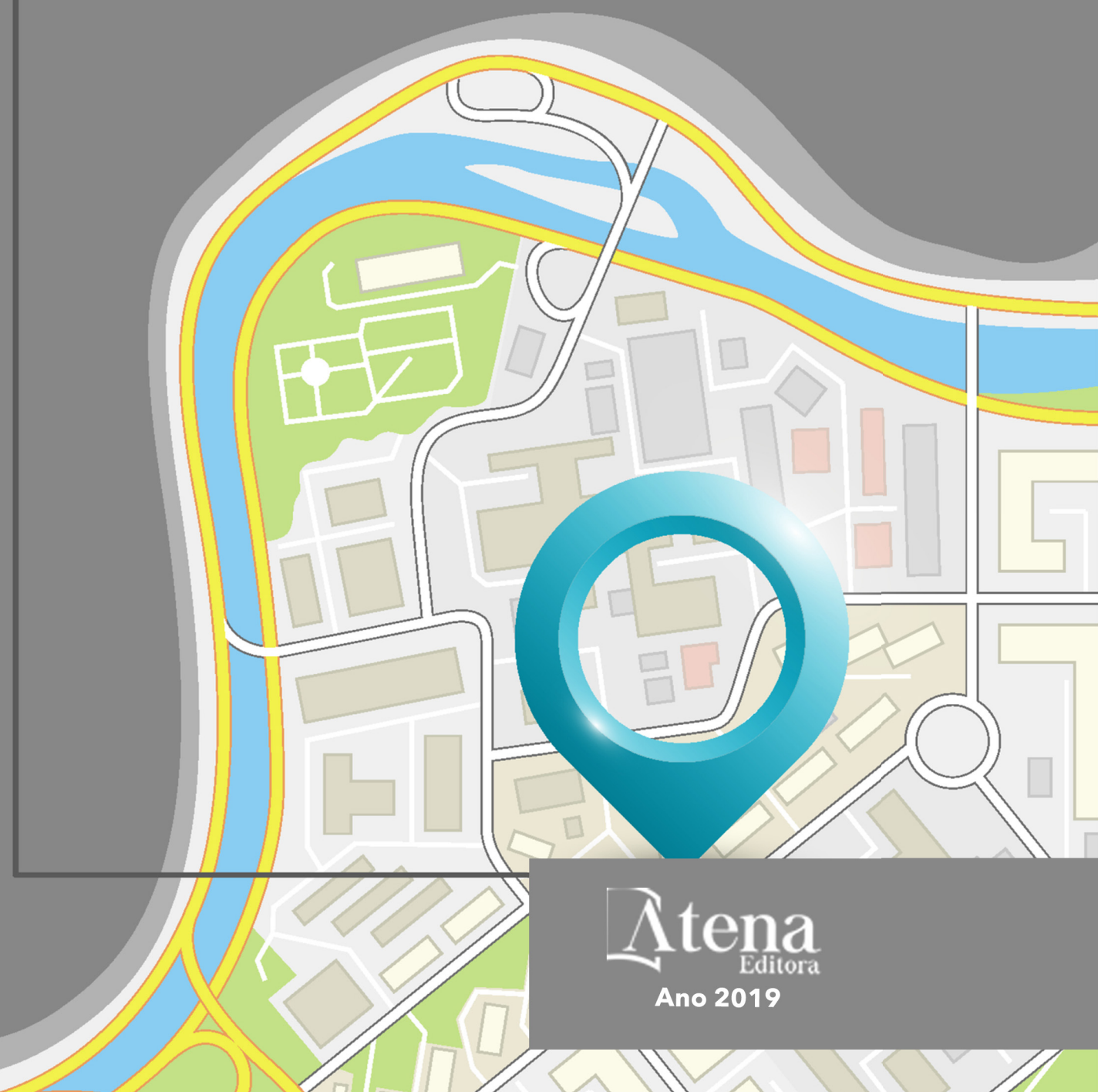


Jéssica Aparecida Prandel
(Organizadora)

Processamento, Análise e Disponibilização de Informação Geográfica



Atena
Editora
Ano 2019

Jéssica Aparecida Prandel
(Organizadora)

Processamento, Análise e
Disponibilização de Informação Geográfica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Rafael Sandrini Filho
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P963	Processamento, análise e disponibilização de informação geográfica [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Aparecida Prandel. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-727-7 DOI 10.22533/at.ed.277191710 1. Análise espacial (Estatística). 2. Geociências – Pesquisa – Brasil. 3. Sistemas de informação geográfica. I. Prandel, Jéssica Aparecida. CDD 910.285
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Processamento, Análise e Disponibilização de Informação Geográfica” possui um conteúdo abrangente sobre o tema, cujos aspectos são abordados de maneira magistral. O mesmo contempla 13 capítulos com discussões e reflexões acerca do respectivo tema.

As geotecnologias são entendidas como um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica. A utilização destas engloba, atualmente, um dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Sendo assim, o emprego de ferramentas geotecnológicas permitem a compreensão dos elementos que compõem e que estruturam as paisagens, possibilitando o conhecimento detalhado de determinado local ou área de estudo.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são considerados como as ferramentas computacionais do geoprocessamento, estes operacionalizam e integram os dados. Estas técnicas vem ganhando importância em nível mundial, pois permitem o levantamento de dados e informações, com uma maior precisão.

Os dados obtidos por essas diversas tecnologias servem como subsídio na elaboração de programas que podem ser usados em diversas áreas, como: Gestão Municipal, Meio Ambiente, Agronegócios, Serviços Públicos de Saneamento, Energia elétrica, Telecomunicações e Educação.

Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados às diversas áreas voltadas aos Sistemas de Informações geográficas. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento geocientífico.

Os organizadores da Atena Editora entendem que um trabalho como este não é uma tarefa solitária. Os autores e autoras presentes neste volume vieram contribuir e valorizar o conhecimento científico. Agradecemos e parabenizamos a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, a Atena Editora publica esta obra com o intuito de estar contribuindo, de forma prática e objetiva, com pesquisas voltadas para este tema. Desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Jéssica Aparecida Prandel

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
GEODIREITO E GEOTECNOLOGIAS: CONTRIBUIÇÕES NA AVALIAÇÃO DE CONFLITOS AMBIENTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS	
Thiago dos Santos Leal Otávio Miguez da Rocha Leão	
DOI 10.22533/at.ed.2771917101	
CAPÍTULO 2	12
APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) LIVRE NA INCORPORAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS E NO PLANEJAMENTO PARA OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES AGROPECUÁRIAS	
Geovanni Ribeiro Loiola Fernando Jakes Teubner Junior Nelson Wellausen Dias	
DOI 10.22533/at.ed.2771917102	
CAPÍTULO 3	24
TRATAMENTO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO COM ENFOQUE NA PENEIRA VIBRATÓRIA	
Victor Hugo Fernandes da Silva Ana Luísa Martins Borges Caio César Rangel Luciano	
DOI 10.22533/at.ed.2771917103	
CAPÍTULO 4	33
AS TECNOLOGIAS MÓVEIS E OS PROCESSOS EDUCATIVOS NA ESCOLA HOSPITALAR E DOMICILIAR	
Cristiane Silva de Jesus Mary Valda Souza Sales	
DOI 10.22533/at.ed.2771917104	
CAPÍTULO 5	46
QUANTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ESTOQUES DE CARBONO EM SOLOS DAS REGIÕES SUDOESTE, LITORAL SUL E EXTREMO SUL DA BAHIA	
Ana Maria Souza dos Santos Moreau Mauricio Santana Moreau Agná Almeida Menezes Cristiano de Souza Sant'ana	
DOI 10.22533/at.ed.2771917105	
CAPÍTULO 6	58
APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOMÉTRICA DO RELEVO NO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA-MG	
Theresa Rocco Pereira Barbosa Bárbara Coelho de Andrade Helena Saraiva Koenow Pinheiro Alexis Rosa Nummer Jhone Caetano de Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.2771917106	

CAPÍTULO 7	70
AVALIAÇÃO DO MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT) DO PROJETO BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL CONTÍNUA DO AMAPÁ: ESTUDO DE CASO DO PERÍMETRO URBANO DO MACAPÁ	
Herondino dos Santos Filho	
Marcelo José de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2771917107	
CAPÍTULO 8	82
DIAGNÓSTICO DOS USOS CONSUNTIVOS DE ÁGUA SUPERFICIAL EM RIOS DO ESTADO DE MATO GROSSO	
Juliane Stella Martins Costa de Figueiredo	
Leandro Obadowiski Bruno	
Felipe de Almeida Dias	
Walter Corrêa Carvalho Junior	
Ibraim Fantin-Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.2771917108	
CAPÍTULO 9	98
DAS GEOTECNOLOGIAS À GEOGRAFIA DAS COISAS	
Francisco Jorge de Oliveira Brito	
Priscila Lopes Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.2771917109	
CAPÍTULO 10	104
IDENTIFICAÇÃO DE CONGLOMERADOS ESPACIAIS DA MORTALIDADE NEONATAL PRECOCE NA PARAÍBA, 2007-2016	
Rackynelly Alves Sarmento Soares	
Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna	
Ronei Marcos de Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.27719171010	
CAPÍTULO 11	117
ACOMPANHAMENTO GEORREFERENCIADO DE ÁREAS BRASILEIRAS DE CERRADO SUJEITAS AOS ATAQUES DE <i>Helicoverpa armigera</i>	
Rafael Mingoti	
Maria Conceição Peres Young Pessoa	
Luiz Alexandre Nogueira de Sá	
Jeanne Scardini Marinho-Prado	
Catarina de Araújo Siqueira	
Verônica Capelatto Munhoz	
Giovanna Naves Beraldo	
André Rodrigo Farias	
DOI 10.22533/at.ed.27719171011	
CAPÍTULO 12	131
AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DO RESERVATÓRIO DE UMA HIDRELÉTRICA DA AMAZÔNIA ATRAVÉS DE FUZZY CLUSTERING MEANS	
Benedito de Souza Ribeiro Neto	
Terezinha Ferreira de Oliveira	
André Augusto Pacheco de Carvalho	
Fabrício Menezes Ramos	
Antonio Moraes da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.27719171012	

CAPÍTULO 13 143

PIXELS INDIVIDUAIS ANALISADOS ATRAVÉS DA COMBINAÇÃO ENTRE GEOBIA E MINERAÇÃO DE DADOS: CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA (ES)

Marcus Vinícius Alves de Carvalho

Gabriella Ferreira da Silva

Carla Bernadete Madureira Cruz

DOI 10.22533/at.ed.27719171013

SOBRE A ORGANIZADORA..... 155

ÍNDICE REMISSIVO 156

AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DO RESERVATÓRIO DE UMA HIDRELÉTRICA DA AMAZÔNIA ATRAVÉS DE FUZZY CLUSTERING MEANS

Benedito de Souza Ribeiro Neto

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Estatística e Faculdade de Ciência da Computação. Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Terezinha Ferreira de Oliveira

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Estatística e Faculdade de Ciência da Computação.

André Augusto Pacheco de Carvalho

Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Fabício Menezes Ramos

Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Antonio Moraes da Silveira

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Estatística e Faculdade de Ciência da Computação.

RESUMO: No monitoramento da qualidade da água em reservatórios de hidrelétricas da Amazônia, a empresa Eletrobras/Eletronorte realiza coletas periódicas de amostra de água para análise dos parâmetros físico-químicos, biológicos e concentrações de metais. Estas coletas foram realizadas em estações fixas distribuídas a montante do reservatório para obter uma representatividade do corpo d'água como um todo, considerando interação dos meios bióticos e a ação antrópica no entorno

do reservatório. Este estudo apresenta uma proposta de reposicionamento das estações de coleta de amostras de água do reservatório da usina Hidrelétrica de Tucuruí baseando em áreas de concentrações de substâncias em suspensão correlacionadas pela análise fatorial a fim de obter resultados com maior sensibilidade dos parâmetros e aplicando a técnica de Fuzzy Clustering em imagens de satélite do reservatório, utilizando a banda espectral 2, correspondentes aos anos de 2004, 2005, 2008, 2009, 2010 e 2011 que possuíram uma melhor visibilidade dos corpos d'água em relação aos demais anos, considerando no processo de clusterização das imagens a quantificação dos fatores ópticos da qualidade da água alcançados por meio da assinatura das refletâncias espectrais dos elementos contidos nos corpos d'água do reservatório.

PALAVRAS-CHAVE: Clusterização, imagens de satélite, qualidade da água.

EVALUATION OF THE LOCATION OF THE MONITORING STATIONS OF THE RESERVOIR OF AN AMAZONIAN HYDROELECTRIC PLANT THROUGH FUZZY CLUSTERING

ABSTRACT: In the monitoring of water quality in reservoirs of Amazonian hydroelectric dams,

Eletrobras / Eletronorte performs periodic sampling of water samples for the analysis of physico-chemical, biological parameters and concentrations of metals. These collections are carried out in fixed stations distributed upstream of the reservoir to obtain a representativeness of the water body as a whole, considering the interaction of the biotic means and the anthropic action in the surroundings of the reservoir. This study presents a proposal to reposition the water sample collection stations of the Tucuruí Hydroelectric Power Plant reservoir based on areas of suspension concentrations correlated by factorial analysis in order to obtain results with greater sensitivity of the parameters and applying the technique of Fuzzy Clustering in satellite images of the reservoir, using spectral band 2, corresponding to the years 2004, 2005, 2008, 2009, 2010 and 2011 that had a better visibility of water bodies in relation to other years, considering in the process of clustering of the images the quantification of the optical factors of the quality of the water achieved by means of the signature of the spectral reflections of the elements contained in the bodies of water of the reservoir.

KEYWORDS: Clustering, satellite imagery, water quality.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, as condições hídricas, relevo e a crescente demanda energética, resultaram na implantação de várias hidrelétricas nas últimas décadas (TUNDISI e TUNDISI, 2003; ATOBATELE e UGWUMBA, 2008; PEREIRA Filho et al., 2013). As alterações do ambiente aquático devido à construção de reservatórios ainda não foram suficientemente avaliadas, uma vez que os parâmetros físico-químicos e os metais de certos corpos de água podem ser característicos de cada região (TUNDISI e TUNDISI, 2008). Variações nos parâmetros físico-químicos podem afetar diretamente a biota local (MCCARTNEY, 2009). Desta forma, é fundamental o monitoramento destes parâmetros uma vez que determinadas concentrações pode representar ameaça ao ecossistema e a saúde humana (VRANA et al., 2005).

No monitoramento da qualidade da água de reservatórios de hidrelétricas na Amazônia, a Empresa Eletronorte realiza coletas periódicas de amostra de água para análise dos parâmetros físicos químicos e concentrações de metais. Este monitoramento é regido de acordo com as regulamentações do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (357/2005; 397/2008). Estas coletas são realizadas em estações fixas distribuídas a montante do reservatório, considerando os fatores antropogênicos, bióticos e abióticos no seu entorno, para obter uma representatividade do corpo d'água como um todo.

Neste contexto, este estudo apresenta uma proposta de reposicionamento das estações de coleta de amostras de água do reservatório da usina Hidrelétrica de Tucuruí baseando em áreas de concentrações de substâncias em suspensão, aplicando a técnica de Fuzzy Clustering means - FCM em imagens de satélite, utilizando a banda espectral 2 sensível à presença de sedimentos em suspensão, correspondentes aos

anos de 2004, 2005, 2008, 2009, 2010 e 2011 que possuíram uma melhor visibilidade dos corpos d'água em relação aos demais anos, considerando no processo de clusterização das imagens, a quantificação dos fatores ópticos da qualidade da água alcançados por meio da assinatura das refletâncias espectrais dos elementos contidos nos corpos d'água do reservatório para obtenção de resultados analíticos de maior representatividade da área de estudo.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, localizada no estado do Pará, nas coordenadas: latitude $03^{\circ} 43' - 05^{\circ} 15'$, longitude $49^{\circ} 12' - 50^{\circ} 00' W$. A Figura 1 apresenta uma imagem do reservatório, com os atuais pontos de coleta (onze) assinalados pelos círculos e suas respectivas denominações. O reservatório possui um total de área inundada de aproximadamente 2.850 m^2 , com aproximadamente $50,8$ milhões de m^3 de água.

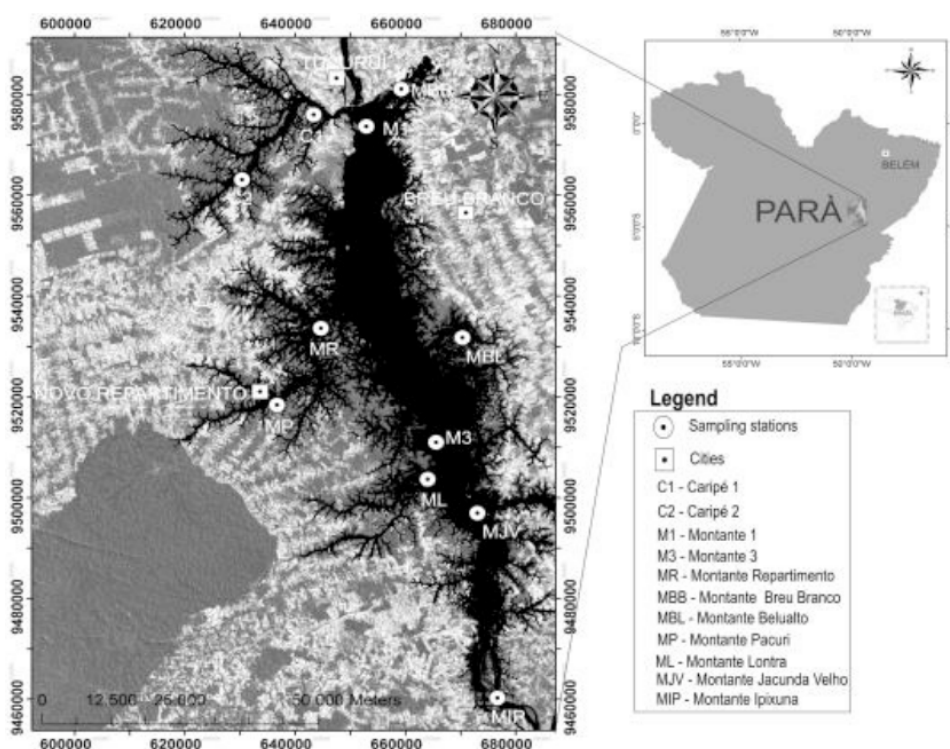


Figura 1- Localização do reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí

2.2 Análise físico-químicas e metais da água

As amostras de água foram coletadas e analisadas nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011 nas onze estações de coleta (C1, C2, M1, M3, MR, MBB, ML, MBL, MIP, MP, MJV) (Figura 1) distribuídas à montante do reservatório, em períodos trimestrais que correspondem ao ciclo hidrológico da região: seco, enchendo, cheio e

vazando totalizando 960 amostras. Foram distribuídas à montante do reservatório e posicionadas de modo a se ter uma amostragem de todo o reservatório, considerando as áreas de influência antrópicas no entorno do reservatório.

Parte das análises dos parâmetros físico-químicos foram feitas no local, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), primeira faixa de profundidade do disco de Secchi (m), condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$), pH, Sólidos Totais Suspensos - STS (mg L^{-1}), amônia total (mg L^{-1}), NO_3 (mg L^{-1}), clorofila-a (mg L^{-1}), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), fosfatos PO_4 (mg L^{-1}) e fósforo total (P) (mg L^{-1}). A análise de água para determinação dos metais foi realizada em laboratório pela técnica multielementar com espectrometria de emissão óptica em plasma por acoplamento indutivo (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* - ICP OES).

2.3 Análise Fatorial

Para adequação da análise fatorial foram utilizados: o *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Adequacy* (KMO) maior que 0,50 e o teste de Bartlett de esfericidade. O KMO é uma medida que serve para quantificar o grau de correlação entre variáveis. Este índice varia de 0 a 1, alcançando 1 quando cada variável é perfeitamente prevista sem erro pelas outras variáveis, sendo inaceitáveis valores a baixo de 0,50. O teste de Bartlett é um método que examina a matriz de correlação inteira, fornecendo a probabilidade de correlações significantes existem em algumas das variáveis (JOHNSON e WICHERN, 2001; HAIR et al., 1998).

2.4 Sensoriamento Remoto e Processamento de imagem

Os dados espaciais utilizados no presente estudo foram obtidos do banco de imagens de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, imagens do satélite LandSat 5 TM (PEREIRA e SETZER, 1993) do lago de Tucuruí com menor aerossóis e boa visibilidade dos corpos d'água dos anos de 2004, 2005, 2008, 2009, 2010 e 2011, a banda espectral 2 com o intervalo espectral na faixa de 0,52-0,60 μm , que possui sensibilidade à presença de materiais particulados em suspensão de corpos d'água, possibilitando o monitoramento da qualidade de água e gestão de recursos hídricos (NOVO, 1992).

As imagens da área de estudo foram segmentadas, classificadas e convertidas para o formato vetorial que serviu de contorno para extração dos corpos d'água da imagem (WOODCOCK et al., 1994; LEE e WARNER, 2006). Estas imagens inicialmente foram produzidas na escala espacial de 1:450.000, exportadas para o formato PNG nas dimensões de 1674 \times 2314 pixels e ajustadas para 512 \times 256 pixels sem perda de informações significativas.

As matrizes de 512 \times 256 pixels de cada ano do estudo foram convertidos para o formato DAT gerando 131.072 registros.

2.5 Fuzzy Clustering means - FCM

O FCM realiza o particionamento dos objetos, atribuindo valores de pertinências aos diferentes grupos, proporcionando um grau de adesão a cada um deles e facilitando a identificação dos grupos sobrepostos (BEZDEK, 1981; PAL et al., 2000, POTH et al., 2001 ; BANDYOPADHYAY, 2005; PEZESHKI et. al, 2012; GOSAINA e DAHIYA, 2016).

De modo geral, foram utilizadas 786.432 amostras para clusterização (Figura 2d), gerando uma matriz de centroides com 66 registros para novamente ser clusterizada, produzindo a matriz com os 11 possíveis pontos de coleta de água (Figura 2e).

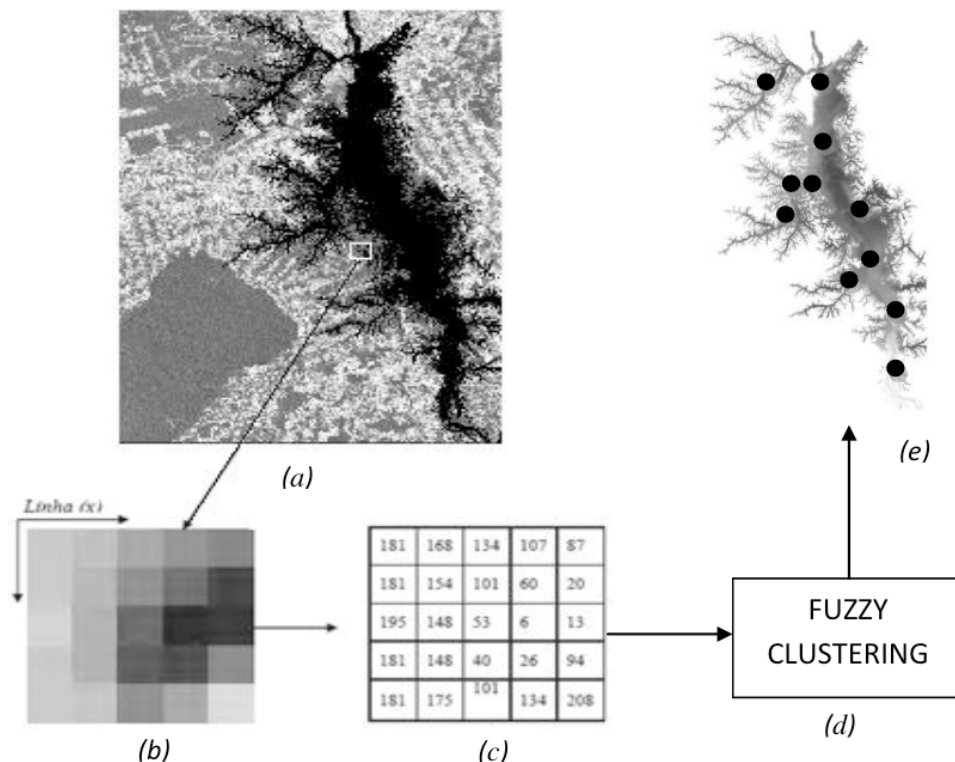


Figura 2- Imagem digital (a) com área em zoom de grupo de pixels em valores de cinza (b) correspondentes valores digitais (c), Fuzzy clustering (d) gerando 11 pontos de coleta de água a partir de matrizes de pixels (MENEZES e ALMEIDA, 2012 com alterações).

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Análise Fatorial

A análise fatorial é uma técnica de análise multivariada que analisa a interdependência nas quais todas as variáveis são simultaneamente consideradas, cada uma relacionada com todas as outras. Com a análise fatorial, o pesquisador pode primeiro identificar as dimensões separadas da estrutura e então determinar o grau em que cada variável é explicada por cada dimensão latentes comuns, chamados fatores (LAWLEY e MAXWELL, 1971).

Na análise fatorial, o valor de KMO foi 0,76, acima de 0,50, para a matriz

completa, indicando ser apropriada a aplicação da análise fatorial, e o teste de Bartlett apresentou um valor significância inferior a 0,05. Foram obtidos 6 fatores com variância total de 71,05. A Tabela 1 mostra os fatores, as comunalidades, as variâncias total e acumulada. O método de extração dos fatores foi o de Componentes Principais e a rotação ortogonal varimax.

Parametros	Comunalidade	Fatores					
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
Secchi (m)	0,772	-0,766	-0,08	0,163	-0,217	0,064	-0,318
Fe Total (mg L ⁻¹)	0,725	0,752	0,177	0,339	-0,036	-0,093	-0,057
PO ₄ (mg L ⁻¹)	0,622	0,74	0,004	0,098	-0,106	-0,181	-0,147
P (mg L ⁻¹)	0,838	0,865	0,199	0,205	-0,037	-0,057	0,062
TSS (mg L ⁻¹)	0,713	0,827	-0,028	-0,094	0,077	0,047	0,111
Turbidez	0,761	0,843	-0,051	-0,188	0,109	-0,02	-0,028
Na (mg L ⁻¹)	0,814	-0,037	0,876	0,067	-0,064	0,095	0,166
K (mg L ⁻¹)	0,763	0,252	0,793	0,116	0,087	-0,219	-0,032
OD (mg O ₂ L ⁻¹)	0,645	0,112	-0,053	-0,745	0,076	0,235	0,115
NH ₄ (mg L ⁻¹)	0,728	0,352	0,162	0,632	0,229	0,152	0,32
pH	0,688	0,149	-0,246	-0,475	0,549	0,069	0,272
Mg (mg L ⁻¹)	0,726	-0,061	0,094	0,011	0,833	-0,131	-0,036
NO ₃ (mg L ⁻¹)	0,686	0,378	-0,088	0,357	0,506	0,35	-0,171
Condutividade (μS cm ⁻¹)	0,66	0,237	-0,004	0,108	-0,06	-0,714	0,281
Ca (mg L ⁻¹)	0,689	-0,034	-0,082	-0,073	-0,129	0,766	0,269
Temperatura (°C)	0,541	-0,457	-0,26	0,007	-0,212	0,046	0,466
Clorofila-a (mg L ⁻¹)	0,703	0,096	0,186	-0,046	0,04	-0,005	0,809
Variância Total		26,38	9,96	9,31	8,67	8,41	8,32
% Variância Acumulada		26,38	36,34	45,65	54,32	62,73	71,05

Tabela 1 - Análise fatorial com os fatores, comunalidades, variância total e acumulada.

De acordo com a Tabela 1 é demonstrada a relação dos elementos Transparência, Ferro Total, PO₄, P, Sólidos Totais Suspensos - STS e Turbidez e estão agrupados no Fator 1 (F1) apresentando forte correlação entre eles com variância Total de 26,38. Estes elementos apresentam grande refletância em corpos d'água e boa absorção de energia pelos sensores do satélite no caso deste estudo a utilização da banca espectral 2 do satélite LandSat 5 TM, possibilitando a visualização destes por meio de imagens, pois o F1 possui maior variâncias total que os fatores F2, F3, F4, F5 e F6 (Tabela 1).

3.2 Clusterização dos valores de pixels

A análise de cluster é uma técnica matemática destinada a ajudar um usuário a entender o agrupamento ou estrutura natural em um conjunto de dados (ANKERST et al., 1999). A aplicação da técnica de Clusterização têm sido largamente utilizada na construção de soluções de classificação nos mais diversificados domínios do conhecimento, incluindo reconhecimento de padrões, análise de dados, processamento de imagens, e pesquisa de mercado (GU et al., 2008).

O método FCM aplicado nas imagens de satélite dos anos de 2004, 2005, 2008, 2009, 2010 e 2011 resultou na Figura 3, os clusters e seus centroides, obtidos

a partir dos valores de pixels das correspondentes imagens. A Figura 4 ilustra as curvas de desempenho das funções objetivo para clusterização dos valores de pixels e na identificação dos centroides dos clusters. O FCM gerado utilizou as seguintes configurações para identificação dos clusters e definição de seus centroides:

- Method : FCM
- Exponent for U = 2.0
- Maximal iterations = 100
- Minimal improvement = 1e-6
- Number of clusters: 11

O desempenho do FCM sofre influencia da escolha do número de classes, dos centros de cluster iniciais, ordem dos vetores, a medida de distância, critério de parada e pelas propriedades geométricas dos conjuntos de dados. Os dados que apresentam clusters compactos, bem separados e com formas hipersféricas, são apropriados para este método, mas para encontrar a solução ideal é necessário realizar bastantes testes com vários valores de classes, distâncias, critérios de parada, centros de cluster iniciais e diferentes ordens de amostras (BEZDEK, 1981).

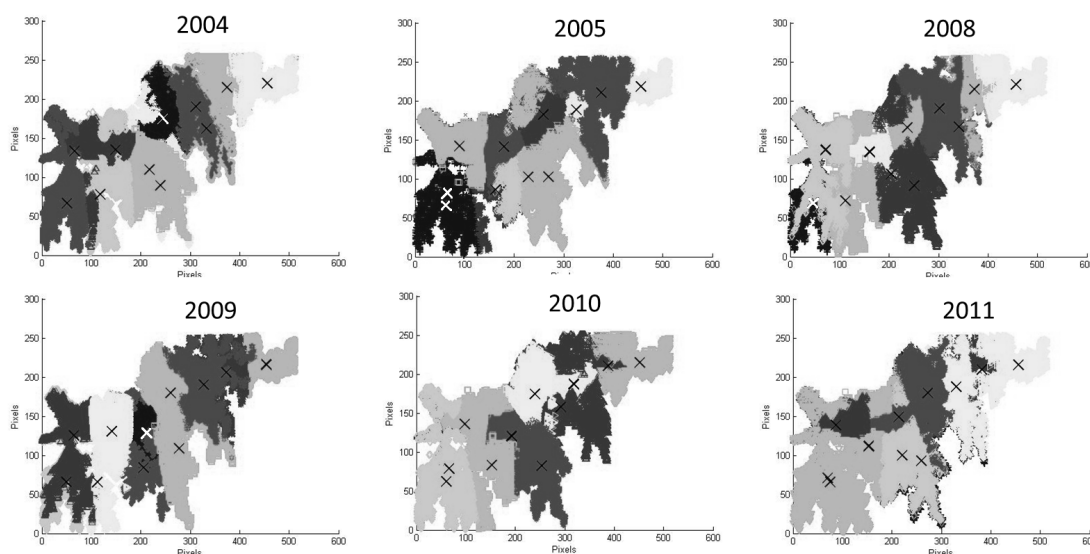


Figura 3 – Clusters e seus centroides gerados a partir das imagens de satélite, onde as diferentes tonalidades de cores representam agrupamentos de valores de pixels.

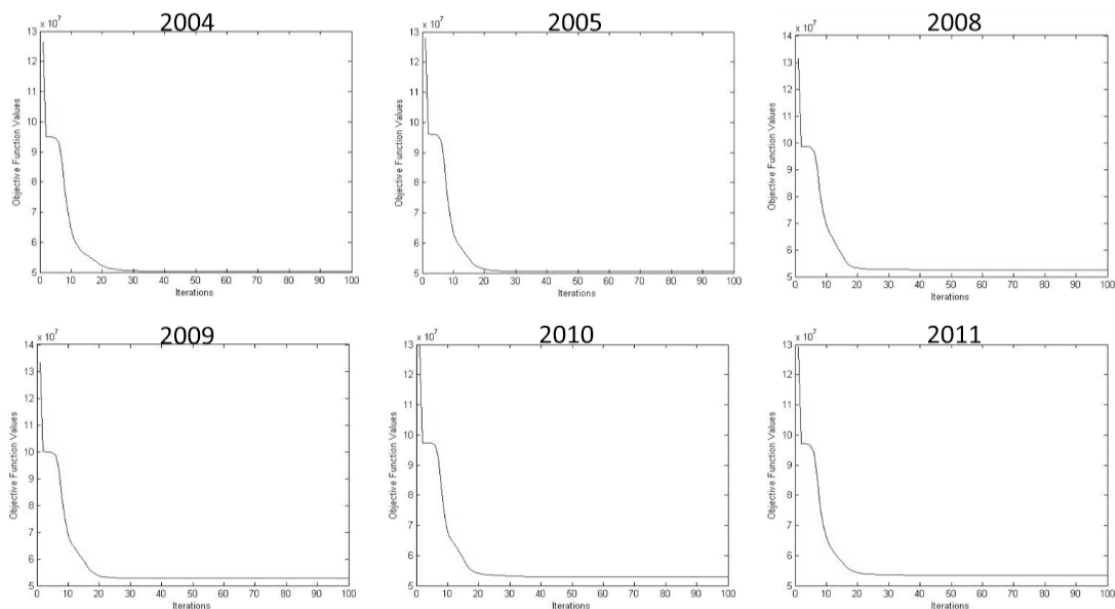


Figura 4 – Desempenho da função objetivo para criação dos clusters dos valores de pixels das imagens dos anos de estudo.

A Figura 4 demonstra que as funções objetivo para os anos de 2004 e 2005, convergiram em poucas interações em relação aos demais anos, resultado bons erros de aproximação.

O Sensoriamento remoto em sistemas aquáticos é uma técnica de monitoramento dos recursos naturais que faz uso de análises das variações da magnitude e qualidade da radiação que deixa a água, para se obter informações quantitativas do tipo de substancias presentes na água e suas concentrações (BRANDO e DEKKER, 2003; MICHALOPOULOU et al., 2010).

A Figura 5 ilustra o resultado final do processo de clusterização, obtido a partir da união dos centroides dos clusters da Figura 3 em um único arquivo gerando 11 centroides georeferenciados para projeção *Universal Transversa de Mercator-UTM*, comparando com as estações de coletas de água utilizada pela Eletronorte.

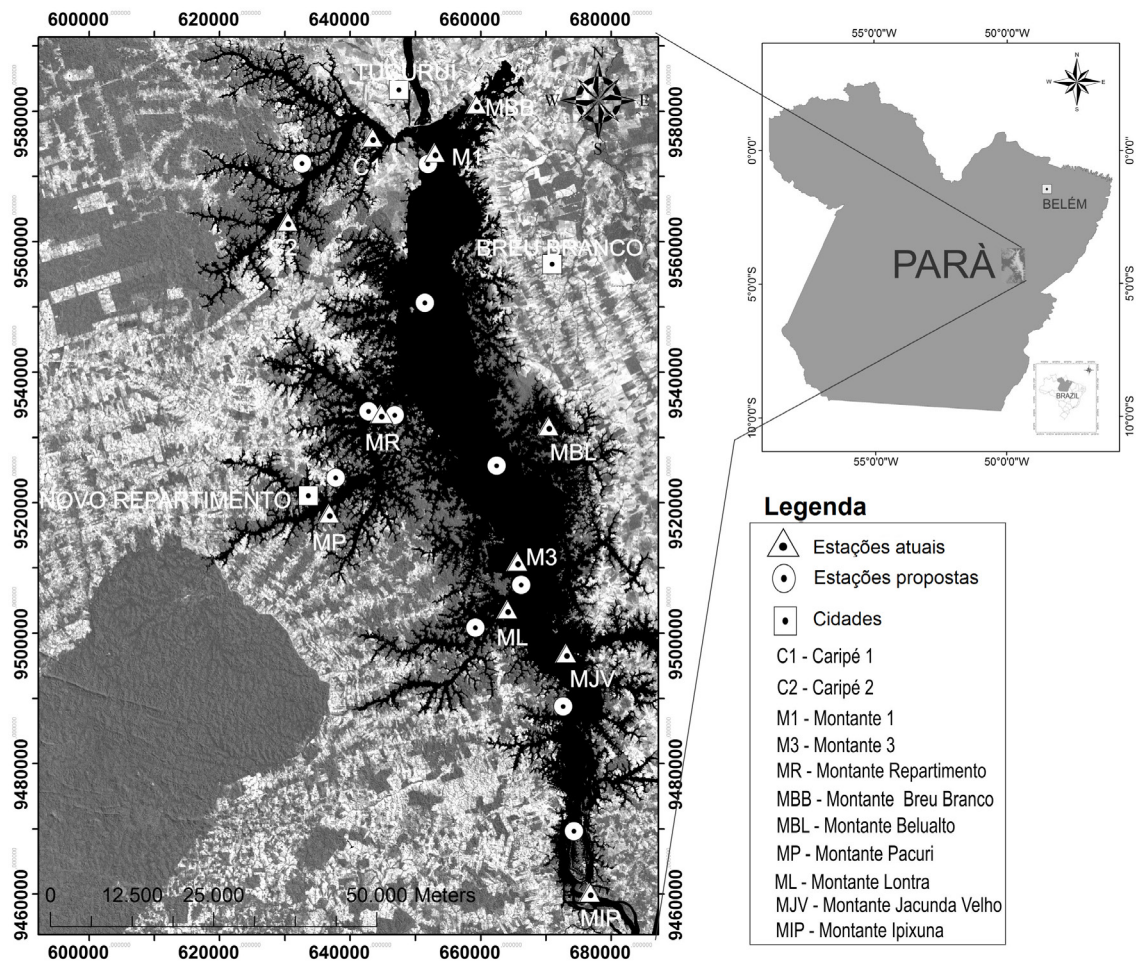


Figura 5 – Imagem de satélite do reservatório com o posicionamento atual das estações de amostragem de água, simbolizado por triângulos alocados em áreas de ação antrópica e o posicionamento resultante do processo de clusterização, simbolizado por círculos.

O método de alocação proposto alocou apenas uma estação na localidade do Caripé, as estações C1 e C2 demonstraram estar em áreas homogêneas, resultando em uma única estação de coleta de água.

A estação MBB foi alocada nas proximidades da Cidade de Breu Branco, saindo das proximidades da Barragem (Figura 5). A estação MR foi dividida em duas estações, sendo uma localizada no leito do reservatório e outra adentrando no rio que dá acesso a cidade de Novo Repartimento. A estação M1 permaneceu praticamente inalterada ficando nas proximidades da barragem. A estação MBL foi alocada mais ao leito do reservatório, saindo de áreas de ilhas. A estação MP saiu das proximidades da cidade de Novo Repartimento, sendo alocada para uma área de ilhas oposta à localização atual. A estação M3 praticamente não foi alterada, permanecendo na mesma região da atual. A estação ML saiu do leito do reservatório e foi alocada na entrada de um rio. A estação MJV foi alocada para uma área de ilhas e a estação MIP alocada para uma área de afunilamento do reservatório mais interna as proximidades da estação MVJ.

4 | CONCLUSÕES

O estudo apresenta uma abordagem diferenciada para as atuais estações atualmente utilizadas pela empresa Eletronorte, e leva em consideração a sensibilidade dos resultados analíticos obtidos pela análise fatorial contribuindo para um monitoramento e avaliação onde os pontos coletados venham a refletir nas variações mais adequadas dos parâmetros estudados, podendo ser utilizado como alternativa de reposicionamento das atuais estações de coleta, agregando valor ao processo de coletas das amostras de água, considerando que o método proposto oferece uma visão espacial mais próxima da realidade e particularidades do reservatório em períodos chuvosos e de seca.

O método gerado pela clusterização possibilitou uma distribuição das estações de acordo com os valores de pixel de imagens LandSat 5 TM com a banda espectral 2, que possui sensibilidade à presença de materiais particulados em suspensão de corpos d'água, resultando em uma nova abordagem para alocação das estações de amostragens baseado na variabilidade das concentrações das propriedades intrínsecas do reservatório, podendo contribuir para a melhoria da eficácia dos diferentes ensaios físico-químicos realizados pela empresa Eletronorte com as amostras de água dos reservatórios das suas hidrelétricas na região amazônica.

AGRADECIMENTO

Agradecemos à empresa Eletronorte pela cessão do material objeto deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ANKERST, M.; BREUNIG, M.M.; KRIEGEL, H.P. **OPTICS: Ordering Points to Identify the Clustering Structure** In: Proceedings of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data. Philadelphia, PA, USA, 1999. p. 49-60.
- ATOBATELE, O.E.; UGWUMBA, O.A., **Seasonal variation in the physicochemistry of a small tropical reservoir (Aiba Reservoir, Iwo, Osun, Nigeria)**. African Journal of Biotechnology, v. 7. p. 1962-1971, 2008.
- BANDYOPADHYAY, S. **Satellite image classification using genetically guided fuzzy clustering with spatial information**. International Journal of Remote Sensing, v. 20, p. 579-593, 2005.
- BEZDEK, J.C., **Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms**. Plenum, New York. 1981.
- BRANDO, V.E.; DEKKER, A.G. **Satellite hyperspectral remote sensing for estimating estuarine and coastal water quality**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. v. 41, p.1378-1387. 2003.
- GOSAINA, A.; DAHIYA, S. **Performance Analysis of Various Fuzzy Clustering Algorithms: A Review**. 7th International Conference on Communication, Computing and Virtualization, v. 79, p. 100-

111. 2016.

GU G.; PERDISCI R.; ZHANG J.; LEE W. **BotMiner: clustering analysis of network traffic for protocol and structure independent botnet detection**. Proceedings of the 17th conference on Security symposium, San Jose, CA. 2008. p.139-154.

HAIR, J.F.J.; ANDERSON, R.E., TATHAN, R.L.; BLACK, W.C. **Multivariate Data Analysis**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1998.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 5th ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2001.

LAWLEY, D.N.; MAXWELL, A.E. **Factor Analysis as a Statistical Method**. London Butterworths, 1971.

LEE, J. Y.; WARNER, T.A. **Segment based image classification**. International Journal of Remote Sensing, v. 27, p. 3403–3412, 2006.

MCCARTNEY, M. **Vivendo com barragens: a gestão dos impactos ambientais**. Política da Água, v. 11, p. 121-139, 2009.

MENEZES, P.R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: Unb, 2012. 266 p.

MICHALOPOULOU, Z.; BAGHERI, S.; AXE, L. **Bayesian Estimation of Optica Properties of Nearshore Estuarine Waters: A Gibbs Sampling Approach**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 48, p. 1579-1587, 2010.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.

PAL, S. K., GHOSH, A.; **Uma Shankar, B.**, Segmentation of remotely sensed images with fuzzy thresholding, and quantitative evaluation, International Journal of Remote Sensing, v.21, p. 2269-2300, 2000.

PEREIRA FILHO, W.; DOS SANTOS, F.C.; CASSOL, A.P.V.; DOMINGUES, A.L.; PRADO, D.A.; **Influência de componentes oticamente ativos relacionados a reservatórios em cascata – Rio Jacuí-RS**, In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do de Igauçu, PR, Brasil. p. 9036-9042. 2013.

PEREIRA, M.C.; SETZER, A. W. **Spectral characteristics of fire scars in Landsat-5 TM images of Amazonia**. International Journal of Remote Sensing, v. 14, p. 2061–2078, 1993.

PEZESHKI, Z.; TAFAZZOLI-SHADPOUR, M.; MANSOURIAN, A.; ESHRATI, B.; OMIDI, E.; NEJADQOLI, I. **Model of cholera dissemination using geographic information systems and fuzzy clustering means: Case study. Chabahar, Iran**. Public Health. v. 126, p. 881-887, 2012.

POTH, A.; KLAUS, D.,VOß, M.; STEIN, G. **Optimization at multi-spectral land cover classification with fuzzy clustering and the Kohonen feature map**. International Journal of Remote Sensing, v. 22, p. 1423-1439, 2001.

TUNDISI, J.G.; SANTON, M.A.; MENEZES, C.F.S. **Tucuruí reservoir and hydroelectric Power plant**. [S.I.]. 2003.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo. Oficina de textos. 2008.

VRANA, B.; ALLAN, I. J.; GREENWOOD, R.; MILLS, G. A.; DOMINIAK, E.; SVENSSON, K.; KNUTSSON, J.; MORRISON, G., **Passive sampling techniques for monitoring pollutants in water**. Trends in Analytical Chemistry, v. 24, p. 845–868. 2005.

WOODCOCK, C.E.; COLLINS, J.B.; GOPAL, S.; JAKABHAZY, V.D.; LI, X.; MACOMBER, S.; RYHERD, S.; HARWARD, V.J.; LEVITAN, J.; WU, Y.; WARBINGTON, R. Mapping forest vegetation using Landsat TM imagery and a canopy reflectance model, Remote Sensing of Environment, v. 50, p. 240-254, 1994.

SOBRE A ORGANIZADORA

JÉSSICA APARECIDA PRANDEL Mestre em Ecologia (2016-2018) pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Erechim, com projeto de pesquisa Fragmentação Florestal no Norte do Rio Grande do Sul: Avaliação da Trajetória temporal como estratégias a conservação da biodiversidade. Fez parte do laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental da URI. Formada em Geografia Bacharelado pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG, 2014). Em 2011 aluna de Iniciação científica com o projeto de pesquisa Caracterização de Geoparques da rede global como subsídio para implantação de um Geoparque nos Campos Gerais. Em 2012 aluna de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Ponta Grossa, com projeto de pesquisa Zoneamento Ambiental de áreas degradadas no perímetro urbano de Palmeira e Carambeí (2012-2013). Atuou como estagiária administrativa do laboratório de geologia (2011-2013). Participou do projeto de extensão Geodiversidade na Educação (2011-2014) e do projeto de extensão Síntese histórico-geográfica do Município de Ponta Grossa. Em 2014 aluna de iniciação científica com projeto de pesquisa Patrimônio Geológico-Mineiro e Geodiversidade-Mineração e Sociedade no município de Ponta Grossa, foi estagiária na Prefeitura Municipal de Ponta Grossa no Departamento de Patrimônio (2013-2014), com trabalho de regularização fundiária. Estágio obrigatório no Laboratório de Fertilidade do Solo do curso de Agronomia da UEPG. Atualmente é professora da disciplina de Geografia da Rede Marista de ensino, do Ensino Fundamental II, de 6º ao 9º ano e da Rede pública de ensino com o curso técnico em Meio Ambiente. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Educação, Geoprocessamento, Geotecnologias e Ecologia.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Análises 3, 14, 86, 125, 126, 127, 134, 138

Áreas Protegidas 1, 3, 4, 5, 7, 8

C

Cartografia 2, 11, 15, 102

Cascalho 24, 30, 31

Ciência 20, 24, 56, 69, 71, 81, 102, 103, 131

Classes 3, 4, 20, 34, 36, 37, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 61, 64, 69, 77, 80, 83, 120, 137, 145, 146, 149, 153

Cobertura da Terra 143, 144, 145, 146, 150, 151, 152, 153, 154

Conflitos Ambientais 1, 3

F

Fluido 24, 25, 28, 29, 30, 31

G

Geociências 24, 144, 155

Geografia 1, 2, 11, 12, 14, 22, 23, 56, 91, 92, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 115, 119, 120, 128, 143, 154, 155

Georreferenciamento 93, 117, 119

Geotecnologias 1, 2, 58, 71, 98, 99, 100, 101, 102, 155

Gestão 1, 2, 6, 11, 23, 36, 58, 59, 82, 83, 86, 93, 95, 96, 98, 99, 128, 134, 141

M

Mapeamento 2, 11, 46, 48, 49, 50, 54, 58, 69, 76, 81, 97, 105, 126, 151, 152, 153, 154

Meio Ambiente 50, 57, 71, 75, 82, 83, 84, 86, 87, 89, 90, 95, 96, 97, 117, 129, 132, 155

Monitoramento 2, 76, 81, 86, 93, 106, 117, 119, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 131, 132, 134, 138, 140

P

Peneira 24, 25, 30, 31

Perfuração 24, 25, 31, 32

Petróleo 24, 25, 31, 32

Pixels 63, 73, 134, 135, 136, 137, 138, 143, 144, 145, 146, 151, 153, 154

Planejamento 1, 2, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 22, 34, 37, 59, 71, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 105, 143, 155

Precisão 30, 75, 76, 81, 143, 146, 147, 152, 154

Proteção Ambiental 2, 7, 32, 57

S

Sistemas de Informações Geográficas 99, 100

V

Vegetação 8, 47, 48, 50, 56, 61, 75, 85, 146, 152, 153

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-727-7



9 788572 477277