

# A Utilização de SIG no Auxílio da Análise dos Impactos Ambientais Causados pelas Usinas Hidroelétricas Passo São João e São José Localizadas no Rio Ijuí – RS

O. R. Cardoso<sup>1</sup>; M. M. G. Dambrós<sup>1</sup>; R. A. Xavier<sup>1</sup>; C. V. da C. Weiss<sup>3</sup>;  
N. P. Gauer<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental/Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento Costeiro/ Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, CEP 96201-900, Rio Grande – Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>4</sup> Graduação em Ciências Biológicas com Ênfase em Biologia Marinha e Costeira/CECLIMAR, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CEP 95625-000, Imbé – Rio Grande do Sul, Brasil

rafael.bioufrgs@gmail.com

(Recebido em 29 de novembro de 2013; aceito em 07 de agosto de 2014)

No Brasil a energia hidroelétrica é a matriz principal para a geração de energia, ficando o restante distribuído entre as outras fontes de geração, eólica, solar e térmica. Hoje, a hidroeletricidade corresponde a 71% do volume total de energia elétrica gerada no país. Dessa forma, os empreendimentos hidroelétricos estão em ascensão no país, o que traz benefícios, mas também impactos ao ambiente. O objetivo deste trabalho consiste em demonstrar a praticidade da utilização de ferramenta SIG no auxílio da análise dos impactos ambientais causados no Rio Ijuí após a construção em cascata de duas usinas hidroelétricas, UHE Passo São João e UHE São José. A metodologia utilizada consiste em estabelecer diferentes critérios físicos de avaliação e seus respectivos pesos, sendo assim, os critérios distância de sedes urbanas, distância entre barramentos, área alagada, potência instalada e produtividade foram mensurados para originar uma classificação (baixo, médio e alto impacto ao ambiente). Para dar exatidão nos resultados de cada critério físico, foi utilizado Sistema de Informação Geográfica (SIG) e o software ArcMap. Ao realizar a média dos impactos causados conforme os critérios estabelecidos, a UHE Passo São João foi classificada como causadora de médio a alto impacto ao ambiente e a UHE São José, como causadora de baixo a médio impacto. Os critérios que mais influenciaram na classificação final dos impactos das UHEs foram: distância entre sedes urbanas que prejudicou a UHE Passo São João que está muito próxima a cidade de Roque Gonzales e as áreas alagadas de ambas UHEs que extrapolam os 13 Km<sup>2</sup> considerados nesta metodologia.

Palavras-chave: usinas hidroelétricas, barragens, impactos ambientais.

## The Use of GIS in Aid Analysis of Environmental Impacts Caused by the Hydroelectric Power Plants Passo São João and São José Located in Rio Ijuí – RS

In Brazil hydropower is the matrix for power generation, with the remainder distributed among the other generation sources, wind, solar and thermal. Today, hydroelectricity accounts for 71% of total electricity generated in the country. Thus, hydroelectric developments are on the rise in the country, which somehow brings beneficial, but also impacts the environment. The objective of this work is to demonstrate the practicality of using GIS tool to aid in the analysis of environmental impacts in Rio Ijuí after construction cascading two hydroelectric plants, UHE Passo São João and UHE São José. The methodology is to establish different evaluation physical criteria and their respective weights, so the distance criteria of urban seats, distance between buses, flooded area, installed capacity and yield were measured to give a classification (low, medium and high impact to the environment). To give accurate results of each physical criteria, was used Geographic Information System (GIS) and ArcMap software. By performing the average impacts according to agreed criteria, UHE Passo São João was classified as causing moderate to high impact on the environment and São José as causing low to medium impact. The criterion that influenced this final impacts UHEs were: distance between venues urban that damaged the UHE Passo São João that is very close to the town of Roque Gonzales, and wetlands both UHEs that go beyond the 13 km<sup>2</sup> considered this methodology.

Keywords: hydroelectric plants, barrage, environmental impacts.

## 1. INTRODUÇÃO

Ocorreram importantes avanços no setor de recursos hídricos ao longo dos últimos vinte anos, onde o mais significativo foi a mudança de uma gestão institucionalmente fragmentada para uma legislação integrada e descentralizada, principalmente com a edição da Lei Federal n. 9.433, de 1997 e a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), em 2000. Esta reorganização do sistema substituiu práticas profundamente arraigadas de planejamento tecnocrático e autoritário. Devolveu-se o poder para as instituições descentralizadas de bacia e isto implica em promover processos de negociação entre os diversos agentes públicos, usuários e sociedade civil organizada. No estado do Rio Grande do Sul, a Lei 10350 de 1994 estabelece a Política estadual dos Recursos Hídricos [1].

O crescimento econômico atual do Brasil e o crescente consumo de energia elétrica têm promovido investimentos na ampliação da produção deste tipo de energia. O potencial hídrico disponível, e este cenário tornaram as hidroelétricas matrizes ideais para o abastecimento da população, conforme avaliação do governo federal [2].

Com um dos maiores potenciais hidrelétricos do mundo, no Brasil a energia hidrelétrica é a matriz principal para a geração de energia elétrica, ficando o restante distribuído entre as outras fontes de geração, eólica, solar e térmica. Hoje, a hidroeletricidade corresponde a 71% do volume total de energia elétrica gerada no país [3].

Conforme o Banco de informações da ANNEL existe 2.911 empreendimentos de geração de energia hidrelétrica em operação, destes 1072 estão entre pequenas e grandes centrais hidroelétricas, sendo que para os próximos anos, está prevista uma adição de 160 empreendimentos atualmente em construção.

Uma escolha que é apenas interesse energético e econômico, também apresenta fortes impactos. Os impactos físicos mais comuns são a diminuição da correnteza do rio alterando a dinâmica do ambiente aquático. A figura 1 demonstra claramente a alteração na paisagem natural do rio, com isso o fluxo de sedimentos é alterado favorecendo a deposição deste no ambiente lótico.

Um dos impactos causados é a estratificação térmica nos reservatórios das usinas hidroelétricas, repercutindo também, em outros impactos uma vez que com essa disposição há pouca mistura na água do ambiente represado, favorecendo a eutrofização do mesmo e a ocorrência de reações químicas que geram compostos nocivos ao interesse humano, sendo estes os principais impactos químicos observados [4].

Os impactos biológicos relacionam-se à barreira física representada pela barragem para as espécies aquáticas, constituindo um fator de isolamento das populações antes em contato. Além deste fato, a barragem impede ou dificulta a piracema das espécies de peixe. As transformações da dinâmica do rio bem como as alterações na qualidade da água afetam tanto a região a montante quanto a jusante da barragem. Tais impactos, geralmente, afetam a biodiversidade do rio.

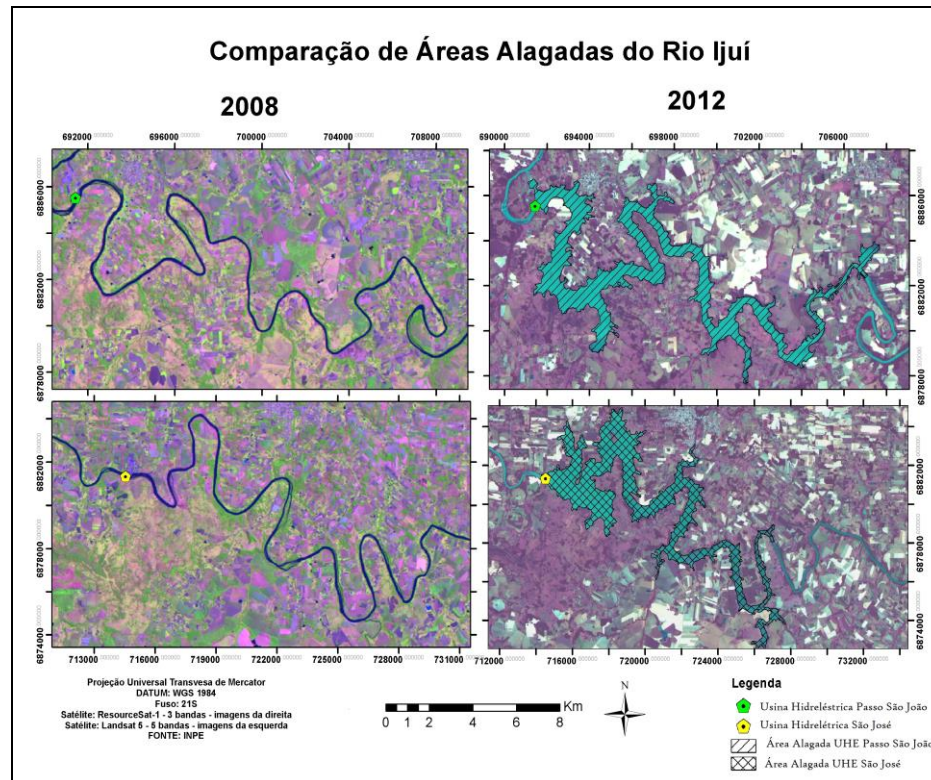


Figura 1 – Alteração do rio devido à construção de Usinas Hidroelétricas.

O aumento na oferta de energia representa uma consequência global de qualquer empreendimento de hidroeletricidade. Entretanto, todos os eventos desencadeados por essa forma de energia, tais como diminuição na qualidade de água, desagregação social de comunidades locais e aumento na incidência de doenças seriam consequências imediatas para os habitantes da região do projeto, representando os impactos sociais do empreendimento. Embora sejam mais subjetivos, estes e outros efeitos devem ser considerados e analisados por ocasião de projetos hidrelétricos.

No contexto de impactos de barragens hidroelétricas, destacam-se os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que possibilitam a análise dos impactos, visando identificar áreas com maiores riscos e danos do ponto de vista ambiental. Considerados como uma das principais ferramentas do geoprocessamento, os SIGs permitem a obtenção qualitativa e quantitativa de dados computacionais geográficos possibilitando a gestão dos recursos e aplicação de técnicas otimizadas baseadas em diagnósticos georreferenciados em outras ferramentas. Se em tempos passados um mapa só podia ser concebido através de meios arcaicos, normalmente percorrendo-se o trecho a ser delineado, hoje pode ser desenvolvido com base em imagens geradas por satélite [5].

Com o entendimento que o uso de SIG nas análises ambientais já está difundido mundialmente para facilitar e diagnosticar os impactos de empreendimentos, principalmente impactos físicos no meio, a utilização de softwares de geoprocessamento tem permitido condições para extração de informações georreferenciadas dos ambientes. Deste modo, a proposta de inserir o uso de SIG nas análises de critérios ambientais, auxilia de uma maneira rápida a definir os impactos causados pelos empreendimentos hidrelétricos e principalmente na tomada de decisão nos processos de licenciamento dos empreendimentos.

Assim, o objetivo deste trabalho consiste em demonstrar a praticidade da utilização de ferramenta SIG no auxílio da análise dos impactos ambientais causados no Rio Ijuí após a construção em cascata de duas usinas hidroelétricas, UHE Passo São João e UHE São José, obtendo assim, uma melhor perspectiva local.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

### Usina Hidrelétrica (UHE) Passo São João

A UHE Passo São João entrou em operação no ano de 2012 no Rio Ijuí no Município de Roque Gonzales, localizada a aproximadamente 550 km de Porto Alegre (RS). Sua área de alagamento (reservatório) abrange também os municípios de São Luiz Gonzaga, São Pedro do Butiá e Rolador, na região Noroeste do Estado.

A Usina Passo São João funciona a fio d'água, ou seja, seu reservatório tem somente a função de manter o desnível necessário para a geração de energia. A usina é constituída de uma barragem que utiliza um canal de adução para conduzir a água até a casa de força, de forma a aproveitar a queda natural do rio Ijuí.

Esta UHE faz parte de um sistema de usinas em cascata no Rio Ijuí, sendo precedida pela UHE São José, no município de Cerro Largo.

### Usina Hidrelétrica (UHE) São José

A UHE São José foi implantada no Rio Ijuí no ano de 2009 funcionando também a fio d'água. Está localizada a montante da UHE Passo São João, no município de Cerro Largo, distante aproximadamente 500 km da capital do Estado. Possui uma barragem com casa de força incorporada, de forma a aproveitar a queda natural do rio Ijuí naquele trecho.

Na figura 2 é apresentada uma imagem da localização das usinas e os dados de caracterização dos empreendimentos podem ser observados no quadro 1.

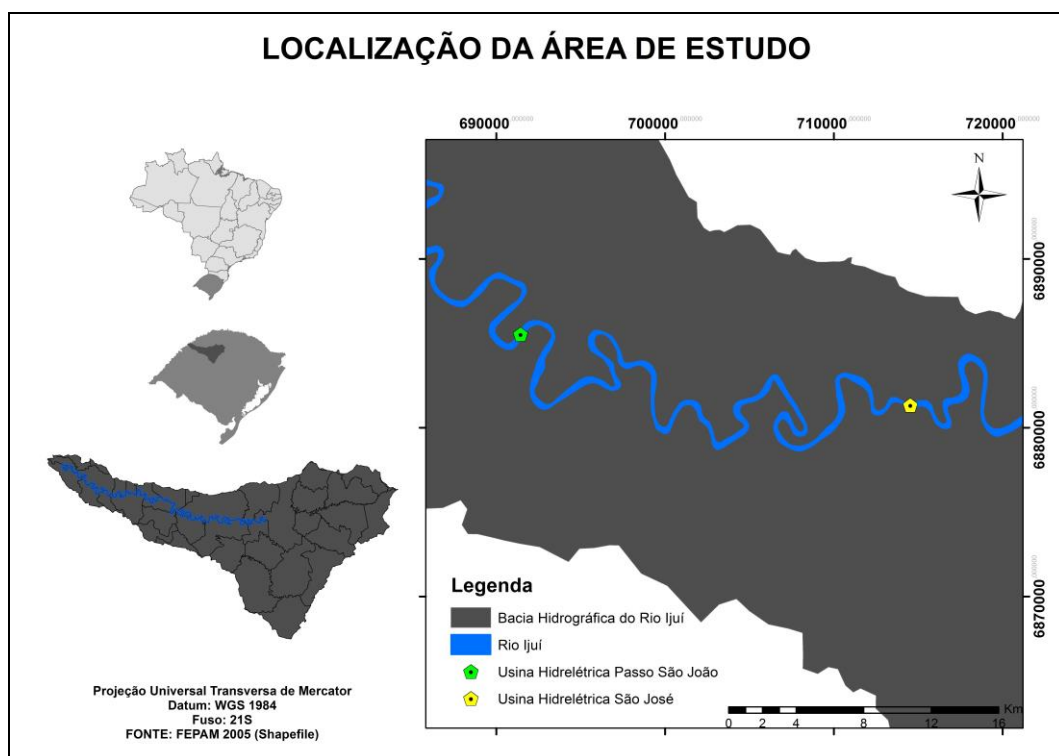


Figura 2– Localização da área de estudo, com destaque a Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, Rio Ijuí e UHEs Passo São João e São José.

USINA HIDRELÉTRICA		
	Passo São João	São José
<b>Potência Autorizada</b>	77 MW	51 MW
<b>Número de Unidades Geradoras</b>	2	2
<b>Potência Unitária</b>	39 MW	25,5 MW
<b>Área Total do Reservatório</b>	25,24 Km <sup>2</sup>	23,46 Km <sup>2</sup>

*Quadro 1– Características dos empreendimentos em estudo.*

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar o trabalho foram utilizadas imagens do catálogo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do banco de dados da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA). As imagens utilizadas foram da órbita 224 ponto 79 com data de 14/03/2008 do satélite Landsat 5; órbita 325 ponto 99 com datas de 16/03 e 18/10 de 2012 do satélite Resourcesat-1; e carta SH-21-X-B do satélite SRTM de elevação de solo.

Também foram utilizados os shapes dos recursos hídricos e áreas urbanas do Rio Grande do Sul, retirados do banco de dados da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS (FEPAM).

Para demonstrar os períodos de precipitação e estiagem na área de estudo (bacia do Rio Ijuí), foram obtidos registros históricos de 2010 a 2013 dos dados de precipitação das estações automáticas 02854006 – estação Passo Viola e 02853023 – estação Condor de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), retiradas do portal HidroWeb. Para tratar as imagens, interpolar e selecionar os dados, foi necessário os softwares ESRI® ArcMap 10.0 e Excel® 2007.

A metodologia aplicada neste estudo foi adaptada da pesquisa realizada por Fernandes e Perazzoli [6,7], a qual propõe critérios ambientais físicos e, através destes, quantificar o impacto causado por usinas hidroelétricas. Os critérios estabelecidos para esta análise foram: distância de sedes urbanas, distância entre barramentos, área alagada, potência instalada e produtividade (relação entre potência elétrica e área alagada) (quadro 2).

Os pesos para os indicadores ambientais variaram entre baixo, médio e alto impacto causado ao ambiente, conforme adaptado do estudo realizado por Medina e outros [8], que avaliou as políticas energéticas e o desenvolvimento de energia sustentável no México.

Critérios Ambientais	Baixo Impacto Ambiental	Médio Impacto Ambiental	Alto Impacto Ambiental
<b>Distância entre Sedes Urbanas</b>	> 5 Km	2,5 a 5 Km	< 2,5 Km
<b>Distância entre Barramentos</b>	> 30 Km	10 a 30 Km	< 10 Km
<b>Área Alagada</b>	< 3 Km <sup>2</sup>	3 a 13 Km <sup>2</sup>	> 13 Km <sup>2</sup>
<b>Potência Instalada</b>	> 30 MW	1 a 30 MW	< 1 MW
<b>Produtividade</b>	> 10 MW/Km <sup>2</sup>	2,13 a 10 MW/Km <sup>2</sup>	< 2,13 MW/Km <sup>2</sup>

*Quadro 2 – Critérios e classificação conforme pesos atribuídos.*

### 3.1 CRITÉRIOS AMBIENTAIS

#### Distância de Sedes Urbanas

Este critério deve-se ao fato de que quanto maior a proximidade de um empreendimento a áreas urbanas, maior será o impacto na infra-estrutura e na economia local como um todo, por exemplo, a pressão na área da saúde e educação com o aumento da demanda. Outro fator relevante é o risco oferecido em função da proximidade ao reservatório (área alagada), ao qual escoar com menor velocidade, podendo assim propiciar o surgimento de novas doenças e possíveis vetores.

Para determinar esta distância, foram elaborados dois mapas com as sedes urbanas próximas das duas UHEs e mensurado com auxílio de software adequado (figura 3 e 4)

Seguindo os critérios estabelecidos, se a área urbana se encontra dentro de um raio de 2,5 km de distância do barramento, alto impacto; se está entre um raio de 2,5 e 5 km de distância do aproveitamento, médio impacto; se encontra-se a mais de 5 km da usina, baixo impacto.

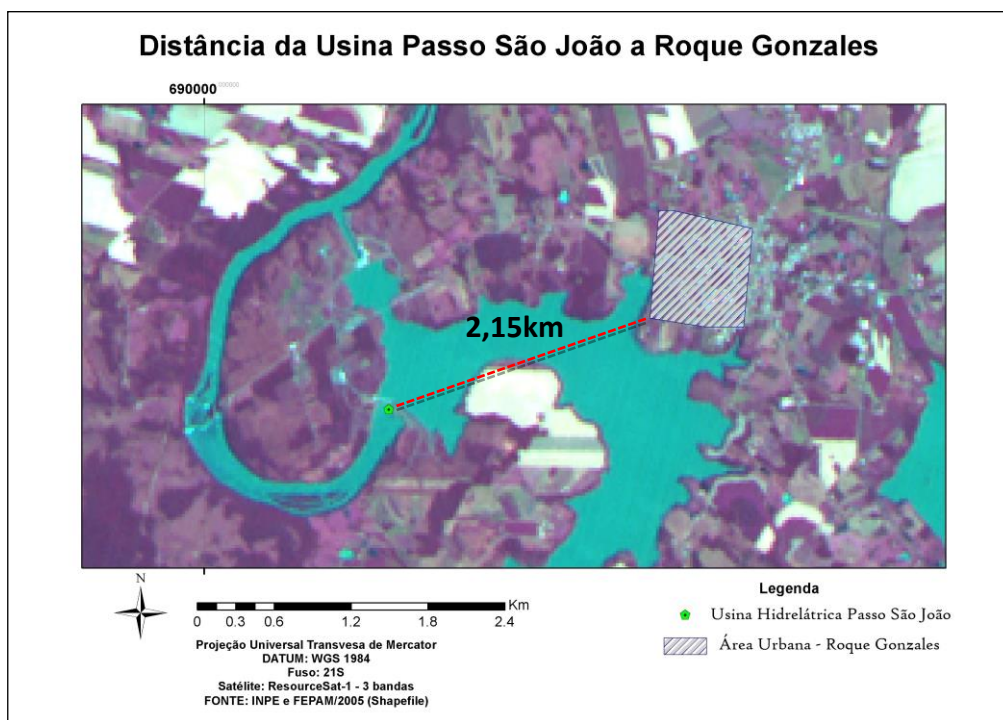
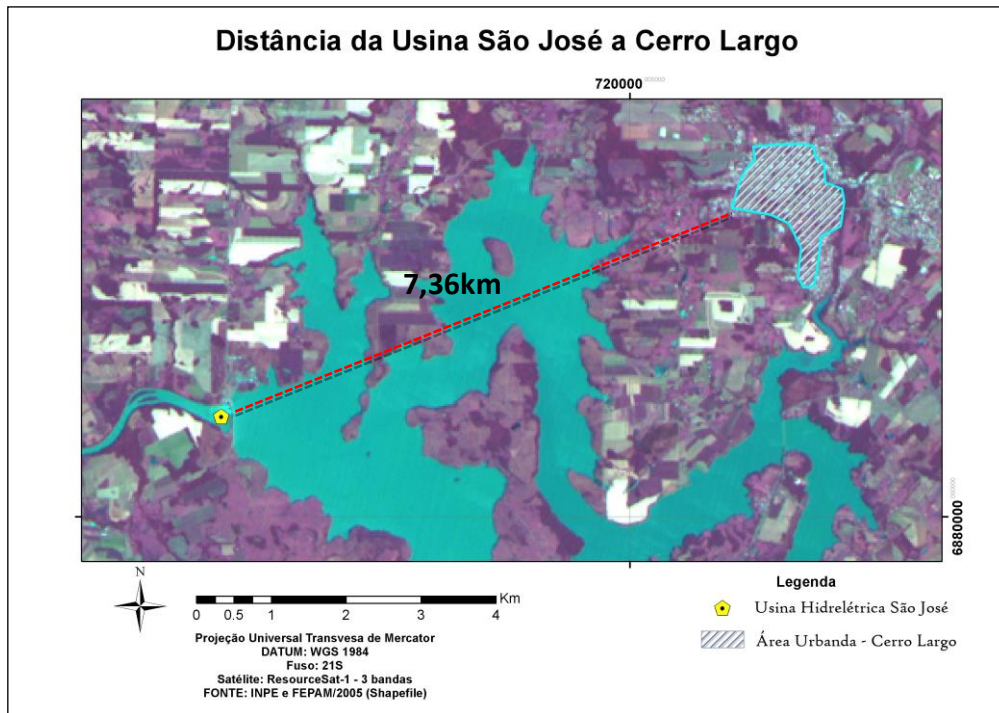


Figura 3 – Distância do empreendimento a sede urbana mais próxima.



*Figura 4 – Distância do empreendimento a sede urbana mais próxima.*

### Distância entre Barramentos

Várias usinas em um mesmo curso d'água provocam o que podemos chamar de “somatório de impactos”. Esta proximidade entre os aproveitamentos hidrelétricos ocorre devido às dimensões reduzidas dessas centrais hidroelétricas, o que permite a construção de uma sequência de UHEs em um único rio [9].

Diversos são os impactos causados por esta sequência de barramentos construídos em um mesmo recurso hídrico, como a restrição da vazão, a fragmentação de habitats e a fragmentação de corredores ecológicos entre outros.

Na literatura, existe pouco estudo referente a aspectos acumulativos de barramentos, desta forma, conforme estudo realizado [9], barramentos com uma proximidade de até 10 km para um outro barramento, recebem a classificação de alto impacto; barramentos com uma proximidade entre 10 e 30 km, médio impacto; e barramentos que se distanciam acima de 30 km, baixo impacto. As distâncias foram mensuradas através da realização de mapa apresentando os barramentos a montante da UHE Passo São João e auxílio de software adequado (figura 5).

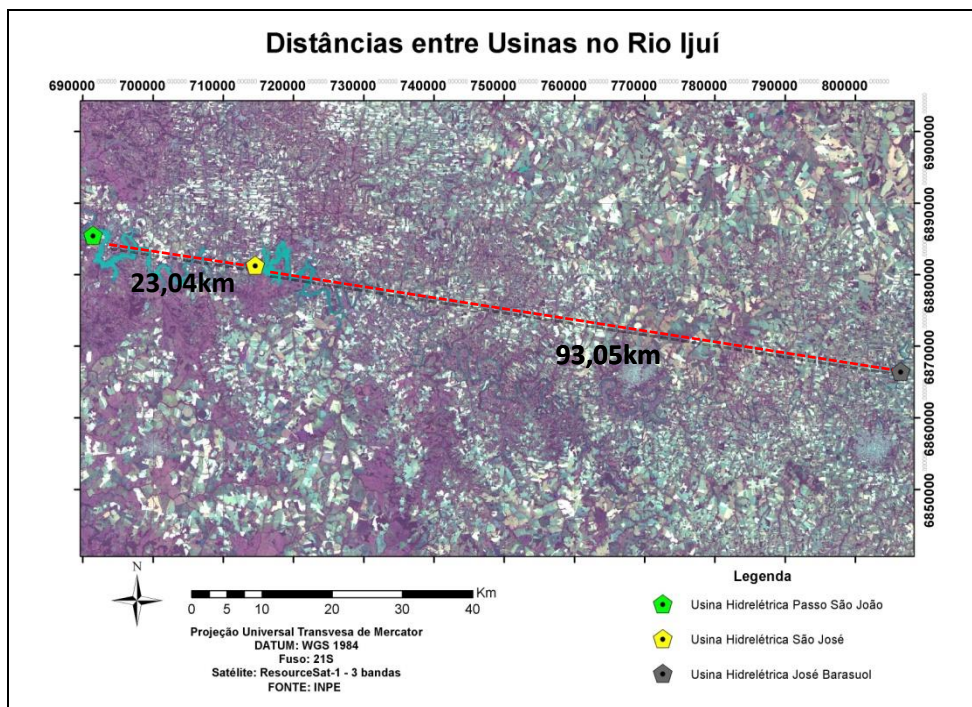


Figura 5 – Distâncias entre barramentos no rio Ijuí – RS.

### Área Alagada

Conforme a resolução ANEEL 652 [10], para um aproveitamento hidroelétrico se enquadrar como Pequena Central Hidrelétrica (PCH), sua área alagada não pode passar de 3 Km<sup>2</sup>. Para mensurar este critério, foram analisadas duas imagens de cada área alagada, sendo uma em um período de estiagem e outra em um período de cheia (figuras 6 e 7). Foi constatado dessa forma que a área alagada da UHE Passo São João se mantém constante independente do período, pois esta vazão é regulada pela UHE São José que está logo a montante. Entretanto, a UHE São José possui variação de sua área alagada conforme períodos climáticos, pois a usina que está à montante, não está próxima o suficiente para regular esta vazão. Para este critério, foram considerados apenas os períodos de cheia e traçados polígonos no entorno de toda extensão dos reservatórios, com a ferramenta create features do editor de shapes do ArcMap, para assim determinar o valor exato destas áreas

Os períodos de análise foram definidos através de levantamentos históricos de precipitação de duas estações que pertencem a bacia do Rio Ijuí e influenciam diretamente nas UHEs estudadas (figura 8). De acordo com os dados de precipitação das estações pluviométricas, foram determinados os períodos de março/2012 como estiagem e outubro/2012 como período de cheia. Desse modo, para área alagada menor que 3 Km<sup>2</sup> fica definido baixo impacto; para área alagada entre 3 e 13 Km<sup>2</sup> define-se médio impacto; e para área alagada maior que 13 Km<sup>2</sup> fica definido alto impacto.



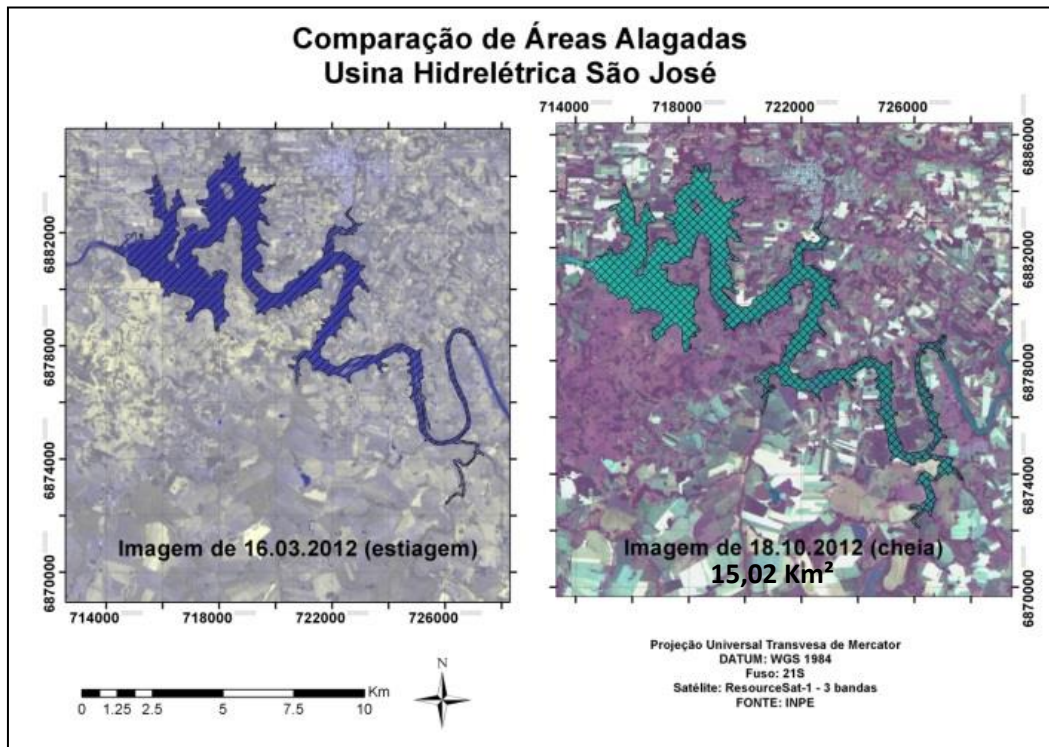


Figura 6 – Áreas alagadas do empreendimento em tempo de cheia e de estiagem.

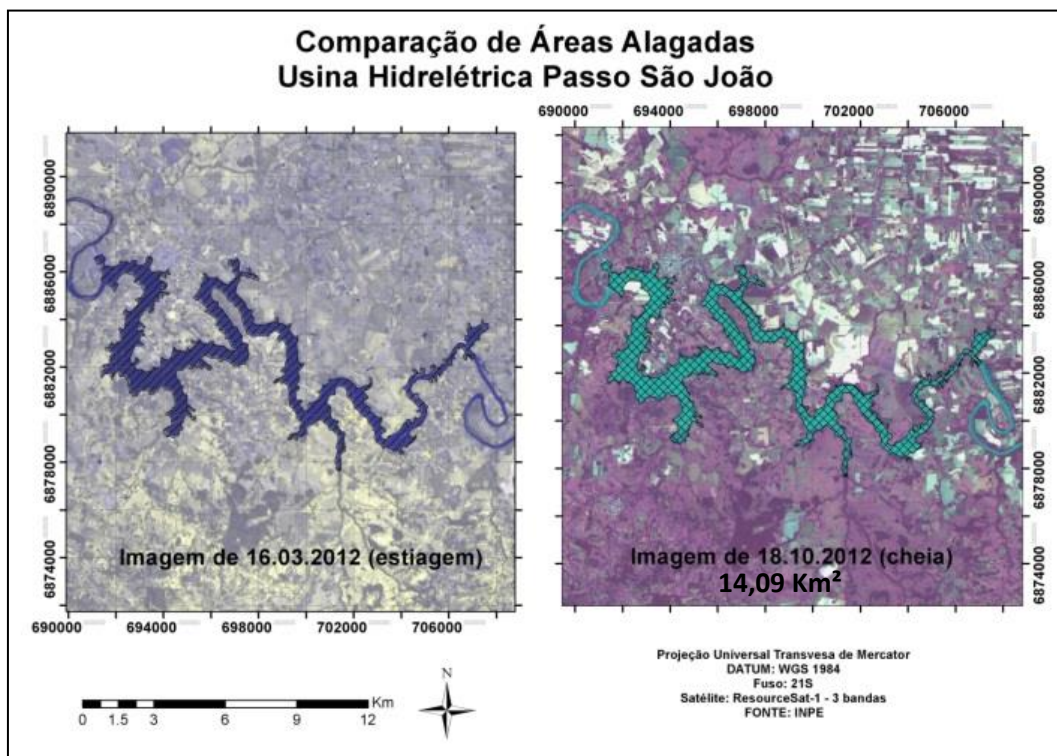


Figura 7 – Áreas alagadas do empreendimento em tempo de cheia e de estiagem.

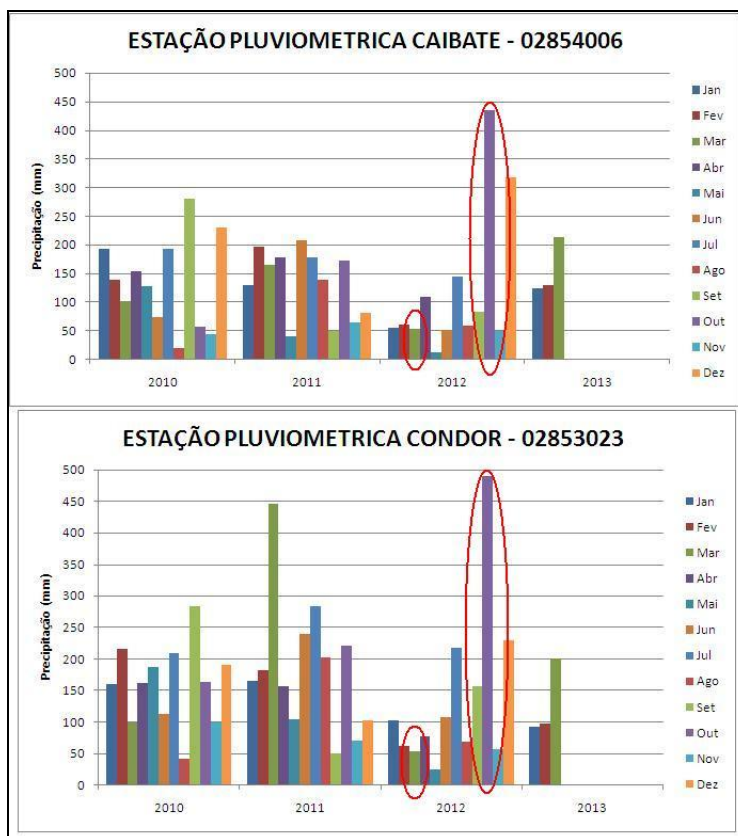


Figura 8 – Dados das estações pluviométricas instaladas na bacia do rio Ijuí, em destaque os períodos de estiagem e cheia do ano de 2012.

### Potência Instalada

Toda Usina Hidrelétrica, independente de seu porte, tem por objetivo usar o recurso hídrico como sua matéria prima na geração de energia, isto é, quanto mais energia gerada, mais benefício este empreendimento está trazendo, podendo neste contexto, considerar a potência instalada como um aspecto positivo a ser analisado.

A Resolução ANEEL 652 [10] foi tomada como base para classificarmos a quantidade de energia gerada por uma usina hidrelétrica. Dessa forma, aproveitamentos com potência instalada acima de 30 MW recebem a classificação baixo impacto; com potência instalada entre 1 MW e 30 MW, médio impacto; e os aproveitamentos com valores inferiores a 1 MW recebem a classificação alto impacto. O valor de potência elétrica instalada para cada usina também está apresentado no quadro 1.

### Produtividade (potência instalada pela área alagada)

Entre os impactos causados por um aproveitamento hidrelétrico, a perda da área do reservatório por alagamento é a primeira a causar um transtorno imediato a população do seu entorno, pois praticamente todos são realocados. Devido a este fato, passa ser de suma importância quantificar a produtividade de cada Km<sup>2</sup> de área alagada. Desse modo, para o cálculo desse critério, basta realizar a divisão da potência máxima (MW) pela área alagada (Km<sup>2</sup>), definindo assim a quantidade de energia produzida por Km<sup>2</sup> de área alagada. Foi estabelecido que aproveitamentos hidrelétricos com produtividade abaixo de 2,31 MW/Km<sup>2</sup> causam alto impacto ambiental, pois produzem relativamente menos para cada Km<sup>2</sup>, acima de 10 MW produzidos por Km<sup>2</sup>, o impacto será considerado baixo; e entre 2,13 MW/Km<sup>2</sup> a 10

MW/Km<sup>2</sup>, o impacto ambiental será considerado médio. A classificação deste impacto encontra-se no quadro 3.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de estabelecidos os critérios e principalmente os pesos a serem utilizados em cada um deles e tendo as informações necessárias de cada usina, cabe aplicar os critérios. Após realizar a metodologia apresentada, foi formulado o quadro 3, que apresenta a classificação de cada empreendimento conforme seu impacto no ambiente.

	CRITÉRIOS FÍSICO				
UHE	<i>Distância de Sedes Urbanas</i>	<i>Distância entre Barramentos</i>	<i>Área Alagada</i>	<i>Potência Instalada</i>	<i>Produtividade</i>
<b><i>Passo São João</i></b>	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto
<b><i>São José</i></b>	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto

*Quadro 3 – Resultados dos impactos causados por cada critério físico estabelecido.*

Para o critério distância de sedes urbanas, a UHE Passo São João é classificada causando alto impacto, pois a distância entre a usina e a cidade de Roque Gonzales é de 2,15 km. Já a UHE São José está a 7,36 Km da sede urbana mais próxima que é Cerro Largo, acarretando um baixo impacto segundo a metodologia adotada.

A distância entre barramentos classificou a UHE Passo São João causadora de um médio impacto, pois esta dista 23,4 Km da usina a montante, UHE São José. Já esta usina, está a 93,05 km da próxima usina a montante, UHE José do Barasuol, localizada no município de Ijuí, obtendo desta forma, a classificação baixo impacto.

Com auxílio do software ArcMap, a área alagada foi calculada subtraindo a área total do reservatório de uma imagem em época de cheia da área total do trecho original do Rio Ijuí que ali passava. Obtendo assim, 14,09 Km<sup>2</sup> para a UHE Passo São João e 15,02 Km<sup>2</sup> para a UHE Passo São José, classificadas ambas com alto impacto ambiental.

Para a potência instalada, ambas receberam a classificação de baixo impacto, pois a quantidade de energia gerada supera os 30 MW estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica para pequenas centrais hidroelétricas.

A produtividade está diretamente ligada à área alagada e o potencia instalada, sendo assim, quanto maior a área alagada e menor a potencia do empreendimento, maior impacto este irá causar no ambiente. A UHE Passo São João recebeu a classificação de médio impacto, pois gerou um valor de 5,46 MW/Km<sup>2</sup> e a UHE Passo São João foi classificada com médio impacto, pois seu valor foi de 3,39 MW/Km<sup>2</sup>.

Ao realizar a média dos impactos causados conforme os critérios estabelecidos, a UHE Passo São João foi classificada como causadora de médio a alto impacto ao ambiente e a UHE São José como causadora de baixo a médio impacto ao ambiente. Os critérios que mais influenciaram nesta classificação final dos impactos das UHEs foram: distância entre sedes urbanas que prejudicou a UHE Passo São João que está muito próxima a cidade de Roque Gonzales; e as áreas alagadas de ambas UHEs que extrapolam os 13 Km<sup>2</sup> considerados nesta metodologia.

Tendo em vista o objetivo principal do trabalho se deter em parâmetros físicos das UHEs, devido a praticidade de análise com o auxílio de SIG, vale lembrar que a Resolução do CONAMA Nº 001/86, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de

impacto ambiental, prevê a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) na forma do estudo ambiental, estabelecendo um padrão técnico-científico fundamental para sua legitimação perante os setores e os segmentos sociais, englobando no estudo também parâmetros bióticos e sociais do ambiente onde será instalado os empreendimentos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os cinco critérios físicos analisados, os parâmetros de distância entre as sedes urbanas e área alagada foram os que obtiveram pior desempenho diante do impacto causado ao ambiente de estudo pelas UHEs, sendo que estes critérios interferiram diretamente na média final de classificação dos empreendimentos.

Cabe ressaltar que as duas UHEs do estudo obtiveram pelo menos uma classificação final de médio impacto ao ambiente na análise física, e que todos os pesos estabelecidos foram originalmente para pequenas centrais hidroelétricas (PCHs), isto é, muitos critérios favoreceram as UHEs nesta análise, ainda assim, seus resultados finais geram um médio impacto.

O estudo dos critérios físicos propostos nesse trabalho ressalta a praticidade do uso de SIG no auxílio da tomada de decisão pelos órgãos competentes. Entretanto, para se ter uma análise completa e de forma concisa de qual seria o verdadeiro impacto ambiental dos empreendimentos, deve-se inserir os parâmetros bióticos e sociais no estudo.

Como o intuito do trabalho foi apresentar apenas a inserção de SIG como ferramenta no auxílio em avaliações ambientais, à escolha de critérios físicos são os que mais demonstram a praticidade do uso dessa ferramenta na avaliação ambiental, devido a facilidade e disponibilidade de informações, o que dispensa muitas vezes, um trabalho a campo para definir o impacto de empreendimentos segundo esses critérios apresentados.

- 
1. Domingues LM. Gestão Integrada de Recursos Hídricos- o caso da bacia hidrográfica do rio Doce. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto; 2012.
  2. Pinto LC. Os Projetos Hidrelétricos como Causa dos Deslocamentos Populacionais: migrações forçadas em nome do desenvolvimento. Dissertação (Mestrado em Ciência Política e Relações Internacionais Especialização em Globalização e Ambiente) - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas- Universidade Nova de Lisboa, 2012.
  3. Portal do Governo Brasileiro. Matrizes Energéticas. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/cop/panorama/o-que-o-brasil-esta-fazendo/matrizenergetica>> Acesso em: 20/07/2013.
  4. Souza WL. Impacto Ambiental de Hidroelétricas: Uma Análise Comparativa de Duas Abordagens. (COPPE/UFRJ, M.Sc., Planejamento Energético, 2000) Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro; 2000.
  5. Cavallari RI, Tamae RY, Rosa AJ. A Importância de um Sistema de Informação Geográfico no Estudo de Microbacias Hidrográficas. Revista Científica Eletrônica de Agronomia; 2007.
  6. Fernandes O. Modelo para Aplicação de Critérios Ambientais para Licenciamento de Empreendimentos Hidrelétricos: Um Estudo de Caso na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Benedito – SC. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Regional de Blumenau – FURB. Blumenau; 2008.
  7. Perazz Oli M. Sugestão de Critérios Ambientais para Avaliação de Impacto Ambiental de Pequenas Centrais Hidroelétricas do Rio do Peixe – SC. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade do Contestado. Caçador; 2009.
  8. Medina-Ross JA, Mata-Sandoval JC, López-Pérez R. Indicators for sustainable energy development in Mexico. SENER - Mexican Secretariat of Energy, 2005. Disponível em: <[www.energia.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pe/Natural%20Resources%20Forum.\\_291105.pdf1.pdf](http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pe/Natural%20Resources%20Forum._291105.pdf1.pdf)> Acesso em: 10.07.13
  9. Souza CFA *et al.* Avaliação de Impactos Ambientais em Hidroelétricas: Análise de diferentes concepções de aproveitamentos na bacia do rio Doce. Revista PCH Notícias & SHP News, 2011; 50: 35 - 41.

10. ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Nº 652, de 9 de dezembro de 2003. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2003652.pdf>> Acesso em: 04.06.2013.