

## O uso do sensoriamento remoto no mapeamento de áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Inhaúma – PE/AL

Rodolfo Alexandre da Silva Gomes de Deus <sup>1</sup>

Samuel Othon de Souza Costa <sup>2</sup>

Carlos Eduardo Santos de Lima <sup>3</sup>

Renilson Pinto da Silva Ramos <sup>1</sup>

Suzana de Araújo Silva <sup>3</sup>

Fernando da Silva Alexandre <sup>1</sup>

Daniel Dantas Moreira Gomes <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Pernambuco – UPE/Campus Garanhuns  
Rua Cap. Pedro Rodrigues, 105 – 55294-902 – Garanhuns, PE - Brasil  
rdolfodeus@gmail.com; renilsonr5@hotmail.com; fnando257@gmail.com;  
daniel.gomes@upe.br

<sup>2</sup> Universidade Federal da Paraíba – UFPB  
Rua Ver. João Freire, s/nº - Cidade Universitária, João Pessoa – PB, Brasil, CEP 58059-900  
othon.samuel@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE  
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n - Cidade Universitária, Recife – PE, Brasil, CEP 50740-570  
carloslima.geo@gmail.com

**Abstract.** The present study has the objective to use the remote sensing in the mapping of permanent preservation areas of the Inhaúma River's hydrographic basin – PE/AL. The remote sensing offers a greater speed and objectivity in the process because brings a greater number of data for analysis, it can be a basis to current and future planning and provides information to the control and knowledge of the area in question. In the data fomentation was used satellite images obtained by LANDSAT-5 and provided by USGS. The images treatment was made with the software ARCGIS 10.2.2, as well as the altimetric data of ASTER GDEM with resolution of 30 meters. All the data was used with the objective of to extract the greatest number of information for a better understanding of the study object and serves of contribution to the current science's theoretical framework about the study area.

**Palavras-chave:** mapping, image processing, satellite images, altimetric data, mapeamento, processamento de imagens, imagens de satélite, dados altimétricos.

## 1. Introdução

A intervenção do homem no meio ambiente torna-se cada vez mais degradante, devido ao maior poder tecnológico e a maior demanda de matéria-prima, a exploração dos recursos naturais se tornou algo predatório. Essa exploração que se tornou prejudicial ao longo do tempo, acabou por interferir diretamente no equilíbrio ambiental e no bem-estar da população. Diante de tamanha interferência antrópica nos recursos naturais o governo brasileiro criou medidas para regulamentar essa apropriação dos recursos naturais através de regras e leis que tiveram por objetivo nortear a exploração, e mitigar os efeitos negativos.

É dentro desse contexto que o governo brasileiro em 1965 sanciona a Lei nº 4.771, buscando estabelecer pela primeira vez na história, o conceito de áreas de preservação permanente, posteriormente a partir das considerações citadas nas resoluções do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) e novas observações do meio natural, no ano de 1989 surge a Lei de nº 7.803 em apoio ao que já havia sido dito em 1965, e recentemente no ano de 2012 foi instituído o novo código florestal que visa ampliar e esclarecer ainda mais sobre as áreas de preservação permanente.

Esse conjunto de leis estabelecido pelo governo brasileiro teve por objetivo geral regular o uso e a ocupação do solo, além de demarcar áreas destinadas à conservação e preservação dos recursos ali existentes, objetivando uma configuração balanceada entre todos os sistemas e ações envolvidos. Por sua vez, a Lei n.º12.651/2012 do novo código florestal brasileiro apresenta as áreas de preservação permanente (APP) e suas demarcações além de apresentar sua utilidade no meio ambiente, reforçando o princípio de que tais áreas objetivam conservar a diversidade de fauna e flora e proteger não somente o solo como também as matas ciliares, que por sua vez se destacam na função de manter seguro os rios e reservatórios dos assoreamentos que possam ocorrer, além de garantir a preservação da vida aquática que exista naquele corpo hídrico. Por isso é de vital importância realizar um mapeamento que tenha por objetivo delimitar essas áreas de preservação permanente.

De acordo com Speth (2014) as APPs foram criadas para proteger o ambiente natural, não permitindo nelas alteração do uso da terra com a expressiva importância para o equilíbrio do meio ambiente. Assim é possível afirmar que as áreas de preservação permanente possuem um valor inestimável quando se trata da manutenção de recursos naturais, salientando, portanto, a importância de recuperá-las, restaurá-las e preservá-las.

O Ministério do Meio Ambiente (2011) apresenta que as áreas de preservação permanente, exercem um efeito tampão que acaba por reduzir não só a drenagem como também o lixiviamento de substâncias e detritos que possam carrear para os corpos d' água, minimizando, portanto, o processo de assoreamento que poderia ocorrer com a falta dessas áreas. No campo geológico as áreas de preservação permanente oferecem estabilidade geológica onde atuam prevenindo o assoreamento de corpos d' água e a ocorrência de deslizamentos ou enxurradas, afetando diretamente a segurança de populações que ali possam estar instaladas.

É importante ressaltar que realizar a manutenção dessas áreas de preservação permanente é algo de crucial importância, pois só com a realização desse acompanhamento é possível criar um bem-estar para as populações humanas, onde elas possam viver com menos medo da ocorrência de enchentes, deslizamentos, poluição de diversos tipos, falta d' água potável, dentre outros fatores que possam ocorrer sem o cuidado e preservação adequados das APPs.

Para realizar a manutenção dessas áreas de preservação permanente uma das ferramentas mais adequadas é o sensoriamento remoto, o qual é definido por Fitz (2008) como a técnica que utiliza sensores para a captação e registro a distância, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre. O sensoriamento remoto ainda segundo Fitz (2008) utiliza os sensores para a captação de energia emitida ou refletida por qualquer parte da superfície terrestre e registrá-la como dados digitais que servirão para análises posteriores por meio de um SIG.

Essas análises podem ser melhor realizadas dentro de uma bacia hidrográfica, que por sua vez possui uma dinâmica bastante intensa além de facilitar a instauração de ferramentas e atitudes que busquem contribuir com o planejamento, manejo e gestão territorial. A bacia hidrográfica possui características físicas e naturais análogas, que estão em harmonia com o meio ambiente ao redor, além de possuir fluxos constantes de energia e matéria que estão em coesão com os demais elementos ali presentes.

A pesquisa aqui apresentada espera contribuir de forma significativa para uma melhor gestão, da bacia hidrográfica do rio Inhaúma, buscando oferecer um conhecimento mais abrangente sobre a área e suas APP's além de oferecer suporte necessário para futuras ações nesse objeto de estudo a partir dos dados aqui coletados e produzidos.

## 2. Metodologia de Trabalho

Visando uma maior confluência na elaboração do trabalho, as etapas que compõem a metodologia utilizada, foram divididos em algumas partes sequenciais, oferecendo suporte para análise fragmentada dos resultados da pesquisa, além de dar uma maior integridade ao trabalho. Todas essas etapas podem ser observadas no fluxograma abaixo:

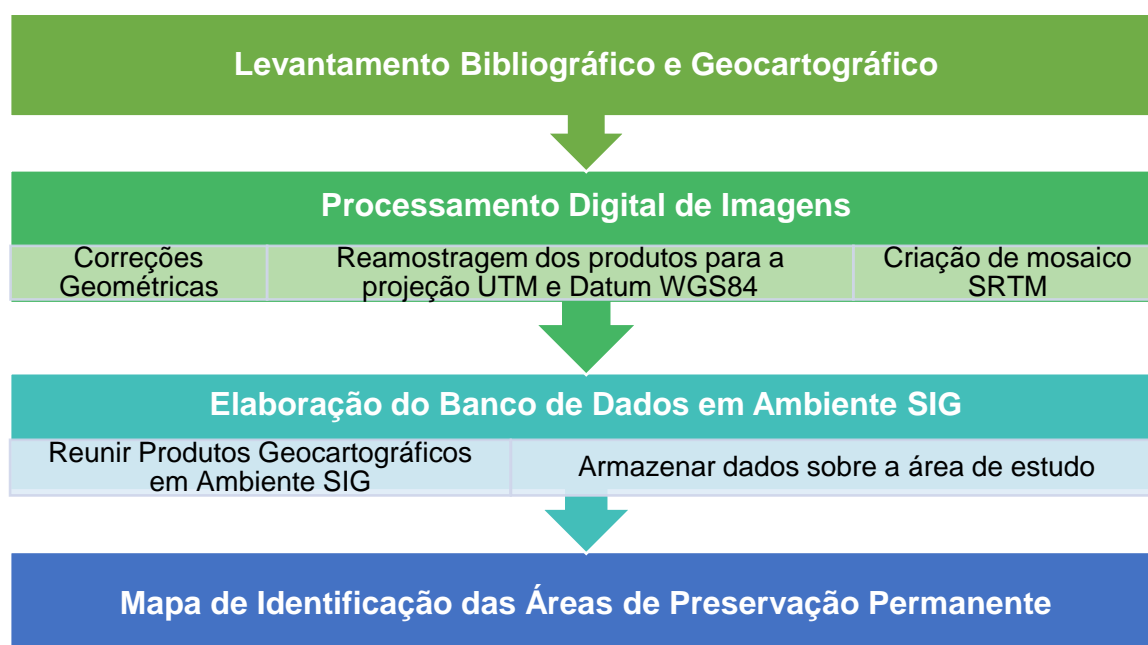


Figura 01: Fluxograma Metodológico.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

A primeira etapa do trabalho consiste no levantamento e aquisição de material bibliográfico referente à área de estudo que possa oferecer embasamento teórico para a fomentação da pesquisa, além da obtenção de dados cartográficos e imagens de satélite obtidas a partir de sensoriamento remoto, requisitadas à diversas instituições que forneçam o material gratuitamente para o mapeamento de condições ambientais em cunho acadêmico.

Foram consultados artigos, monografias, livros, dissertações, teses, entre outros materiais, para dar suporte teórico a pesquisa e empregar os dados geocartográficos obtidos para elaboração do banco de dados geográfico e na caracterização da área de estudo.

A segunda etapa consiste no processamento digital de imagens – PDI, ferramenta que dentro do geoprocessamento atua no tratamento e extração de dados das imagens de satélite adquiridas na etapa anterior, possibilitando uma posterior análise desses dados e informações em ambiente de sistema de informações geográficas.

A terceira etapa teve por finalidade elaborar um banco de dados geográfico que serviu de suporte para toda a realização da pesquisa, onde nele foram reunidas todas as informações coletadas nas outras etapas, e adicionadas à ambiente SIG. A partir da criação do banco de dados, é possível realizar uma organização das informações, diferenciando em duas vertentes, o banco de dados espaciais e de atributos. O banco de dados espaciais descreve a forma e a posição das características da superfície do terreno e o de atributos descreve as qualidades e características das formas.

Os dados altimétricos utilizados na pesquisa foram obtidos do ASTER GDEM com resolução de 30 metros, onde para o objeto de estudo em questão as cenas adquiridas foram: ASTGTM2\_S09W037 e ASTGTM2\_S10W037, já as imagens orbitais utilizadas foram adquiridas do TM LANDSAT 5, da órbita 214 e do ponto 66, disponíveis através do site ([earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)) da instituição United States Geological Survey (USGS).

O software utilizado para o tratamento e extração de dados, foi o ArcGis 10. 2 oferecido pela ESRI (Environmental Systems Research Institute) onde foram utilizadas técnicas de pré-processamento e processamento dos dados, buscando realizar correções geométricas, determinando a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) no Datum WGS84 e calibrações radiométricas.

Em primeira instância, para realizar a identificação das áreas de preservação permanente, buscou-se criar o Modelo Digital de Elevação Hidrograficamente Condicionado (MDEHC), onde por meio dele é possível se obter dados de maior acurácia e precisão. De acordo com Soares (2011) o MDEHC utiliza a malha hidrográfica durante o processo de interpolação dos dados de altimetria, para melhorar a definição do relevo ao longo das calhas dos rios.

Ainda com o auxílio da drenagem realizada anteriormente, é possível se delimitar os cursos d'água existentes, através de uma verificação realizada por meio do software Google Earth será possível observar a largura dos cursos e sua conformidade para com a lei. Nas áreas de preservação permanente de topos de morro se tem por objetivo utilizar o MDEHC aliado a funções matemáticas em ambiente SIG, invertendo todo o plano, transformando o que antes era fundo de vale em topo de morro e vice e versa, indicando, portanto, que o que antes convergia para os cursos d'água agora com a inversão indica a presença de topos de morro. A partir da obtenção desses dados, uma conversão para dados vetoriais é realizada, visando classificá-los através de SIG, para assim propor as devidas adequações ao novo código florestal brasileiro, na bacia hidrográfica do rio Inhaúma.

### 3. Resultados e Discussão

De acordo com Lima (2015) a bacia hidrográfica do Inhaúma está inserida em dois estados, Pernambuco e Alagoas, como pode ser visto na (Figura 1), entre as coordenadas, 36° 26' 0''/ 36° 4' 30'' de Longitude Oeste, e entre as coordenadas 9° 4' 0''/ 8° 53' 0'' de Latitude Sul. A referida bacia hidrográfica abarca cerca de 8 municípios brasileiros. A sudeste do estado de Pernambuco, com 6 municípios, que são eles: Angelim, Canhotinho, Correntes, Garanhuns, Palmeirina e São João. Já à nordeste do estado de Alagoas, há apenas dois municípios, que compreende a bacia, são eles: Santana do Mundaú e São José da Laje. A bacia hidrográfica totaliza uma extensão territorial de aproximadamente 452,41 Km.



Figura 02: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Inhaúma – PE/AL  
Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Por se tratar de uma bacia hidrográfica cuja localização é de suma importância para o abastecimento de diversos municípios locais, o trabalho buscou mapear app's que influenciassem diretamente na dinâmica desse abastecimento contínuo, por isso foram escolhidas as app's de topo de morro e de reservatórios para o mapeamento aqui demonstrado.

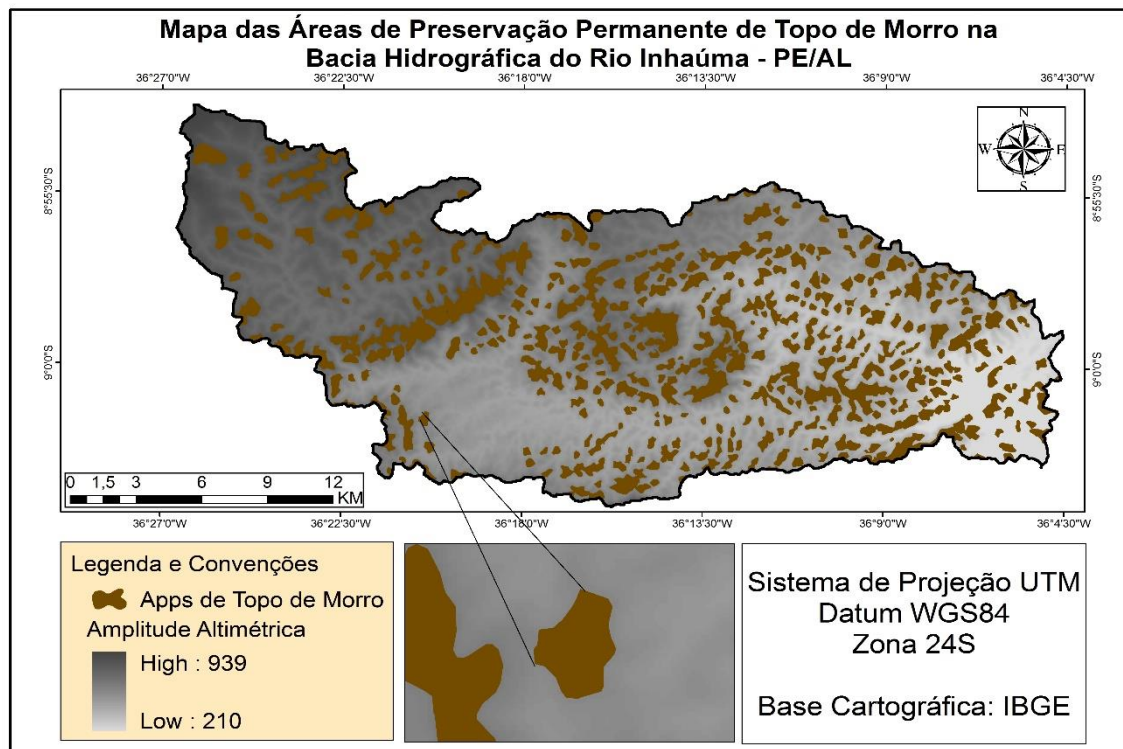


Figura 03: Mapa das Áreas de Preservação Permanente de Topo de Morro  
Fonte: Desenvolvido pelos autores.

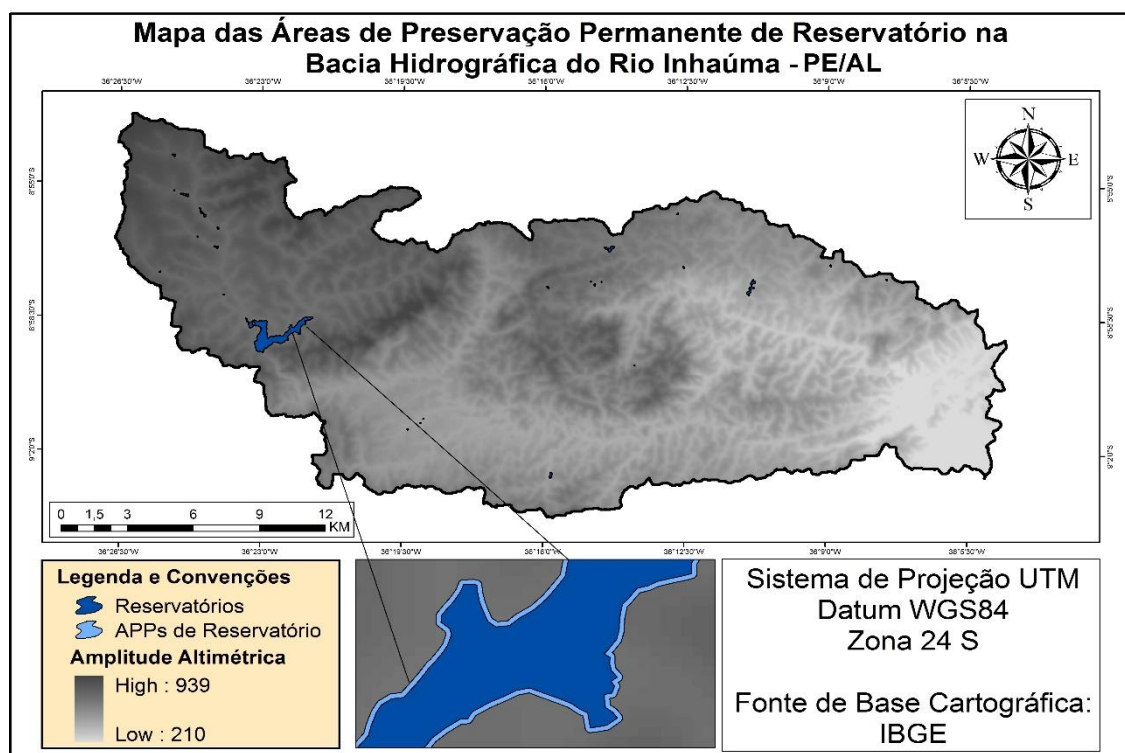


Figura 04: Mapa das Áreas de Preservação Permanente de Reservatórios  
Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Todos os valores obtidos com o processamento dos dados foram expostos em tabelas para melhor disposição dos dados, os valores de área foram utilizados na fomentação de um gráfico de barras que acaba proporcionando uma melhor visualização do mesmo, demonstrando de forma clara o quantitativo de área em Km<sup>2</sup> de cada classe de APP.

Tabela 01: Área e Porcentagem das APP's em relação a Bacia

CLASSE	ÁREA/Km <sup>2</sup>	PORCENTAGEM DE APP EM RELAÇÃO A ÁREA DA BACIA
APP de Topo de Morro	111,14	24,64%
APP de Reservatórios	0,35	0,077%

Tabela 02: Área e Perímetro da Bacia Hidrográfica do Rio Inhaúma e seus Reservatórios

CLASSE	ÁREA/Km <sup>2</sup>	PERÍMETRO/Km
Bacia Hidrográfica do Rio Inhaúma	450,98	174,92
Reservatórios da Bacia Hidrográfica do Rio Inhaúma	1,51	22,89

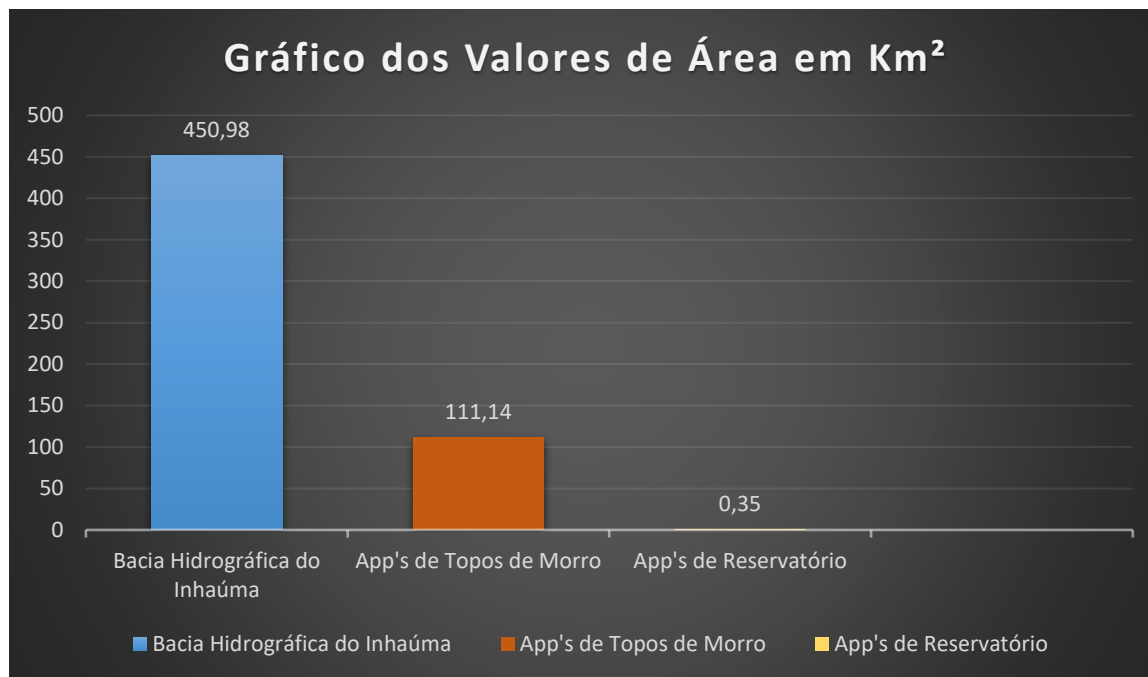


Figura 05: Gráfico Comparativo dos Valores de Área em Km<sup>2</sup>

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

#### 4. Conclusões

O sensoriamento remoto se mostrou uma ferramenta bastante eficaz no mapeamento de áreas de preservação permanente, o fato dele permitir a aquisição de dados e informações do objeto de estudo sem necessariamente estar em contato com o mesmo, é deveras importante, e acaba por propiciar uma análise sinóptica daquilo que for proposto para qualquer tipo de trabalho. Além do mais, por se basear em imagens de satélite, alvos como bacias hidrográficas não se tornam obstáculos para as análises. Foi possível através do uso dessa ferramenta, perceber toda a realidade geomorfológica da bacia hidrográfica do rio inhaúma, observando fatores como declividade, drenagem, dentre outros obtendo assim através dos processamentos digitais das imagens adquiridas, a delimitação das áreas de preservação permanente da bacia como um todo, oferecendo portanto suporte para as políticas públicas atuarem da melhor forma, nas incoerências que possam estar ocorrendo nessas APP's e através dos dados aqui trabalhados, buscarem uma configuração mais adequada para o objeto de estudo.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade de Pernambuco (UPE) pelo financiamento dos recursos do projeto de pesquisa “**Diagnóstico geoambiental das bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco: geoprocessamento aplicado ao manejo e conservação dos recursos naturais**”, junto ao Programa de Fortalecimento Acadêmico (PFA/IC), e ao Laboratório de Geoprocessamento e Modelagem Ambiental pelo apoio em todo o decorrer do trabalho.

#### Referências Bibliográficas

- BUENO, Jean Michel Moura. DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz. MIGUEL, Pablo. ROSA, Alessandro Samuel. BALBINOT, Andrisa. Conflitos de uso da terra em uma bacia hidrográfica no estado do Rio Grande do Sul. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.9152.
- CARVALHO, T, M; BAYER, M. Utilização dos produtos da “*shuttle radar topography mission*” (srtm) no mapeamento geomorfológico do estado de goiás. In: Revista Brasileira de Geomorfologia - Ano 9, nº 1, 2008.

- CASTRO, S. S. ; CARVALHO, T. M. Análise Morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo – GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: SCIENTIA PLENA, Vol. 5, Num. 2, 025401, 2009.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo, Oficina de Textos, 2008.
- FLORENZANO, T, G. **Geomorfologia, Conceitos e técnicas atuais**. São Paulo, Oficina de Textos, 2008.
- FRANÇA, Carolina Nunes. Mapeamento de APP – **Área de preservação permanente e reserva legal de parte da bacia hidrográfica do rio Ribeira Cafazel: Comparativo entre o código florestal de 1965 e o projeto de lei 1.876/99**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Estadual de Londrina, 2011.
- GOMES, D. D. M.; DUARTE, C. R.; VERÍSSIMO, C. U. V.; LIMA, D. R. M. Análise e Compartimentação Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú – Pernambuco/Alagoas. In: Revista de Geologia, Vol. 27, nº 2, 167 – 182, 2014.
- LIMA, A. G. A bacia Hidrográfica como Recorte de Estudos em Geografia Humana. In: GEOGRAFIA – v. 14, n. 2, jul./dez. 2005 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências.
- NARDINI, Rafael Calore. **Determinação do conflito do uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente da microbacia do Ribeirão Água – Fria, Bofete (SP), visando a conservação dos recursos hídricos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, 2009.
- PORTO, Monica F. A. PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados** 22 (63), 2008.
- RODRIGUES, J. B. T. ZIMBACK, C. R. L. PIROLI, E. L. Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP). **R. Bras. Ci. Solo**, 25:675-681, 2001.
- ROSS, J, S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.
- SERIGATTO, Edenir Maria. **Delimitação automático das áreas de preservação permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Sepotuba-MT**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- SPETH, G. VIERA, M. ROVANI, F. F. M. RIBEIRO, P. S. CAYE, T. M. Identificação e análise dos conflitos de uso do solo no município de Silveira Martins-RS. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia - V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento - XXV Expositiva, 2014, Gramado. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, 2014. p. 1-12.