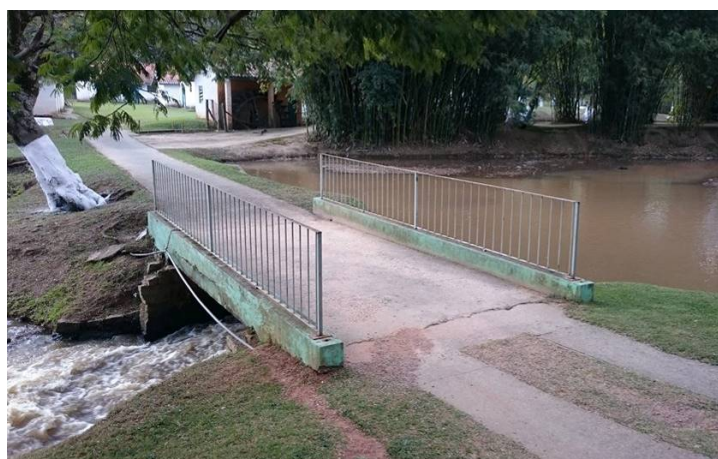
MEIO FÍSICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
PROCESSO EROSIVO	10	Média
DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS	10	Média
IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE	10	Alto
RISCO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	10	Alto
VULNERABILIDADE DE MARGENS	10	Baixa
MEIO BIÓTICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
DIVERSIDADE VEGETAL	8	Média
DENSIDADE VEGETAL	9	Média
INDICADORES DE REGENERAÇÃO NATURAL	10	Alto
CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA	10	Alto
COBERTURA DO SOLO	9	Média
PRESENÇA DE FAUNA	10	Alto
MEIO ANTRÓPICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
USO DO SOLO	8	Média
POTENCIAL DE ESPALHAMENTO DE CONTAMINAÇÃO	9	Média
PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO	9	Média
IMPACTOS DE FRONTEIRA	8	Média
IMPACTOS NA DEMOGRAFIA	7	Baixa
CONDIÇÕES DAS ESTRADAS	10	Alto

### **Análise do Terceiro Ponto**

Nesse ponto, a calha do Jundiá-Mirim corta o terreno utilizado para um restaurante, com ruínas de um antigo moinho com uma pequena ponte sobre o curso d'água, que inclusive tem uma estrutura subterrânea em forma de escada para melhorar a depuração da água, como vemos na parte inferior esquerda da figura 8.

Há pequenos trechos de solo exposto às margens, porém a maior parte do solo do local é coberta por gramíneas, aparentemente aparadas, e musgos.

Existem indícios de escoamento superficial pelas marcas mofadas nas paredes da casa de bomba e da casa de moinho que estão ao fundo da figura 4. Os pequenos trechos de solo exposto e lamacento nas margens também indicam a ocorrência de cheias na área alagadiça, fazendo com que o vertedor retangular de parede espessa seja de grande importância também para evitar represamento excessivo da calha.



**Figura 4: Ponte do restaurante e degraus da passagem d'água**

Os caminhos de pedestres e motocicletas, o estacionamento e as trilhas do restaurante são fatores de selamento e compactação do solo. Nas margens também há solapamentos e afloramento de raízes de espécies arbóreas.

Há visível contaminação biológica por bambuzais e plantas ornamentais pertencentes ao paisagismo do restaurante (figura 5).

Pela existência de muitas espécies exóticas a regeneração natural da vegetação nativa se vê prejudicada, já que há interferência antrópica direta dos jardineiros do restaurante.

Há uma pequena fauna de aves, como patos, gansos e marretos, exatamente por isso percebe-se a saturação da água do rio nas margens por ração de patos e pedaços de comida, que são utilizados para alimentação desses animais.



**Figura 5: Calha alargada com ocorrência de solapamentos**

Quanto ao meio antrópico, nota-se primeiramente a existência do restaurante e conseqüentemente um maior fluxo de pessoas nessa região, principalmente em horário de almoço e finais de semana.

Com isso, a maior quantidade de resíduos sólidos nas cercanias desse ponto de observação, que são recolhidas, felizmente, por se tratar de um local particular que deve estar limpo por questões de marketing.

A circulação de pessoas nessa região pode causar contaminação das águas por conta dos carros e da produção na cozinha do restaurante, de onde podem acontecer vazamentos de óleo e rejeitos orgânicos.

A partir desse ponto a água do rio passa a ter um teor mais escuro e de turva.

A ocorrência de solapamentos e sulcos pode ocasionar caminhos preferenciais para poluentes e resíduos que os usuários do restaurante possam trazer.

Nesse local destaca-se a presença antrópica forte, com suas benesses e prejuízos. Pela existência de um estabelecimento comercial. A valoração desses impactos encontra-se na tabela 10, a seguir.

**Tabela 10.** Valoração da Análise de Paisagem para o terceiro ponto

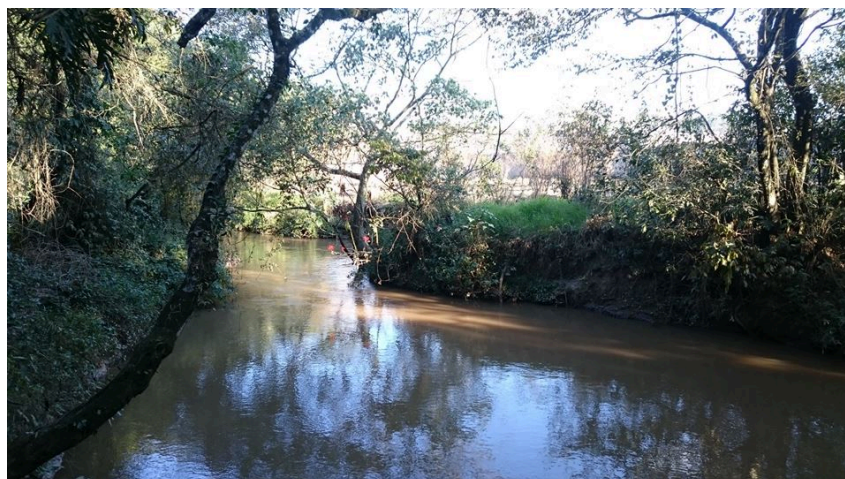
MEIO FÍSICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
PROCESSO EROSIVO	10	Alto
DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS	10	Alto
IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE	10	Alto
RISCO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	10	Alto
VULNERABILIDADE DE MARGENS	9	Média
MEIO BIÓTICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
DIVERSIDADE VEGETAL	10	Alto
DENSIDADE VEGETAL	8	Média
INDICADORES DE REGENERAÇÃO NATURAL	10	Alto
CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA	10	Alto
COBERTURA DO SOLO	9	Média
PRESENÇA DE FAUNA	10	Alto
MEIO ANTRÓPICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
USO DO SOLO	8	Média
POTENCIAL DE ESPALHAMENTO DE CONTAMINAÇÃO	9	Média
PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO	9	Média
IMPACTOS DE FRONTEIRA	8	Média
IMPACTOS NA DEMOGRAFIA	9	Média
CONDIÇÕES DAS ESTRADAS	10	Alto

#### **Análise do Quarto Ponto**

Este ponto encontra-se próximo a uma estrada e tem trilhas por dentro da mata fechada, que podem ser consideradas sulcos e princípios de ravinas, tornando-se caminhos preferenciais em eventos de alta precipitação.

O solo da margem é densamente coberto e tem aparência de bem irrigado, o que torna a margem protegida, porém os arredores tem, por causa dos sulcos, muitos pontos de deposição de sedimentos alternados por pontos de solo exposto ou gramíneas baixas, formando clareiras em forma de corredores ao redor das trilhas.

Apesar da alta densidade, não há muita diversidade, já que há trechos de predomínio de brachiaras, cipós e ervas daninhas (figura 6).



**Figura 6:** Calha do rio com alta densidade vegetativa

A proximidade com a estrada indica possibilidade de impactos antrópicos transitórios, pela passagem de carros na área. Levando em conta a maior densidade e cobertura vegetal, esse parece ser exatamente o principal motivo de ser o ponto onde houve maior ocorrência de deposição indevida de resíduos sólidos (figura 7), todos em grande quantidade, provavelmente de pessoas que abandonaram ali, propositalmente, caixas com resíduos.



**Figura 7: Resíduos sólidos próximos a margem do rio.**

A tabela 11 mostra a valoração desses impactos.

**Tabela 11: Valoração da Análise de Paisagem para o quarto ponto**

MEIO FÍSICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
PROCESSO EROSIVO	10	Alto
DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS	10	Alto
IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE	10	Alto
RISCO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	10	Alto
VULNERABILIDADE DE MARGENS	7	Baixa
MEIO BIÓTICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
DIVERSIDADE VEGETAL	10	Alto
DENSIDADE VEGETAL	7	Baixa
INDICADORES DE REGENERAÇÃO NATURAL	10	Alto
CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA	10	Alto
COBERTURA DO SOLO	10	Alto
PRESENÇA DE FAUNA	10	Alto
MEIO ANTRÓPICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
USO DO SOLO	8	Média
POTENCIAL DE ESPALHAMENTO DE CONTAMINAÇÃO	9	Média
PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO	9	Média
IMPACTOS DE FRONTEIRA	8	Média
IMPACTOS NA DEMOGRAFIA	7	Baixa
CONDIÇÕES DAS ESTRADAS	10	Alto

### **Análise do Quinto Ponto**

De todos os pontos observados, esse é o mais antropizado. Nele não há nenhum vestígio aparente de vegetação nativa ou solo não pavimentado ou alterado.

A passagem do canal do rio, entre o reservatório e a estação de tratamento de água (ETA), é em parte canalizada e cimentada e em parte aberta, com margens completamente degradadas (figura 9).

A água apresentou-se visualmente turva (figura 8) e há grandes depósitos de sedimentos (topo da imagem, ao centro), inclusive, como não gabões nem cercas na ponte, pode ocorrer queda de sedimentos no rio pela queda devido ao movimento de carros na estrada.

Na própria margem há sulcos e caminhos preferenciais para enxurradas direcionadas pela estrada.



**Figura 8: Margem degradada entre reservatório e ETA.**

A vegetação é praticamente nula, com exceção de gramíneas e brachiaras. Não há qualquer vestígio de vegetação nativa ou fauna.

O impacto antrópico também é muito alto, já que toda área está alterada. A ponte está em condições duvidosas, por ser precária (figura 9) e ser mais um indício de comprometimento da qualidade da água do rio.



**Figura 9: Detalhe da ponte sustentada por madeira.**

A tabela 12 mostra os resultados da valoração desses impactos.

**Tabela 12.** Valoração da Análise de Paisagem para o quinto ponto

MEIO FÍSICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
PROCESSO EROSIVO	10	Alto
DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS	11	Alto
IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE	10	Alto
RISCO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	10	Alto
VULNERABILIDADE DE MARGENS	9	Médio
MEIO BIÓTICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
DIVERSIDADE VEGETAL	10	Alto
DENSIDADE VEGETAL	10	Alto
INDICADORES DE REGENERAÇÃO NATURAL	10	Alto
CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA	10	Alto
COBERTURA DO SOLO	10	Alto
PRESENÇA DE FAUNA	10	Alto
MEIO ANTRÓPICO	PONTUAÇÃO	SIGNIFICÂNCIA
USO DO SOLO	10	Alto
POTENCIAL DE ESPALHAMENTO DE CONTAMINAÇÃO	10	Alto
PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO	10	Alto
IMPACTOS DE FRONTEIRA	10	Alto
IMPACTOS NA DEMOGRAFIA	9	Médio
CONDIÇÕES DAS ESTRADAS	10	Alto

Foram obtidos os valores de criticidade apresentados na tabela 13, tomando-se na escala que vai de 0% sendo o valor de impacto negativo nulo (área totalmente preservada) à 100% o valor de impacto negativo máximo (área completamente impactada).

**Tabela 13: Valores de Criticidade da Bacia do Jundiá-Mirim.**

MEIO	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)	P5 (%)	MÉDIA (%)
FÍSICO	87	100	87	80	87	88
BIÓTICO	78	67	78	83	100	81
ANTRÓPICO	67	39	39	39	89	54

O principal meio impactado dentre os pontos analisados dentro da bacia foi o meio físico, que apresenta alta criticidade.

O meio biológico é fortemente impactado pela contaminação biológica e pouca diversidade botânica, além da inexistência de fauna nos pontos observados, sendo esses impactos atenuados pela alta densidade vegetal em alguns pontos, mesmo essa densidade sendo pouco diversa.

O meio antrópico teve criticidade também alta, menor principalmente por haverem áreas mais isoladas, que estão afastadas da área populada, além do fato da transposição ter o impacto positivo da segurança hídrica, causando uma atenuação nos impactos negativos.

### TERCEIRA ETAPA – CÁLCULO DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Após a valoração completa do empreendimento pelo método da Análise Visual de Paisagem, essa avaliação será utilizada como subsídio para a valoração dos índices previstos no Decreto nº 6.848/09. De acordo com o texto no Anexo do Decreto nº 6.848/09, o Grau de Impacto (GI) deve ser calculado pela equação 2:

$$GI = ISB + CAP + IUC \quad (2)$$

Onde:

ISB = Impacto sobre a Biodiversidade;  
CAP = Comprometimento de Área Prioritária; e  
IUC = Influência em Unidades de Conservação.

Agora explanaremos cada um desses três sub-índices que dão subsídio para construção do Grau de Impacto (GI).

### Impacto sobre a Biodiversidade (ISB)

O ISB contabiliza os impactos ocorridos diretamente sobre a biodiversidade na área de influência direta e indireta. Seu valor varia entre 0 e 0,25%. Ressalta-se que os impactos diretos sobre a biodiversidade que não estejam na área de influência direta e indireta não devem ser contabilizados.

O ISB é calculado pela equação 3:

$$ISB = \frac{IM \times IB (IA + IT)}{140} \quad (3)$$

Onde:

- IM = Índice de Magnitude;
- IB = Índice de Biodiversidade;
- IA = Índice de Abrangência;
- IT = Índice de Temporalidade.

O IA varia de 1 a 4, conforme a tabela 14, avaliando a extensão espacial dos impactos negativos sobre os recursos ambientais.

**Tabela 14: Valor do Índice de Abrangência**

VALOR	ATRIBUTOS PARA EMPREENDIMENTOS TERRESTRES, FLUVIAIS E LACUSTRES	ATRIBUTOS PARA EMPREENDIMENTOS MARÍTIMOS OU LOCALIZADOS CONCOMITANTEMENTE NAS FAIXAS TERRESTRES E MARÍTIMA DA ZONA COSTEIRA	ATRIBUTOS PARA EMPREENDIMENTOS MARÍTIMOS (PROFUNDIDADE EM RELAÇÃO À LÂMINA D'ÁGUA)
1	Impactos limitados à área de uma microbacia	Impactos limitados a um raio de 5 km	Profundidade maior ou igual a 200 metros
2	Impactos que ultrapassem a área de uma microbacia e limitados à área de uma bacia de 3ª ordem	Impactos limitados a um raio de 10 km	Profundidade inferior a 200 e superior a 100 metros
3	Impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 3ª ordem e limitados à área de uma bacia de 1ª ordem	Impactos limitados a um raio de 50 km	Profundidade igual ou inferior a 100 metros e superior a 50 metros
4	Impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 1ª ordem	Impactos que ultrapassem o raio de 50 km	Profundidade inferior ou igual a 50 metros



Neste trecho encontra-se uma dificuldade em relação ao termo Área de Influência Indireta (AII). A dificuldade está na falta de clareza desse termo, já que o texto não esclarece quais áreas de influência deverão ser consideradas; no caso, se devemos considerar apenas os meios físico e biótico, ou se além desses também devemos incluir o meio antrópico.

A inclusão do meio antrópico torna-se um obstáculo pela possibilidade da definição de sua abrangência ter pouca chance de ser prevista. Geralmente considera-se a AII do meio antrópico como a macrorregião na qual está prevista a implantação do empreendimento.

Neste escopo podemos citar como impactos a geração de empregos indiretos, geração de tributos, aquecimento de setores da economia, dentre outros.

Nota-se que dificilmente podemos atribuir outro valor além do máximo, porém isso pode distorcer a avaliação em relação ao comprometimento dos recursos ambientais no meio físico e biótico.

Assim, cabe ao analista que insira, a partir de seu *expertise* e ponto de vista (mais restritivo ou mais liberal) como equalizar e balancear essa avaliação de forma a tornar o resultado consistente e coerente.

O IB varia de 0 a 3, conforme a tabela 15, busca avaliar o estado de comprometimento da biodiversidade na situação prévia à implantação do empreendimento.

**Tabela 15: Valor do Índice de Biodiversidade**

VALOR	ATRIBUTO
0	Biodiversidade se encontra muito comprometida
1	Biodiversidade se encontra mediantemente comprometida
2	Biodiversidade se encontra pouco comprometida
3	Área de trânsito ou reprodução de espécies consideradas endêmicas ou ameaçadas de extinção

O IT assume valores de 1 a 4, conforme a tabela 14, e se refere à resiliência do ambiente ou bioma em que se insere o empreendimento. Busca avaliar a persistência dos impactos negativos do empreendimento, considerando o tempo necessário para que a área de implantação retorne ao seu estado prévio.

**Tabela 14: Valor do Índice de Temporalidade**

VALOR	ATRIBUTO
1	Imediata: até 5 anos após a instalação do empreendimento
2	Curta: superior a 5 e até 15 anos após a instalação do empreendimento
3	Média: superior a 15 e até 30 anos após a instalação do empreendimento
4	Longa: superior a 30 anos após a instalação do empreendimento

O IM varia de 0 a 3, conforme a tabela 15, avaliando a existência e a relevância dos impactos ambientais concomitantemente significativos negativos sobre os aspectos ambientais associados ao empreendimento, analisados de forma integrada.

**Tabela 15: Valor do Índice de Magnitude**

VALOR	ATRIBUTO
0	Ausência de impacto significativo negativo
1	Pequena magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais
2	Média magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais
3	Alta magnitude do impacto ambiental negativo

Nesse tópico o cálculo da compensação ambiental foi ligado à avaliação de impactos ambientais de forma determinística ao serem definidas classes de criticidade para cada valor de Índice de Magnitude, a saber: de 0 a

30% do valor máximo: Pequena Magnitude (sendo o intervalo entre 0 e 5% indicando a Ausência de Impacto Ambiental Significativo); de 30 a 70% do valor máximo: Média Magnitude; e de 70 a 100% do valor máximo: Alta Magnitude.

### Comprometimento de Área Prioritária (CAP)

O CAP, cujo valor varia de 0 a 0,25%, contabiliza efeitos do empreendimento na área onde será inserida. Ele relaciona a significância de impactos na área de implantação. O CAP é calculado pela equação 4:

$$CAP = \frac{IM \times ICAP + IT}{70} \quad (4)$$

Onde:

- IM = Índice de Magnitude;
- ICAP = Índice de Comprometimento de Área Prioritária;
- IT = Índice de Temporalidade.

O ICAP assume valores de 0 a 3, conforme a tabela 16, avaliando o comprometimento sobre a integridade de parte significativa da área prioritária impactada pela implantação do empreendimento, conforme a Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007 (MMA, 2007).

**Tabela 16: Valor do Índice de Comprometimento de Áreas Prioritárias**

VALOR	ATRIBUTO
0	Inexistência de impactos sobre áreas prioritárias ou impactos em áreas prioritárias totalmente sobrepostas a unidades de conservação
1	Impactos que afetem áreas de importância biológica alta
2	Impactos que afetem áreas de importância biológica muito alta
3	Impactos que afetem áreas de importância biológica extremamente alta ou classificadas como insuficientemente conhecidas

### Influência em Unidades de Conservação (IUC)

Esse índice varia de 0 a 0,15%, avaliando a influência do empreendimento sobre as unidades de conservação ou suas zonas de amortecimento, sendo que o índice deixa de ser zero assim que é constatada essa influência e seus valores podem ser considerados cumulativamente até o valor máximo de 0,15%, como visto a seguir (BRASIL, 2009):

- G1: parque (nacional, estadual e municipal), reserva biológica, estação ecológica, refúgio de vida silvestre e monumento natural = 0,15%;
- G2: florestas (nacionais e estaduais) e reservas de fauna = 0,10%;
- G3: reserva extrativista e reserva de desenvolvimento sustentável = 0,10%;
- G4: área de proteção ambiental, área de relevante interesse ecológico e reservas particulares do patrimônio natural = 0,10%;
- G5: zonas de amortecimento de unidades de conservação = 0,05%.

### RESULTADOS DA QUARTA ETAPA

Com todas essas informações obtidas, é possível calcular a porcentagem do valor total do projeto que será destinado à compensação ambiental financeira.

Como os meios físico e biótico obtiveram criticidade maior que 80%, considera-se o impacto de alta magnitude, assim é computado o valor 3 para o índice de Magnitude.

Como o meio biótico sofre alto impacto, é dado o valor nulo ao índice de Biodiversidade. Essa metodologia para avaliar o meio biótico é questionável, afinal, com a atribuição do valor decrescente á medida que o

impacto no meio biótico aumenta (ver tabela 2), ou seja, se houver impacto muito baixo, é atribuído o valor 3, que torna a porcentagem de impacto na Biodiversidade maior, enquanto um impacto muito alto anula esse fator, ou seja, pela metodologia da legislação, quanto maior o impacto causado ao meio biológico, menor o custo de compensação ambiental.

Segundo Moraes, Peche Filho e Carvalho (2003), a bacia do Jundiá-Mirim é uma bacia de primeira ordem, assim o valor 3 foi estipulado para o Índice de Abrangência.

Foi dado o valor 3 ao índice de Temporalidade pois é considerado um conjunto de impacto a médio prazo.

A influência em áreas de conservação tem valor máximo pois há a reserva biológica da Serra do Japi ao sudeste da microbacia do Jundiá-Mirim.

A tabela 17 sintetiza essas valorações e o valor final de compensação.

**Tabela 17: Valoração das variáveis da compensação ambiental**

VARIÁVEL	VALOR OU PORCENTAGEM
ÍNDICE DE MAGNITUDE	3
ÍNDICE DE BIODIVERSIDADE	0
ÍNDICE DE ABRANGÊNCIA	3
ÍNDICE DE TEMPORALIDADE	3
IMPACTO SOBRE A BIODIVERSIDADE	0%
ÍNDICE DE COMPROMETIMENTO SOBRE ÁREAS PRIORITÁRIAS	3
COMPROMETIMENTO SOBRE ÁREAS PRIORITÁRIAS	0,17 %
INFLUÊNCIA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	0,15%
GRAU DE IMPACTO	0,32%
<b>MONTANTE DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL</b>	
R\$ 642 857,14	

Esse montante seria destinada ao IBAMA para ser revertido em investimentos em Unidades de Conservação já existentes.

Porém, analisando criticamente o método oficial, há problemas na sua formulação matemática. O Índice de Biodiversidade valora os impactos de forma incorreta, dando o mínimo valor ao máximo impacto. Isto resulta em sério problema no cálculo do Impacto sobre Biodiversidade, pois no caso de alto impacto sobre o meio biótico a fórmula resulta em valor nulo (distorcendo o valor de grau de impacto).

Outro problema é que todas as fórmulas que deveriam resultar em valores percentuais não são coerentes, resultando simplesmente em valores numéricos que precisam ser ajustados para poderem ser considerados percentuais.

## CONCLUSÕES

Quanto à avaliação crítica dos aspectos técnicos da Análise de Paisagem, cabe ressaltar que a existência de subjetividade é intrínseca a qualquer procedimento de valoração de impactos ambientais, uma vez que as ciências ambientais não são exatas e que os estudos de base da Avaliação de Impacto Ambiental precedem a ocorrência real dos impactos, tratando-se assim de uma criação de cenários da qualidade ambiental futura da área de estudo.

Cabe ressaltar que nossa metodologia, mesmo envolvendo uma carga subjetiva, sistematiza o cálculo do Índice de Magnitude (IM) do Decreto nº 6.848/09, que, a priori, seria definido pelo órgão ambiental, acrescentando

nova carga subjetiva, conectando assim a metodologia de AIA e a confecção do EIA com o cálculo do Grau de Impacto que irá determinar a necessidade de fazer uma ação de Compensação Ambiental.

O inventário da transposição carrega grande desvio por usar estimativas baseadas na escassa literatura prática disponível, porém é suficiente para um cálculo aproximado e um estudo das necessidades técnicas de um projeto hidráulico de grandes dimensões.

A bacia apresenta fragilidades ambientais que necessitam medidas urgentes e eficazes quanto à manutenção da produção de água e da qualidade ambiental do solo, fauna e flora. As análises por meio de Sistemas de Informação Geográfica mostraram grande potencial, tendo como único empecilho a escassez de dados disponíveis publicamente.

Por fim, percebe-se que a metodologia proposta no Decreto nº 6.848/09 contém erros técnicos (quanto à valoração do Índice de Biodiversidade) e direcionamentos passíveis de polêmica (como a destinação do montante arrecadado), porém é um avanço que pode, dialeticamente, ser aprimorado e transformar-se em uma potente ferramenta na busca por um meio ambiente sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Decreto Federal nº 6848/2009, de 14 de maio de 2009. Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.
2. MEDEIROS, G. A., MARQUES, B. V., FENGLER, F. H., MACHADO, F. H., MORAES, J. F. L., PECHE FILHO, A., LONGO, R. M., RIBEIRO, A. I. Environmental assessment using landscape analysis methodology: the case of the Jundiá Mirim river basin, Southeast Brazil. **WIT Transactions on Ecology and The Environment**, v. 203, p. 25-36, 2016.
3. SABESP. Banco de Preços de Serviços de Engenharia Consultiva. São Paulo: SABESP, 2015.
4. PECHE FILHO, A., FREITAS, E. P., RIBEIRO, A. I., MEDEIROS, G. A., MARQUES, B. V., QUEIROZ, D. F. A., FENGLER, F. H. Metodologia IAC para Análise de Paisagem. In: **Anais do XI Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**, v. 6. p. 1-7, set. 2014.
5. BRESSANE, A.; MEDEIROS, G. A.; RIBEIRO, A. I.; PECHE FILHO, A. Abordagem construtivista integrando o ensino, a pesquisa e a aplicação à realidade: o caso da pós-graduação em Ciências Ambientais da Unesp Sorocaba. **Revista Brasileira de Pós Graduação**, v.12, p. 251-276, 2015.
6. FRANÇA, L. V. G.; BRESSANE, A.; SILVA, F. N.; PECHE FILHO, A.; MEDEIROS, G. A.; RIBEIRO, A. I.; ROVEDA, J. A. F.; ROVEDA, S. R. M. M. Modelagem Fuzzy Aplicada à Análise da Paisagem: Uma proposta para o diagnóstico ambiental participativo. **Fronteiras: Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente**, v.3, p.124 - 141, 2014.
7. FARIA, D. I. **Compensação Ambiental: Os Fundamentos e as normas; a gestão e os conflitos**. Brasília: Consultoria Legislativa do Senado Federal, 2008, p. 115.
8. MORAES, J. F. L.; CARVALHO, Y. M. C.; PECHE FILHO, A. Diagnóstico agroambiental para a gestão e monitoramento da Bacia do Rio Jundiá-Mirim. In: HAMADA, E. (Ed.) **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: Avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. Cap. III. CD-Rom.
9. WATHERN, P. **An Introduction guide to EIA**. In WATHERN, P. (Org.) Environmental impact assessment: theory and practice. London: Unwin Hyman, 1988, p.3-30.