

## ANÁLISE DA VARIAÇÃO DE ÁREA RECOBERTA POR UM CORPO HÍDRICO A PARTIR DE UMA EXTRAÇÃO VETORIAL AUTOMÁTICA SOBRE IMAGENS ORBITAIS.

Wellington Wagner Nunes de Abreu <sup>1</sup>, Carlos Rodrigo Tanajura Caldeira <sup>2</sup>, Mayara Cobacho Ortega Caldeira <sup>2</sup> e Maria Luíza de Castro Garcia <sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, well.abreu98@gmail.com; <sup>2</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, {carlos.caldeira; mayara.caldeira}@ufra.edu.br, <sup>3</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, luizacastt@outlook.com.

### RESUMO

Considerando a vasta quantidade de recursos hídricos presentes no nosso país, existem diferentes formas de interesse para estudá-lo ou para utilizá-lo. Objetiva-se com este trabalho analisar a expansão da área de um trecho do Rio Paranapanema compreendido desde a barragem de Taquaruçu até a barragem de Rosana, através da extração vetorial automática a partir de imagens orbitais, de modo em que esta técnica, possa ser comprovada como um novo método de análises temporais. Para tanto procede-se à elaboração de um código em linguagem *Python*, e a utilização de imagens do satélite Landsat 5 pertencentes a região de interesse nos anos de 1986 e 2011. A aplicação começa por inserir os parâmetros básicos de preparação da imagem, como a realização do NDWI, normalização de bits, aplicação de filtro, e terminando com a extração automática do vetor a partir de uma segmentação na imagem.

**Palavras-chave** — Sensoriamento Remoto, SIG, Python, Automação, Dados Vetoriais.

### ABSTRACT

*Considering the vast amount of water resources present in our country, there are different forms of interest to study or to use. The aim of this work is to analyze the volumetric variation of a section of the Paranapanema River from the Taquaruçu dam to the Rosana dam through the automated vector extraction from orbital images, so that this technique can be proven as a new method of temporal analysis. For this a code is written in Python language, and using images from the Landsat 5 satellite belonging to the region of interest in the years 1986 and 2011, the application starts by inserting the basic parameters of image preparation as the realization of the NDWI, filter normalization bits and application, and ending with automatic vector extraction from a segmentation in the image.*

**Key words** — Remote Sensing, GIS, Python, Automation, Vector Data.

## 1. INTRODUÇÃO

Para a realização de um estudo acerca de um corpo d'água, pode-se imaginar diversos problemas e situações, entre estas está a análise da expansão ou redução da área recoberta pelo rio. Para tal problema existem fatores como: a erosão, chuvas e tempestades, e fatores que necessitam da interferência humana para acontecer, que é o caso da transposição de rios, da poluição e de construções que impliquem direta ou indiretamente no seu curso e também em sua área recoberta.

As pesquisas acerca de corpos hídricos podem ser idealizadas e executadas por diversas áreas distintas, tais como: biologia, oceanografia, hidráulica, engenharias, entre outros, onde cada um possui um objetivo específico no estudo realizado. Diante disso há uma necessidade de se ter um elemento cartográfico como objeto predecessor ao estudo de outras áreas. Para isso a cartografia se utiliza das geotecnologias para análises em corpos d'água, visando a disponibilização de dados para embasar futuros estudos.

A utilização de geotecnologias tem avançado consideravelmente desde a década de 70, não somente pela modernização dos equipamentos com que se trabalha, mas principalmente pelo fato que se faz necessário o uso de técnicas mais avançadas, tais como: Sensoriamento Remoto, Fotogrametria, SIG (Sistema de Informação Geográficas), entre outros.

Ao fim da 2ª Guerra e ao início da Guerra Fria, se fazia grande a necessidade de obter informações da superfície terrestre para que houvesse uma apropriação mais efetiva. Por outra concepção pode-se dizer que os Estados Unidos da América (EUA) revolucionaram as geotecnologias com o lançamento do satélite ERTS-1 (*Earth Resources Technological Satellite*) que mais tarde viria a ser chamado de LANDSAT (*Land Remote Sensing Satellite*) dando início assim as primeiras técnicas de Sensoriamento Remoto [1].

No estudo da variação de área ocupada pelas águas dos rios, o Sensoriamento Remoto é considerado uma técnica bem aplicável e plausível, devido a suas grandes dimensões e suas dinâmicas sazonais, além de em determinadas áreas se ter uma dificuldade no acesso, principalmente no que se diz respeito a análises feitas em estados pertencentes a Amazônia Legal, visto que por sua localização, a sua vasta vegetação muitas vezes são um empecilho para a análise de determinada área em campo [2].

Dentre as várias ferramentas desenvolvidas a partir de estudos realizados utilizando Sensoriamento Remoto, e considerando sua aplicação ao estudo de corpos hídricos, é

válido destacar a técnica do Índice de Diferença Normalizada da Água (*Normalized Difference Water Index* - NDWI). Essa técnica consiste em uma operação de bandas assim como os outros índices de diferença normalizada, utilizando - se das bandas do infravermelho próximo e da banda da região visível na cor verde, que faz com que os valores de reflectância da água sejam sempre positivos, e os valores de reflectância das vegetações seja 0 ou negativo [3].

Em alguns casos quando se trabalha com imagens de satélite, torna-se necessária a utilização de uma etapa chamada segmentação, que se trata de um processo em que se partilha uma imagem de acordo com os objetos que a compõe. São separados em partes que possuem características em comum, e pode ser utilizada tanto para análises quantitativas quanto para análises qualitativas. Possuir excessivas informações para se reconhecer um objeto, torna o processo de vetorização manual cansativo, e que através desse cansaço muitos erros acabem se desenvolvendo, portanto, esse processo de automatização a partir da segmentação acaba tornando o trabalho mais ágil e dinâmico [4].

Em vista disso, este trabalho tem como finalidade, automatizar o processo de identificação, quanto a variação de área de um trecho do Rio Paranapanema, que se encontra incluso na barragem da Usina Hidrelétrica de Rosana localizada entre Rosana – SP e Diamante do Norte – PR e na barragem da Usina Hidrelétrica de Taquaruçu localizada entre Sandovalina – SP e Itaguajé – PR, através da extração automática de um vetor, buscando comprovar que esta pode ser uma técnica utilizada por pesquisadores, alunos e profissionais de áreas afins que possuam interesse em analisar esse tipo de recurso.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O corpo hídrico escolhido para a aplicação da técnica, foi o Rio Paranapanema (Figura 1). O mesmo possui aproximadamente 929 km de extensão, com nascente localizada na serra dos Agudos Grandes em São Paulo e sua foz no Rio Paraná, o Rio Paranapanema é característico por ser a fronteira entre o estado de São Paulo e o estado do Paraná.

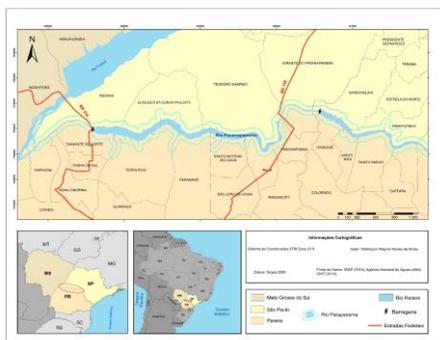


Figura 1: Mapa de Localização do Rio Paranapanema.

### 2.2. Materiais Utilizados

Para a realização do presente trabalho estão listados abaixo os materiais que foram utilizados:

- Imagens do satélite Landsat 5, sensor TM referentes a área de estudo com a órbita/ponto (223/076), adquiridas através do Catálogo de Imagens do INPE nas datas de 15/06/1986 e 03/05/2011.
- Notebook;
- Software de SIG, para este caso Qgis 2.8.9;
- Software *Google Earth Pro*;
- Software Matlab R2016a; e
- Software Python 2.7.

### 2.3. Metodologia Utilizada

As imagens foram adquiridas através do catálogo de imagens da DGI (Divisão de Geração de Imagens) do INPE. A cena escolhida para área de estudo, possui uma variação temporal de 25 anos (06/1986 a 05/2011), vide Figura 2. Tais datas foram escolhidas devido ao fato de a barragem ter iniciado seu projeto em 1980, e as mudanças serem mais perceptíveis analisando uma imagem dessa década, comparada a uma mais atual capturada pelo mesmo sensor. Visando a agilidade do processo, devido ao fato do algoritmo realizar a operação pixel a pixel na matriz de ND (número digital) da imagem, fez-se necessário a realização de um recorte na imagem a partir da determinação de pontos com coordenadas conhecidas.

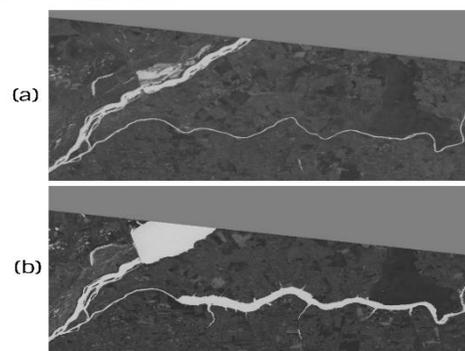


Figura 2: (a) Imagem utilizada 1986 (b) Imagem utilizada 2011.

Após toda a preparação da imagem, iniciou-se os trabalhos com a linguagem *Python*. Importou-se as duas bandas, correspondente as bandas do verde e do infravermelho próximo, do sensor Landsat 5, para após as leituras das matrizes, aplicar o método de extração dos corpos d'água, através do método NDWI.

Para a aplicação do NDWI foi utilizada a Equação 1. Nota-se que para esta operação ser realizada, a leitura tem que ser pixel a pixel da imagem, ressaltando-se que as imagens presentes possuem 8 bits, ou seja, possuem até 256 níveis de cinza. Com a aplicação do NDWI foi gerado uma matriz, em que seus elementos são considerados do tipo

double (decimais ou dito não inteiros), ou seja, nenhum pixel estará com seu valor de ND que deveria estar assumindo para uma imagem de 8 bits, sendo necessária a aplicação da normalização de imagens, para a compatibilização dos bits para a visualização da imagem.

$$NDWI = \frac{G-NIR}{G+NIR} \tag{1}$$

Onde:

G – Banda referente a região visível verde;

NIR – Banda Referente ao Infravermelho próximo.

Para a etapa da normalização de imagem, foi realizada primeiramente a identificação do menor e do maior valor presente na matriz, de valores decimais, obtidos pela equação do NDWI. De posse dessa informação realizou-se uma operação, onde os valores de máximo e de mínimo, encontrados na matriz, que forma a imagem do NDWI, assumam seus respectivos valores de ND em uma nova imagem, representando o valor mínimo como 0 e o máximo como 255, interpolando o restante dos valores dentro desta escala. A Equação 2 demonstra como foi realizada esta operação para que a matriz fosse normalizada.

$$NDWI_{norm} = (255 - \frac{(255*(max - Pixel))}{(max - min)}) \tag{2}$$

Onde:

$NDWI_{norm}$  = Matriz de saída do NDWI após a aplicação da equação;

$max$  = valor máximo identificado na matriz de valores decimais do NDWI;

$min$  = valor mínimo identificado na matriz de valores decimais do NDWI;

$Pixel$  = representa a posição de cada um dos valores da matriz, pelo qual a equação deve percorrer.

A etapa seguinte consistiu na determinação de um limiar para que fosse realizada a etapa de binarização da imagem para posterior vetorização automática. Utilizando o complemento *value tools* do Qgis foram determinados 5 limiares de maneira a identificar o que mais se aproximaria de uma vetorização manual, os limiares definidos foram entre os valores de ND 165 e 185. Aplicada a etapa de binarização, assume-se uma imagem de ND's 0 e 1, portanto, a vetorização automática se deu através da técnica de segmentação por similaridade dos pixels.

### 3. RESULTADOS

Como resultado destacam-se os produtos a partir da segmentação que gerou automaticamente o vetor do Rio Paranapanema e estes serão apresentados.

#### 3.1. Segmentação da imagem

A Figura 3 representa a segmentação da imagem do ano de 2011 que mostra como foi realizada a extração automática do vetor, onde o contorno em vermelho representa o vetor que será extraído, a parte branca representa o corpo hídrico e o que está em preto são os demais itens presentes na cena, que não foram considerados para o trabalho.

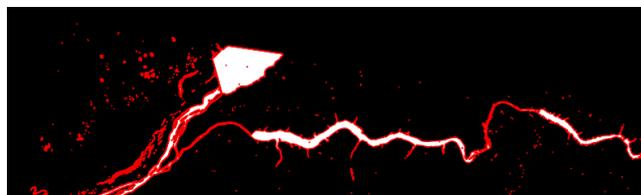


Figura 3: Segmentação da imagem de 2011.

#### 3.2. Análise da variação de área

Chegando ao resultado final obtém-se como produto gerado uma tabela contendo os valores das áreas ocupadas pelo rio em 1986 e em 2011, e o resultado da diferença entre as mesmas decorrente da variação do rio. A Figura 4 demonstra os dois vetores extraídos de forma automática a partir da segmentação, correspondentes aos anos de 1986 e 2011, assim como a Tabela 1 quantifica os dados dos vetores.

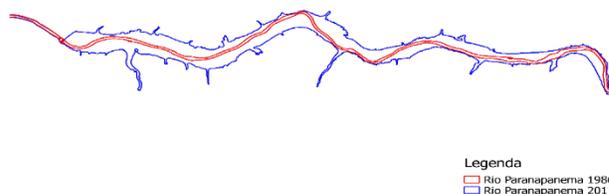


Figura 4: Comparação entre os dois vetores.

Análises	Área (km <sup>2</sup> )
Rio Paranapanema 1986	73,6321
Rio Paranapanema 2011	263,0354
Variação	189,4033

Tabela 1: Variação de Área.

A Figura 4 representa apenas um trecho do Rio, de maneira a apresentar uma melhor visualização, somente a partir da tabela é possível analisar o quanto a área que o rio abrange cresceu após o surgimento das barragens. A Figura 5 representa a região que foi mais afetada, ou seja, a que mais se expandiu a partir da construção das barragens sobre este trecho do Rio Paranapanema.

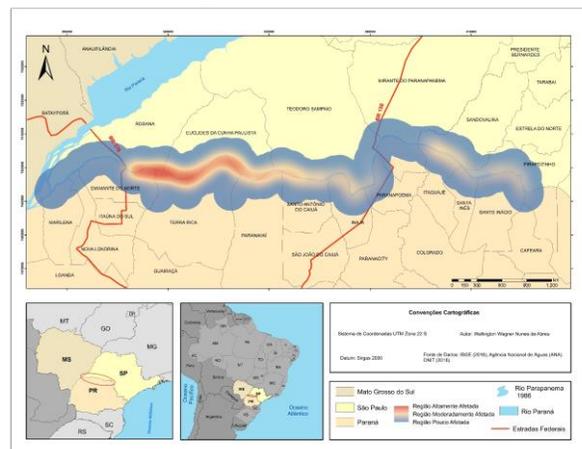


Figura 5: Mapa da Região mais afetada pela expansão do Rio.

#### 4. DISCUSSÃO

A partir da exposição dos resultados é válido ressaltar que buscou-se escolher um limiar para a aplicação das técnicas de NDWI, Binarização, Segmentação e Extração Automática. Para tal, foi realizado um controle de qualidade com os 5 limiares, baseado na comparação do vetor extraído automaticamente com um vetor gerado manualmente, visto que não há um padrão para a realização do controle de qualidade desta técnica, já que não é utilizada normalmente. A determinação foi feita a partir de dois critérios, quantidades de acertos do número de pixels que representavam o rio, bem como a delimitação exata, de modo em que não fossem abrangidos os pixels pertencentes as pontes, barragens e estradas. Desse modo o limiar que melhor atendeu aos critérios pré-estabelecidos foi o de ND 170. Onde os gráficos 1 e 2 mostram que o nível de acerto dos pixels foi acima de 95%, assim como sua delimitação do Rio foi satisfatória.

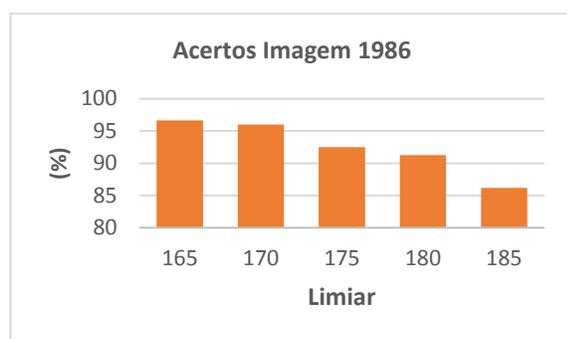


Gráfico 1: Porcentagem de acertos para cada limiar na imagem de 1986.

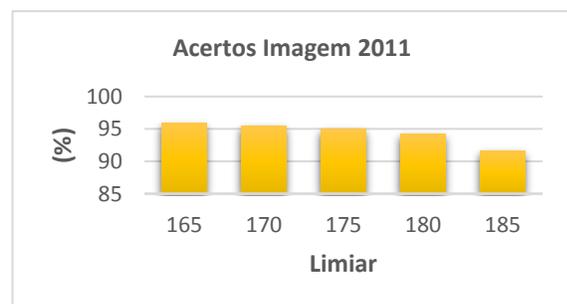


Gráfico 2: Porcentagem de Acertos para cada limiar na imagem de 2011.

#### 5. CONCLUSÕES

O grande crescimento da era digital contribuiu para o desenvolvimento de trabalhos com a utilização de Sensoriamento Remoto e geoprocessamento, bem como a utilização das ferramentas de SIG, facilitando o processo de extração vetorial automatizada, de forma geral, como forma de agilizar o processo de análises em Imagens de Satélite, mas não apenas isso, é também uma maneira de fazer com que se ganhe tempo sem que haja perda na qualidade durante

a execução de um trabalho, já que a vetorização manual dependendo do tamanho do objeto ao qual se deseja vetorizar, demora horas ou até mesmo dias para a finalização.

A utilização do Sensoriamento Remoto em conjunto com as ferramentas de SIG são de grande relevância, pois possibilitam a realização de uma análise em grande escala, onde o produto gerado a partir da utilização das duas técnicas facilita o entendimento sobre a área em questão e permite que outras análises possam ser feitas com o estudo realizado.

A partir dos resultados obtidos, pode-se considerar que os objetivos desta pesquisa foram atingidos com êxito, pois foi possível analisar a expansão da área recoberta de um trecho do Rio Paranapanema de maneira eficiente, além do que se torna aberto um leque de opções para a utilização de técnicas de programação na aplicação em imagens obtidas por técnicas de Sensoriamento Remoto.

Desta forma pode-se considerar que a ferramenta é uma boa aplicação para fins acadêmicos, profissionais, de gestão e até mesmo de planejamento, podendo esta informação ser repassada para os órgãos públicos que necessitem de informações semelhantes e para prefeituras.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] SILVA, F. G.; CARNEIRO, C. D. R. *Geotecnologias como recurso didático no ensino de geografia: experiência com o Google Earth*. Caminhos de Geografia, Uberlândia - MG, v. 13, n. 41, p.329-342, mar. 2012.
- [2] FRANÇA, A. M. S. *Aplicação de sensoriamento remoto no estudo da influência da dinâmica sazonal do rio amazonas sobre a morfologia dos sistemas lacustres*. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto) - Curso de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2005.
- [3] XU, H. *Modification of Normalized Difference Water Index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery*. International Journal Of Remote Sensing. Fuhzou, p. 3025-3033. 20 jul. 2006.
- [4] CHAGAS, E. M. P. F.; RODRIGUES, D. L.; TAVARES, J. M. R. S. *Método de Segmentação de Objetos em Imagens Baseado em Contornos Activos e Algoritmo Genético*. In: Congresso de Métodos Numéricos en Ingeniería, 1., 2009, Barcelona. *Anais...* Barcelona: Semni, 2009. p. 491 - 507.