

Estudo de impacto ambiental em uma pequena central hidrelétrica

Study of environmental impact in a small hydroelectric plant

• **Data de entrada:**
11/11/2016

• **Data de aprovação:**
25/04/2017

Jessica de Oliveira Demarco*/Fernanda Cantoni/Aline Ferrao Custodio Passini

DOI:10.4322/dae.2017.019

Resumo

A indústria de energia elétrica encontra-se em fase de expansão, com diretrizes voltadas ao aproveitamento das usinas de pequeno porte. Segundo a resolução Conama nº 001/1986, as Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs não necessitam obrigatoriamente de estudos de impacto ambiental. Contudo, salienta-se a importância de identificar os impactos ambientais, sugerir medidas mitigadoras e desenvolver um plano de monitoramento adequado. O presente trabalho consiste no estudo dos impactos ambientais da CGH Granja Velha, localizada no município de Taquaruçu do Sul - RS. O estudo utilizou uma adaptação da metodologia proposta por Leopold (1971). Durante a pesquisa, foram identificados 24 impactos ambientais, sendo que 4 deles foram positivos em alguma das etapas analisadas. Os impactos observados não chegaram a grandes magnitudes, fato que torna o empreendimento viável ambientalmente.

Palavras-chave: Diagnóstico ambiental. Avaliação de impactos. Geração de energia.

Abstract

The electric power industry is in phase of expansion with guidelines aimed at the use of small plants power. In accordance to the Resolution Conama 001/1986, Small Hydroelectric Plants – PCHs do not necessarily require environmental impact studies; however, it stresses the importance of detecting problems, suggest mitigation measures and develop an appropriate monitoring plan. This work is a study of the environmental impacts of CGH Granja Velha, located in the municipality of Taquaruçu do Sul - RS. The study developed the methodology proposed by Leopold (1971). During the research, 24 environmental impacts were identified, and 4 of them were positive in any of the stages analyzed. The observed effects did not reach large magnitudes, a fact that makes the environmentally viable enterprise.

Keywords: Environmental diagnostic. Evaluation of impacts. Power generation.

Jessica de Oliveira Demarco – Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química pela UFSM.

Fernanda Cantoni – Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia pela UFSM.

Aline Ferrao Custodio Passini – Professora Adjunta da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre e doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas - Unicamp.

***Endereço para correspondência:** Departamento de Engenharia Química, Prédio 09-B, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1.000, Bairro Camobi, Santa Maria (RS), CEP 97105-900. E-mail: jessicademarco82@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de energia elétrica encontra-se em fase de expansão com diretrizes dirigidas para o aproveitamento das usinas de pequeno porte, as Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs (ANDRADE, 2010, p. 12). Segundo Freitas (2012, p. 41), as PCH's são a terceira fonte de geração de energia elétrica no Brasil, com 3,38%. No Estado do Rio Grande do Sul, são responsáveis por 5,09% da geração de energia, e o potencial de expansão é imenso, pois o estado é banhado por uma grande quantidade de pequenos rios, além de possuir capacidade de fornecimento de equipamentos, mão de obra e tecnologia para a instalação desses empreendimentos.

São consideradas PCHs, segundo a ANEEL (2003), os empreendimentos hidrelétricos com potência superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW, possuindo uma área total de reservatório igual ou inferior a 3,0 km², delimitado pela cota d'água associada à vazão de cheia com tempo de recorrência de 100 anos. Os empreendimentos que não atendem à característica de área máxima inundada podem, se consideradas as especificidades regionais, ser também enquadrados na condição de PCH, desde que deliberados pela diretoria da ANEEL, com base em parecer técnico que contemple, entre outros aspectos, o econômico e o socioambiental. As usinas com potência instalada de até 1 MW são denominadas Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGH.

As centrais hidrelétricas geram alguns tipos de impacto ambiental, como, por exemplo, o alagamento das áreas vizinhas, o aumento no nível dos rios e as mudanças no curso do rio represado, além de prejuízos à fauna e a flora da região. Todavia, é ainda uma forma de gerar energia elétrica mais barata do que outras plantas industriais, como a usina nuclear, e menos agressiva ambientalmente do que as usinas termoelétricas a petróleo ou carvão, sendo considerada uma fonte renovável e limpa (ANDRADE, 2010, p. 25).

É sensato reconhecer a importância das Pequenas Centrais Hidrelétricas, por possuírem características de menor impacto ambiental, exigirem menores investimentos, prazo de concretização mais curto, recebimento de incentivos legais e resolução dos problemas de abastecimento, mas há a necessidade de avaliar sua implantação quanto aos aspectos ambientais (DUTRA et al., 2010, p. 2).

A resolução Conama nº 001 de 1986, em seu artigo 2º, trata dos empreendimentos que dependem de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA para seu licenciamento, atividades estas modificadoras do meio ambiente, estando entre elas as obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como, as barragens para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, por exemplo.

As Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs, não necessitam obrigatoriamente do desenvolvimento de estudos de impacto ambiental; contudo, salienta-se a importância de tal avaliação, a fim de detectar os problemas, sugerir medidas mitigadoras e desenvolver um plano de monitoramento adequado para o manejo adequado da área de estudo.

Este trabalho tem como objetivo o Estudo de Impacto Ambiental - EIA do empreendimento denominado Hidrelétrica CGH Granja Velha, uma PCH localizada no Rio Fortaleza, linha Granja Velha, no município de Taquaruçu do Sul, no estado do Rio Grande do Sul. Esse empreendimento se destina ao aproveitamento energético do Rio Fortaleza pela Cooperativa de Distribuição de Energia do Médio Uruguai - CRELUZ, possuindo como característica a potência instalada de 1 kVA (quilovoltampere).

No item 2 será apresentada a metodologia que foi utilizada para a realização do presente estudo e logo abaixo, no item 3, os resultados obtidos para os meios físico, biótico e antrópico. Posteriormente, no item 4, serão abordadas a conclusão e as referências do mesmo.

2 METODOLOGIA

No desenvolvimento do EIA foram realizados estudos específicos de diagnóstico ambiental das áreas de influência do empreendimento com base em dados levantados em investigação detalhada a campo. O roteiro metodológico foi desenvolvido a partir de uma adaptação da matriz de Leopold (LEOPOLD 1971).

Além disso, foram efetuados estudos de alternativas adequadas do ponto de vista ambiental, por meio de uma detalhada análise de impactos ambientais, seguida da estruturação de um completo prognóstico, consistindo de cenários diferenciados, tendo como cenário final a estruturação de um plano de manejo e de controle ambiental.

2.1 Localização da área

A CGH Granja Velha localiza-se nas coordenadas 27°25'37.46"S e 53°32'21.40"O, a uma altitude de, aproximadamente, 260 m, nas margens do Rio Fortaleza, no município de Taquaruçu do Sul, região do Médio Alto Uruguai, no estado do Rio Grande do Sul. A extensão territorial do município é de 77,74 Km².

2.2 Critérios para seleção da área

A seguir, estão definidas as duas áreas de influência que foram consideradas: área de influência direta e área de influência indireta. O que diferencia uma área da outra é a abrangência com a qual cada impacto decorrente do empreendimento interage com o meio ambiente.

A área de influência direta é onde os impactos das atividades das fases de implantação e operação da Hidrelétrica PCH Granja Velha estão diretamente ligados aos meios: físico, biótico e sócio econômico.

A área de influência indireta é definida como a área potencialmente afetada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo os ecossistemas e o sistema sócio econômico que podem ser impactados pelas alterações ocorridas na área de influência direta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Diagnóstico ambiental da área

3.1.1 Meio Físico

Os solos do município de Taquaruçu do Sul derivam da decomposição de rochas basálticas, apresentando características físicas diversas: argilosos, francos, até levemente arenosos. Quimicamente são ácidos, apresentando, no geral, deficiência acentuada de fósforo (EMATER, 2002).

De acordo com Sponchiado (1986), a decomposição do basalto não é total, pela observação do desnível da profundidade dos solos do município. As rochas, sob a ação do intemperismo, determinam o perfil do solo. Os tipos de solos predominantes são: o Latossolo Vermelho aluminoférico típico; Chernossolo Argilúvico férrico típico; Neossolo Litólico eutrófico chernossólico.

O relevo possui patamares estruturais, de topografia suave ondulada até montanhosa, que descem ao norte e oeste em direção à calha do Rio Uruguai, pelo Rio Pardo e Lajeado Marion e ao sul, em direção à calha do Rio Fortaleza, afluente do Rio Guarita, pelos Lajeados Taquaruçu, Amadeo e Pessegueiro. A altitude da sede do município é de 549 metros, e 210 metros na Foz do Rio Fortaleza, que desagua no Rio Guarita (EMATER, 2002).

Segundo o Plano Ambiental Municipal, cerca de 70,99% da área total são áreas adequadas para práticas agrícolas, pois possuem uma declividade de 0 a 13%. Terras com declividade de até 8% são favoráveis ao uso de máquinas agrícolas e à cultura de grãos, sem muitas restrições. Nos ca-

tos de declividade de 8 a 13%, são necessárias algumas práticas conservacionistas, encontradas algumas restrições.

Na questão de hidrografia, o município de Taquaruçu do Sul pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, subdivisão hidrográfica do Várzea. Os principais rios do município são o Rio Fortaleza e o Rio Guarita, que pertencem ao Comitê de bacia do Rio da Várzea.

Ao longo do Rio Fortaleza, na Linha Granja Velha, é onde está localizada a pequena central de geração de energia elétrica com capacidade instalada de 1 MW, ou seja, potencial de geração/mês de 720 MWh. Entretanto, devido às oscilações no fluxo de água, a média gerada é de 520 MWh/mês.

Taquaruçu do Sul possui um clima subtropical úmido, com grande variação de temperatura entre o verão e o inverno, e elevado índice pluviométrico no período de junho a setembro, que é classificado como Cfa - clima subtropical mesotérmico, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, não apresentando estação seca definida (KOPPEN; GEIGER, 1928). Segundo Climate-data.org (2015), a temperatura média do município é de 19,2°C, e a precipitação, de 1869 mm.

3.1.2 Meio Biótico

Segundo informações da Fundação SOS Mata Atlântica (2005), o cenário original do Município de Taquaruçu do Sul era representado em sua totalidade pela floresta estacional decidual (esse tipo de vegetação é caracterizado por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa seguida de longo período biologicamente seco) e floresta ombrófila mista (formação florestal resultante da interpenetração de floras de origem austral-andina e floras de origem tropical afro-brasileira, caracterizada pela presença de Araucária angustifolia).

3.1.3 Uso e ocupação do solo

No município de Taquaruçu do Sul foram classificados e identificados cinco tipos de uso do solo, sendo eles: mata, agricultura, pastagem, água e capoeira. A área destinada à agricultura do município apresenta-se dividida entre as culturas de milho, soja, feijão, fumo e citros, sendo esses os principais produtos agrícolas produzidos no município anualmente.

Na área de interesse há presença de campos nativos e capoeira, área ocupada por campo, áreas com espécies nativas plantadas, áreas com espécies exóticas, como também área com a criação de animais e lavoura, e ao redor do reservatório há também as Áreas de Preservação Permanente - APPs.

3.1.4 Meio antrópico

Segundo dados da Prefeitura Municipal (2015), o município de Taquaruçu do Sul, em que foi realizado o estudo, possui 19 comunidades, apresentando um total de 2.966 habitantes, possuindo 1.802 habitantes na zona rural e 1.164 na zona urbana. O perfil econômico da população é agropecuário.

De acordo com a Secretaria Municipal de Educação (2002), Taquaruçu do Sul foi paulatinamente desenvolvendo-se, com predominância de pequenas propriedades, onde a maioria da população dedica-se à agricultura e à pecuária, base da sustentação econômica do município.

Um fator importante do município é a forte organização social, legado histórico dos colonizadores que fundaram e construíram as estruturas de 19 (dezenove) comunidades no interior do município. Na sede do município e em todas comunidades foram organizadas: área de lazer (sede social, clube de futebol); estrutura educacional (escolas em praticamente todas, sendo que atualmente apenas na linha Fátima está em funcionamento); e religiosa (capelas na grande maioria).

3.1.5 Patrimônio histórico e cultural

Para que possa caracterizar o patrimônio cultural de uma determinada região, devem ser levados em conta todos os elementos relacionados à ocupação humana que ali vive, ou seja, sua história e suas raízes. Na busca desses dados, quaisquer traços culturais, fatos históricos e vestígios arqueológicos são importantes (COPEL, 2009).

Na área em estudo, Carle (2007) relatou um achado arqueológico, composto por um artefato lítico conhecido como biface de grandes dimensões típico da Tradição Arqueológica Humaitá, realizado pelo Prof. Dr. Breno A. Sponchiado. No site do IPHAN, no Cadastro Nacional dos Sítios Arqueológicos, foram localizados 8 sítios inseridos na antiga área municipal de onde se originou Taquaruçu do Sul, qual seja: Frederico Westphalem. Os sítios em sua grande maioria são sítios habitações, desdobrando-se em: sítios a céu aberto, abrigos-sobre rocha e casas subterrâneas. As características desses sítios e os artefatos associados levaram pesquisadores a estabelecer 5 fases arqueológicas, das quais duas pré-cerâmicas e três cerâmicas, e reconheceram também a presença de sítios da fase Taquara.

3.2 Principais impactos ambientais envolvidos

A legislação existente condiciona os estudos de aproveitamento de cursos de água para fins energéticos, considerando aspectos de custo mínimo, mínima interferência no meio ambiente e melhor arranjo físico das obras. O estudo acerca da implantação e operação da Hidrelétrica CGH - Granja Velha procurou atender a esses condicionantes. De modo geral, no presente estudo, procurou-se levar em consideração interferências importantes, tais como: cidades, vilas e demais concentrações de população; áreas de agrupamentos indígenas; áreas de preservação ambiental; áreas de interesse arqueológico; e áreas agricultáveis.

Segundo Nilton (2009), a fase de planejamento de um empreendimento é fato considerado como instru-

mento técnico-científico de caráter multidisciplinar, capaz de definir, mensurar, monitorar, mitigar e corrigir as possíveis causas e efeitos de impactos ambientais.

Ainda de acordo com Nilton (2009), os impactos negativos na fase de implantação das obras estão relacionados ao tamanho, volume, tempo de retenção do reservatório, localização geográfica e localização do rio. Sendo assim, os principais impactos detectados são: inundação de áreas agricultáveis; perda de vegetação e da fauna terrestres; interferência na migração dos peixes; mudanças hidrológicas a jusante da represa; alterações na fauna do rio; interferências no transporte de sedimentos; perdas de heranças históricas e culturais, alterações em atividades econômicas e usos tradicionais da terra; problemas de saúde pública, devido à deterioração ambiental; perda da biodiversidade, terrestre e aquática; efeitos sociais por realocação.

Todas essas alterações podem resultar de efeitos diretos ou indiretos, produzindo efeitos e impactos cumulativos, transformando inteiramente as condições biogeofísicas, econômicas e sociais de toda a área (KRAG et al., 2013).

Entretanto, nem todos os efeitos da construção de uma PCH são negativos. Devem-se considerar também muitos efeitos positivos, como geração de energia elétrica para a região; aumento de emprego e renda para a população; aumento do potencial de água potável e de recursos hídricos reservados; criação de áreas de recreação e turismo; aumento do potencial de irrigação; e aumento da produção de peixes e da possibilidade de aquicultura (PERIUS; CARREGARO, 2012).

A minimização dos impactos negativos, segundo a COPEL (2009), faz-se principalmente por medidas de proteção, cabendo ao Poder Público exigir, na forma da lei, a responsabilidade do empreendedor no que diz respeito à proteção do solo, combate à erosão, proteção dos recursos hídricos, proteção da fauna e da flora, proteção das unidades de conservação e proteção do patrimônio histórico, artístico e natural da região.

3.3 Avaliação dos impactos ambientais

Para o levantamento dos dados pertinentes a essa etapa do trabalho, consideraram-se os estudos já realizados para a região de influência da Hidrelétrica CGH Granja Velha, no município de Taquaruçu do Sul, além de informações obtidas por meio de visita técnica no local.

Os métodos para a avaliação de impacto ambiental objetivam determinar parâmetros de qualidade e quantidade de variáveis ambientais relacionadas a um projeto. Não há um método que consiga cobrir todos os impactos ambientais gerados, porém é feita uma representação geral que visa melhorar os aspectos ambientais de um projeto.

Dentre uma vasta gama de instrumentos para a averiguação dos impactos ambientais, existem as matrizes. Apesar de o nome sugerir um operador matemático, as matrizes de identificação de impactos têm esse nome somente devido à sua forma, sendo estas compostas de duas listas, dispostas na forma de linhas e colunas. Nas linhas são elencadas as principais atividades ou ações que compõem o empreendimento analisado e nas colunas são apresentados os principais componentes ou elementos do sistema ambiental, ou ainda dos processos ambientais, objetivando identificar

as interações possíveis entre os componentes do projeto e os elementos do meio (SÁNCHEZ, 2008).

O inciso VII do parágrafo 2º da resolução Conama 01 de 1986 dispõe que apenas barragens acima de 10 MW são obrigadas a realizar o EIA. Entretanto, conforme dispõe Singulane (2011), o órgão ambiental estadual, de acordo com o seu entendimento, pode exigir estudos de atividades que não constam no parágrafo 2º, desde que apresente efetivo ou potencial impacto ambiental.

A análise de impacto levou em consideração os parâmetros e atributos da resolução 01 de 1986 do Conama, cujas combinações foram propostas por Barbosa e Dupas (2006) contida na Tabela 1. Com a classificação feita pelos autores supracitados, foi adicionado mais um peso, o -1, que representa os impactos positivos. Além disso, foi proposta uma escala de cores verde para os impactos inexistentes ou positivos e de amarelo-claro, vermelho-escuro até o preto para os impactos negativos, conforme sua intensidade.

A matriz de Leopold, proposta por Leopold (1971) e adaptada por Barbosa e Dupas (2006), foi tomada por base, a partir dos valores utilizados para quantificar os impactos, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Escala de impactos proposta por Barbosa e Dupas (2006), modificada pelos autores.

Escala de cores	Pesos	Combinação de atributos
	12	regional/diretoindireto/irreversível/magnitude alta
	11	regional/diretoindireto/irreversível/magnitude média
	10	regional/diretoindireto/irreversível/magnitude baixa
	9	local/diretoindireto/irreversível/magnitude alta
	8	local/diretoindireto/irreversível/magnitude média
	7	local/diretoindireto/irreversível/magnitude baixa
	6	regional/diretoindireto/reversível/magnitude alta
	5	regional/diretoindireto/reversível/magnitude média
	4	regional/diretoindireto/reversível/magnitude baixa
	3	local/diretoindireto/reversível/magnitude alta
	2	local/diretoindireto/reversível/magnitude média
	1	local/direto indireto/reversível/magnitude baixa
	0	O impacto descrito não ocorre em alguma das etapas de planejamento, implantação e operação da PCH.
	-1	Impacto positivo

3.3.1 Meio Físico

✓ Instalação/acirramento de processos erosivos e de movimentos de massa associados às obras de construção da PCH e às operações de desmate na área do reservatório

O processo de remoção de solo e vegetação, bem como de elevação do nível do rio a montante da barragem causa instabilidade das margens, aumentando os processos erosivos (Figura 1) e causando problemas como assoreamento, perda de áreas agricultáveis, preocupação e danos financeiros à população ribeirinha.



Figura 1: Processo erosivo nas margens da barragem.

✓ Supressão de solos com aptidão para pastagens e pequenas lavouras

As áreas marginais devem ser contratadas em regime de servidão para o reflorestamento e os proprietários devem ser indenizados. Entretanto, houve resistência por parte de alguns proprietários, o que está dificultando o processo de mitigação dos impactos causados pela barragem por meio do reflorestamento (Figura 2).



Figura 2: Áreas marginais em regime de servidão.

É importante salientar que essas áreas, apesar de serem Áreas de Preservação Permanente - APPs, eram utilizadas para fins agrícolas como pastagens e lavouras. Se por um lado perderam-se áreas agrícolas, por outro fez-se cumprir com mais rigor a legislação.

✓ *Poluição do ar*

A floresta suprimida, sobretudo pelas águas alagadas, sofre processos de decomposição, gerando gases como metano e dióxido de carbono. Além disso, na etapa de instalação, na qual o solo é removido, há geração de aerossóis, dispersando poeiras e material particulado.

✓ *Regularização da vazão a montante do reservatório*

A regularização da vazão a montante do reservatório é um impacto positivo, pois dispõe de água para as populações ribeirinhas mesmo em períodos de seca, em que os níveis do rio costumavam ser menores.

3.3.2 Meio Biótico

✓ *Perda de vegetação.*

A perda de vegetação ocorre na zona alagada e também na zona onde foi construída a adução de água até as turbinas. Ambas são irreversíveis.

✓ *Dispersão da fauna de vertebrados alados e terrestres.*

Diante da supressão da vegetação e também do aumento de áreas alagadas, alguns vertebrados e alados terrestres tendem a se dispersar.

✓ *Alteração da qualidade das águas frente ao descarte de efluentes, à disposição inadequada e resíduos e de insumos nas áreas do canteiro de obras, oficinas, alojamentos, refeitório e área de lazer*

A poluição difusa ocorre de forma contínua e independe da instalação do empreendimento. Entretanto, no período de instalação ocorreram alguns lançamentos pontuais que possuíam potencial de contaminação dos corpos hídricos receptores.

✓ *Supressão de habitats para a fauna*

A remoção de solo e vegetação suprime habitats e nichos específicos, causando a migração de espécies.

✓ *Pressão sobre a fauna*

Os processos de modificação de habitats e migrações podem aumentar ou diminuir predadores e presas podendo gerar desequilíbrios nas cadeias alimentares.

✓ *Elevação nos teores de matéria orgânica e nutrientes e redução de oxigênio dissolvido no reservatório*

No trecho de vazão reduzida em função do ambiente lótico há uma redução dos teores de oxigênio dissolvido, o qual deve ser monitorado para identificar a ocorrência de valores menores do que 6 mg/L.

É necessário destacar que na região do vertedouro, onde a água passa pelas turbinas, é formada uma área de areação que, apesar dos impactos, apresenta como benefício o aumento da capacidade de autodepuração do trecho.

✓ *Alteração quali-quantitativa da ictiofauna*

As alterações de oxigênio dissolvido e aumento da carga orgânica podem restringir algumas espécies. Além disso, a turbulência gerada pela queda d'água que passa pelas turbinas pode prejudicar espécies bentônicas.

✓ *Redução na capacidade de autodepuração no trecho de vazão reduzida.*

A formação de ambientes lênticos pela barragem pode diminuir o coeficiente de aeração que, combinado com a diminuição da vazão, diminui significativamente a capacidade de autodepuração de trechos do rio.

3.3.3 Meio Socioeconômico

✓ *Insegurança e ansiedade da população local*

Considera-se que no período de planejamento há a ocorrência de incertezas sobre os efeitos da obra na vida da população, sobretudo naquela diretamente afetada. Questões sobre a redução da área

agricultável e riscos de inundações ficam presentes neste período.

✓ *Atração da população e tendência à desorganização social*

A obra atrai um grupo grande de trabalhadores que vão, temporariamente, residir na região, o que pode causar alguns problemas relacionados à desorganização social, sobretudo por a cidade ser muito pequena.

✓ *Pressão sobre os serviços de saúde*

Em função do aumento populacional causado pela obra, é importante considerar o aumento da demanda por serviços de saúde, ocasionada pelos acidentes de trabalho e agravos à saúde que podem ocorrer no período de construção do empreendimento.

✓ *Alteração das características cênicas*

A paisagem é modificada em função da barragem, o que gera uma descaracterização e transformação do local. Entretanto, considera-se uma alteração muito baixa em função de a obra ocupar uma área relativamente pequena.

✓ *Produção de energia limpa e renovável*

A energia produzida pela pequena central hidrelétrica possui muitas vantagens em relação a outras fontes de energia, pois é renovável. Além disso, por ser em menor escala de produção, apresenta impactos menores do que aqueles gerados pelas usinas hidrelétricas. Todavia, há uma questão de logística das linhas de transmissão que são instaladas em âmbito regional, reduzindo a necessidade de criação de áreas de servidão.

✓ *Criação de novos empregos*

A obra cria uma série de novos empregos, principalmente na etapa de implantação. Mas é importante evidenciar que gera empregos em longo prazo, dentre eles: atendentes, operadores, pessoal de manutenção, contratação de serviços de técnicos especializados, entre outros.

✓ *Reduz a demanda de consumo de energias não-renováveis como a termelétrica de carvão*

Hoje, no Brasil, ainda existem diversas usinas termelétricas que geram energia por meio de combustíveis não renováveis, como carvão mineral e derivados de petróleo, além da biomassa. Os impactos ambientais gerados por esse tipo de empreendimento são muito altos, chegando a atingir grandes regiões. Acredita-se que com a construção de empreendimentos menores para o atendimento de demandas regionais, como é o caso das PCHs, a necessidade do uso de tecnologias de alto impacto ambiental seja reduzida.

✓ *Aumenta os investimentos na região*

Além da geração de empregos, o empreendimento aumenta o interesse de investidores na região, não só pelo fornecimento de energia mais barata, mas também pelo desenvolvimento gerado pelo empreendimento.

3.3.4 *Matriz de Impacto Ambiental*

Na Tabela 2 estão contidos os principais impactos ambientais gerados pela PCH estudada. Esta tabela foi baseada na visita a campo e também no trabalho de Barbosa e Dupas (2006).

Tabela 2: Principais impactos ambientais gerados pelo empreendimento

Físico	1	Instalação/acirramento de processos erosivos e de movimentos de massa associados às obras de construção da PCH e as operações de desmate na área do reservatório.
	2	Supressão de solos com aptidão para pastagens e pequenas lavouras.
	3	Poluição do ar.
	4	Regularização da vazão a montante do reservatório.
Biótico	5	Perda de vegetação.
	6	Dispersão da fauna de vertebrados alados e terrestres.
	7	Alteração da qualidade das águas frente ao descarte de efluentes, à disposição inadequada e resíduos e de insumos nas áreas do canteiro de obras, oficinas, alojamentos, refeitório e área de lazer.
	8	Supressão de habitats para a fauna.
	9	Pressão sobre a fauna.
	10	Elevação nos teores de materiais orgânicos e de nutrientes, redução de oxigênio dissolvido no reservatório.
	11	Alteração da qualidade das águas do reservatório face ao aporte de sedimentos, de agroquímicos, de dejetos de animais e de poluentes
	12	Alteração do comportamento de oxigênio dissolvido
	13	Alteração quali-quantitativa da ictiofauna.
	14	Eliminação de habitats para a ictiofauna e para a anfíbiofauna.
Antrópico	15	Modificação na estrutura e funcionamento da microbiota aquática.
	16	Redução na capacidade de autodepuração no trecho de vazão reduzida
	17	Insegurança e ansiedade da população local.
	18	Atração da população e tendência à desorganização social
	19	Pressão sobre os serviços de saúde
	20	Alteração das características cênicas
	21	Produção de energia limpa e renovável
	22	Criação de novos empregos
	23	Reduz a demanda para o consumo de energias não renováveis como termelétricas de carvão
	24	Aumenta os investimentos na região

Foram identificados 24 impactos ambientais, sendo que 4 deles foram positivos em alguma das três etapas analisadas (planejamento, implantação e operação).

Avaliando a matriz de interação de impactos ambientais (Tabela 2), observa-se que o meio mais impactado é o biótico, com 48% dos impactos ambientais listados e cerca de 65% das unidades de impacto observadas.

A fase de operação, apesar de possuir um número de impactos menor, significando 16% do total, apresenta 30% das unidades de impacto ambiental. Isso se deve, principalmente, ao fato de os principais impactos no meio físico serem irreversíveis.

A fase de planejamento oferece poucos impactos significativos, pois envolve apenas estudos. Na Tabela 3, apresenta-se a Matriz de avaliação de impacto ambiental para a PCH em estudo.

Tabela 3: Matriz de avaliação de impacto ambiental para a PCH estudada.

Meio	NIA/%		Planejamento	Implantação	Operação	UIA/%
Físico	4/16%	1	0	2	1	15
		2	0	7	0	
		3	0	6	0	
		4	0	0	-1	
Biótico	16/48%	5	0	7	0	64
		6	0	5	0	
		7	0	3	2	
		8	0	7	0	
		9	0	3	1	
		10	0	1	3	
		11	0	0	5	
		12	0	0	7	
		13	0	0	1	
		14	0	7	0	
		15	0	1	7	
Antrópico	9/36%	16	0	1	3	7
		17	6	0	0	
		18	0	2	0	
		19	0	3	1	
		20	0	3	0	
		21	0	0	-1	
		22	-1	-1	-1	
		24	-1	-1	-1	
Totais parciais			4	56	26	
Total de unidade de impactos			86			
Representatividade(%)			4.65%	65.12%	30.23%	

Legenda: NIA: número de impactos ambientais. UIA: unidade de impactos ambientais.

3.4 Propostas para a mitigação dos impactos avaliados

As propostas em relação aos impactos listados serão aglutinadas em ações conjuntas (Tabela 4). O principal critério para a união dos impactos é selecionar por áreas correlatas. Por exemplo: todos os impactos sobre a biota aquática serão afetados direta ou indiretamente, portanto procura-se um conjunto de ações que vise mitigar os impactos como um todo.

Tabela 4: Grupos aos quais as ações de mitigação e remediação serão aplicadas

Meio	Impacto	Descrição do impacto
Físico	1,2	Processos erosivos e instabilização nas áreas alagadas
	3	Poluição do ar
Biótico	5	Flora
	6, 8, 9	Fauna
	7, 10, 11, 12, 16	Qualidade da água
	13, 14, 15	Biota aquática
	17, 18, 20	Interface empreendimento/sociedade
Antrópico	20	Características cênicas

3.4.1 Meio físico

✓ *Processos erosivos e instabilidade das áreas alagadas*

Para diminuir os processos erosivos é importante a manutenção das matas ciliares com vegetações nativas. Atualmente há resistência dos proprietários das áreas de servidão em reflorestar as áreas de APP. Para solucionar esse problema, propõe-se um programa de distribuição de mudas nativas para os agricultores em um dia de campo com técnicos que darão o treinamento e as informações necessários para o plantio e cuidados das mudas até que ocorra uma sucessão ecológica nos locais indicados.

✓ *Poluição do ar*

A questão da poluição do ar é complicada pela sua difusividade. Propõe-se que toda árvore que tenha que ser suprimida e possua viabilidade para produção de madeira seja vendida para madeireiras locais e o resto da vegetação seja destinado para alguma indústria que utilize biomassa para aquecimento de caldeiras.

Em relação à poeira e material particulado causado pelas obras, em pontos críticos é sugerido que a área seja molhada para diminuir o material suscetível a suspensão.

3.4.2 Meio biótico

✓ *Flora*

As áreas onde a vegetação é suprimida não formam grandes extensões. Contudo, esse impacto é irreversível, ou seja, aquela região não terá mais a mesma vegetação. Para isso é necessário reflorestar outras áreas, então serão feitas duas ações:

✓ *Reflorestamento de áreas de preservação permanente da região*

Doação de mudas de árvores nativas para agricultores que possuem APPs não preservadas na região, com treinamento em relação à legislação e como fazer o manejo correto das mudas.

✓ *Arborização urbana e sensibilização ambiental*

Projeto de arborização urbana com as escolas municipais e estaduais com doação de mudas e palestras de sensibilização.

✓ *Fauna*

Espera-se que o processo de reflorestamento das áreas adjacentes fortaleça um corredor ecológico na região que viabilize a migração das espécies que estavam naquele local.

✓ *Qualidade da água*

Será realizado um monitoramento semestral da qualidade da água do trecho de vazão reduzida, com os parâmetros listados na Conama 357 de 2005, a fim de verificar alterações provocadas pelo barramento.

Na etapa de instalação, é importante que todos os efluentes possuam um tratamento com, no mínimo, fossa e filtro.

Em relação aos resíduos sólidos no reservatório, estes são recolhidos, pois além da poluição podem causar danos nas turbinas (Figura 3).



Figura 3: Coleta de resíduos sólidos no âmbito do reservatório

✓ *Biota aquática*

Para a biótica aquática, a principal obra é o canal que permite aos peixes subirem o rio no período da piracema (Figura 4).



Figura 4: Sistema de retorno para os peixes no período da piracema.

Para garantir que esse processo ocorra corretamente, é preciso fazer o monitoramento constante da ictiofauna e anfíbiofauna.

3.4.3 No meio antrópico

✓ Interface empreendimento/população

Para minimizar os conflitos sociais, é importante que todo o processo seja muito bem esclarecido nas audiências públicas, para que a população em geral tenha consciência dos pontos positivos e negativos de cada etapa do empreendimento.

Em relação aos problemas relacionados à saúde, é importante ter uma equipe formada por, no mínimo um técnico de enfermagem para cada 20 funcionários. Além disso é importante cumprir corretamente todas as normas regulamentadoras para prevenir acidentes de trabalho.

✓ Características cênicas

Em relação a esse tópico, foram feitas obras para tornar a área da empresa uma área de lazer, na qual a população possa fazer almoços aos finais de semana e acampamentos.

4 CONCLUSÕES

Neste trabalho, observou-se que a construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas não é responsável por gerar graves impactos ambientais. Contudo, os principais impactos desse empreendimento se encontram na etapa de implementação, pois envolve grandes obras e remoção de grandes quantidades de vegetação e solo.

Os impactos observados não chegaram a grandes magnitudes e se demonstram menores do que outros empreendimentos, como o relatado por Barbosa e Dupas (2006), fato que torna o empreendimento viável ambientalmente, desde que siga as medidas de mitigação e remediação propostas.

Embora existam impactos que não se pode evitar, recomenda-se ressaltar os investimentos em outros setores da sociedade como forma de compensá-los.

O desenvolvimento da metodologia por matrizes foi considerado satisfatório, visto que ficaram expostos de forma clara os impactos e suas respectivas magnitudes, facilitando a compreensão por parte da comunidade em geral.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). **Guia do empreendedor de pequenas centrais hidrelétricas**. ANEEL, Brasília: 2003. 704 p.

ANDRADE, A. **O papel das PCHs na economia Catarinense**. 2010. 72 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2010.

- BARBOSA T.; DUPAS F. 2008. Utilização de uma matriz simplificada para a quantificação e qualificação dos impactos ambientais da PCH Ninho das Águias. In: COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS. VI Simpósio Brasileiro sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas. Belo Horizonte – MG, 21 a 25 de abril de 2008. **Anais...** Belo Horizonte: 2008.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. In: Resolução Nº 001 de 23 de Janeiro de 1986. Brasília, 1086.
- CARLE, C. B.. **Relatório de Vistoria Arqueológica no Município de Taquaruçu do Sul/RS**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2007. 20 p.
- CLIMATE-DATA.ORG. **Dados Climáticos para Cidades Mundiais**. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 08 mai. 2016.
- COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL (Paraná). **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da PCH Cavernoso II**. Curitiba: Diretoria de Meio Ambiente e Cidadania Empresarial, 2009. 300 p.
- DUTRA, F. Resgate de Ictiofauna nos trechos de vazão reduzida após o fechamento das adufas da PCH Santa Fé. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2., 2010, Cascavel. **Anais...** Cascavel: UNIOESTE, 2010. p. 1-10.
- EMATER/RS. **Diagnóstico da realidade municipal**. Apostila. 2002.
- FREITAS, J.. **A importância das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) na economia do Rio Grande do Sul**. 2012. 45 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2012.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
- KRAG, M. et al. Avaliação Qualitativa de Impactos Ambientais considerando as etapas de Limpeza e Preparo do Terreno em Plantios Florestais no Nordeste Paraense. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p.725-735, ago. 2013.
- LEOPOLD, L. et al. **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington: U. S. Geological Survey, 1971.
- NILTON, C. **O Impacto das Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH's no Meio Ambiente**. 2009. 10 f. TCC (Graduação em Formas Alternativas de Energia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- PERINI, G. **Estudo da Fragmentação da Paisagem no Município de Taquaruçu do Sul-RS, utilizando o Software Fragstats**. Frederico Westphalen, 2005.
- PERIUS, M.; CARREGARO, J. Pequenas Centrais Hidrelétricas como forma de Redução de Impactos Ambientais e Crises Energéticas. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. Brasília, v. 16, n. 2, p.135-150, out. 2012
- SÁNCHEZ, L. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- SECRETARIA MUNICIPAL DA EDUCAÇÃO. **Taquaruçu do Sul**. Apostila. 2002.
- SINGULANE, V. A obrigatoriedade de estudos dos impactos ambientais. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, v. XIV, n. 91, ago 2011.
- SOS MATA ATLÂNTICA. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/10660/34-propriedades-receberao-r-400-mil-para-criacao-e-gestao-de-rppns-na-mata-atlantica/>>. Acesso em: 02 jun. 2016.
- SPONCHIADO, B. Taquaruçu: 25 anos de Paróquia Nossa Gente - Nossa História. **Gráfica e Editora Pe. Berthier**, 1. ed., 1986.
- TAQUARUÇU DO SUL. **Plano Ambiental**. 3ª ed. 2012. Disponível em: <<http://taquarucudosulrs.com.br/arquivos/downloads/6.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2016.
- TAQUARUÇU DO SUL. PREFEITURA MUNICIPAL. **Dados Históricos**. 2015. Disponível em: <<http://taquarucudosulrs.com.br/site/pgso-br/historico.php>>. Acesso em: 28 ago. 2016.