



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

César de Oliveira Ferreira Silva

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA
TRANSPOSIÇÃO FLUVIAL EM JUNDIAÍ/SP APLICADA AO
CÁLCULO DO VALOR DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Sorocaba / SP

2016

César de Oliveira Ferreira Silva

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA
TRANSPOSIÇÃO FLUVIAL EM JUNDIAÍ/SP APLICADA AO
CÁLCULO DO VALOR DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado como parte
dos pré-requisitos para a obtenção do
título de Engenheiro Ambiental à
Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”,

Orientador: Gérson Araújo de Medeiros

Sorocaba / SP

2016

FICHA BIBLIOGRÁFICA

César de Oliveira Ferreira Silva

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA
TRANSPOSIÇÃO FLUVIAL EM JUNDIAÍ/SP APLICADA AO
CÁLCULO DO VALOR DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado como parte
dos pré-requisitos para a obtenção do
título de Engenheiro Ambiental à
Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”,

Orientador: Gérson Araújo de Medeiros

Sorocaba, dia mês e ano

Orientador

Banca Examinadora

Banca Examinadora

Sorocaba

2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu orientador, Gérson Araújo de Medeiros, pela confiança, liberdade e ousadia com que brindou com a realização desse trabalho: Muito Obrigado, Gérson!

Aos avaliadores do trabalho, Anselmo Spadotto e Felipe Fengler, o primeiro pela inestimável paciência com que suportou todas minhas perguntas e questionamentos sobre os mais variados assuntos durante os semestres em que compartilhamos momentos de corredor ou de sala de aula, e ao segundo por ter me apresentado ao mundo da Avaliação de Impactos Ambientais, que foi um divisor de águas na minha visão de mundo e de meio ambiente, aprendizado esse que até hoje impacta na minha vida (positivamente, claro!).

Aos amigos (quase irmãos) Guilherme Amuy, Lucas Hubacek, Mateus Colletto, Pedro Bartholo e Victor Oliveira, que sempre foram ombros amigos em meio ao deserto que se torna a saída da casa dos pais para enfrentar o mundo real em um lugar desconhecido e muitas vezes agressivo! Mas esse deserto pode se tornar um oásis, basta trombarmos com as pessoas certas! Obrigado por terem participado disso tudo!!!!

Agradeço também à várias pessoas que fizeram parte desse último ano de pesquisa e que foram essenciais para que eu chegasse inteiro ao fim desse trabalho: Bruno Carlucci, Daniel Viana, Éderson Luis, o grande Elfany, Fabíola Magalhães, Magali Oliveira, e muitos muitos outros...

E finalmente, aos meus pais, Josefa e Sebastião, que sempre sonharam em ver seu filho se graduando: Essa é pra vocês!!

RESUMO

A presente monografia trata da aplicação da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) por Análise de Paisagem no cálculo do Grau de Impacto, que define o montante financeiro de compensação ambiental (definido pelo Decreto Federal nº 6.848/09) necessário em um projeto de transposição de rio, utilizando como estudo de caso a transposição do Rio Atibaia para a Bacia do Rio Jundiáí-Mirim. Os meios físico e biótico atingiram altos níveis de criticidade e implicaram num grau de impacto de 0,32%, sendo assim destinados R\$ 642.857,14 para a compensação ambiental pecuniária. Recomenda-se novos estudos, principalmente no âmbito da gestão ambiental e da hidrossedimentologia. A metodologia apresentada no Decreto Federal já citado contém um erro técnico na valoração do Índice de Biodiversidade. Discute-se a potencialidade de uma destinação mais adequada para a arrecadação obtida da compensação ambiental financeira, direcionando para as necessidades apontadas pelo AIA, e não um destino já fixado pelo IBAMA.

Palavras-Chave: avaliação de impacto ambiental, compensação ambiental, transposição, segurança hídrica.

ABSTRACT

This monograph discusses application of an Environmental Impact Assessment (EIA) Method through the Landscape Analysis to calculate the Impact Grade, which defines the financial amount of environmental compensation (defined by Federal Decree 6.848/09) required in a project river transposition, using as a case study the implementation of the Atibaia river Basin for the Jundiaí-Mirim river. The physical and biotic resources reached high levels of criticality and resulted in a degree of impact of 0.32%, then, must be paid R \$ 642 857.14 for the financial environmental compensation. It is recommended further studies, particularly in environmental management and hidrosedimentology. The Federal Decree presents a error in your methodology, in the Biodiversity Index. A potencial better destination for the environmental compensation are discussed, which must be direcioned to the needs appointed by the EIA, and not a destination fixed by IBAMA.

Key-words: environmental impact assessment, environmental compensation, river transposition, water security.

Sumário

1. Introdução	13
2. Objetivos e Justificativa Legal	15
2.1. Objetivo.....	15
2.1.1. Objetivos Específicos.....	15
2.2. Justificativa Legal.....	15
3. Revisão Bibliográfica.....	16
3.1. Licenciamento Ambiental e Estudo de Impacto Ambiental	16
3.1.1. Processo de Avaliação de Impacto Ambiental	16
3.1.2. Processo de Licenciamento Ambiental	19
3.2. Compensação Ambiental.....	21
3.2.1. Introdução	21
3.2.2. Legislação Atual: Decreto nº 6.848, de 14 de Maio de 2009.....	22
3.2.3. Metodologia de Cálculo de Grau de Impacto Ambiental segundo Decreto nº 6.848/09	24
3.2.3.1. Impacto sobre a Biodiversidade (ISB)	24
3.2.3.2. Comprometimento de Área Prioritária (CAP)	27
3.2.3.3. Influência em Unidades de Conservação (IUC)	28
4. Materiais e Métodos	29
4.1. Caracterização da Área de Estudo e da Transposição do Rio Atibaia... ..	29
4.2. Análise Visual de Paisagem em Avaliação de Impactos Ambientais	31
4.2.1. Primeira Etapa: Identificação dos Impactos Ambientais.....	32
4.2.2. Segunda Etapa: Valoração dos Impactos Ambientais.....	33
4.2.3. Terceira Etapa: Gestão Espacial dos Impactos Ambientais.....	35
4.3. Metodologia de Avaliação de Impactos Ambientais Aplicados à Compensação Ambiental.....	37
5. Resultados e Discussão	38
5.1. Análise de Paisagem.....	38
5.1.1. Análise Ambiental da Bacia do Jundiá-Mirim	39
5.1.2. Curva de Permanência do Rio Atibaia	40
5.1.3. Análise e Valoração dos Pontos Observados	41
5.1.3.1. Análise do Primeiro Ponto.....	43

5.1.3.2. Análise do Segundo Ponto.....	46
5.1.3.3. Análise do Terceiro Ponto.....	48
5.1.3.4. Análise do Quarto Ponto.....	51
5.1.3.5. Análise do Quinto Ponto.....	53
5.1.4. Criticidade dos Pontos Observados.....	55
5.2. Inventário do Projeto de Transposição.....	55
5.2.1. Variáveis Considerados no Projeto.....	56
5.2.2. Estimativa Financeira.....	57
5.3. Cálculo da Compensação Ambiental Pecuniária.....	58
5.4. Necessidade e Sugestões de Gestão Ambiental.....	59
5.5. Questionamentos quanto à legislação vigente da compensação ambiental financeira.....	61
6. Considerações Finais.....	64
Referências Bibliográficas.....	65
ANEXO 1. Mapa da Hipsometria e Hidrografia da Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.....	70
ANEXO 2. Mapa do Uso do Solo na Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.....	71
ANEXO 3. Mapa da Hidrografia e Áreas de Solo Exposto da Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.....	72
ANEXO 4. Mapa das Nascentes e Áreas de Solo Exposto da Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.....	73
ANEXO 5. Mapa de Declividade da Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.....	74
ANEXO 6. Inventário de custos unitários de acordo com o Banco de Preços de Serviços de Engenharia Consultiva (SABESP, 2015).....	75
ANEXO 7. Dimensionamento de Bomba.....	83
ANEXO 8. Resumo de Artigo Científico sobre a Análise de Paisagem e a Fenomenologia.....	85

1. Introdução

O desenvolvimento sustentável, segundo Goodland (1995), deve integrar as dimensões ambiental, econômica e social, ou seja, a busca pelo que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável. Sala et al. (2000) indicam as ações antropogênicas como o principal causador dos impactos ambientais, enquanto Goodland e Daly (1996) destacam as dificuldades para a implantação da sustentabilidade ambiental, que abrange o manejo dos recursos renováveis, a redução dos resíduos e poluições, a utilização de energia e materiais eficientemente e o investimento no reparo dos sistemas degradados.

Tendo em vista a necessidade de se balancear os impactos que o ser humano causa ao meio ambiente, podemos colocar o conceito de desenvolvimento sustentável dentro de determinados escopos de pesquisa, um deles, como é o caso do presente trabalho, é tomar a unidade de estudo como uma bacia hidrográfica.

Sendo uma bacia hidrográfica ineficiente quanto à produção de água (por problemas ambientais no meio físico) ou que não tenha segurança hídrica (devido à superexploração dos seus recursos), é necessário tomar uma série de medidas, a longo, médio e curto prazo, para atenuar a problemática que estiver inserida no local. Uma forma de suprir a demanda de uma bacia é realizar o processo de transposição fluvial, onde uma determinada vazão de um rio é canalizado para a bacia que se encontra em déficit hídrico.

A transposição de água do Rio Atibaia para a bacia do Rio Jundiaí-Mirim, como é explicitado em Época (2014), foi fator decisivo para a manutenção da segurança hídrica em Jundiaí durante a grande estiagem de 2014 quando todas as cidades abastecidas pelo Sistema Cantareira sofreram com graves restrições ao uso da água, com exceção de Jundiaí, Época (2014) ressalta que a transposição do Rio Atibaia foi acompanhada da construção de “uma represa no rio Jundiaí-Mirim, uma estação de tratamento de esgoto, instalar novos equipamentos hidrométricos e reduzir as perdas de água no abastecimento” em 1994, condição imposta pelo Comitê de Bacias

Hidrográficas do Rio Piracicaba/Capivari/Jundiaí para aumentar a outorga de água da transposição de 700 para 1200 litros por segundo.

O Capítulo 2 esclarece os objetivos do trabalho e expõe justificativas legais para essa pesquisa.

O Capítulo 3 contém uma breve revisão bibliográfica e legal sobre Avaliação de Impacto Ambiental, o procedimento do Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo e a Compensação Ambiental em âmbito federal.

O Capítulo 4 faz uma caracterização preliminar da área de estudo, a Bacia do Rio Jundiaí-Mirim e da obra hidráulica que será estudada, a transposição do Rio Atibaia para auxiliar o Rio Jundiaí-Mirim, e apresenta a metodologia proposta de Avaliação de Impactos Ambientais e sua conexão com o cálculo do Grau de Impacto da Compensação Ambiental.

O Capítulo 5 exhibe os resultados da aplicação da metodologia aplicada e sua análise.

O Capítulo 6 contém as considerações finais desse trabalho e indicações para futuras pesquisas.

2. Objetivos e Justificativa Legal

2.1. Objetivo

O presente trabalho tem por objetivo estimar o valor da compensação ambiental pela implantação da obra de transposição das águas do Rio Atibaia para a Bacia do Rio Jundiaí-Mirim, aplicando a abordagem de análise da paisagem para a avaliação de impacto ambiental.

2.1.1. Objetivos Específicos

- Caracterizar a bacia do rio Jundiaí Mirim e a área do entorno da transposição;
- Aplicar a metodologia de Análise Visual de Paisagem para Avaliação de Impacto Ambiental na área do entorno da transposição do Rio Atibaia na Bacia do Rio Jundiaí-Mirim
- Calcular o valor da compensação ambiental, de acordo com o procedimento instituído pelo Decreto 6.848, de 14 de maio de 2009.

2.2. Justificativa Legal

A transposição do Rio Atibaia, que iniciou sua operação em 1975, é anterior Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), promulgada em 1981, assim, ela 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 Visual de Paisagem. O Decreto nº 6.848/09, 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.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Licenciamento Ambiental e Estudo de Impacto Ambiental

3.1.1. Processo de Avaliação de Impacto Ambiental

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento de política ambiental capaz de assegurar, desde a escolha do local de implantação do empreendimento, seu projeto e construção, até o início das suas operações, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas (MOREIRA, 1992).

Define-se impacto ambiental entendido como a mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada (WATHERN, 1998).

Para cumprir seu papel, a AIA conta com um conjunto de procedimentos sequenciais, explicitado na Figura 1, onde uma etapa acaba por ter influência nas seguintes.

O processo é iniciado com a apresentação da proposta de projeto pelo empreendedor diante de uma organização responsável pela tomada de decisão, que pode ser uma empresa privada, um organismo financeiro, uma agência de desenvolvimento ou um órgão governamental; sendo este último, segundo Sanchez (2008), o caso mais comum e onde se insere o processo de licenciamento ambiental.

Uma vez conhecida a proposta, pode-se estimar seu potencial de causar impacto, que está em função do potencial poluidor do empreendimento (relacionado às exigências do tipo de projeto sobre o meio onde será implantado e do porte) e da resiliência do meio em que será inserido.

A triagem, realizada pelo órgão ambiental, pode ser definida como o procedimento para determinar se a proposta deverá ou não estar sujeita a AIA, e em caso afirmativo, a que nível de detalhe (IAIA, 1999). No caso negativo, o projeto passa para o que Sanchez (2008) se refere como um “licenciamento ambiental convencional” ou simplificado, sem utilização da AIA.

Os critérios utilizados no julgamento da significância de impactos podem ser objetivos (pré-determinados) ou subjetivos e são baseados em listas positivas, listas negativas, critérios de corte (relativos ao porte dos empreendedores), localização do empreendimento, recursos ambientais potencialmente afetados e na análise caso a caso.

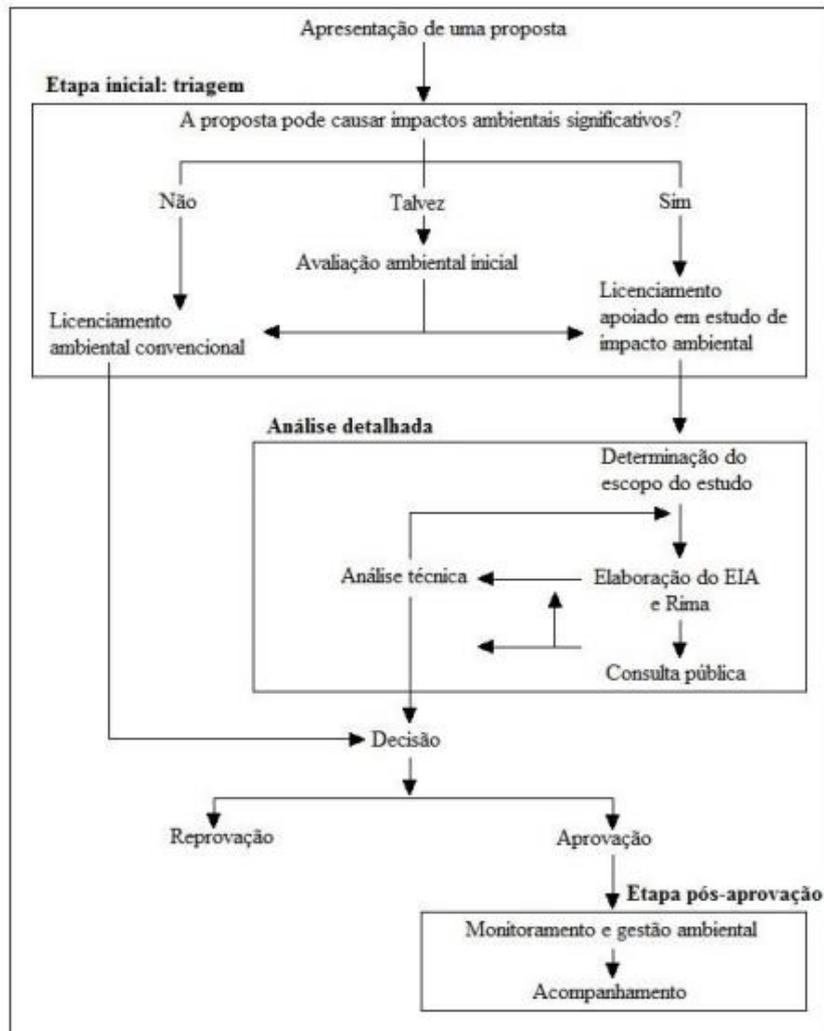


Figura 2. Processo de Avaliação de Impacto Ambiental (ALMEIDA, 2013).

Na fase de escopo são determinadas a profundidade e a abrangência do estudo a ser apresentado, caso na triagem seja verificada a necessidade de elaboração de estudo ambiental detalhado. A delimitação do âmbito é um processo de adição e remoção de uma lista de questões a serem consideradas na avaliação, como fatores ambientais do diagnóstico, impactos, medidas ambientais.

Culmina com a elaboração de um Termo de Referência (TR) por parte do órgão ambiental, contendo os tópicos a serem abordados no estudo ambiental.

O princípio, para a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), ou outro tipo de estudo, é simples, mas deve apresentar uma síntese clara e concisa da caracterização do empreendimento, condição do meio onde será implantado o projeto, prováveis impactos ambientais, propostas de medidas de mitigação, importância dos impactos residuais e sugestões para a necessidade de estudos de acompanhamento, devendo ser elaborado por equipes multidisciplinares.

A análise técnica é, mais comumente, realizada pelo órgão (ou órgãos) ambiental do governo responsável pelo licenciamento do empreendimento. Tem como objetivo verificar e determinar se o estudo de impacto ambiental é uma avaliação adequada de relevância dos impactos ambientais a serem causados pelo projeto e se existe qualidade suficiente para a tomada de decisões (EPA, 2003).

A participação do público de alguma forma deve ser considerada tanto na realização adequada e justa de um governo democrático como nas atividades de tomada de decisão (SHEPHERD; BOWLER, 1997) e, assim, como um componente fundamental do processo de AIA (HARTLEY; WOOD, 2005).

Uma das formas de participação presentes na legislação brasileira é a audiência pública na fase de análise dos estudos. A audiência pública é uma reunião que tem por finalidade expor aos interessados as informações e os resultados obtidos pelo EIA/RIMA sobre uma obra ou atividade potencialmente causadora de significativo impacto ambiental, eliminando dúvidas e recolhendo dos presentes críticas e sugestões a respeito para subsidiar a decisão quanto ao seu licenciamento ambiental (CONAMA, 1987).

A decisão resultante do processo de AIA diz respeito à viabilidade ambiental do projeto da maneira como ele foi proposto em termos de concepção tecnológica e localização. Atestar a viabilidade ambiental dos

projetos previamente à sua implantação constitui a finalidade precípua da AIA associada ao licenciamento como instrumentos de política e gestão do meio ambiental (MONTAÑO; SOUZA, 2008). Comprovada a viabilidade do projeto, ele pode ser aprovado e obter as licenças necessárias para sua implantação e operação.

Uma vez implantado, acontecem as etapas de pós-aprovação (que envolvem o monitoramento e o acompanhamento). O objetivo geral do monitoramento é determinar se os impactos reais de um projeto proposto correspondem aos impactos previstos no EIA (BADR, 2009) e se as medidas propostas são suficientes para mitigação dos impactos. Além disso, visa assegurar a implementação da atividade de forma satisfatória e promover ajustes e correções necessárias nos procedimentos.

Por sua vez, o acompanhamento é realizado pelo órgão ambiental a fim de verificar os compromissos assumidos pelo empreendedor, quando da implantação do empreendimento, e para validar a licença ambiental emitida, caso o empreendimento persista na condição de adequado e viável ambientalmente.

3.1.2. Processo de Licenciamento Ambiental

A avaliação de Impacto Ambiental foi considerada, de acordo com a Lei Federal nº 6.938/1981, um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente. Sua função é oferecer informações que subsidiem a tomada de decisão quanto à viabilidade ambiental de projetos a serem implantados, já que examina as consequências futuras de uma ação proposta (SANCHEZ, 2008).

Em sua utilização no Brasil, o emprego da AIA está associado ao licenciamento ambiental, servindo como suporte para emissão de licenças ambientais nos casos de empreendimentos com potencial de causar significativo impacto ambiental.

Assim, segundo CONAMA (1997), o licenciamento ambiental é

[O] procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Trata-se de um procedimento necessário para permitir ao Estado regular as condições para que uma empresa inicie ou desenvolva uma atividade, ao mesmo tempo em que limita os seus eventuais efeitos negativos (CERQUEIRA; ALVES, 2010).

Pode ser considerado o mais importante mecanismo de controle do poder público com relação às atividades econômicas que interferem fortemente no meio ambiente (COSTA; MARTINS; PEGADO, 2009).

As principais legislações federais, atualmente, introdutoras e reguladoras do licenciamento ambiental são a Lei Federal nº 6.938/1981 (PNMA), o Decreto Federal nº 99.271/1990, a Resolução CONAMA nº 237/1997 e a Lei Complementar nº 140/2011.

A PNMA tem grande importância por estabelecer o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras com um de seus instrumentos, estabelece em seu Art.10, revogado pela Lei Complementar nº 140/2011:

A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental

Porém, é a Resolução CONAMA nº 237/1997, no seu artigo 8º, que vai regulamentar o processo de licenciamento ambiental brasileiro. Além de trazer definições, esta resolução lista os empreendimentos sujeitos ao licenciamento,

estabelece prazos e validade das licenças, elenca as etapas envolvidas no processo e estipula as competências (complementada pela Lei Complementar nº 140/2011), enumerando as atividades que devem ser licenciadas pela União, Estados e Municípios. Ainda, estabelece três tipos de licença ambiental:

I - Licença Prévia (LP): concedida na fase de planejamento da atividade ou empreendimento e quando expedida aprova a localização e a concepção do projeto, atestando a sua viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes para as próximas fases.

II - Licença de Instalação (LI): autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental, e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante; é emitida uma vez cumprida as condicionantes estipuladas pela LP.

III - Licença de Operação (LO): autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas para a operação.

Ainda, de acordo com parágrafo único do mesmo artigo, tais licenças poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade.

3.2. Compensação Ambiental

3.2.1. Introdução

A compensação ambiental é um mecanismo financeiro, baseado no Princípio do Poluidor-Pagador, 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.

Existem duas modalidades básicas de compensação ambiental: a ecológica (normalmente baseada na criação de Unidades de Conservação, UCs) e a pecuniária (que consiste na estipulação de uma porcentagem do custo total do projeto para fins compensatórios).

Neste trabalho será abordada a vertente pecuniária da compensação ambiental.

A legislação a respeito da compensação ambiental iniciou-se pela Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Essa lei estabelecia como valor de compensação uma importância não inferior a meio por cento dos custos totais previstos na implantação do empreendimento.

O Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002 realiza alterações na Lei do SNUC, dentre elas, impõe que apenas impactos negativos não mitigáveis e passíveis de riscos devem ser considerados para estipular a necessidade de compensação ambiental, porém mantém o valor de compensação em meio por cento dos custos totais de projeto.

A Resolução CONAMA nº 371 de 5 de abril de 2006 mantém fixado o valor de compensação em meio por cento e determina que o órgão ambiental responsável pelo licenciamento defina uma metodologia para definir o grau de impacto ambiental que servirá como subsídios para tomada de decisão sobre a necessidade de compensação ambiental.

Essa metodologia é apresentada em 14 de maio de 2009 pelo Decreto nº 6.848, que será abordada detalhadamente na seção a seguir.

3.2.2. Legislação Atual: Decreto nº 6.848, de 14 de Maio de 2009

Durante sessão do Tribunal Pleno do Supremo Tribunal Federal (STF), a partir de processo movido pela Confederação Nacional das Indústrias (CNI) em 16 de dezembro de 2004, foi julgada por maioria a inconstitucionalidade da expressão “não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais para implantação do empreendimento”, prevista no § 1º do artigo 36 da Lei nº 9.985/00 (BRASIL, 2000).

A partir daí, o valor compensatório passou a ser proporcional ao impacto ambiental, tendo em vista os resultados do estudo de impacto ambiental realizado.

O Decreto nº 6.848/09 vem à luz não só para aplicar essa decisão do STF como também para tornar o valor de meio por cento, até então o piso do valor da compensação, no limite máximo de compensação, passando então a ter uma metodologia explícita para o cálculo desse valor, a partir de estudos de impacto ambiental.

No que se refere ao cálculo do Valor da Compensação Ambiental, o Decreto nº 6.848/09, em seu art. 2º, acrescenta o art. 31-A ao Decreto nº 4.340/02, que determina (BRASIL, 2009):

Art. 31-A. O Valor da Compensação Ambiental - CA será calculado pelo produto do Grau de Impacto - GI com o Valor de Referência - VR, de acordo com a fórmula a seguir:

$CA = VR \times GI$, onde:

CA = Valor da Compensação Ambiental;

VR = somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos causados pelo empreendimento, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais; e

GI = Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir valores de 0 a 0,5%.

§ 1º O GI referido neste artigo será obtido conforme o disposto no Anexo deste Decreto.

§ 2º O EIA/RIMA deverá conter as informações necessárias ao cálculo do GI.

§ 3º As informações necessárias ao cálculo do VR deverão ser apresentadas pelo empreendedor ao órgão licenciador antes da emissão da licença de instalação.

§ 4º Nos casos em que a compensação ambiental incidir sobre cada trecho do empreendimento, o VR será calculado com base nos investimentos que causam impactos ambientais, relativos ao trecho.

Interessante notar que a metodologia de cálculo apresentada em Brasil (2009) está em desacordo com a decisão do STF ao vincular o custo total do empreendimento como fator no valor final.

3.2.3. Metodologia de Cálculo de Grau de Impacto Ambiental segundo 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 da seguinte maneira:

Equação 1. Grau de Impacto

$$GI = ISB + CAP + IUC$$

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).

3.2.3.1. 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 por:

Equação 2. Índice de Biodiversidade

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

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 1, avaliando a extensão espacial dos impactos negativos sobre os recursos ambientais.

Tabela 1. 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

Fonte: Brasil (2009).

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 2, busca avaliar o estado de comprometimento da biodiversidade na situação prévia à implantação do empreendimento.

Tabela 2. Valor do Índice de Biodiversidade

Valor	Atributo
0	Biodiversidade se encontra muito comprometida
1	Biodiversidade se encontra mediamente comprometida
2	Biodiversidade se encontra pouco comprometida
3	Área de trânsito ou reprodução de espécies consideradas endêmicas ou ameaçadas de extinção

Fonte: Brasil (2009).

O IT assume valores de 1 a 4, conforme a tabela 3, 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 3. 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

Fonte: Brasil (2009).

O IM varia de 0 a 3, conforme a tabela 4, avaliando a existência e a relevância dos impactos ambientais concomitantemente significativos negativos sobre os aspectos ambientais associados ao empreendimento, analisados de forma integrada.

Tabela 4. 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

Fonte: Brasil (2009).

Vale notar que os métodos de avaliação de impacto ambiental não contemplam uma análise integrada de impactos potenciais que permitam uma valoração integrada, mas apenas valoram de forma segregada, assim, faz necessária uma metodologia específica para determinar o IM, que será abordado no capítulo seguinte desse trabalho.

3.2.3.2. 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 por:

Equação 3. Comprometimento de Área Prioritária

$$CAP = \frac{IM \times ICAP + IT}{70}$$

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 5, 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 5. 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

Fonte: Brasil (2009).

3.2.3.3. 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%.

4. Materiais e Métodos

4.1. Caracterização da Área de Estudo e da Transposição do Rio Atibaia

A área de estudo desse trabalho situa-se na bacia do Jundiaí-Mirim (na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos número 5, ou, UGRHI-PCJ).

Dados do Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do Rio Jundiaí-Mirim (MORAES, PECHE FILHO, CARVALHO, 2003) indicam que a bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim abrange uma área de 11.750 hectares e está distribuída em três municípios vizinhos, Jundiaí (55%), Jarinú (36,6%) e Campo Limpo Paulista (8,4%).

De acordo com o Decreto Estadual nº 10.755/77, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos d'água receptores na classificação prevista no Decreto Estadual nº 8.468/76, o rio Jundiaí-Mirim e seus afluentes, até o ponto de captação de água para abastecimento do município de Jundiaí, são enquadrados na Classe 1, que tem seus usos descritos em (BRASIL, 1986):

Águas [de Classe 1] são destinadas a usos mais nobres, como abastecimento doméstico após tratamento simplificado águas próprias à proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário (natação, esqui aquático, mergulho), à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Em 1969 foi instalada uma casa de bombas na cidade de Itatiba para o importe de água do rio Atibaia, que é um dos formadores do rio Piracicaba e foi dada autorização de início de operação em 1975 (DAE, 2016c). As águas do rio Atibaia, enquadrado como Classe 2 pelo Decreto Estadual nº 10.755/77, são transportadas por uma tubulação com cerca de 15 quilômetros até as cabeceiras do Córrego Pitangal (na bacia do rio Jundiaí-Mirim, em Jarinú), escoando para o Ribeirão do Tanque, até chegarem no rio Jundiaí-Mirim (DAE, 2016a).

Segundo DAE (2016b),

Jundiaí possui uma outorga para fazer a reversão sazonal, quando necessário, do rio Atibaia. Para isso, foram construídas duas casas de bombas em Itatiba, cada uma com quatro conjuntos de bombas, capazes de enviar 1200 litros de água por segundo ao manancial Jundiaí-Mirim, através de duas adutoras (uma com 700 milímetros de diâmetro e outra com 1200), com 11 quilômetros de extensão. As adutoras passam pela rodovia Dom Pedro I e pela Estrada do Pinheirinho até que a água chegue à bacia do rio Jundiaí-Mirim. O monitoramento da captação do rio Atibaia é feito em tempo real, via rádio, pelo sistema de Telemetria e Telecomando. A vazão é captada por sensores e enviada ao DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica).

A figura 2 esquematiza o funcionamento da transposição.



Figura 2. Esquema da Transposição do Rio Atibaia para a bacia do Jundiaí-Mirim (DAE, 2016a).

A transposição do Rio Atibaia foi um dos principais fatores de manutenção da resiliência da bacia do Rio Jundiaí durante a estiagem de 2014 (DAE, 2016d).

4.2. Análise Visual de Paisagem em Avaliação de Impactos Ambientais

As variáveis desse método, que iremos valorar, 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. Exemplo: lançamento de esgoto em rio. Se o lançamento é contínuo o impacto permanecerá ao longo do tempo em que o lançamento for realizado. Se o lançamento cessar ou o esgoto tiver uma redução de sua carga orgânica, por meio de tratamento, o impacto cessará ou será proporcionalmente reduzido.

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. Normalmente é utilizada uma escala de três classes categorizando os impactos em pouco significativos, moderadamente significativos e de alta significância.

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), é abordado o valor crítico de mitigação (V_{cm}) como parâmetro de atenção e priorização de intervenção nos impactos ambientais. Para isso a significância dos impactos ambientais negativos será convertida em um valor crítico para mitigação, que varia de 0% (extremamente crítico) a 100% (não crítico).

O procedimento de avaliação de impactos ambientais pode ser dividida em três etapas, que serão explanadas a seguir:

4.2.1. Primeira Etapa: Identificação dos Impactos Ambientais

Nos locais selecionados previamente em um planejamento amostral realiza-se a construção de uma representação gráfica da paisagem a partir de atividades de campo e fotografias realizadas nos locais.

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 registo 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.

4.2.2. Segunda Etapa: Valoração dos Impactos 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 devemos realizar a Avaliação dos Impactos Ambientais para determinação de sua significância. Os impactos devem ser classificados quanto à sua natureza (positivos ou negativos), forma (em diretos ou indiretos) e posteriormente quanto à sua severidade, a partir da tabela 6.

Tabela 6. 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

Fonte: Peche Filho, Freitas, Ribeiro et al (2014).

Utilizando a Tabela 7 é possível classificar os impactos quanto à sua magnitude.

Tabela 7. 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

Fonte: Peche Filho, Freitas, Ribeiro et al (2014).

A forma de valoração da ocorrência é mostrada na Tabela 8.

Tabela 8. 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

Fonte: Peche Filho, Freitas, Ribeiro et al (2014).

A Tabela 9 mostra os critérios utilizados para a classificação da reversibilidade dos impactos ambientais.

Tabela 9. 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

Fonte: Peche Filho, Freitas, Ribeiro et al (2014).

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 10). 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 10. 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

Fonte: Peche Filho, Freitas, Ribeiro et al (2014).

4.2.3. Terceira Etapa: Gestão Espacial dos Impactos Ambientais

Em abordagens onde a malha amostral é grande torna-se interessante observar espacialmente a criticidade de mitigação dos impactos ambientais. Assim, é possível priorizar quais, dos pontos avaliados, carecem de maior atenção.

Na situação hipotética em que fomos contratados para controlar os impactos ambientais negativos de uma bacia hidrográfica, produtora de água para determinado município, teríamos que avaliar uma grande extensão territorial, com um grau elevado de complexidade da paisagem.

Para realizar uma análise representativa seria interessante tomar uma quantidade elevada de pontos de análise, de maneira a representar a realidade da bacia hidrográfica, e nesses pontos realizar a análise de paisagem e avaliação de seus impactos ambientais.

Porém, como a extensão territorial é grande, para posterior gestão dos impactos ambientais negativos, há a necessidade de priorização de locais mais críticos, que apresentam maior quantidade de impactos e também maior significância nesses impactos.

Nesse sentido, a proposta metodológica apresentada na Equação 1, 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.

A significância é convertida para valores discretos, conforme a tabela 11.

Tabela 11. Critérios para valoração da significância dos impactos ambientais.

Pontuação	Significância	Valores
0 – 7	Baixa	3
8 – 9	Média	2
10 – 12	Alta	0

Fonte: Peche Filho, Freitas, Ribeiro et al (2014).

Posteriormente é calculado para cada ponto seu valor crítico para mitigação conforme a equação 2.

Equação 4. Valor crítico de mitigação.

$$V_{cm} = \left| \left(\frac{\sum n_o}{\sum n_{m\acute{a}x}} \times 100 \right) - 100 \right|$$

Fonte: Peche Filho, Freitas, Ribeiro et al (2014).

Onde:

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

Quanto mais próximo do valor nulo de V_{cm} , mais crítico está o ambiente avaliado, conseqüentemente, quanto mais próximo a 100%, melhor conservado está, segundo a avaliação visual.

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. Recomenda-se realizar separadamente o cálculo para a natureza dos impactos, com a determinação separada do valor crítico de mitigação para os impactos ambientais negativos e positivos.

4.3. Metodologia de Avaliação de Impactos Ambientais Aplicados à 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.

Em especial o Índice de Magnitude (IM) necessitará de um acréscimo à metodologia já apresentada, que é a definição de limites de classe para a valoração dos impactos. 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.

5. Resultados e Discussão

Nesse capítulo serão apresentados os resultados da aplicação da metodologia apresentada anteriormente, tomando-se nota das suas dificuldades e facilidades, realizando assim uma constante análise crítica da capacidade de sua aplicação prática e acadêmica.

5.1. Análise de Paisagem

Foram utilizadas, para embasamento de análise, a construção de bases cartográficas digitais da bacia estudada (disponíveis nos anexos desse trabalho) no software de geoprocessamento QuantumGIS utilizando dados estaduais obtidos junto à Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo (SMA, 2016) na escala 1:100.000 que referem-se ao ano de 2013.

Essas análises feitas por sistemas de informações geográficas foram corroboradas por visitas a locais pré-determinados da bacia do Rio Jundiá-Mirim realizados na disciplina de Estudos de Impacto Ambiental.

Esses pontos de visita são (com coordenadas aproximadas):

- 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).

Com esses dados, aplicou-se a metodologia da Análise de Paisagem e gerou-se o grau de criticidade da base nos meios físico, biótico e antrópico, tendo como escopo a produção de água da bacia.

5.1.1. Análise Ambiental da Bacia do Jundiá-Mirim

Utilizando as informações espaciais da Secretaria do Meio Ambiente, gerou-se um mapa de uso do solo da bacia do Rio Jundiá-Mirim, que está disponível no anexo 1, nela são expostas diversas classes de ocupação do solo, possibilitando uma grande variedade de análises, como será visto nesse item do trabalho.

Primeiramente, com o software gratuito QuantumGIS obteve-se a área, em hectares, dos principais tipos de uso do solo:

- 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).

Junto ao uso do solo, com os dados hidrográficos da bacia (tanto de rios e córregos como de nascentes, como visto no anexo 2), analisou-se como o uso do solo impactou nas áreas de área de preservação permanente (APP).

Um dado preocupante obtido é o da existência de 143 hectares de solo exposto em APP exclusiva das margens de rios (anexo 3), sendo que existem 312 hectares de área de APP fluvial, ou seja, 46% das APP de margens de rios estão degradadas.

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

Acrescentando a esse cálculo, a APP das nascentes tem 12 hectares imersas em áreas de solo exposto (confira o mapa do anexo 4), totalizam-se 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 já nos mostra 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 (anexo 5) 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.

5.1.2. Curva de Permanência do Rio Atibaia

O ponto de coleta de dados fluviométricos disponível no Sistema de Informações de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) no rio Atibaia localiza-se no município de Atibaia, é identificada pela sigla 3.00E-63 (latitude 23° 06' 19" longitude 46° 33' 21") e corresponde à uma bacia de 1143 km².

Utilizando dados de vazão média, construiu-se a curva de permanência do Rio Atibaia no período de 2002 a 2015, exposta na figura a seguir.

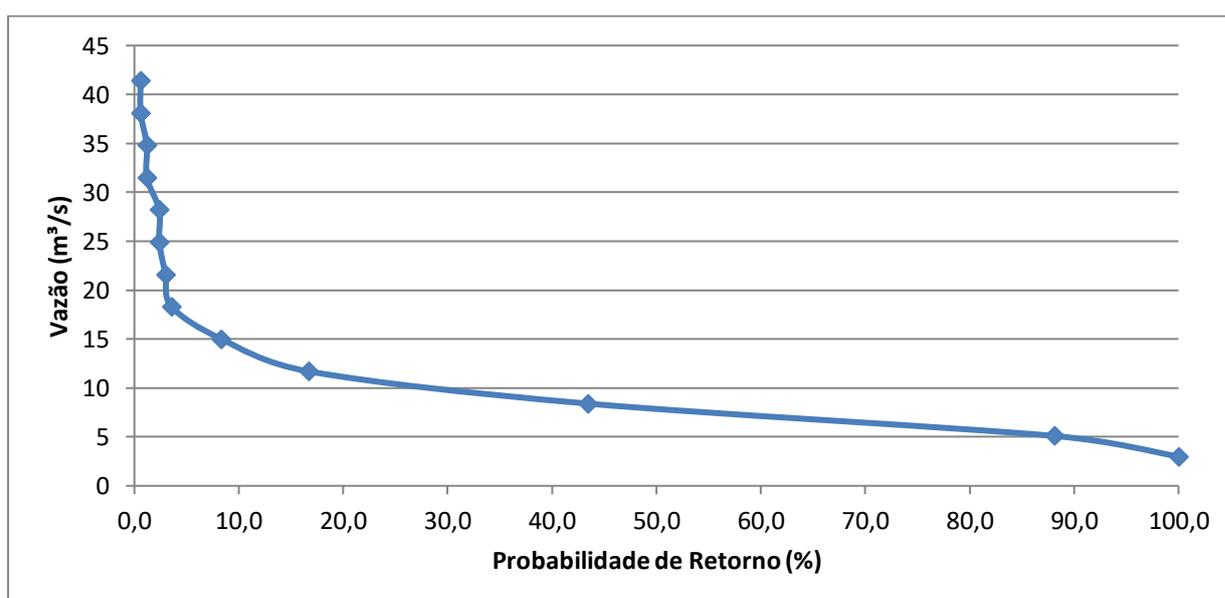


Figura 3. Curva de Permanência do Rio Atibaia

Analisando a curva de permanência nota-se que o rio, nesse ponto de medição, tem cheias muito acentuadas e pontuais e período de baixa vazão durante o restante do ano.

Vazões entre 15 e 45 m³/s se concentram em menos de 5% do tempo, e vazões menores que 10 m³/s compõem 75% das ocorrências.

5.1.3. Análise e Valoração dos Pontos Observados

Seguindo a metodologia da Análise de Paisagem, são selecionados alguns elementos de destaque comuns aos cinco pontos de observação para realizar a comparação entre os mesmos.

A tabela 12 apresenta os elementos de destaque elencados para esse trabalho:

Tabela 12. Elementos de Destaque Usados para Avaliação dos Meios Físico, Biótico e Antrópico

Elemento de Destaque	Descrição
Meio Físico	
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.
Meio Biótico	
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.
Meio Antrópico	
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.

Seguem as análises pormenorizadas de cada ponto e a criticidade calculada para cada meio de cada ponto e as médias de cada meio entre todos os pontos.

5.1.3.1. 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 4, a seguir.



Figura 4. 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 bracchiaras.

A vegetação é bastante contaminada, seja pela plantação de eucaliptos, seja pela grande quantidade de espécies exóticas, como as bracchiaras vistas à margem do canal aberto (figura 5).



Figura 5. Canal aberto da transposição do Rio Atibaia

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

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 expostos na tabela 13.

Tabela 13. 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.

5.1.3.2. 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 6 e 7). 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 6. 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.



Figura 7. Margens com solo exposto

Na tabela 14 estão os resultados da valoração dos impactos negativos.

Tabela 14. 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

5.1.3.3. 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 8. 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.

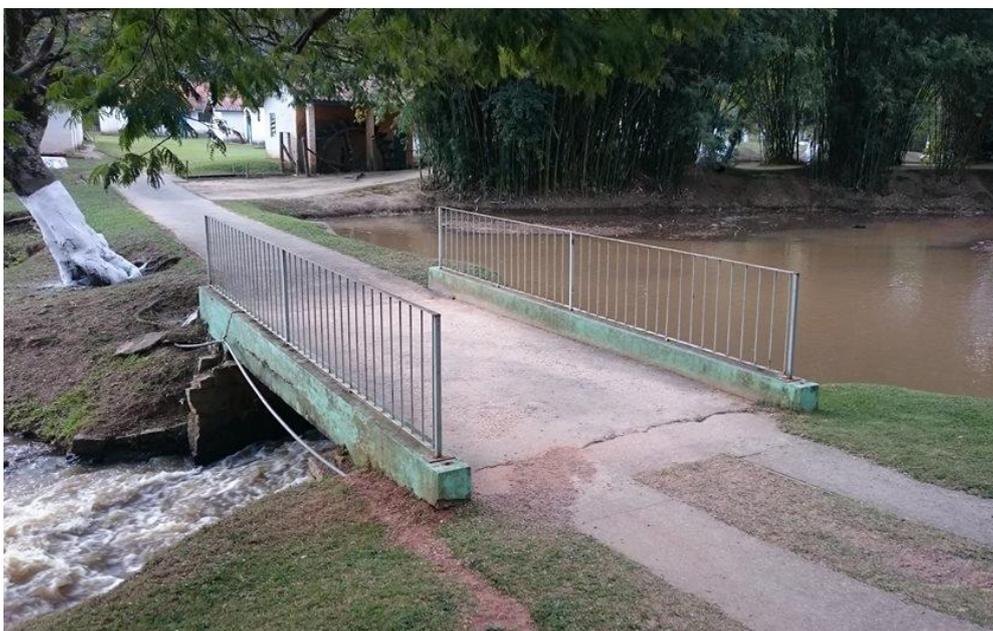


Figura 8. Ponte do restaurante e “escadinha” da passagem d’água

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 9).

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 9. 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, pode-se aplicar conceitos de gestão ambiental no local, como será mostrado posteriormente.

A valoração desses impactos encontra-se na tabela 15, a seguir.

Tabela 15. 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

5.1.3.4. 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 10).



Figura 10. 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 11), todos em grande quantidade, provavelmente de pessoas que abandonaram ali, propositalmente, caixas com resíduos.



Figura 11. Resíduos sólidos próximos a margem do rio.

A tabela 16 mostra a valoração desses impactos.

Tabela 16. 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

5.1.3.5. 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 12).

A água é turva (figura 12) e há grandes depósitos de sedimentos (topo da imagem, ao centro), inclusive, como não gabiões 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 12. 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 13) e ser mais um indício de comprometimento da qualidade da água do rio.



Figura 13. Detalhe da ponte sustentada por madeira.

A tabela 17 mostra os resultados da valoração desses impactos.

Tabela 17. 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

5.1.4. Criticidade dos Pontos Observados

A tabela 18, a seguir, sintetiza as taxas de criticidade calculadas para os cinco pontos de organização.

Tabela 18. Criticidade dos pontos observados

Meio	Ponto (%)					Média (%)
	1	2	3	4	5	
Físico	87	100	87	80	87	88
Biológico	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.

Assim, como dois, dos três meios, excedem 70% de criticidade, a magnitude dos impactos na bacia são consideradas alta, no contexto da compensação ambiental, como será discutida posteriormente.

5.2. Inventário do Projeto de Transposição

Esta é uma etapa intermediária entre a avaliação de impacto ambiental da transposição, já existente, e do valor de compensação ambiental que essa obra exigiria, tendo em vista que na época original de sua construção não havia legislação ambiental consolidada.

O primeiro obstáculo que se apresenta nessa etapa é a discrepância tecnológica e monetária entre a época de construção da transposição e os dias de hoje.

Tenha-se em vista que na primeira metade dos anos 70 não havia as tecnologias computacionais (como AutoCAD ou softwares de cálculo numérico) nem as tecnologias de materiais e estruturas de hoje em dia, que tornam várias etapas do projeto menos custosas quanto à mão de obra operária e mais exigente quanto à qualificação técnica dos colaboradores do projeto.

Um segundo obstáculo são alguns conceitos mais gerais do projeto em si, como o fato de inicialmente a transposição ter sido inaugurada sem as duas barragens (o reservatório de acumulação e a represa intermediária antes da ETA), essas duas obras elevam extremamente o custo total do projeto.

Para sanar essas duas dúvidas, foi necessário examinar alguns projetos similares de transposições e reservatórios para definir as variáveis de projeto antes de realizar a estimativa financeira.

5.2.1. Variáveis Considerados no Projeto

Considerou-se então as variáveis de um projeto nos dias de hoje, com as tecnologias e facilidades de hoje, já que há maior documentação desses itens em termos de preços de projeto e quantificação de necessidade média.

1. Levantamentos de campo:
 - a. Topográficos;
 - b. Geológicos e Geotécnicos;
 - c. Hidrológicos;
 - d. Ambientais;
2. Estudos Básicos:
 - a. Topográficos;
 - b. Geológicos e Geotécnicos;
 - c. Hidrológicos;
 - d. Ambientais;
3. Projeto de obras civis:
 - a. Barragem/vertedouro;
 - b. Canal/adutora;
 - c. Conduto forçado/casa de bombas;
4. Projeto Hidráulico:

- a. Equipamentos hidráulicos;
 - b. Determinação da potência e necessidades da bomba;
5. Custos de Procedimentos Legais:
- a. Outorga;

Deve-se incluir dentro de cada item os recursos humanos necessários para sua realização.

O anexo 7 mostra o procedimento de dimensionamento da potência das bombas necessárias para esse projeto.

Dentre os estudos ambientais, estão inclusos as análises da qualidade da água para garantir que não ocorra corrosão das tubulações pelas características físico-químicas da água.

Outra variável que não existia na época original de construção da transposição é o procedimento legal de outorga de vazão fluvial.

O procedimento de licenciamento por si só tem custo simbólico, o que dispense maiores custos é o estudo numérico necessário para estudar a vazão ambientalmente adequada a ser outorgada, isso cabe ao órgão regulador, já que é necessário verificar quais as vazões já outorgadas e liberar novas vazões apenas se o somatório de vazões outorgadas respeitarem o teto máximo de retirada igual à metade da menor vazão registrada na série histórica durante 7 dias consecutivos ($Q_{7,10}$) (de acordo com o Decreto Estadual nº 32.955, de 07.02.91).

5.2.2. Estimativa Financeira

Utilizando a Tabela de Preços para Engenharia Consultiva (SABESP, 2015), foi listada uma relação básica de itens necessários para um projeto hidráulico de transposição fluvial em seus valores unitários, que está disponível no anexo 6.

As quantidades foram estimadas com valores propositalmente altos, para terem uma margem de segurança, levando-se em conta que o orçamento tende a ser mais barato que o valor real gasto em projetos. Esses valores não

foram anexados pois aumentariam excessivamente o volume do presente trabalho escrito.

Levando-se em conta, nessa estimativa, a demanda necessária estimada de recursos humanos, construção de canais, casas de bomba, instalação de bombas, canalização de vias, retificação de taludes em 20 milhões de reais, para um prazo de realização de 5 anos.

Decidiu-se não levar em consideração, nesse momento, a construção de barragens nem reservatórios, pois acrescentaria uma carga de aproximação numérica subjetiva ainda maior, comprometendo a análise.

5.3. Cálculo da Compensação Ambiental Pecuniária

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 19 sintetiza essas valorações e o valor final de compensação.

Tabela 19. 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%
Montante de Compensação Ambiental	
R\$ 642 857,14	

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

5.4. Necessidade e Sugestões de Gestão Ambiental

Verifica-se que em toda extensão observada do canal aberto da transposição e do próprio rio, a água tem aspecto turvo, indicando o transporte de sedimentos, mesmo no período da seca. Segundo DAE (2016) o Rio Jundiá-Mirim é o único enquadrado como classe 1, sendo de excelente qualidade ambiental.

A curva de permanência (item 5.1.2.) indica que no Rio Atibaia, a montante do ponto de captação da transposição, há baixo escoamento de base e ocorrência de fortes cheias. Em relação à qualidade da água, o Rio Atibaia, historicamente tem melhorado.

Das amostras analisadas, em média, 59% se classificam como boa, 31% se classificam como regular e apenas 9% se classificam como ruim. As amostras classificadas como boa (50% em 2004 (CETESB, 2005), 72% em

2005 (CETESB, 2006) e 72% em 2006 (CETESB, 2007)) demonstraram uma melhora na qualidade das águas do Rio Atibaia. Já em 2013 houve queda na quantidade de amostras classificadas como de boa qualidade (61% (CPTI, 2014), a dificuldade nessa comparação é a falta de uniformidade na metodologia de amostragem e análise entre esses anos.

Em relação à qualidade ambiental da água da bacia do Jundiaí-Mirim tomamos como base o estudo empreendido por Beghelli, Carvalho e Peche Filho et al (2015), que, por meio de análises do Índice de Estado Trófico e da fauna de macroinvertebrados, considera que a bacia está “em uma situação preocupante”, classificando-a como “impactada”. Deve-se levar em conta que a transposição aumenta a vazão do Rio Jundiaí-Mirim, aumentando também a capacidade de diluição dos poluentes, são necessários mais estudos de qualidade de água e também dados sobre coleta, tratamento e destinação de esgoto na bacia.

O meio físico foi avaliado como o mais crítico ambientalmente, com isso, o item mais urgente em relação a ações corretivas e mitigadoras são os problemas de selamento do solo (causando escoamento superficial e impedindo a infiltração) que tornam a bacia deficiente quanto à produção de água.

Esse problema quanto ao meio físico não pode ser visto separadamente dos outros meios. Já que, grande parte do problema da infiltração e selamento do solo se devem a questões do meio biótico, como a falta de mata ciliar e de vegetação nativa e diversificada, e do meio antrópico, como a influência direta do homem com alterações nas margens, selamento indevido do solo com estradas e trilhas e a indução de caminhos preferenciais para escoamento superficial.

Como visto na análise espacial, 46% das áreas de APP fluvial, que deveriam ser exclusivamente de mata, estão ocupadas por áreas de solo exposto, um fator preocupante.

Também houve ocorrência de deposição de resíduos de forma indevida em locais vegetados, exatamente onde havia mata densa que escondesse os

grandes volumes de resíduos. Sabendo-se que não é possível fiscalizar intensivamente a região, propõe-se medidas como a criação de convênios com cooperativas e catadores de lixo e a criação de formas de denúncia de descarte irregular de resíduos.

Com relação à contaminação de áreas, deve-se verificar a proximidade de estabelecimentos potencialmente poluidores (mesmo os licenciados, já que podem haver irregularidades nas suas licenças) e construir mapas potenciométricos do aquífero para verificar onde há maior vulnerabilidade à contaminação por agentes orgânicos ou voláteis.

Resumindo, podem ser elencadas as seguintes ações:

- Recuperação da mata ciliar;
- Sinalização das áreas de preservação ambiental e permanente;
- Análise hidrossedimentológica da bacia, principalmente a quantificação de sedimentos e nutrientes na água;
- Análise fluviométrica do rio e do canal aberto;
- Construção de mapas potenciométricos do aquífero para monitoramento da água subterrânea;
- Criação de convênios com cooperativas e catadores de lixo e a criação de formas de denúncia de descarte irregular de resíduos
- Análise da proximidade de nascentes, áreas de recarga de aquífero e do rio à potenciais contaminadores, como postos de gasolina, cemitérios, locais de deposição de resíduos (aterros) ou de transformação (cooperativas e recicladoras) e indústrias.

5.5. Questionamentos quanto à legislação vigente da compensação ambiental financeira

No presente trabalho ficaram claras as deficiências que o Decreto nº 6.848/09 mostra em seu objetivo de realizar a compensação ambiental. Essas deficiências encontram-se tanto em sua face técnica como em sua face jurídico-filosófica.

Quanto à parte técnica, há erros nas razões dos índices. No Índice de Biodiversidade o valor máximo previsto no decreto é de 0,25%, porém

calculando pela equação 2 utilizando os valores máximos permitidos chega-se ao valor de 51%. O mesmo problema ocorre com o Comprometimento de Área Prioritária (equação 3), onde o valor máximo chega a 19%, sendo que o decreto estipula como teto desse índice 0,25%. Também é perceptível que a porcentagem máxima de compensação é de 0,5%, porém realizando o cálculo da equação 1 obtêm-se valores superiores à esse teto tanto com os valores estipulados pelo decreto (0,75%) como utilizando os cálculos com os valores máximos (70,15%)

Além disso, há um erro conceitual na valoração do Índice de Biodiversidade, pois esse índice compõe o cálculo da porcentagem de Impacto sobre Biodiversidade no denominador dessa razão, assim (acompanhando todos os outros índices) os valores numéricos (que vão de 0 a 3) devem ir do impacto mais baixo com o valor nulo ao impacto mais alto com o valor 3, porém acontece exatamente o oposto. Isso significa que a aplicação fiel da metodologia proposta pelo Decreto irá levar à um resultado errôneo, pois quando maior o impacto sobre o meio biótico, menor será o valor dado ao Índice de Biodiversidade e conseqüentemente menor será a porcentagem final de compensação ambiental (sendo que o correto é que seja diretamente proporcional ao impacto valorado).

Ademais desses crassos erros técnicos, existem as deficiências filosóficas do conceito de compensação ambiental aplicado nesse decreto, já que o montante final será destinado ao IBAMA para ser aplicado às unidades de conservação. O problema que se vê nessa destinação é que ela não é direcionada pelos resultados da Avaliação de Impacto Ambiental, logo, por exemplo, a bacia do Rio Jundiá-Mirim poderia receber recursos para programas de melhora da qualidade ambiental do solo e das áreas de APP derivadas dos pagamentos de compensação ambiental de empreendimentos que se mostrem altamente impactantes na produção de água.

Pode-se então perceber que manter a compensação ambiental financeira apenas sob a jurisdição do IBAMA desviante dos reais problemas enfrentados na bacia, já que mesmo que a correta administração de unidades de conservação seja eficiente à manutenção da bacia hidrográfica é sempre

interessante trabalhar com as vias de solução de uma forma conjunta e sistêmica, já que é nessa forma que o meio ambiente se comporta.

Outro problema notável (que é o mesmo do processo de AIA como um todo, como é apresentado no anexo 8, com o resumo de um artigo a ser submetido e que abordará esse aspecto psicológico e filosófico pela via da fenomenologia) é a carga subjetiva que as variáveis carregam por dependerem de uma análise que depende do rigor pessoal do analista e não de regras estabelecidas previamente por metodologias do próprio decreto. O esforço desse trabalho foi o de propor uma métrica para esse cálculo com o objetivo de racionalizá-lo e diminuir a carga subjetiva.

Com isso se mostra necessária uma completa revisão no Decreto Federal nº 6.848/09, para que possa ser aplicada de forma correta em uma real busca pela sustentabilidade.

6. Considerações Finais

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 (na metodologia de cálculo determinada no anexo do decreto) 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

ALMEIDA, M. R. R. Aplicação da abordagem sistêmica para análise da efetividade da Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil: um estudo para os Estados de São Paulo e sul de Minas Gerais. 2013. 146 f. Tese (**Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental**) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

BADR, E. A. Evaluation of the environmental impact assessment system in Egypt. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v.27, n.3, p.193-203, 2009.

BEGHELLI, F.G.S.; CARVALHO, M.E.K.; PECHE FILHO, A.; MACHADO, F.H.; MOSCHINI-CARLOS V.; POMPÊO, M.L.M.; RIBEIRO, A.I.; MEDEIROS, G.A. Uso do Índice de Estado Trófico e Análise Rápida da Comunidade de Macroinvertebrados como Indicadores da Qualidade Ambiental das Águas na Bacia do Rio Jundiaí-Mirim – SP – BR. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, 2015, 19(1):13-22.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 20/1986, de 18 de junho de 1986**. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da União, 30 de julho de 1986, p. 11356-11361.

CERQUEIRA, P.; ALVES, R. P. Regulação de mercados por licenciamento. **Economia Global e Gestão**, v.15, n.3, p.109-134, 2010.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2004**. São Paulo: CETESB, 2005.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2005**. São Paulo: CETESB, 2006.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2006**. São Paulo: CETESB, 2007.

COSTA, N.; MARTINS, R. A.; PEGADO, E. A. C. Análise técnica de estudos ambientais da atividade petrolífera onshore no Rio Grande do Norte. **Holos**, v.4, n.25, 2009.

CPTI – Tecnologia e Desenvolvimento. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2013**. São Paulo: 2014.

DAE. **Sistema de Abastecimento de Água em Jundiaí**. Disponível em <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/CT-MH_Atata_29_Ord_29-11-05_01.pdf>. Acesso em 16 jan. 2016a.

DAE. **Bombeamento do Rio Atibaia**. Disponível em <<http://www.daejundiai.com.br/estrutura/unidades-externas/bombeamento-do-rio-atibaia/>>. Acesso em 16 jan. 2016b.

DAE. **Complexo da Barragem do Rio Jundiaí-Mirim/Represa do Parque da Cidade**. Disponível em <<http://www.daejundiai.com.br/estrutura/unidades-externas/complexo-da-barragem-do-rio-jundiai-mirimrepresa-do-parque-da-cidade/>>. Acesso em 16 jan. 2016c.

DAE. **Água**. Disponível em <<http://www.daejundiai.com.br/a-empresa/agua/>>. Acesso em 16 jan. 2016d.

EPA - Environmental Protection Authority. Environmental Impact Assessment Procedural practice. Australia: Federation Press, 2009.

ÉPOCA. **Por que não falta água em Jundiaí**. Disponível em <<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2014/11/por-que-nao-falta-agua-em-jundiaib.html>>. Acesso em 21 fev. 2016.

FARIA, D. I. **Compensação Ambiental: Os Fundamentos e as normas; a gestão e os conflitos**. Brasília: Consultoria Legislativa do Senado Federal, 2008, p. 115.

GOODLAND, R. The concept of environmental sustainability. **Annual Review of Ecology and Systematics**. Vol. 26, 1995, p. 1-24.

GOODLAN, R.; DALY, H. Environmental sustainability: universal and non-negotiable. **Ecological Applications**. Vol. 6, n.4, 1996, p.1002-1017.

HARTLEY, N.; WOOD, C. Public participation in environmental impact assessment: implementing the Aarhus Convention. **Environmental Impact Assessment Review**, v.25, p.319-340, 2005.

IAIA - International Association for Impact Assessment. **Principles of environmental impact assessment best practice**. Disponível em <http://www.iaia.org/uploads/pdf/principlesEA_1.pdf>. Acesso em 26 jan. 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável, e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007**. Secretaria de Biodiversidade e Florestal. Brasília, 2007.

MONTAÑO, M.; SOUZA, M. P. A viabilidade ambiental no licenciamento de empreendimento perigosos no Estado de São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.13, n.4, p. 435-442, 2008.

MORAES, J. F. L., PECHE FILHO, A., CARVALHO, Y. M. **Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do rio Jundiá-Mirim**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. Projeto Fapesp, 2003. 338p.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495p.

SALA, et al. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**. Vol. 287, 2000, p.1700-1774.

Secretaria do Meio Ambiente (SMA – SP). Cessão de Dados. Disponível em <<http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/cessao-de-dados/>>. Acesso em 14 set. 2016.

SHEPERD, A.; BOWLER, C. Beyond the requirement: improving public participation in EIA. **Journal of Environmental. Planning and Management**, v.40, n.6, p.725-738, 1997.

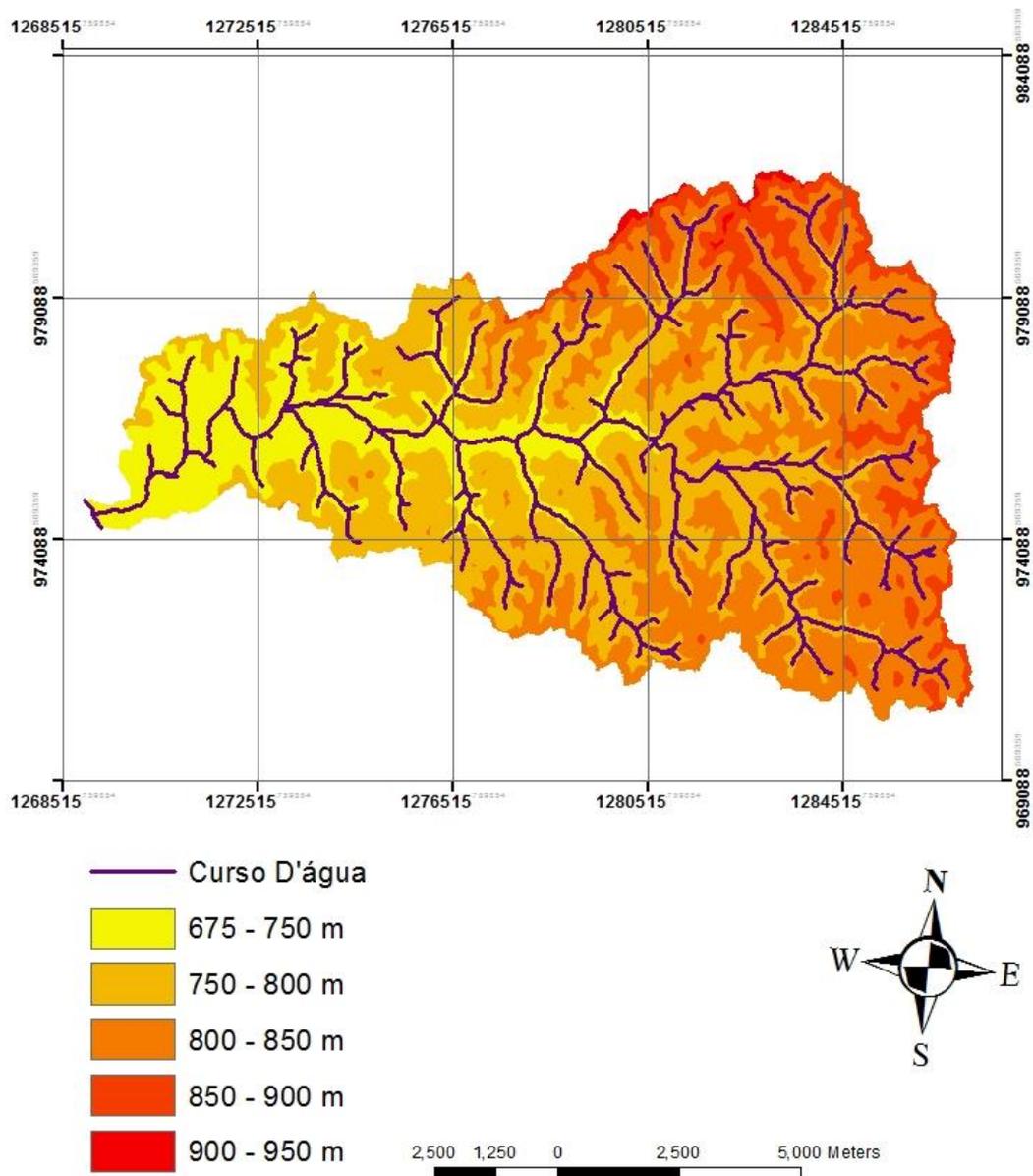
PECHE FILHO, A. ; FREITAS, E. P. ; RIBEIRO, A. I. ; MEDEIROS, G. A. ; MARQUES, B. V. ; QUEIROZ, D. F. A. ; FENGLER, F. H. . Metodologia IAC para Análise de Paisagem. In: **Anais do XI Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**, 2014, v. 6. p. 1-7.

WATHERN, P. **An Introduction guide to EIA.** In WATHERN, P. (Org.)
Environmental impact assessment: theory and practice. London: Unwin Hyman,
1988, p.3-30.

ANEXOS

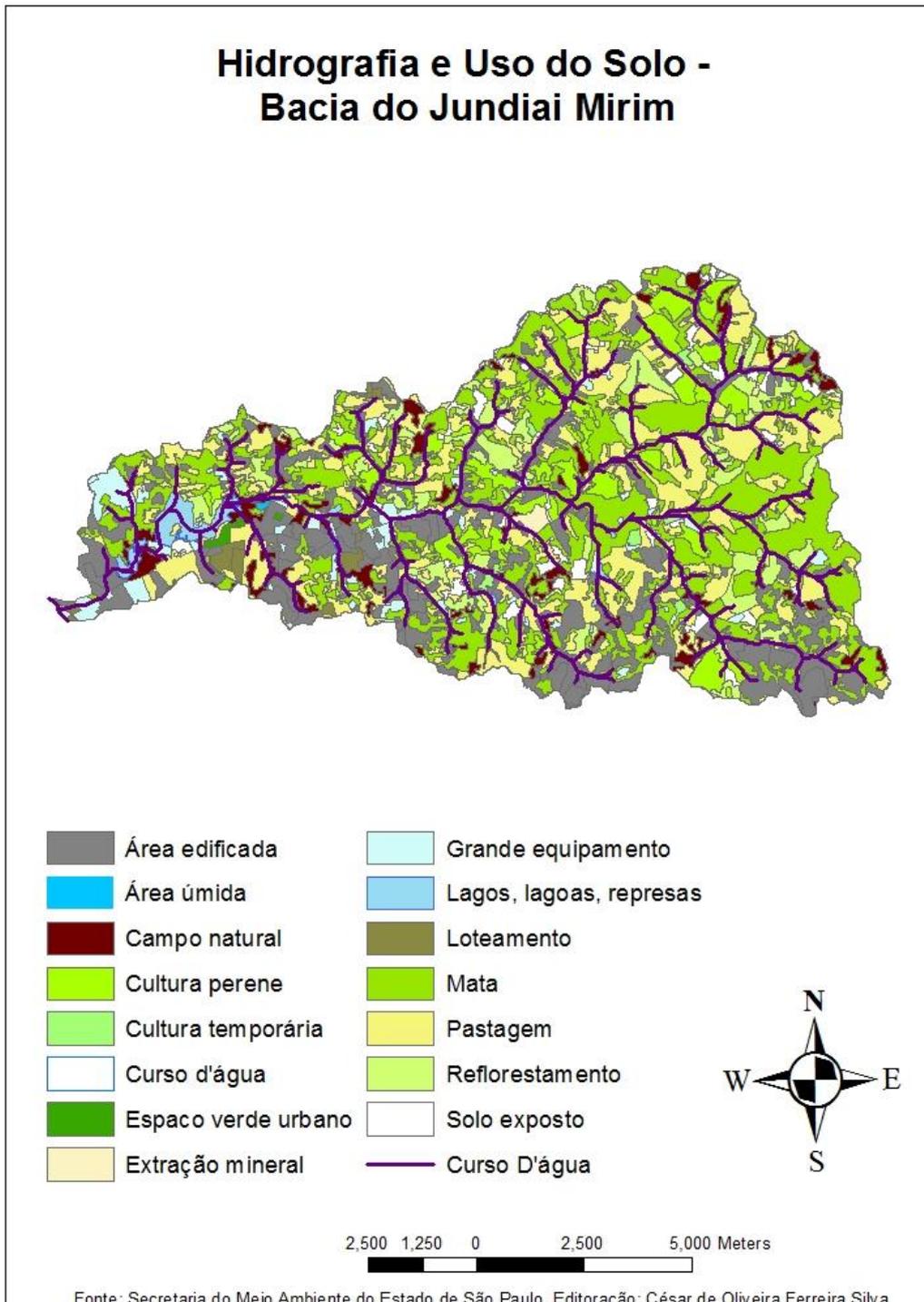
ANEXO 1. Mapa da Hipsometria e Hidrografia da Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.

**Hipsometria e Hidrografia -
Bacia do Jundiá Mirim**



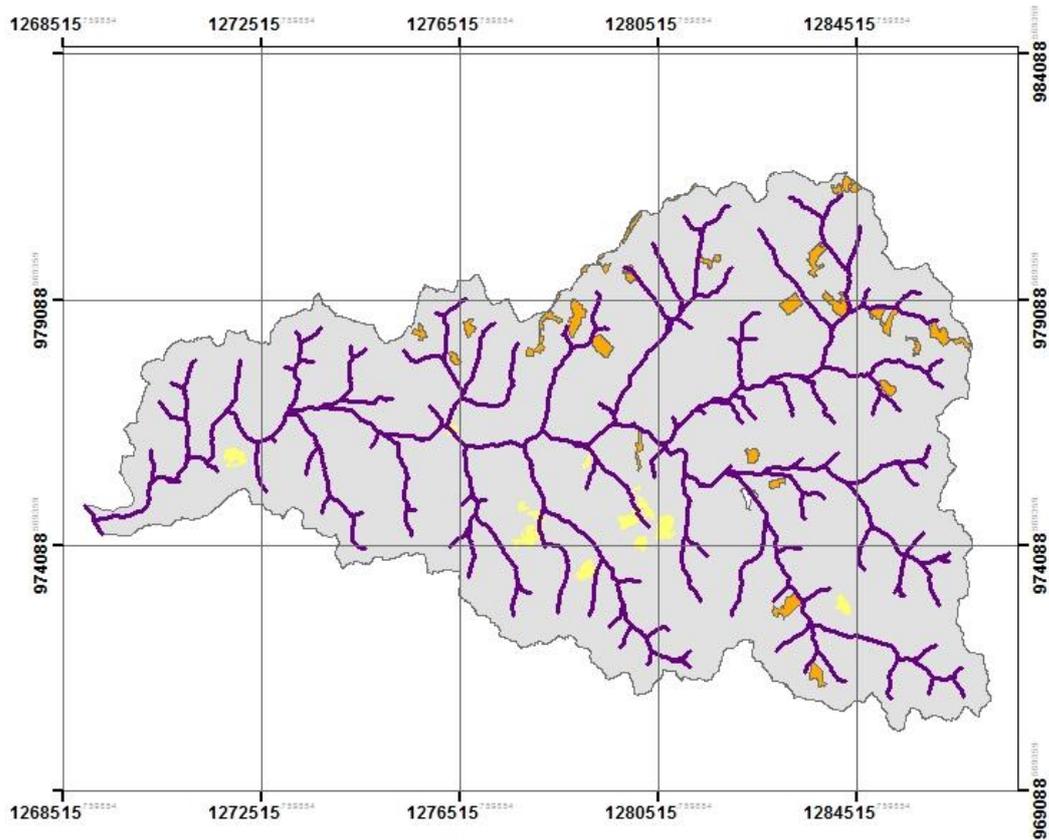
Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Edição: César de Oliveira Ferreira Silva

ANEXO 2. Mapa do Uso do Solo na Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.

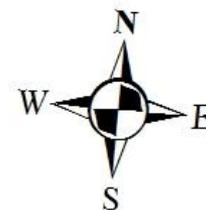


ANEXO 3. Mapa da Hidrografia e Áreas de Solo Exposto da Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.

Hidrografia e Áreas de Solo Exposto - Bacia do Jundiá Mirim



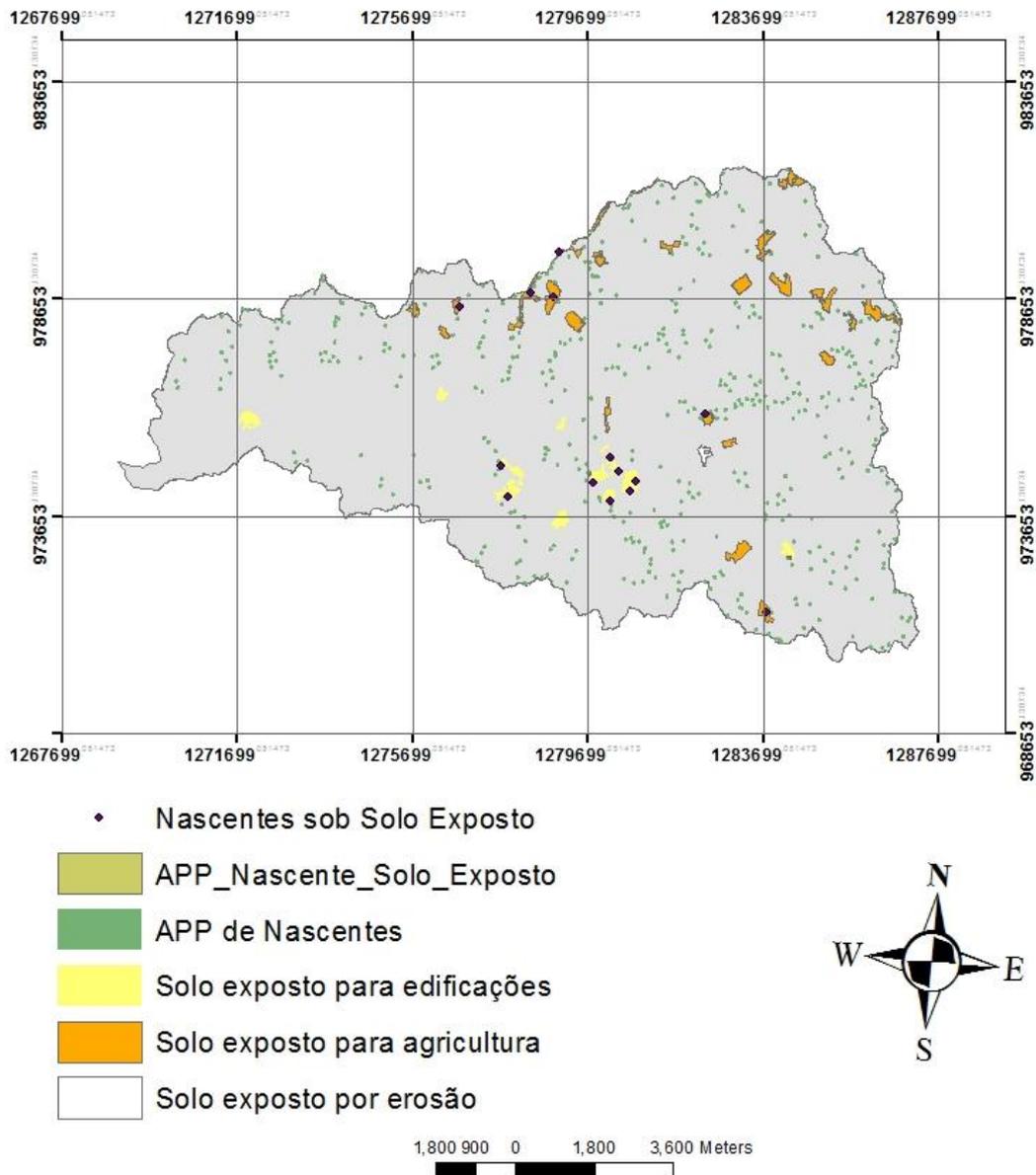
-  Curso D'água
-  Solo exposto para edificações
-  Solo exposto para agricultura
-  Solo exposto por erosão



Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Editoração: César de Oliveira Ferreira Silva

ANEXO 4. Mapa das Nascentes e Áreas de Solo Exposto da Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.

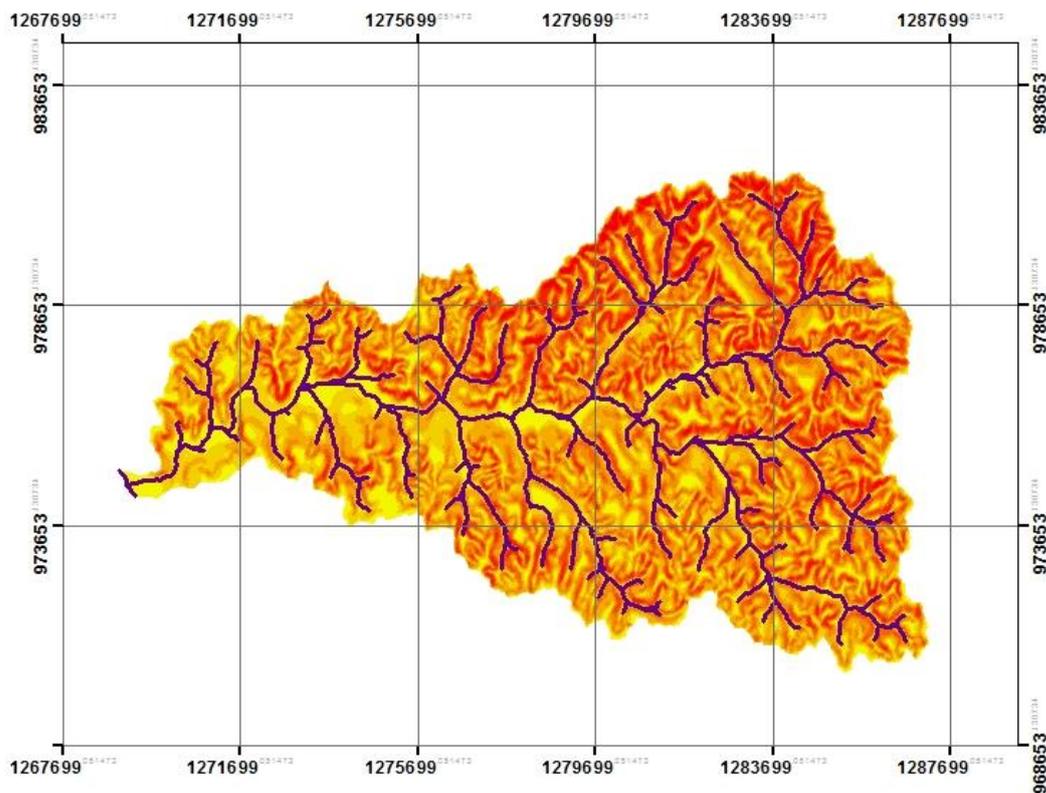
Nascentes e Áreas de Solo Exposto - Bacia do Jundiá Mirim



Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Editoração: César de Oliveira Ferreira Silva

ANEXO 5. Mapa de Declividade da Bacia do Jundiá-Mirim em 2014.

Declividade - Bacia do Jundiá Mirim



Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Editoração: César de Oliveira Ferreira Silva

ANEXO 6. Inventário de custos unitários de acordo com o Banco de Preços de Serviços de Engenharia Consultiva (SABESP, 2015).

RECURSOS HUMANOS - HONORÁRIOS DIRETOS

- CONSULTOR INTERNO R\$ 639,72/hora
- COORDENADOR R\$396,16/hora
- ENGENHEIRO - SÊNIOR R\$ 241,81/hora
- PROJETISTA - SÊNIOR R\$ 162,82/hora
- CADISTA R\$ 62,86/hora
- TOPÓGRAFO - SÊNIOR R\$ 100,51/hora

SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS

- TRANSPORTE DE COTAS R\$ 849,46/km
- LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO E CADASTRAL DE ÁREAS ESPECIAIS DE 3.001 M2 ATÉ 10.000 R\$ 2.203,92/m²ha
- EQUIPE DE TOPOGRAFIA (SERVIÇOS PLANIALTIMÉTRICOS) R\$ 1.629,84/dia executado

TESTES DE LIXIVIAÇÃO

- CADMIO - INORGÂNICOS - LIXIVIAÇÃO R\$ 25,56/unidade
- CHUMBO - INORGÂNICOS - LIXIVIAÇÃO R\$25,56/unidade
- MERCURIO - INORGÂNICOS - LIXIVIAÇÃO R\$ 44,45/unidade

SOLUBILIZAÇÃO

- CADMIO - SOLUBILIZAÇÃO R\$ 18,00/unidade
- CHUMBO - SOLUBILIZAÇÃO R\$ 18,00/unidade
- CROMO TOTAL - SOLUBILIZAÇÃO R\$ 18,00/unidade
- FERRO - SOLUBILIZAÇÃO R\$ 18,00/unidade
- MANGANÊS - SOLUBILIZAÇÃO R\$ 18,00/unidade
- SULFATO - SOLUBILIZAÇÃO R\$ 19,05/unidade

MÉTODO ANALÍTICO E LIMITE DE DETECÇÃO - ÁGUAS DOCES

- ALUMÍNIO - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES R\$ 16,36/unidade
- ARSENIO TOTAL - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES R\$ 16,36/unidade
- BARIO TOTAL - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES R\$ 16,36/unidade
- BERÍLIO TOTAL - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES R\$ 16,36/unidade
- BORO TOTAL - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES R\$ 16,36/unidade
- CADMIO TOTAL - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES R\$ 16,36/unidade
- CHUMBO TOTAL - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES R\$ 16,36/unidade
- 300814 CROMO TOTAL - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES UN 16,36

- FERRO DISSOLVIDO - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES R\$ 35,14/unidade
- ZINCO TOTAL - PARÂMETROS INORGÂNICOS - ÁGUAS DOCES R\$ 14,51/unidade

ENSAIOS GEOTÉCNICOS EM LABORATÓRIO

- SOLOS - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO – ENSAIOS GEOTÉCNICOS EM LABORATÓRIO R\$ 124,02/unidade
- RETIRADA E PREPARAÇÃO DE CORPO DE PROVA INDEFORMADO – ENSAIOS GEOTÉCNICOS EM LABORATÓRIO R\$ 519,56/unidade

INSUMOS

MÃO DE OBRA (SALÁRIOS)

- AJUDANTE R\$ 5,73/hora
- AJUDANTE DE CARPINTEIRO R\$ 5,73/hora
- AJUDANTE DE MONTAGEM R\$ 6,46/hora
- AJUDANTE ELETRICISTA R\$ 6,46/hora
- AJUDANTE TOPÓGRAFO R\$ 7,04/hora
- APONTADOR R\$ 7,02/hora
- AUXILIAR PARA CORTE/BISEL R\$ 5,64/hora
- AUXILIAR SONDAÇÃO R\$ 5,64/hora
- AUXILIAR TÉCNICO R\$ 7,75/hora
- CADISTA R\$ 12,73/hora
- ELETRICISTA R\$ 8,77/hora

- ENCANADOR R\$ 6,9/hora
- MAÇARIQUEIRO R\$ 6,01/hora
- MECÂNICO R\$ 11,36/hora
- MECÂNICO MONTADOR R\$ 10,05/hora
- MONTADOR DE TUBULAÇÕES R\$ 8,56/hora
- PINTOR DE TUBULAÇÕES R\$ 8,04/hora
- SONDADOR R\$ 13,64/hora
- TOPÓGRAFO R\$ 17,66/hora
- ENGENHEIRO PLENO R\$ 40,56/hora

MÃO DE OBRA (SABESP)

- *INSALUBRIDADE (40% SM) R\$1,35/hora

AGREGADOS, AGLOMERANTES E MISTURAS

- AREIA FINA - LAVADA R\$ 68,00/m³
- AREIA GROSSA - LAVADA R\$ 68,00/m³
- AREIA MÉDIA - LAVADA R\$ 68,00/m³
- ABRASIVO DE GRANALHA DE AÇO R\$ 420,00/m³
- BRITA BICA CORRIDA R\$ 65,00/m³
- PEDRA BRITADA - N. 1 R\$ 65,00/m³
- PEDRA BRITADA - N. 1 E 2 R\$ 65,00/m³
- PEDRA BRITADA - N. 2 R\$ 65,00/m³
- PEDRA BRITADA - N. 2 E 3 R\$ 65,00/m³
- PEDRA BRITADA - N. 3 E 4 (BICA CORRIDA) R\$ 65,00/m³

- PEDRA BRITADA - N. 4 R\$ 65,00/m³
- CAL HIDRATADA - CH - III - NBR 7175 R\$ 0,40/kg
- CASCALHO OU PEDREGULHO R\$ 63,00/m³
- CIMENTO BRANCO P/ REJUNTAMENTO - NBR 14992 R\$ 1,21/kg
- CIMENTO PORTLAND - CP II-E32 - COMPOSTO COM ESCÓRIA - NBR 11578 R\$ 0,46/kg
- CIMENTO PORTLAND - CP II-E32 - COMPOSTO COM ESCÓRIA - NBR 11578 – SACO COM 50 KG 20217 R\$ 23,00/saco
- CONCRETO USINADO 150 KG CIMENTO/M³ R\$ 210,00/m³
- CONCRETO USINADO 210 KG CIMENTO/M³ R\$ 230,00/m³
- CONCRETO USINADO 300 KG CIMENTO/M³ R\$ 260,00/m³
- CONCRETO ESTRUTURAL USINADO - Fck = 15 MPA - AUTO-ADENSÁVEL R\$ 290,00/m³
- CONCRETO USINADO FCK 20 MPA - AUTO ADENSÁVEL R\$ 304,00/m³
- CONCRETO ESTRUTURAL USINADO - Fck = 15 MPA R\$ 232,12/m³
- CONCRETO USINADO FCK 20 MPA R\$ 240,00/m³
- CONCRETO USINADO FCK 25 MPA R\$ 262,61/m³
- CONCRETO USINADO FCK 30 MPA R\$ 273,43/m³
- CONCRETO USINADO FCK 30 MPA - FATOR A/C MÁX = 0,55 L/KG - MÍNIMO DE 320 KG CIMENTO/M³ R\$ 280,00/m³
- CONCRETO USINADO FCK 40 MPA - FATOR A/C MÁX = 0,45 L/KG - MÍNIMO DE 350 KG CIMENTO/M³ R\$ 330,00/m³
- PEDRA DE MÃO R\$ 68,00/m³
- PEDRISCO R\$ 65,00/m³

- PÓ DE PEDRA R\$ 65,50/m³
- AREIA P/ FILTRO - NBR 11.799 R\$ 460,00/m³
- PEDREGULHO P/ FILTRO - NBR 11.799 R\$ 771,40/m³
- ANTRACITO (CARVÃO) P/ FILTRO - NBR 11.799 R\$ 1.850,00/m³

IMPERMEABILIZANTES, ISOLANTES E JUNTAS

- ADESIVO AUTOVULCANIZANTE PARA MANTA BUTÍLICA R\$ 35,90/L
- SOLUÇÃO ASFÁLTICA ADERENTE - ADEFLEX-VIAPOL OU SIMILAR
R\$ 6,95/L

TUBOS, MEIA-CANAS, PEÇAS E CONEXÕES

- COTOVELO 90 FERRO GALVANIZADO BSP 30707 NBR 6943 - 3/4 R\$
5,42/unidade
- TUBO GALV CL MÉDIA NBR 5580 - 3/4 - 1,649 KG/M R\$ 11,54/metro
- TUBO CONCRETO SIMPLES - ÁGUAS PLUVIAIS - PBJE PS-1 - DN
400 MM - NBR 8890 R\$ 41,50/metro
- TUBO CONCRETO ARMADO - ÁGUAS PLUVIAIS - PBJE - PA-2 - DN
1.200 MM - NBR 8890 R\$ 399,30/metro

REGISTROS, VALVULAS, SIFÕES, CAIXAS

- CAIXA DE DESCARGA EM POLIETILENO 9L - S/ENGATE R\$
20,60/unidade
- CAIXA SIFONADA C/PORTA GRELHA PVC 150 MM R\$ 10,96/unidade
- SIFÃO COPO UNIVERSAL PVC 1 1/2" MM R\$ 12,05/unidade

- REGISTRO GAVETA LIGA COBRE CANOPLA CROMADA 3/4" R\$ 29,77/unidade
- REGISTRO GAVETA LIGA COBRE CANOPLA CROMADA 1" R\$ 30,80/unidade
- REGISTRO GAVETA LIGA COBRE CANOPLA CROMADA 1.1/4" R\$ 35,51/unidade
- REGISTRO GAVETA LIGA COBRE CANOPLA CROMADA 1.1/2" R\$ 61,28/unidade
- REGISTRO GAVETA LIGA COBRE - BRUTO 3/4" R\$ 12,50/unidade
- REGISTRO GAVETA LIGA COBRE - BRUTO 1" R\$ 22,50/unidade
- REGISTRO GAVETA LIGA COBRE - BRUTO 1.1/4" R\$ 33,78/unidade
- REGISTRO GAVETA LIGA COBRE - BRUTO 1.1/2" R\$ 34,60/unidade
- REGISTRO GAVETA LIGA COBRE - BRUTO 2" R\$ 68,46/unidade
- REGISTRO DE PRESSÃO LIGA COBRE CANOPLA CROMADA 3/4" R\$ 56,16/unidade
- VÁLVULA DE ESCOAMENTO PARA LAVATÓRIO EM LATÃO CROMADO 1" R\$ 9,61/unidade
- TORNEIRA BÓIA PVC DN 3/4" PARA CAIXA D'ÁGUA C/BALÃO PLÁSTICO R\$ 26,95/unidade
- VÁLVULA DE DESCARGA P/EMBUTIR, CANOPLA CROMADA 1.1/2" R\$ 164,42/unidade
- CAIXA RETENTORA DE GORDURA EM PVC COM CESTO E TAMPA - CAPACIDADE > 18L R\$ 236,53/unidade
- CONJ. PARAFUSO COMPLETO EM AÇO GALVANIZADO P/FLANGES PN10 DN 50 MM - NBR 7675 R\$ 34,32/unidade

- CONJ. PARAFUSO COMPLETO EM AÇO GALVANIZADO P/FLANGES
PN10 DN 80 MM -NBR 7675 *R\$68,64/unidade*
- CONJ. PARAFUSO COMPLETO EM AÇO GALVANIZADO P/FLANGES
PN10 DN 100 MM -NBR 7675 *R\$ 68,64/unidade*

DIVERSOS - HIDRAULICOS

- ADESIVO PARA TUBOS E CONEXÕES EM PVC *R\$ 31,95/kg*
- ANEL DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO - D = 0,60 M - H = 0,50 M *R\$ 46,00/unidade*
- HIDRÔMETRO TAQUIMÉTRICO TRANSM. MAGNÉTICA - DN 20 MM -
CL. B - QN = 0.75 M3/H - NBR 8194 *R\$ 78,42/unidade*
- LINHA PARA REDE DE DISTRIBUICAO DE AGUA – DEFOFO ANEL
JEI/JERI PVC 12 DEFOFO - DN=250 MM *R\$ 42,83/unidade*
- LUVA DE CORRER PVC DEFOFO JUNTA ELÁSTICA - D=300 MM -
NBR 7665 *R\$ 347,42/unidade*
- TUBO DE PVC 12 DEFOFO JEI/JERI - DN=300 MM M *R\$ 207,97/metro*

EQUIPAMENTOS, MÁQUINAS E FERRAMENTAS - LOCAÇÃO

- ANDAIME TIPO FACHADEIRO MODULAR COMPLETO - LOCAÇÃO
MENSAL *R\$5,40/m²*
- BALANCIM LEVE COM GUINCHO MANUAL - PLATAFORMA 3,00 M
(LOCAÇÃO MENSAL +TRANSP.) *R\$ 530,00/unidade*
- BATE ESTACAS COMPLETO - 2,2 T - 60 CV - IM 1000 MAGAN H *R\$ 79,82/hora*

ANEXO 7. Dimensionamento de Bomba

O bombeamento entre a barragem de acumulação e a ETA Anhangabaú é de 1,7 m³/s vencendo uma altura de 15 metros.

Bomba entre a barragem de Horto e a ETA Anhangabaú

Volume do reservatório: 5×10⁹ m³

Dimensões da base do reservatório: 5000x5000m

Comprimento da tubulação de recalque: 50 m

Vazão: 1,7 m³/s

O diâmetro da tubulação desejada, como da adutora, é de 700 mm, mas o maior tamanho disponível no mercado é 533,40 mm, que é o tubo de 21 polegadas.

Utilizando a equação de Hanzel-Willians (C = 130 para aço soldado):

$$J = 10,64 \frac{1}{D^{4,87}} \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852} = 10,64 \frac{1}{0,533^{4,87}} \left(\frac{1,7}{130} \right)^{1,852} = 0,0741 \text{ m/m}$$

Em que J é a perda de carga unitária (mm-1), D é o diâmetro da tubulação (m), Q é a vazão (m³/s), C é o coeficiente da fórmula de Hazen Willians (adimensional).

A perda de carga distribuída ao longo da tubulação é calculada admitindo, por aproximação de projeto, que a tubulação é retilínea e que o comprimentos das peças de articulação são desprezíveis:

$$H = J.L = 0,0741 \times 50 = 3,7 \text{ m}$$

Em que H é a perda de carga (m), J é a perda de carga unitária (m/m), L é o comprimento total da tubulação (m).

Calculando a potência hidráulica do sistema temos:

$$P = \frac{\gamma QH}{75} = \frac{998 \times 1,7 \times 3,7}{75} = 83,7 \text{ HP}$$

Conseqüentemente, a potência da bomba é:

$$P_{bomba} = \frac{P}{\eta_{bomba}} = \frac{83,7}{0,85} = 98,5 \text{ HP}$$

E a do motor:

$$P_{motor} = \frac{P_{bomba}}{\eta_{motor}} = \frac{98,5}{0,86} = 114,5 \text{ HP}$$

Comercialmente não há uma bomba com essa potência, por isso se faz necessária a construção de uma casa de bombas, onde elas trabalhem conjuntamente para suprir essa demanda.

ANEXO 8. Resumo de Artigo Científico sobre a Análise de Paisagem e a Fenomenologia

Pela perspectiva fenomenológica, a compreensão do mundo se dá de forma única para cada indivíduo, e não pela reducionista dicotomia sujeito-objeto. Assim, para o presente artigo, serão apresentadas as premissas da Fenomenologia, que servem de base para a Percepção Ambiental, para assim realizar uma aproximação entre esses dois assuntos e a concretização de uma avaliação de impacto ambiental por meio de análise de paisagem. A análise de paisagem depende diretamente da percepção de avaliador sobre a área, ela é intrinsecamente subjetiva no sentido de depender da rigidez com que se faz a análise, sendo essa liberdade atenuada pelo recurso da estratificação de área, que traz mais objetividade ao estudo. Mostra-se necessário, então, no desenvolvimento de profissionais que trabalhem nessa área, que além da legislação inerente, seja também focada a percepção ambiental que se terá ao realizar essa análise.

Palavras-Chave: Avaliação de Impacto Ambiental, Fenomenologia, Percepção Ambiental.