

## A UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS LAGOAS DE FEIRA DE SANTANA-BA

Amanda da Silva Souza<sup>1</sup>, Luciana da Luz Silva<sup>2</sup>, Taíse Bomfim de Jesus<sup>3</sup>, Danusa da Purificação Rodrigues<sup>4</sup>, Leila Thaise Santana de Oliveira Santos<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, Bolsista do Programa Institucional de Bolsa Extensão – PIBEX, UEFS, Feira de Santana-BA, amanda.bio2m@gmail.com

<sup>2</sup>Graduanda em Geografia, Bolsista do Laboratório de Processamento de Imagem Georreferenciada – LAFIG, UEFS, Feira de Santana-BA, lucisilva.luz@gmail.com

<sup>3</sup>Bióloga, Professora da UEFS, Feira de Santana-BA, taisebj@hotmail.com

<sup>4</sup>Geógrafa, Analista Universitária, UEFS, Feira de Santana-BA, danusa@uefs.br

<sup>5</sup>Bióloga, Professora do Colégio Estadual Paulo VI, Feira de Santana-BA, leilathaise@yahoo.com.br

**RESUMO:** Feira de Santana é uma cidade que teve expansão urbana caracterizada por ocupações espontâneas em nascentes e lagoas do Rio Subaé, que interferem as análises das localizações e tamanho original das lagoas urbanas do município. Este estudo visa analisar a morfometria das Lagoas Salgada, Grande e Subaé de Feira de Santana-BA e discutir as mudanças que ocorreram nos parâmetros morfométricos das Lagoas nos anos 1969, 2008 e 2015 por meio do geoprocessamento. As imagens de satélites das Lagoas foram obtidas do Google Earth ® referentes aos anos já citados, e com auxílio do software ArcGIS 10.3 foram mensurados os parâmetros morfométricos. Houve uma redução na área das Lagoas Subaé e Grande, sendo que a primeira foi fragmentada devido ao aterramento e expansão urbana que começou com a construção da rodovia-324; a segunda, pelo processo de revitalização. Analisando o desenvolvimento do perímetro das lagoas de 1969 a 2015, a Lagoa Salgada possui o formato de fundo mais regular, o que implica uma vulnerabilidade ao assoreamento e à eutrofização. Todas as lagoas do estudo sofreram mudanças na morfometria ao longo dos anos, fato comprovado a partir de análises dos dados gerados do sensoriamento remoto.

**PALAVRAS-CHAVE:** lagoas, geoprocessamento, análise morfométrica.

**INTRODUÇÃO:** Geoprocessamento representa a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico (D'ALGE, 2007) e dessa forma influencia as áreas de Cartografia, transportes, comunicações e planejamento urbano e regional, análise de recursos naturais, em que podemos destacar a morfometria de corpos d'água. A morfometria de um ecossistema lântico consiste na medição de vários elementos físicos que definem sua forma ou estrutura e envolve ainda o estudo de sua origem e da influência da forma sobre as características, físicas, químicas e biológicas do ecossistema (Sperling, 1994 e 1999), e o conhecimento dos parâmetros morfométricos é de fundamental importância para que se possa entender o funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Brighenti et al. (2011) usam Wetzel (1993) e Bezerra-Neto, Pinto-Coelho, (2002) para reforçar a importância dos estudos morfométricos. Esses autores ressaltam que morfometria dos corpos d'água tem efeitos relevantes sobre quase todas as variáveis físicas, químicas e biológicas dos lagos (WETZEL, 1993), tais como, o balanço de nutrientes, a estabilidade térmica da coluna d'água, a produtividade biológica, o consumo de oxigênio (BEZERRA-NETO; PINTO-COELHO, 2002), a distribuição de organismos e de compostos químicos em suas formas dissolvidas e particuladas (SPERLING, 1999). Notoriamente, desde a década de 1970, o Centro Industrial do Subaé (CIS) que foi instalado em Feira de Santana contribuiu para o crescimento urbano e por consequência, trouxe sérios problemas ambientais como despejo de efluentes industriais nas lagoas, ocupações espontâneas nas áreas de interesse ambiental, como as nascentes e Lagoas do rio Subaé, desencadeou o aterramento de Lagoas urbanas o que prejudica as análises das suas localizações e tamanho original, dificultando a compreensão espacial do objeto de estudo. Dentro desse contexto, o presente trabalho tem como objetivos, analisar a morfometria das Lagoas Salgada, Grande e Subaé de Feira de Santana-BA e discutir as mudanças que ocorreram nos parâmetros morfométricos das Lagoas nos anos 1969, 2008 e 2015 por meio do geoprocessamento.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo compreende as Lagoas Salgada, Grande e Subaé localizadas na cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil (Figura 1).

A Lagoa Salgada está situada nas coordenadas 12°15'0''S e 12°16'30''S latitude e 38°54'0''W e 38°55'30''W longitude, e é a maior Lagoa da cidade. Está localizada no bairro que leva o nome da Lagoa, possui regime intermitente e vem sofrendo com processos como: aterramento para construções de condomínios residenciais, depósito de lixo, e exploração de argila. A Lagoa Grande localiza-se na parte leste do centro de Feira de Santana, no bairro Lagoa Grande, nas coordenadas geográficas 12°15'0''S latitude e 38°55'30''W e 38°57'0''W longitude. Nos anos 50, a Lagoa Grande era uma das maiores do perímetro urbano, razão pela qual recebeu esse nome, apresenta regime perene. Durante o processo de revitalização, ocorrido em 2015, foi realizada a dragagem da lagoa e a retirada de toda a macrófita existente na coluna d'água. A Lagoa Subaé está situada na latitude 12°16'30''S e longitude 38°54'0''W - 38°55'30''W. Localiza-se no perímetro urbano de Feira de Santana, a sudoeste de sua sede no setor B do Centro Industrial do Subaé, no bairro Parque Lagoa Subaé, foi cortada pela BR-324 em 1960, dividindo-a em duas: Lagoa Subaé Norte e Lagoa Subaé Sul. Ressalta-se que os fragmentos dessa lagoa apresenta regime intermitente, possuindo algum espelho d'água em épocas específicas do ano ou após chuvas torrenciais. Todas as três Lagoas recebem esgotos provenientes das ocupações circunvizinhas.

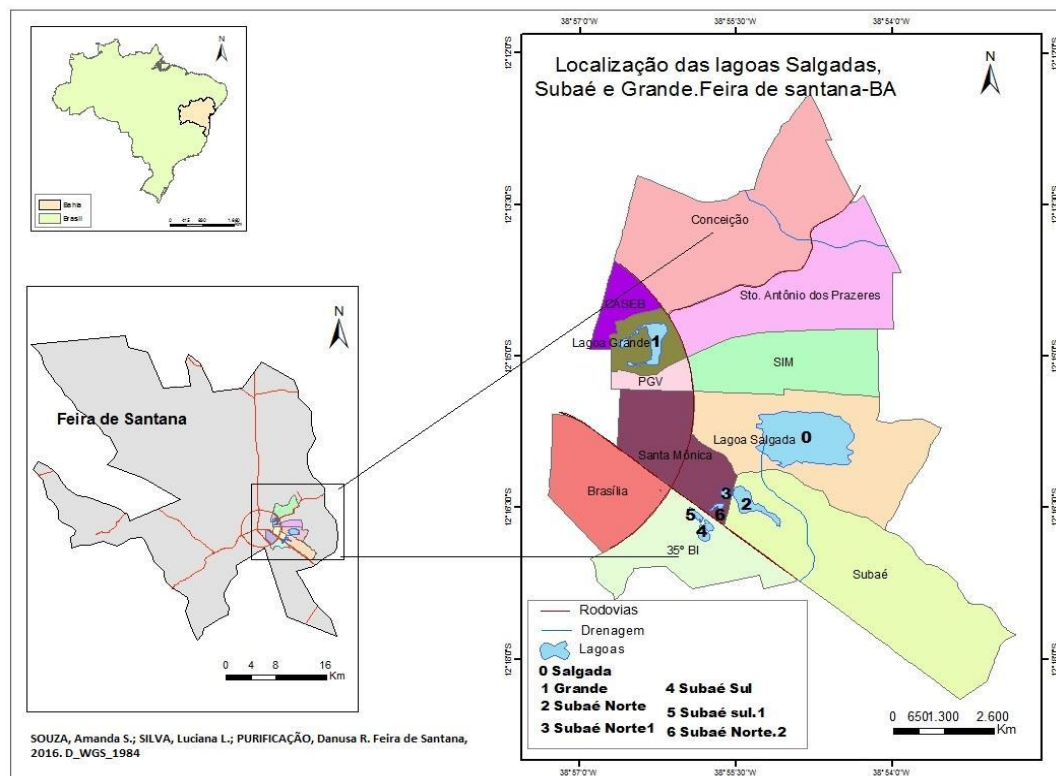


Figura 1 - Localização da área de estudo, com destaque as Lagoas urbanas de Feira de Santana-BA.

O trabalho iniciou-se com a visita de campo para reconhecimento e caracterização das Lagoas urbanas de Feira de Santana, utilizando o aparelho de Posicionamento Global por Satélite - GPS. Os dados morfométricos foram obtidos a partir de imagens de satélites Landsat do Google Earth® das Lagoas em Dezembro de 1969 (período chuvoso), Novembro de 2008 (período chuvoso) e Março de 2015 (período seco). Para isso, as imagens foram georreferenciadas em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG) e construiu-se um banco de dados no software ArcGIS 10.3. Em seguida, a mensuração dos parâmetros morfométricos primários foi realizada utilizando-se as imagens citadas: Perímetro, Área, Largura Máxima e Comprimento. Através desses dados, foi possível calcular os parâmetros secundários: Largura Média (Equação 1) e Desenvolvimento de Perímetro (Equação 2)

$$Bmed = \frac{A}{L} \quad (1)$$

Onde, Bmed é a largura média, A corresponde a área e L ao comprimento.

$$F = \frac{lo}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot a}} \quad (2)$$

Em que F é o desenvolvimento de perímetro,  $lo$  é o perímetro e  $a$  área da lagoa.

Ressalta-se que a utilização de imagens de satélite em conjunto com as atividades de campo são importantes para estudos morfométricos de lagoas no sentido permitir aquisição de dados primários a custos baixos, favorecer maior precisão dos dados obtidos, bem como análises mais detalhadas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os descritores morfométricos para as Lagoas Grande, Salgada e Subaé (Norte e Sul) de Feira de Santana-Ba, como Comprimento, Área, Perímetro, Largura Máxima, Largura Média e Desenvolvimento de Perímetro são apresentados nas Tabelas 01, 02, 03 e 04. Nota-se que a área e o perímetro da Lagoa Grande possuem uma relação linear entre 2008 a 2015, por apresentar uma diminuição nessas duas variáveis, nesse período. Essa redução pode ser explicada pelo processo de revitalização da Lagoa que começou em 2015.

Tabela 01: Dados morfométricos da Lagoa Grande de Feira de Santana-Ba.

Lagoa Grande	Perímetro (km)	Área (km <sup>2</sup> )	Comprimento (km)	Largura máxima (km)	Largura media (km)	Desenvolvimento de perímetro (F)
1969	3,32	0,15	0,47	0,51	0,32	2,42
2008	5,44	0,31	0,71	0,56	0,44	2,76
2015	4,46	0,21	0,77	0,49	0,43	2,74

Para o desenvolvimento de perímetro (F) da Lagoa Salgada (Tabela 2) houve uma redução de 1,57 Km, em 1969 para 1,30 km, em 2015. Isso indica que o perímetro passou a ser mais regular, segundo Brighenti et al. (2011), a regularidade do perímetro da Lagoa desfavorece a colonização das margens por comunidades litorâneas, tornando-a mais vulnerável à eutrofização e ao assoreamento.

Tabela 02: Dados morfométricos da Lagoa Salgada de Feira de Santana-Ba.

Lagoa Salgada	Perímetro (km)	Área (km <sup>2</sup> )	Comprimento (km)	Largura máxima (km)	Largura media (km)	Desenvolvimento de perímetro (F)
1969	4,14	0,55	1,17	0,64	0,47	1,57
2008	5,63	1,63	1,83	1,04	0,89	1,24
2015	6,46	1,96	2,08	1,14	1,72	1,30

A redução dos valores dos descritores morfométricos primários de 2008 a 2015 da Lagoa Subaé Norte (Tabela 3) mostra uma diminuição no tamanho da Lagoa, nesse intervalo de tempo a área da Lagoa diminuiu 0,09 Km<sup>2</sup>, isso pode ser decorrente do aterramento e ocupações espontâneas na região.

Tabela 03: Dados morfométricos da Lagoa Subaé Norte de Feira de Santana-Ba.

Lagoa Subaé Norte	Perímetro (km)	Área (km <sup>2</sup> )	Comprimento (km)	Largura máxima (km)	Largura media (km)	Desenvolvimento de perímetro (F)
-------------------	----------------	-------------------------	------------------	---------------------	--------------------	----------------------------------

<b>1969</b>	1,51	0,06	0,50	0,27	0,12	1,74
<b>2008</b>	3,14	0,25	1,09	0,53	0,23	1,77
<b>201</b>	2,56	0,16	0,96	0,40	0,40	1,80

Segundo Hakanson (1981) existe uma alta correlação entre o desenvolvimento de perímetro (F) e o formato da bacia do lago, e segundo Herzer (2013) uma bacia circular perfeita tem valor de F igual 1 e bacias irregulares valores acima de 3. Nessa perspectiva, o índice de desenvolvimento de perímetro da Lagoa Subaé Sul em 1969 (Tabela 4) revela que o formato do fundo da Lagoa é pouco irregular, já que F não excedeu o valor 3. Essa conformação do perímetro da Lagoa foi mudando ao longo dos anos tornando-se mais regular em 2008, pois o F é próximo de 1, e em 2015 devido o aumento no índice de perímetro a Lagoa volta a se tornar pouco irregular.

Tabela 04: Dados morfométricos da Lagoa Subaé Sul de Feira de Santana-Ba.

<b>Lagoa Subaé Sul</b>	Perímetro (km)	Área (km <sup>2</sup> )	Comprimento (km)	Largura máxima (km)	Largura média (km)	Desenvolvimento de perímetro (F)
<b>1969</b>	1,69	0,05	0,35	0,21	0,14	2,13
<b>2008</b>	1,52	0,13	0,46	0,37	0,28	1,19
<b>2015</b>	1,38	0,06	0,34	0,29	0,21	1,59

Segundo a descrição do tamanho da lagoa proposta por Shafer (1988), as Lagoas Grande, Salgada e Subaé são consideradas pequenas por apresentar valores menores que 10 Km<sup>2</sup>.

A Lagoa Subaé apresenta maior fragmentação com o passar do tempo. Esse processo de fragmentação iniciou-se com a construção da BR-324 que dividiu a Lagoa em duas, uma no sentido Norte, e outra, no sentido Sul. A Lagoa Subaé Norte já se encontra segmentada em 1969 (Lagoa Subaé Norte e Lagoa Subaé Norte 1), o mesmo aconteceu com a Lagoa no sentido Sul (Lagoa Subaé Sul e Lagoa Subaé Sul 1) em 2008, e atualmente a porção norte já foi dividida novamente (Lagoa Subaé Norte 2). Em visita a campo observa-se apenas acúmulos de água em regiões da Lagoa em que há maior declividade.

A fragmentação de ambiente aquático desencadeia perda da biodiversidade local segundo Nadai e Henry (2009), além de modificações nos aspectos físicos e químicos da água em função da Lagoa estar mais susceptível a ação antrópica e alterações naturais. A Lagoa Subaé Sul e a Lagoa Grande em 1969 apresentaram índice de desenvolvimento de perímetro maior, 2,13 e 2,42, respectivamente. Estes valores indicam que elas tinham bacias mais irregulares ao comparar com as outras Lagoas. A irregularidade das Lagoas reflete maior resistência à eutrofização e ao assoreamento, conforme Herzer (2013). Brighenti et al. (2011) ratificam essa correlação, pois lagoas irregulares apresentam potencial de colonização das margens por comunidades litorâneas que funcionam como assimilador de impactos, ao evitar carreamento e acúmulo de matéria orgânica e sedimento para dentro da lagoa. De 1969 a 2008, houve uma diminuição nos índices de desenvolvimento de perímetro da Lagoa Salgada (1,57 para 1,54) e da Lagoa Subaé Sul (2,13 para 1,19) o que reflete mudanças no formato das Lagoas tornando-se mais vulneráveis à eutrofização e ao assoreamento. Desse modo, a qualidade da água pode ser comprometida conforme Fia et al. (2009), o excesso de nutrientes na água altera o cheiro, turbidez e cor da água, além de reduzir o oxigênio dissolvido e provocar mortandade de espécies aquáticas.

Nota-se ao avaliar as imagens, que houve a redução na área das Lagoas de 2008 a 2015, com exceção da Lagoa Salgada. Para a Lagoa Grande pode ser explicado pelo processo de revitalização que está ocorrendo, enquanto para a Lagoa Subaé, justifica-se pela segmentação do corpo hídrico em várias partes que acontece desde 1969 em função do crescimento urbano desordenado. Para a Salgada, o aumento da área foi de 0,30 Km<sup>2</sup>.

Em 2008 a imagem de satélite das lagoas foi captada no mês de novembro, que corresponde a um período de chuvas com trovoadas, já no ano de 2015 a captura da imagem foi no mês de março, que é um período de estiagem, as chuvas foram abaixo da média, no entanto, no ano de 2014 a precipitação ocorreu na maioria dos meses (INMET, 2014), logo, isso justifica o aumento morfométrico da Lagoa Salgada ao longo dos anos.

**CONCLUSÕES:** Todas as Lagoas em estudo sofreram mudanças nos seus descritores morfométricos ao longo dos anos analisados. Das lagoas em estudo, a Lagoa Subaé apresenta maior fragmentação da sua área, justificada pelo crescimento desordenado da área industrial e habitacional. Os valores morfométricos encontrados contribuíram para a caracterização das lagoas urbanas de Feira de Santana-BA, uma vez que a análise desses dados obtidos através das imagens de satélites dos anos de 1969, 2008 e 2015, possibilitou a avaliação da capacidade de assimilação de impactos ambientais, os quais comprometem os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. Assim, o geoprocessamento comprovou ser uma ferramenta de grande valia na manipulação das informações necessárias para a análise morfométrica, gerando resultados que servem de base para análises de qualidade de água e assim complementar o estudo do nível de degradação desses ambientes lênticos.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Laboratório de Processamento de Imagens Georreferenciadas (LAPIG) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) que contribuiu para execução desse trabalho, e ao PIBEX/UEFS pelo fomento a bolsa de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BRIGHENTI, L. S. **Avaliação limnológica da Lagoa Central (município de Lagoa Santa-MG): uma abordagem espacial.** 92p. Mg, 2009.
- CHRISTOPHERSON, R. W. Geossistemas: uma introdução à geografia física. 7ª ed. Bookman.
- D'ALGE, Júlio César Lima. **Geoprocessamento - Teoria e Aplicações** - Parte I - Cap. 6 - Cartografia para Geoprocessamento. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em [www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/). Acesso em 27 mai. 2007.
- FANTIN-CRUZ, I.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.; GIRARD, P. Caracterização morfométrica e suas implicações na limnologia de lagoas do pantanal norte. **Acta sci. Biol. Sci.** V.30, n.2, p.133-140. 2008.
- FIA, R.; MATOS, A. T.; CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Estado trófico da água na bacia hidrográfica da lagoa mirim, rs, Brasil. **Ambi-agua, taubaté**, v. 4, n. 1, p. 132-141, 2009.
- HERZER, L. A. **Aspectos morfométricos e diagnóstico da qualidade da água da lagoa peixoto, litoral norte do rio grande do sul, brasil.** 2013. 60f. Trabalho de conclusão de curso (bacharel em ciências biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Imbé.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília, 2014. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/sim/abre\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php) Acesso em: 18 Jul 2017.
- MACHADO, N. A. F. **Análise multi-escalada e diagnóstico ambiental aplicado ao litoral norte da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil: utilização da morfometria, sedimentometria, geoquímica dos sedimentos, física e química da água das lagoas costeiras.** 2 v. Tese (doutorado em ecologia e recursos naturais) – programa de pós-graduação em ecologia e recursos naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, sp, 2000.
- MOURA, N. A; PERET, A. C. Morfometria de lagoas no sistema rio Paraguai/baixas marginais na bacia do alto Paraguai, cáceres-mt. **Ver. Mirante**, v. 7, jun, p. 16-39. 2014.
- NADAI, R.; HENRY, R. Temporary fragmentation of a marginal lake and its effects on zooplankton community structure and organization. **Braz. J. Biol.**, 69(3), p.819-835, 2009.
- NETO, J. S. C.; ROCHA, C. C.; NOLASCO, M. C.; FRANCA-ROCHA, W. O uso do geoprocessamento na análise da situação ambiental das lagoas no município de Feira de Santana. **Anais...** In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Rio de Janeiro, 2003. 10 p.
- SHAFFER, A. Tipificação ecológica das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Paulo, v.2, p.29-55. 1985.
- SPERLING, E. V. 1994. **Morphometric features of some lakes and reservoirs in the state of Minas Gerais.** In: PINTO-COELHO et al (Ed.) Ecology and human impact in lakes and reservoirs in Minas Gerais with special reference to future development and management strategies. Belo Horizonte: SEGRAC p.71-76.
- SPERLING, E. V. 1999. **Morfologia e lagos e represas.** Belo Horizonte: DESA/UFMG.