

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO MEIO FÍSICO NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA PELAS PCHs RIO DO PEIXE 1 E 2, MUNICÍPIOS DE SÃO JOSÉ DO RIO PARDO E DIVINOLÂNDIA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.

Edson Alves Filho¹, Sueli Angelo Furlan²

Resumo

Os empreendimentos hidrelétricos são sistemas de engenharia empregados pelo homem para extrair energia dos sistemas naturais e por isso, são alteradores de paisagens por excelência. Para compreender o histórico de derivações das paisagens, faz-se mister compreender o histórico das intervenções sobre sistemas físicos (vales, encostas, rios, lagos).

O objetivo do presente artigo é o de identificar e caracterizar os graus de sensibilidade, as fragilidades e os impactos ambientais do meio físico na área diretamente afetada pelas PCHs Rio do Peixe 1 e 2 (municípios de São José do Rio Pardo e Divinolândia, São Paulo – Brasil), conforme metodologia preconizada pelo Manual do Inventário Hidrelétrico das Centrais Hidrelétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás, 2007), importante ferramenta utilizada em estudos de viabilidade socioambiental de empreendimentos hidrelétricos no Brasil.

Cabe ressaltar que o presente artigo pretende-se uma apresentação dos resultados parciais de pesquisa de mestrado intitulada “Geoindicadores de Alterações Morfológicas em Sistemas Físicos impactados por empreendimentos hidrelétricos: uma perspectiva de leitura da Geografia Histórica da Paisagem – PCH Rio do Peixe (1925-2014).

Para da Avaliação Ambiental Integrada do Meio Físico para a área de estudo, elaborou-se num primeiro momento, uma Matriz para composição das variáveis e indicadores de sensibilidade ambiental (incidência de sismos naturais e falhas de movimentação recente, entre outros), atribuindo-se graus de sensibilidade para cada uma das variáveis (classes com variação de 1 a 5, de muito baixo a muito alto), assim como pesos entre as variáveis, de forma a compor um Mapa Final de sensibilidade.

Num segundo momento, elaborou-se uma matriz com alguns impactos ambientais negativos comumente incidentes sobre o Meio físico a partir da implantação de empreendimentos hidrelétricos (supressão da vegetação no reservatório, supressão da vegetação por abertura de vias de acesso, etc.), atribuindo-se valores para a

¹ Mestrando no Programa de Pós Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

² Professora Doutora no Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

significância dos impactos (incidência, distributividade, tempo de incidência, etc.). Os valores foram multiplicados para cada um dos impactos e normalizados por meio de graus com variação de 1 a 5, de forma a permitir combinação com o mapa de sensibilidade ambiental.

Por fim, para elaboração do Mapa de Fragilidades Ambientais do Meio Físico na área de estudo, recorreu-se à agregação dos mapas de sensibilidade e impactos no meio físico, atribuindo-se pesos iguais para cada um dos indicadores elaborados para esses mapas (0,5), assim como suas variáveis.

Como resultados parciais da presente pesquisa, menciona-se, em relação às Sensibilidade Ambientais, uma concentração de áreas mais sensíveis numa faixa de sentido nordeste-sudoeste, onde se sobrepõem rochas de alto grau de fraturamento (charnoquitos), jazimentos para exploração de areia e áreas mais propensas a sismos e falhas de movimentação recente.

Já em relação aos impactos negativos no meio físico, menciona-se que os mesmos estão circunscritos à área do reservatório e imediações, onde ocorrem, durante a fase de implantação, as atividades de supressão para limpeza da bacia de decantação e abertura das vias de acesso.

Por fim, em relação às Fragilidades Ambientais, também se verificam as maiores fragilidades numa faixa de sentido noroeste-sudoeste, onde se sobrepõem as áreas classificadas como mais sensíveis ambientalmente e as áreas de abrangência dos impactos mapeados.

Palavras-Chave: Paisagem, Avaliação Ambiental Integrada, Geoindicadores.

1. O Setor Elétrico e seus primórdios: da motorização do território à produção de paisagens híbridas.

De acordo com DINIZ (2012), a partir da segunda metade do século XIX, uma nova e revolucionária forma de energia começa a se transformar numa das indústrias mais bem sucedidas da história da humanidade: a geração e utilização da energia elétrica. As invenções e descobertas feitas no final do século XIX e início do século XX permitiram a transformação da energia elétrica em negócio.

Uma das primeiras descobertas revolucionárias foi o desenvolvimento da geração eletromecânica, primeiro com os dínamos de corrente contínua e depois com os geradores de corrente alternada, movidas a turbinas térmicas ou hidráulicas, possibilitando um ganho de escala que não era possível até então.

O Brasil participa da história da energia elétrica desde o início. Enquanto Thomas Edison patentava a lâmpada incandescente em 1879, D. Pedro II acionava as lâmpadas elétricas de *Jablokhov* para iluminar a Estação Central do Brasil. Em 1883 foi

inaugurado o primeiro serviço de iluminação pública do país, na cidade de Campos, no Estado do Rio de Janeiro. Neste mesmo ano a primeira usina hidrelétrica brasileira é instalada no Ribeirão do Inferno, na cidade mineira de Diamantina, para fornecer energia às máquinas de mineração instaladas a 2 km de distância. (DINIZ, 2012).

Já em 1889 Bernardo Mascarenhas inaugurou a usina Marmelos Zero, no município de Juiz de Fora - MG, a primeira usina hidrelétrica destinada ao serviço público, fornecendo energia para 180 lâmpadas de iluminação pública da cidade.

Os primórdios da energia elétrica no Estado de São Paulo começaram com a atuação do capital acumulado com o café em diversas localidades. Em 1893, em São Carlos, a Usina de Monjolinho foi a primeira inaugurada no Estado, alimentando a iluminação no centro da cidade. Já no ano de 1898, Espírito Santo do Pinhal e Amparo receberam o serviço de iluminação pública, observando já em 1889, a instalação de serviço de iluminação pública em Ribeirão Preto e em São José do Rio Pardo, este último município onde se localiza a área de estudo. Em 1900 é a vez do município de Sorocaba receber os serviços de iluminação pública (DINIZ, 2012).

Em relação ao pioneirismo das famílias responsáveis pela implantação das primeiras usinas no interior do Estado de São Paulo, menciona-se a família Costa, que fundou por meio de Manfredo Antônio da Costa, a Empresa de Força e Luz de Botucatu, em 1905. A empresa fundada por Costa viria a se fundir a outras, constituindo o arranjo que daria origem a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), em 1912 (DINIZ, 2012).

A criação da Companhia Paulista de Força e Luz em 1912 deu-se pela fusão de uma série de empresas locais, na tentativa de otimização dos recursos técnicos e financeiros. Menciona-se a fusão da Empresa de Força e Luz de Botucatu, com a Empresa de Força e Luz de São Manuel e com a Companhia Elétrica do Oeste Paulista.

No ano de 1925 é inaugurada a PCH Rio do Peixe, a primeira usina da Companhia Paulista de Força e Luz após o processo de fusão que lhe deu origem. Logo depois, em 1927, um novo processo de concentração de empresas ocorre, permitindo a consolidação dos investimentos dos grupos internacionais em empresas de produção de energia no Estado. A São Paulo Light adquire o controle acionário de dez empresas distribuidoras de energia na região próxima à cidade de São Paulo e no Vale do Paraíba, aproximando sua área de concessão à da Light do Rio de Janeiro, tornando-se assim, empresa líder no eixo Rio-São Paulo.

O quadro inicial de implantação da energia elétrica no Estado de São Paulo, tem na PCH Rio do Peixe, incluída na área de estudo da presente pesquisa, um dos seus maiores exemplos, uma vez que se constitui num dos primeiros empreendimentos hidrelétricos instalados no Estado, numa fase econômica marcada pelo esforço modernizante da economia paulista.

A instalação da usina em 1925 marca a primeira fase do processo geral de eletrificação e sua reinstalação, em 1997³, está situada dentro do contexto da privatização das empresas de energia, o que suscita, pela periodização mencionada, a inserção de alterações na paisagem por sistemas de engenharia diferentes e com portes diferentes, tendo reflexo direto no acúmulo de intervenções antrópicas processadas no meio físico, como se analisa mais adiante.

2. Intervenção Antrópica causada por empreendimentos hidrelétricos no Meio Físico

SANTOS (1979) nos ensina que o espaço geográfico é habitado e construído pelos homens por meio de suas ações em diversos períodos históricos. Estas ações criam objetos com diversas idades, que coexistem e se inter-relacionam, permitindo que o espaço geográfico se constitua num acúmulo de tempos.

Ao alterar as formas primárias da natureza, o homem utiliza a técnica para realizar a sua vida e ao mesmo tempo para criar espaço.

RUBIO (2008) alerta para o fato de que se queremos compreender a ação do homem no espaço, não se pode separar a sociedade do meio que a rodeia. Assim, para se compreender a instalação de objetos técnicos (usinas hidrelétricas) em sistemas geomorfológicos específicos, faz-se necessário compreender como ocorreu a apropriação do rio para a geração da energia elétrica a partir do entendimento dos períodos históricos mobilizados neste processo de apropriação, considerando-se também, os objetos técnicos, os marcos legais, os agentes sociais atuantes, a organização institucional e o contexto político-econômico vigente.

A instalação da PCH Rio do Peixe, em 1925, marca, conforme aponta RUBIO (2008), a 1ª Fase da Instauração do Setor Elétrico no Brasil, também conhecido como período de Implantação, que vai de 1883 a 1934. Como se sabe, um episódio de cheias no Rio Pardo e seus principais afluentes causaram grandes avarias nos equipamentos eletromecânicos da usina, o que motivou a reconstrução de parte do maquinário. No entanto, um projeto de repotencialização fez com que um novo lago fosse formado, afogando o primeiro, o que ocorreu apenas em 1997, já em pleno 5º Período da História de Implantação do Sistema Elétrico no Brasil, quando se assiste ao período de privatização (1997-2006).

As alterações fluviais por barragens, conforme pontua NIR (1983), são responsáveis por criar lagos artificiais, produzindo efeitos hidrológicos adicionais, como a diminuição da velocidade do fluxo de água e um estímulo à sedimentação, causando alterações bastante significativas nas paisagens. Após a água rica em sedimentos atravessar a barragem, ela perde parte dos sedimentos em suspensão e passa a erodir

³ A reinstalação da usina em 1997 se deu em virtude de um projeto de repotencialização promovida pela Companhia Paulista de Energia Elétrica, que implantou um novo barramento sobre o lago da primeira usina, ampliando a potência instalada para 18,06 MW.

o leito do rio, num efeito conhecido como efeito de queda d'água. O processo de erosão irá continuar até que a água adquira uma carga de sedimentos em suspensão como a que possuía na condição de equilíbrio.

Os efeitos de longo termo da construção de barragens em um rio incluem uma regressiva agradação na região imediatamente a montante do lago que resulta na incisão de um novo vale. Os efeitos fazem-se sentir dentro do próprio reservatório, na qual a combinação de ondas, correntes e mudanças sazonais no nível da água produzem formas de relevo no fundo do reservatório parecidas com o relevo litorâneo, como penhascos, lagunas e baías. A jusante da barragem, como já mencionado, o fluxo de água sem carga em suspensão é capaz de erodir o leito do rio até que a carga em suspensão retorne à condição de equilíbrio. O saldo de todas estas intervenções é a formação de um novo nível de terraço, paralelo à direção do fluxo, que diminuiu de tamanho nas regiões vizinhas à barragem até sumir quando o processo de limpeza do reservatório é concluído. Outro efeito direto da construção de barragens nos processos morfodinâmicos fluviais é a diminuição das dimensões dos canais, uma vez que o reservatório absorve os efeitos das vazões de pico.

Para NIR (1983), os métodos de investigação mais apropriados para desvendar os impactos no meio físico, como as mudanças causadas por barragens, incluiriam a investigação de uma determinada área antes e depois da intervenção humana, como também a investigação e simulação dos processos antropogeomorfológicos, separando-se e comparando-se áreas ainda em estágio natural com áreas na qual as intervenções tenham se processado. Os métodos de investigação incluiriam também o estudo de ambientes completamente alterados pela ação humana, medindo-se os processos resultantes da implantação desse novo tipo de ambiente e por fim, a investigação do comportamento socioeconômico, em virtude de seus efeitos nas taxas de processos antropogeomorfológicos.

RODRIGUES (2004), baseada no trabalho pioneiro de NIR (1983), como também no trabalho de TOY & HADLEY (1987), alerta para o fato de que os estágios de intervenção de sistemas técnicos em sistemas e subsistemas do meio físico devem ser estudados em relação ao estágio de pré-intervenção, intervenção ativa e pós-intervenção, buscando-se em parâmetros dos sistemas geomorfológicos, como os mesmos se mostram em um quadro de evolução.

A partir da Resolução CONAMA Nº 001/86, os órgãos constituintes do Sistema Nacional de Meio Ambiente passaram a exigir a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental para os empreendimentos com potencial de causar impactos no meio ambiente. Entre as atividades modificadoras do meio ambiente, a resolução lista:

VII – Obras hidráulicas com exploração de recursos hídricos, tais como barragens para fins hidrelétricos, acima de 10 MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, dique e;

(...) XI – Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW (...).”

Como bem lembra RUBIO (2008), após a definição do marco legal, os diversos agentes envolvidos (Estado, empresas, institutos de pesquisa e instituições de ensino), passaram a formular, a partir de estudos prévios, listagens de impactos potenciais aplicáveis a cada um dos empreendimentos. As avaliações de impacto ambiental passaram a se tornar obrigatórias nos processos de licenciamento ambiental, formulando diagnósticos e prognósticos para cada um dos impactos ambientais potenciais a serem causados pelos diversos tipos de empreendimento.

Durante a fase de implantação de um empreendimento hidrelétrico, os impactos negativos do meio físico relacionam-se à implantação das infraestruturas de apoio, como o canteiro de obras e a realização de obras complementares. Dentre estas obras, destaca-se a construção das ensecadeiras, fase importante da obra como um todo, quando o rio é desviado para a construção da barragem. Além dessas obras, em etapa posterior, ainda na fase de implantação, destacam-se os efeitos resultantes da supressão de vegetação durante a limpeza da bacia de acumulação, que corresponde à área do reservatório.

Durante a fase de enchimento do reservatório, as mudanças decorrem do fechamento da barragem, com a transformação de um ambiente lótico em ambiente lêntico. Daí verificar-se também a transformação de terrenos emersos em terrenos submersos. Por conta de elevação do nível da água para a formação do reservatório, verificam-se, principalmente, impactos relacionados à inversão do fluxo das águas subterrâneas, como também processos erosivos e movimentos de massa nas margens do novo reservatório em formação.

Já com o reservatório formado e a usina em operação, os impactos passam a ter maior relação com o tipo de operação adotado no empreendimento. A principal diferença é se o empreendimento operará com um reservatório a fio d'água ou com um reservatório de acumulação. Este último tipo de reservatório apresenta maiores variações no nível d'água, resultando em maiores variações nos fluxos e níveis d'água subterrâneos, e em maior ação mecânica sobre as áreas marginais dos reservatórios.

A Fase de Operação também se caracteriza pela ocorrência dos impactos relacionados aos procedimentos e ações desenvolvidos ainda na fase de implantação. Neste caso, destacam-se as alterações da qualidade das águas pela presença de bota-foras formados na área do reservatório e pela eutrofização resultante, principalmente, da presença de vegetação na área do reservatório. Também nesta fase, cabe ressaltar a acentuação de eventos sísmicos, sobretudo logo após a estabilização do nível d'água do reservatório.

Já na Fase de Desativação do Empreendimento, os impactos relacionam-se à reversão dos processos ocorridos nas fases anteriores. Cabe destacar os impactos induzidos a jusante do empreendimento, decorrentes da abertura das comportas, e, como consequência do maior volume d'água liberado no curso d'água.

3. Procedimentos Metodológicos aplicados à Avaliação Ambiental Integrada no Setor Elétrico Brasileiro: o caso das PCHs Rio do Peixe 1 e 2

De modo geral, foram desenvolvidas 6 etapas de trabalho para a presente avaliação ambiental integrada do meio físico, o que incluiu:

- Revisão Bibliográfica;
- Consolidação dos Fundamentos Teóricos;
- Definição da Área de Estudo, Aquisição de Material Cartográfico e Aerofotogramétrico;
- Sistematização dos Impactos no Meio físico incidentes sobre a área diretamente afetada (área de estudo) das PCHs Rio do Peixe 1 e 2, por meio da consulta aos documentos técnicos que subsidiaram o licenciamento ambiental da mesma (EIA-RIMA, Projeto Básico Ambiental e Relatórios de Renovação da Licença de Operação)
- Leitura do Referencial Teórico e dos Procedimentos Metodológicos envolvidos na Avaliação Ambiental Integrada de Empreendimentos Hidrelétricos, levadas a cabo pelo Manual do Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas do Sistema Eletrobrás (Eletrobrás, 2007), o qual subsidia os Estudos de Viabilidade e de Impactos Socioambientais de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil
- Elaboração de Mapas de Sensibilidade, Impacto e Fragilidade do Meio Físico para a área de estudo, utilizando-se como referencial os procedimentos metodológicos preconizados pela Avaliação Ambiental Integrada de Empreendimentos Hidrelétricos do Manual de Inventário do Sistema Eletrobrás (2007).

Abaixo (**Tabela 1**) se relacionam todas as variáveis utilizadas na composição de indicadores de sensibilidade ambiental do meio físico para a área diretamente afetada pelas PCHs Rio do Peixe 1 e 2.

Tabela 1 – Pesos e Graus atribuídos à Variável Sismos Naturais e Falhas Geológicas de Movimentação Recente.

Variável	Peso	Fonte	Grau	Categoria	Parâmetro
Sismos Naturais e Falhas de Movimentação Recente	0,2	Mapa de Sismos Naturais do Estado de São Paulo e Geologia Estrutural (CPRM, 2007).	1	Áreas Fora do Buffer de Intensidade de Sismos Naturais de Intensidade 5 (20 km) e 6 (50 km) e Fora do Buffer de 2,5 km de Zona de Cisalhamento Compressional	Bacia
			2	Áreas de Sedimentos Quaternários situados dentro do Buffer de 20 km de Sismos de Intensidade 5 e do Buffer de 50 km dos Sismos de Intensidade 6	Bacia
			3	Área na Faixa do Buffer de 20 km de Sismos de Intensidade 5	Bacia
			4	Área na Faixa do Buffer de 50 km dos Sismos de Intensidade 6	Bacia
			5	N.A ⁴	Bacia
Áreas Susceptíveis à Instabilização de Maciços	0,3	Mapa Geológico do CPRM.	1	Paragneisses, Biotita-Gnaiss e Xisto	Bacia
			2	N.A.	Bacia
			3	Migmatito Estromático, Albita-Anatexisto, Tonalito-Gnaiss e Granito-Gnaiss	Bacia
			4	Charnokito, Jotunito, Granito, Quartzo-Sienito, Mangerito e Norito	Bacia
			5	N.A.	Bacia
Recursos Minerais	0,4	Títulos Minerários DNPM (2016).	1	Área Sem Ocorrência de Títulos Minerários	Bacia
			2	N.A.	Bacia
			3	N.A.	Bacia
			4	Granito para Brita	Bacia
			5	Areia	Bacia

⁴ Não se aplica

Hidrogeologia	0,1	CPRM (2007).	1	Domínio Cristalino	Bacia
			2	N.A.	Bacia
			3	N.A.	Bacia
			4	N.A.	Bacia
			5	N.A.	Bacia
Geomorfologia	0,25	EIA-RIMA PCH Rio do Peixe.	1	Planícies Aluviais Holocênicas	Bacia
			2	N.A.	Bacia
			3	N.A.	Bacia
			4	Colinas Médias	Bacia
			5	Morros Paralelos	Bacia
Erodibilidade	0,25	Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (IAC, 1999).	1	Neossolos Flúvicos	Bacia
			2	Latossolos Vermelho-Amarelo	Bacia
			3	N.A.	Bacia
			4	Argissolos Vermelho-Amarelo, Cambissolos	Bacia
			5	Neossolos Litólicos	Bacia
Cobertura Vegetal e Uso da Terra	0,25	Mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra (Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2010).	1	Floresta Estacional Semidecidual	Bacia
			2	N.A.	Bacia
			3	N.A.	Bacia
			4	Lavouras e Pastagens	Bacia
			5	Solo Exposto	Bacia

Elaborado por: ALVES FILHO (2016)

Tabela 2 – Pesos e Graus atribuídos aos Indicadores utilizados na Avaliação de Sensibilidade Ambiental do Meio Físico na Área de Estudo.

Tema-Síntese	Indicador de Sensibilidade Ambiental	Peso	Variáveis do Indicador
Meio Físico	Geologia – ISA ₁	0,50	Sismos Naturais e Falhas Geológicas de Movimentação Recente
			Áreas Susceptíveis à Instabilização de Maciços
			Recursos Minerais
			Hidrogeologia
			Geomorfologia
	Erosão do Solo – ISA ₂	0,50	Erodibilidade
			Cobertura Vegetal e Uso da Terra

Elaborado por: ALVES FILHO (2016)

A partir das fontes supracitadas (**Tabela 2**), foram criadas colunas nas tabelas de atributos dos arquivos *shapefile* correspondentes, promovendo-se a multiplicação entre graus e pesos conforme cada variável, obtendo-se mapas parciais de sensibilidade ambiental do meio físico para a área de estudo. Na sequência, por meio da operação espacial *intersect* do software ArcGis 10.2, promoveu-se a intersecção das sensibilidades parciais conforme as variáveis que compõem os indicadores, resultando em dois mapas dos indicadores para a sensibilidade do meio físico na área de estudo. Por fim, por meio da intersecção espacial entre os mapas de indicadores elaborados, chegou-se a um mapa síntese final de Sensibilidade Ambiental do Meio Físico para a área de estudo. Os mapas dos indicadores de sensibilidade são apresentados na próxima seção.

A composição do Mapa de Impactos Ambientais Negativos do Meio Físico levou em consideração a composição de significâncias mostrada na **Tabela 3** abaixo, recorrendo-se primeiramente à espacialização das áreas de incidência dos impactos e criação de colunas na tabela de atributos para cada um dos arquivos *shapefile* dos impactos em separado, inserindo-se o valor final da significância de cada impacto. Por fim, cada um dos impactos foram unidos em um único arquivo *shapefile* por meio da operação espacial *union* do software ArcGis 10.2, resultando no mapa final de Impactos Ambientais do Meio Físico para a área de estudo, ponderando-se os valores finais de impacto numa escala de 1 a 5.

Por fim, o Mapa de Fragilidade Ambiental da Área de Estudo foi obtido por meio da intersecção espacial entre os mapas de sensibilidade e de impactos, ponderando-se os valores de impactos e sensibilidade em pesos iguais de 0,5.

Tabela 3 – Composição da Significância dos Impactos Negativos do Meio Físico⁵

Impacto		Incidência	V	Distributividade	V	Tempo de Incidência	V	Prazo de Permanência	V	Probabilidade	V	Magnitude	V
IM01	Supressão da Vegetação no reservatório	DI	2	LO	1	IM	2	PE	3	CE	3	11	3
IM02	Supressão da Vegetação pela abertura de vias de acesso	DI	2	LO	1	IM	2	PE	3	CE	3	11	3
IM03	Retirada da Camada Superficial do Solo	DI	2	LO	1	IM	2	PE	3	CE	3	11	3
IM04	Intensificação de Processos Erosivos	IN	1	LO	1	ME	1	PE	3	PR	2	8	3
IM05	Assoreamento de Cursos D'Água	IN	1	LO	1	ME	1	PE	3	PR	2	8	3

DI = Impacto Direto; LO = Impacto Local; IM = Impacto Imediato; MA = Sinergia Maior; ME = Sinergia Menor; ME = Impacto M Mediato; PE = Impacto Permanente; CE = Impacto Certo; PR = Impacto Provável; IR = Impacto Irreversível; R = Impacto reversível; G = Relevância Grande; NE = Sentido Negativo

Continuação

Impacto		Sinergia	V	Reversibilidade	V	Relevância	V	Importância	Sentido	V
IM01	Supressão da Vegetação no reservatório	MA	3	IR	3	G	4	10	NE	-110
IM02	Supressão da Vegetação pela abertura de vias de acesso	ME	1	IR	3	G	4	8	NE	-88
IM03	Retirada da Camada Superficial do Solo	ME	1	IR	3	G	4	8	NE	-88
IM04	Intensificação de Processos Erosivos	MA	3	IR	3	G	4	10	NE	-80
IM05	Assoreamento de Cursos D'Água	MA	3	IR	3	G	4	10	NE	-80

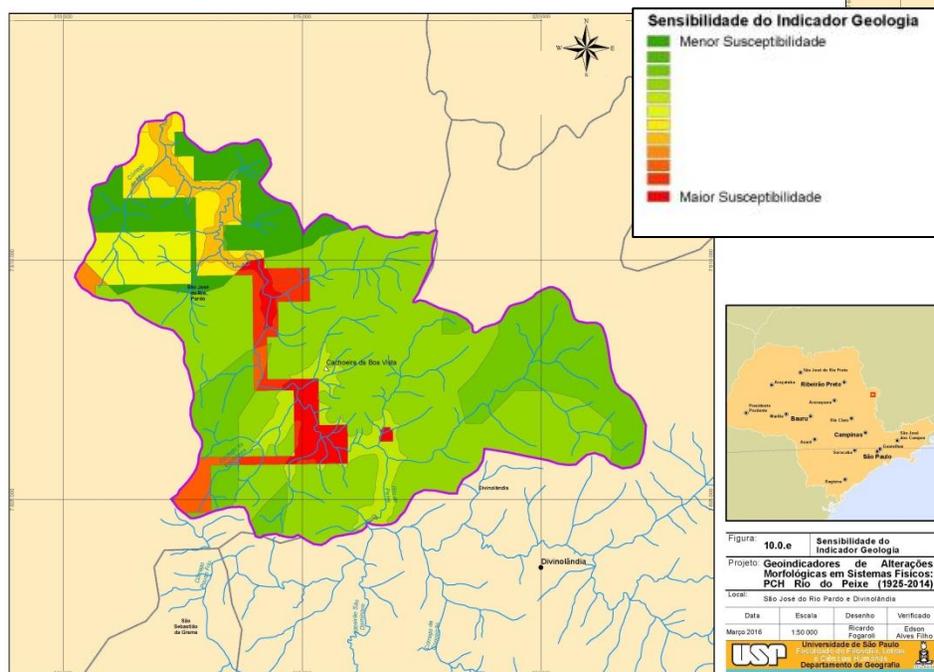
Elaborado por: ALVES FILHO (2016)

⁵ Abrangência dos Impactos: Supressão de Vegetação no reservatório: reversa tório + APP de 100 m; Supressão de Vegetação para abertura de vias de acesso: vias de acesso + buffer de 5 m para cada lado; Retirada da Camada Superficial do Solo: toda a ADA (reservatório + estruturas civis); Intensificação de Processos Erosivos: APPs e setores mais declivosos das vertentes; Assoreamento dos cursos d'água: reservatório + buffer de 500 m para cada lado do rio até a confluência com o Rio Pardo

4. Análise dos resultados apresentados

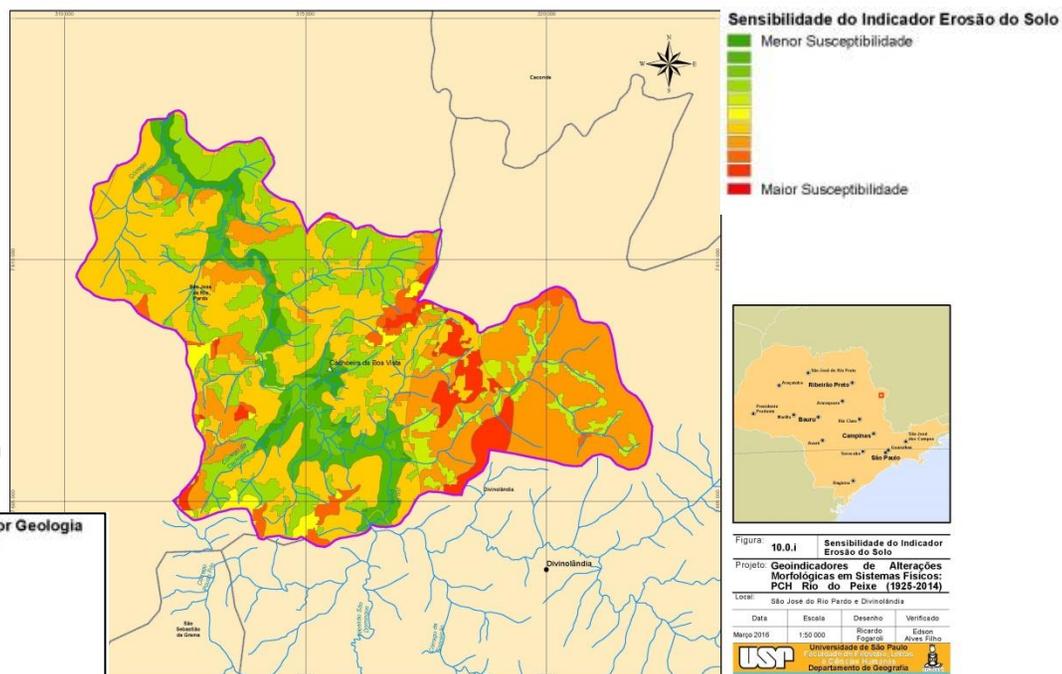
Pode-se notar por meio da **Figura 1** ao lado que as áreas de maior sensibilidade do indicador geologia ficam restritas às áreas de planícies fluviais, localizadas numa faixa de sentido noroeste – sudeste, onde se acumulam áreas sensíveis em relação aos sismos e falhas naturais de movimentação recente, com áreas de grande sensibilidade em relação à exploração dos recursos minerais, sobretudo areia. Adicionalmente, com grau de sensibilidade mediano estão os setores intermediários e inferiores de vertentes, onde a presença de charnokitos é um elemento representativo de uma maior instabilidade de maciços rochosos.

Figura 2 – Mapa de Sensibilidade Ambiental do Indicador Geologia na Área de Estudo



Elaborado por: ALVES FILHO (2016)

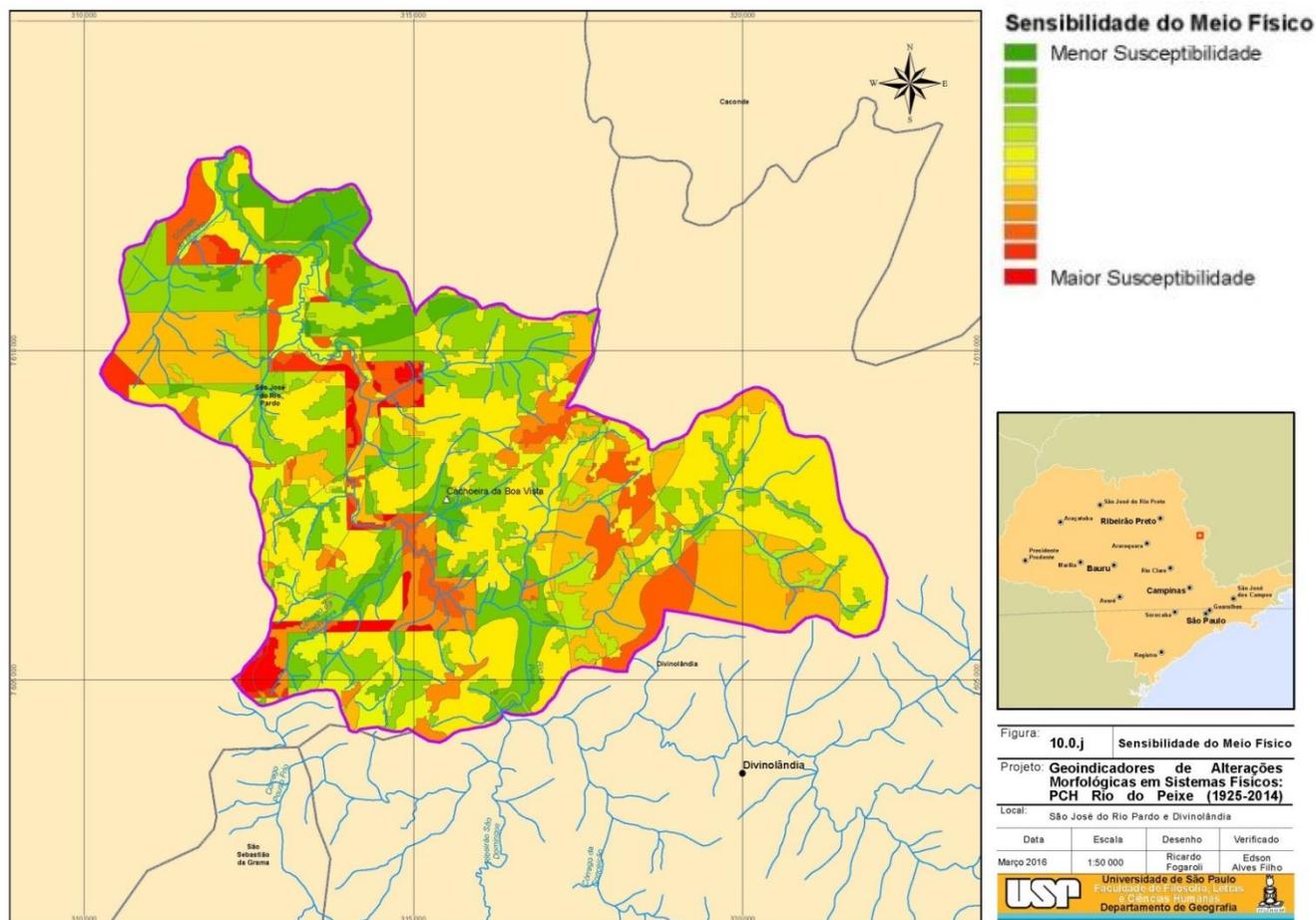
Figura 1 – Mapa de Sensibilidade Ambiental do Indicador Erosão do Solo na Área de Estudo



Elaborado por: ALVES FILHO (2016)

A partir da leitura da **Figura 2**, à esquerda, pode-se verificar que as áreas com maior sensibilidade à erosão situam-se na porção sudoeste da área de estudo, onde se sobrepõe um relevo de serrotes alongados, com Argissolos em associação com cambissolos. Ademais, mencionam-se áreas com sensibilidade elevada à erosão na porção sudoeste da área de estudo, onde se sobrepõem áreas de solo exposto e Neossolos Litólicos.

Figura 3 – Mapa Síntese de Sensibilidade Ambiental do Meio Físico na Área de Estudo

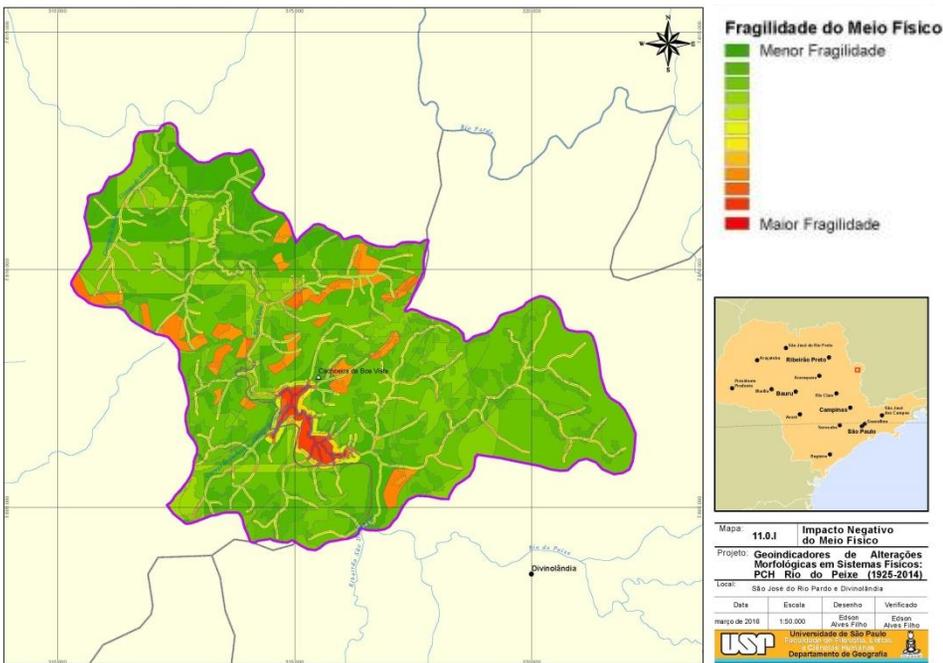


Elaborado por: ALVES FILHO (2016)

A partir da leitura do mapa acima (**Figura 3**), pode-se verificar que as áreas com maiores sensibilidades do tema-síntese meio Físico, correspondem a uma faixa de sentido noroeste sudeste, a partir da confluência do Rio do Peixe com o Rio Pardo, partindo em direção à região de cabeceiras dos afluentes da margem direita do rio do Peixe na área de estudo. Neste setor se sobrepõem áreas sensíveis em relação aos sismos e falhas de movimentação recente, com rochas com maior grau de faturamento, como os charnoquitos, e por fim, áreas com jazimentos de areia, elemento que representa risco em relação ao compartimento planície fluvial. Na porção sudeste da área de estudo, sobrepõem áreas de relevos com serrotes e Argissolos em combinação com cambissolos, representando uma zona com alto grau de sensibilidade à erosão.

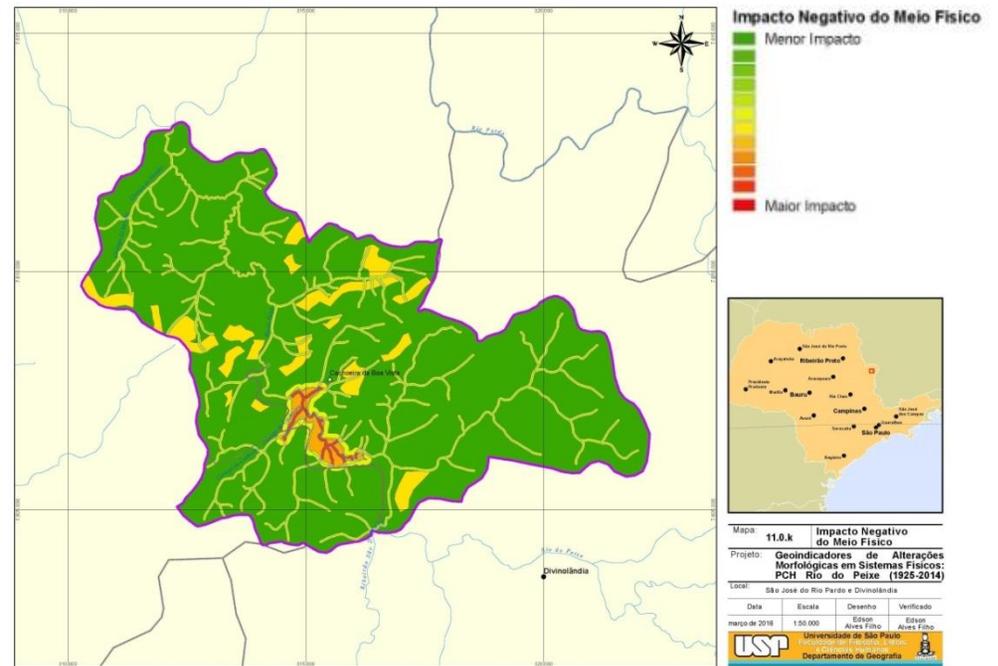
A partir da leitura do mapa à direita (**Figura 4**), pode-se verificar que grande parte dos impactos negativos elencados até o momento para a área de estudo, ficam circunscritos à área do reservatório e imediações, onde ocorre, durante a fase de implantação as atividades de supressão para limpeza da bacia de decantação e abertura das vias de acesso. Exceção se faz às áreas situadas ao longo dos divisores da porção sudoeste e norte, onde as grandes declividades, associadas às áreas de granitoides e charnokitos revelam-se como favoráveis ao desenvolvimento de processos erosivos. Em relação ao assoreamento dos cursos d'água, menciona-se maior impacto na área e imediações do reservatório e trecho de jusante do rio do Peixe a partir do barramento até a confluência com o Rio Pardo.

Figura 5 – Mapa de Fragilidade Ambiental na Área de Estudo



Elaborado por: ALVES FILHO (2016)

Figura 4 – Mapa dos Impactos Ambientais do Meio Físico na Área de Estudo



Elaborado por: ALVES FILHO (2016)

Desta forma, quando se sobrepõe o Mapa de Sensibilidade com o Mapa de Impactos (à esquerda – Figura 5 – Mapa de Fragilidade Ambiental na Área de Estudo), se obtém por intersecção, maior fragilidade na porção centro sul da bacia, justamente onde se localiza a área diretamente afetada pela PCH Rio do Peixe e suas estruturas civis. Em grau de fragilidade um pouco menor, menciona-se a porção sudoeste, onde as limitações de erosão do solo e geologia são menos favoráveis. Em grau mediano de fragilidade, menciona-se a porção sudeste, onde se observam áreas de serrotes alongados, declividades acentuadas e áreas declivosas.

5. Considerações Finais

Os resultados obtidos com os mapas de Sensibilidade Ambiental, Impactos Ambientais e Fragilidade do Meio Físico na Área de Estudo permitiram um primeiro resultado preliminar de diagnose da paisagem na área diretamente afetada pelas PCHs Rio do Peixe 1 e 2. Neste resultado, notou-se que as maiores fragilidades encontram-se ao redor da área do reservatório e ao longo dos setores mais declivosos das vertentes, onde as áreas de agricultura e solo exposto deixam exibidos à erosão grandes frentes responsáveis pelo fornecimento de material em suspensão que estão contribuindo para o assoreamento do reservatório da presente usina.

Nas etapas posteriores do trabalho, pretende-se comparar os presentes resultados com a metodologia de geoindicadores, comparando-se a precisão entre as duas metodologias.

Referências Bibliográficas

ALVES FILHO, Edson. **Geoindicadores de Alterações Morfológicas em Sistemas Físicos impactados por empreendimentos hidrelétricos: uma perspectiva de Leitura da Geografia Histórica da Paisagem – PCH Rio do Peixe (1925-2014)**. Relatório de Qualificação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2016.

BRASIL (1986). **Resolução CONAMA Nº. 001, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece as diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente. Brasília, DF, 23 de janeiro de 1986.

DINIZ, Renato. **100 anos de história e energia**. São Paulo: Via das Artes, 1ª ed., 2012.

ELETROBRAS. Centrais Elétricas Brasileiras. **Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas**. Brasília: ELETROBRAS, 2007.

SANTOS, M. **Espaço e Sociedade**. Petrópolis: Vozes, 1979.

RUBIO, Maurício Fava. **Leituras Geográficas do Processo de Apropriação do Rio Paranapanema para Geração de Energia Elétrica**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: FFLCH/USP, 2008.

NIR, Dov. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalem: Ketem Pub. House, 1983.

RODRIGUES, C. **A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: tributo a leituras geográficas**. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri & OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino de. Geografias de São Paulo, Vol. 1. São Paulo: Ed. Contexto, 2004.

TOY, T & HADLEY, R. F. **Geomorphology and reclamation of disturbed lands**. London: Academic Press Inc., 1987.