

Caracterização morfométrica de lagoas naturais intermitentes na região do Seridó, Rio Grande do Norte: uma análise preliminar

Morphometric characterization of intermittent natural lagoons in the Seridó Region, Rio Grande do Norte State, Brazil: a preliminary analysis

Débora de Macêdo Medeiros^I  | Diógenes Felix da Silva Costa^{II}  |

Silvana Barbosa de Azevedo^{II}  | Augusto César de Medeiros Costa^{II} 

^IUniversidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

^{II}Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Departamento de Geografia. Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

Resumo: O presente estudo apresenta uma análise morfométrica de margens de lagoas naturais na região do Seridó potiguar, no semiárido brasileiro. As lagoas do semiárido são muito importantes para a região, visto que prestam importantes serviços ecossistêmicos enquanto *habitat* de várias espécies, uma das fontes de abastecimento de água, abrigando grande biodiversidade. O estudo teve como objetivo analisar o padrão morfométrico das margens dessa região. A metodologia baseou-se no processamento digital das imagens e na classificação e quantificação das classes por hectare, utilizando-se o índice F. A área de estudo apresentou um número total de 53 lagoas naturais, correspondendo a uma área total de 228,3 ha, sendo que todas as lagoas apresentaram formas semelhantes (circulares/ovais). Foram estabelecidas classes por tamanho em hectare. Essa medida foi feita através do cálculo do desvio-padrão, estabelecendo o valor máximo de 30% para cada classe, sendo divididos seis intervalos de classes. O estudo da morfometria das lagoas continentais na área em análise vem a contribuir para melhor compreensão da variação das características morfométricas desses importantes sistemas aquáticos continentais em uma região tão carente de recursos hídricos durante a maior parte do tempo.

Palavras-chave: Semiárido. Índice F. Padrão morfométrico e circulares/ovais.

Abstract: This study presents a morphometric analysis of margin natural ponds in Seridó Natal region in the Brazilian semiarid region. The semiarid ponds are very important for the region, since that provided important ecosystems services as habitats of various species, is one of the water supply sources, and harbor a great biodiversity. The study aimed to analyze the standard morphometric its banks. In the methodology was based on digital image processing and classification and quantification of classes per hectare, using the index F. A study area presented a total of 53 natural lakes, corresponding to a total area of 228.3 ha, where all had similar shapes (circular/oval). Classes were established by size in hectare, this measure was performed using the standard deviation calculation, setting the maximum value of 30% for each class, with that were divided into six classes intervals. The study of the morphology of the continental lakes in the area in question contributes towards a better understanding of the variability of morphometric characteristics of these important continental aquatic systems in a region so lacking in water resources for most of the time.

Keywords: Semiarid. F index. Morphometric standard and oval circular.

Medeiros, D. M., Costa, D. F. S., Azevedo, S. B., & Costa, A. C. M. (2023). Caracterização morfométrica de lagoas naturais intermitentes na região do Seridó, Rio Grande do Norte: uma análise preliminar. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(3), e2023-e846. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i3.846>

Autora para correspondência: Débora de Macêdo Medeiros. Rua das Oliveiras, nº 38, Centro. Tibau, RN, Brasil. CEP 59.678-000 (debmedeiros93@gmail.com).

Recebido em 26/05/2022

Aprovado em 18/09/2023

Responsabilidade editorial: Milena Marília Nogueira de Andrade



INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil está localizada na parte norte oriental do país, ocupando uma área de 1.219.000 km² e abrangendo nove estados (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia). O semiárido nordestino está inserido em uma localização onde existe um baixo volume de escoamento das águas dos rios. Essa questão é possível de ser explanada pela variabilidade temporal pluviométrica e também pelas características geológicas predominantes, onde prevalecem os solos rasos repousados sobre rochas cristalinas, posteriormente havendo poucas trocas de água entre o rio e o solo adjacente (Cirilo, 2010).

No que diz respeito às áreas úmidas, a região também apresenta um grande potencial delas, variando entre açudes, barragens, lagoas, rios etc. Como já definiram Junk et al. (2014), as áreas úmidas (AU) são ecossistemas específicos, cuja presença, extensão e características estruturais e funcionais dependem das peculiaridades climáticas, hidrológicas e geomorfológicas regionais. Guerra e Guerra (2008) dizem que o Brasil não é muito rico em bacias lacustres, existindo, todavia, lagos e lagoas de barragem e de erosão, mas isso ocorre apenas se compararmos as áreas em escala regional, pois há regiões que não as apresentam e outras, no entanto, como é o caso da região do Seridó, apresentam um número bastante significativo.

O ambiente lacustre caracteriza-se por apresentar água relativamente tranquila, em geral doce, embora existam lagos com água salgada ou até hipersalina, que se situam comumente no interior continental (Suguió, 2003). Esta pesquisa fundamentou-se em várias referências sobre o tema, tais como Maltchik (2000), que tratou, em seu trabalho, do inventário de lagoas intermitentes no semiárido, identificando-se grande parte das lagoas da região do semiárido.

Quanto à origem desses ambientes, Tundisi e Tundisi (2008) mostram que todos os sistemas de águas interiores, evidentemente, originaram-se de uma variedade de processos naturais e de diversos mecanismos de formação, que variam em relação às

regiões em cada era geológica. Já Santos et al. (2009) mostram que, no bioma Caatinga, as lagoas exercem expressiva importância para o homem sertanejo, servindo de recurso para atividades de subsistência, bem como de abrigo para a comunidade da biota local. Segundo Esteves (1998), no Brasil, em geral, usa-se o termo lagoa como referência a todos os corpos d'água costeiros e mesmo interiores, independentemente de sua origem.

Quando se fala em ecossistemas aquáticos do semiárido, a primeira ideia que se tem são os açudes ou barragens, partindo-se de uma ausência de fontes bibliográficas que enfatizam a existência das lagoas naturais. Daí surge um problema, visto que esses ambientes são de grande importância, tanto ecológica como social. Além disso, há razões importantes para se estudarem lagoas intermitentes no semiárido do Brasil a partir de um ponto teórico, pois são raros e de natureza geral os modelos que integram processos bióticos e com a forma e a geomorfologia em lagoas das terras secas, não sendo específicos para os sistemas intermitentes.

Ressalta-se ainda que as lagoas naturais foram os primeiros refúgios para a biodiversidade do semiárido, antes mesmos dos açudes e das barragens. Uma das grandes preocupações com as AU é a de que, em nível mundial, a ciência vem estimando que mais de 50% delas já foram destruídas ou tiveram sua integridade comprometida (Junk et al., 2014). As AU brasileiras não são exceção e sofrem várias ameaças, como o aumento da densidade populacional nas diferentes regiões do país e a acelerada transformação nas formas de uso da terra, especialmente dos ambientes aquáticos (Junk et al., 2014).

Surge disso uma grande necessidade de conservação desses ambientes. Considerando-se a análise morfométrica, Suguió (2003) afirma que a morfometria compreende a medida da forma e o arredondamento das partículas sedimentares detríticas que fornecem informação sobre os agentes e/ou os ambientes deposicionais. Os parâmetros morfométricos dependem muito do meio e do modo de transporte.

Para analisar o padrão morfométrico, reuniu-se um acervo cartográfico da área com imagens de satélites, onde, posteriormente, foi feita a montagem de todas as informações em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), seguida da delimitação da bacia hidráulica de todas as lagoas, para, assim, ser realizada a classificação morfométrica das suas margens. Portanto, esse trabalho teve como objetivo analisar o padrão morfométrico das margens das lagoas continentais na região do Seridó potiguar.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em ambientes de áreas úmidas, as lagoas naturais do semiárido, mais precisamente em três municípios da região do Seridó, Caicó, Cruzeta e São José do Seridó, Rio Grande do Norte (Figura 1). O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo BSWH, ou seja, seco e muito quente, do tipo estepe, com estação chuvosa no verão e com a temperatura do mês mais frio superior a 18 °C (Souza & Corrêa, 2012).

A vegetação é compreendida pela savana estépica (Caatinga), sendo arbustiva e herbácea, com adaptações ao clima quente e seco da região (caducifólia) (Gariglio et al., 2010). A geomorfologia do Seridó potiguar baseia-se em domínio das depressões intermontanas e interplanálticas das Caatingas, sendo constituída por quatro padrões morfológicos principais: superfícies de aplainamento da depressão sertaneja; chapadas sustentadas por rochas sedimentares; serras isoladas; e planalto da Borborema (Pfaltzgraff & Torres, 2010).

Para o mapeamento da área de estudo, foi obtido material do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cedido gratuitamente. O material cartográfico foi elaborado a partir da banda pancromática do satélite CBERS 2B/Sensor HRC (resolução espacial de 2,7 m). O georreferenciamento foi utilizado para atingir uma precisão desejada das imagens; para isso, foi empregado o *software* ArcGIS 10 (versão acadêmica).

O georreferenciamento foi feito na grade de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM),

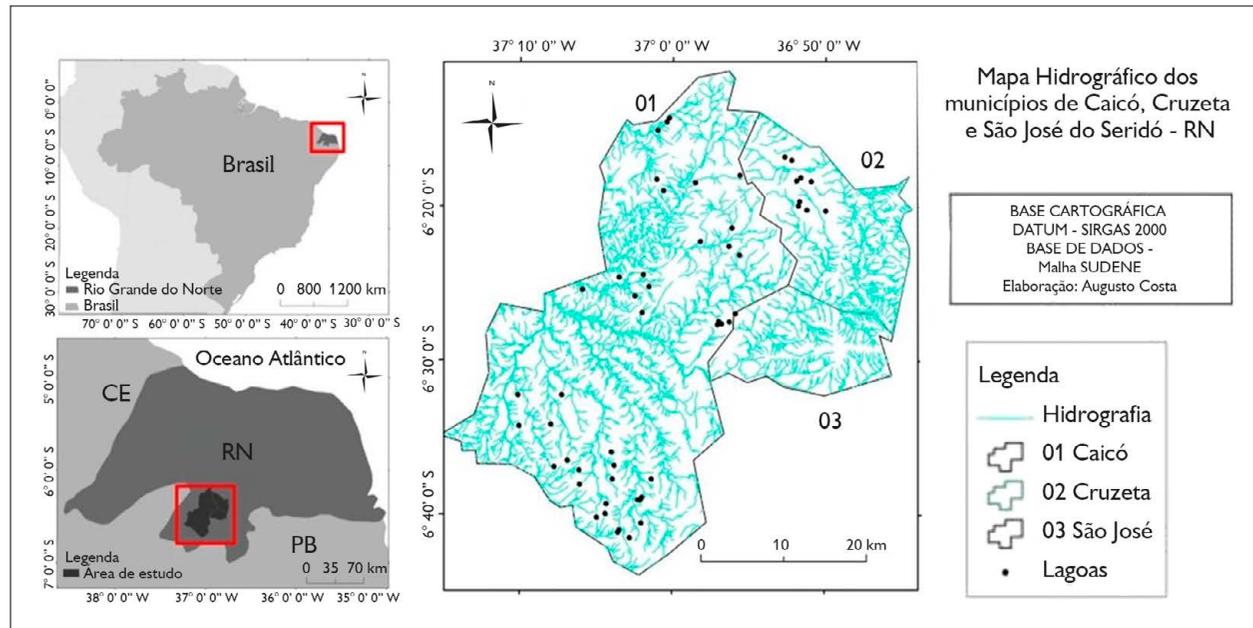


Figura 1. Mapa hidrográfico dos municípios de Caicó, Cruzeta e São José do Seridó, Rio Grande do Norte. Mapa: SUDENE (2000).

Figure 1. Hydrographic map of the municipalities of Caicó, Cruzeta and São José do Seridó, Rio Grande do Norte. Map: SUDENE (2000).

utilizando a malha hidrográfica do Rio Grande do Norte, e através de imagens do *Google Earth*, para finalizar o georreferenciamento, sendo concluído através do ArcGIS 10.2 (versão acadêmica), utilizando cartas topográficas da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) – 1:100.000, Folha Currais Novos SB-24-Z-B-II. A montagem do mosaico foi feita no Sistema de Informações Geográficas (SIG), com delimitação das lagoas, tratamento digital de imagens de sensoriamento remoto (realce de contraste e correção do histograma), manipulação e integração dos geodados espaciais e não espaciais no SIG. Foi elaborada uma base de dados que determinou os intervalos e as classes, sendo calculada pelo critério de extensão de área em hectare.

A partir dessa base de dados, foi realizada a tabulação e a geração de gráficos, com o uso de planilhas eletrônicas do *OpenOffice*, as quais propiciaram a quantificação e a classificação das lagoas. Para analisar o padrão morfométrico, reuniu-se todo um acervo cartográfico da área, com imagens de satélites, sendo, posteriormente, feita a montagem de todas as informações em um SIG; logo em seguida, delimitou-se a bacia hidráulica de todas as lagoas, para, assim, realizar a classificação morfométrica das suas margens. A morfometria dos lagos é peculiar a cada distrito lacustre e, em um mesmo distrito, podem ocorrer vários tipos de formas de lagos (Tundisi & Tundisi, 2008). Para definir os parâmetros morfométricos das lagoas, foi utilizado o índice F, proposto por Lübbe (1977), para, em seguida, esses parâmetros serem classificados segundo suas morfologias. Tal fórmula consiste em:

$$F = l/\sqrt{A} * \pi$$

Tal que: F = forma, l = perímetro dado em metros (m) e A = área dada em metros quadrados (m²).

A partir dos valores obtidos pelo índice F, os dados foram distribuídos em quatro classes morfológicas, visando classificar as lagoas isoladamente: circular/oval, alongada, composta e dendrítica. Foi criada uma tabela

de atributos do ArcGis 10, com duas colunas, uma com o perímetro da área em metros e outra com a área em hectares; esse cálculo foi feito dentro do *Query Builder* e, conseqüentemente, foi realizado o cálculo do índice F, por meio do qual nos dispomos a compreender as formas que predominam nas lagoas continentais, sendo utilizados os valores obtidos por França (2008) (Tabela 1).

Para realizar a classificação do índice F, seguiu-se o formato das margens, o que foi feito através do ArcGIS; com as imagens de satélites e do *Google Earth* georreferenciadas, foi realizado o perímetro observado do núcleo das lagoas até onde há ocorrência do material argiloso e onde começa a ocorrência da vegetação incomum em ambientes aquáticos, sendo característica somente de ambientes terrestres. Após o processamento dos dados e a classificação das lagoas segundo a morfologia, foram gerados gráficos para determinar a variação e a distribuição das formas das lagoas da área de estudo.

No cálculo do índice F, quanto menor o valor, mais próxima à lagoa será a forma circular, onde qualquer variação das margens acarretará numa alteração do valor do índice F (Justiniano, 2010). Devido à variedade das lagoas, foram estabelecidas classes por tamanho em hectare; essa medida foi feita através do cálculo do desvio-padrão, estabelecendo o valor máximo de 30% para cada classe e estabelecendo um valor X. A fórmula trabalhada foi a seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Para } n \leq 25 & \quad K = 5 \\ \text{Para } n > 25 & \quad K = \sqrt{n} \end{aligned}$$

Onde: K = número de classes; n = número total de observações.

Tabela 1. Valores distribuídos em forma de F. Fonte: França (2008).

Table 1. Values distributed in an F-shape. Source: França (2008).

| Formas | Limiar |
|---------------|----------------|
| Circular/Oval | 1,27 < F < 2,6 |
| Alongada | 2,9 < F < 3,5 |
| Composta | 3,5 < F < 5,0 |
| Dendrítica | F > 5,0 |



O cálculo do índice F foi feito através do resultado obtido por Lübbe (1977), onde se chega ao valor que indica a forma das lagoas: circular/oval, alongada, composta e dentrítica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados obtidos no mapeamento e na classificação das lagoas, constatou-se que os três municípios analisados, Caicó, Cruzeta e São José do Seridó, em Rio Grande do Norte, possuem número total de 53 lagoas naturais intermitentes, o que corresponde a uma área total de 228,3 ha, distribuída em seis intervalos de classes (Tabela 2). Como a amostra tem 53 elementos analisados, o número de classes ($n > 25$) será calculado da seguinte forma:

$$K = \sqrt{53} = 7,280.109 = 7.$$

Contudo, foram utilizadas apenas seis classes, porque, como mostra a fórmula, em caso de uso de um número excessivo delas, haverá alguma classe com frequência nula ou com frequência muito pequena. Com sete classes, a última ficaria com valor nulo, impossibilitando de serem gerados a tabela e os gráficos com os valores reais.

Não há uma grande variação de tamanho existente entre as lagoas, onde a menor lagoa possui área total de 23,2 ha e a maior lagoa compreende uma área de 575 ha, o que se deve também ao fato de todas as lagoas serem

circulares/ovais. A partir da tabulação dos dados obtidos, foi realizada a quantificação em forma gráfica do total da área e de lagoas, tanto de forma métrica/numérica quanto em porcentagem/numérica.

Quanto ao número de lagoas, a classe 1-0 \pm 1,7 foi a que apresentou o maior número e, mesmo assim, foi a que registrou a menor área, ou seja, trata-se da classe onde se encontram as menores lagoas. Por conseguinte, a classe 6-10 \pm 15 foi a que apresentou o menor número de lagoas e a maior área em hectares, onde estão localizadas as maiores lagoas da área de estudo. A Figura 2 representa o total da área das lagoas (hectares), distribuídas em seis classes.

Pode-se observar que as lagoas com as menores áreas não estão em uma série ordenada, e sim em séries alternadas, nos intervalos de classe 0 \pm 1,7 e 6 \pm 8; o mesmo acontece nas lagoas com maiores áreas, onde a classe com o maior total de lagoas por áreas/hectares foi a última classe, 10 \pm 15, tendo um total de 57,5 ha. Uma das maiores lagoas está situada próximo a um maciço (Serra da Formiga), o que foi visto *in loco*. Ela é uma das maiores lagoas por ser abastecida não somente com chuvas, mas também por haver canais de drenagens oriundos de açudes localizados no seu entorno.

A Figura 3 representa a área total das lagoas (hectares), na forma de porcentagem. Ao analisar o gráfico, é possível identificar que as áreas das lagoas apresentam certa semelhança, onde a diferença da menor lagoa, na classe 0 \pm 1,7, para a maior lagoa, na classe 10 \pm 15, é de apenas 15%, o que corresponde à média das outras lagoas.

Tabela 2. Banco de dados da área total das lagoas intermitentes.

Table 2. Database of the total area of intermittent lagoons.

| — | Classe | Área total (ha) | Número de lagoas | Área (%) | Lagoas (%) |
|-------|-------------|-----------------|------------------|----------|------------|
| 1 | 0 \pm 1,7 | 23,2 | 17 | 10,2 | 32,1 |
| 2 | 1,7 \pm 4 | 36,1 | 14 | 15,8 | 26,4 |
| 3 | 4 \pm 6 | 40 | 8 | 17,5 | 15,1 |
| 4 | 6 \pm 8 | 33,5 | 5 | 14,7 | 9,43 |
| 5 | 8 \pm 10 | 38 | 4 | 16,6 | 7,55 |
| 6 | 10 \pm 15 | 57,5 | 5 | 25,2 | 9,43 |
| Total | — | 228,3 | 53 | 100 | 100 |

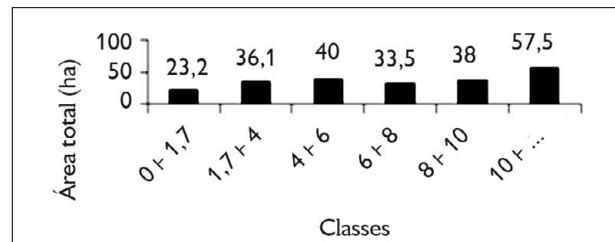


Figura 2. Gráfico da área total de cada classe.

Figure 2. Graph of the total area of each class.



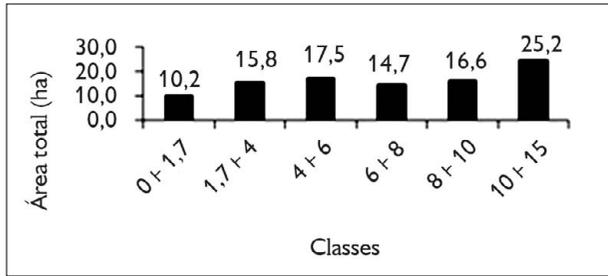


Figura 3. Gráfico da área total das classes (%).

Figure 3. Graph of the total area of the classes (%).

Para a sua quantificação, as lagoas foram distribuídas em seis classes, como citado anteriormente. Essa distribuição foi estabelecida através da média do número de lagoas, feita por meio do cálculo do desvio-padrão, sendo determinado que os valores teriam no máximo 30% do valor da média. Com esse cálculo, pode ser observado que a primeira classe foi a que apresentou o maior desvio-padrão, 29,9%, e, mesmo sendo a classe com o maior número de lagoas, a média foi a menor, com 1,3.

Já a última classe, ou sexta classe, apresentou o menor desvio-padrão, 1,5%, sendo a com menor número de lagoas, com a maior média do valor, de 11,5. Por meio disso, pode-se perceber que as classes com os maiores números de lagoas são as que apresentam um maior desvio-padrão e a menor média; já as classes com os menores números de lagoas são as que apresentam um menor desvio-padrão e a maior média (Figura 4).

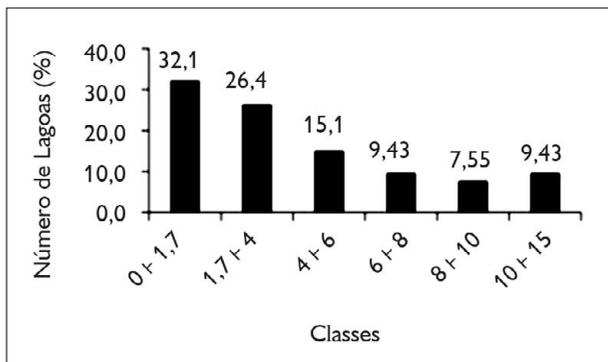


Figura 4. Gráfico do número total de lagoas.

Figure 4. Graph of the total number of lagoons.

A Figura 5 representa o valor total do número de lagoas e, como pode ser observado, houve declínio entre as classes, sendo que apenas a última apresentou valor diferenciado. Os padrões de distribuição das lagoas intermitentes são claramente distintos, sugerindo diversos controles para sua existência e, portanto, gêneses diferenciadas. Destaca-se uma área isolada, de alta frequência destas lagoas, no extremo sul/oeste do município de Caicó.

A distribuição das lagoas mantém, assim, relativa independência das direções impressas pelas drenagens (Figura 5). No caso das lagoas analisadas, não foi necessário fazer gráficos nem tabelas para definir a classe em cada forma, isso porque a lagoa que apresentou valor maior no índice F foi de 2,5, e o valor estabelecido é de $1,27 < F < 2,6$ para a forma circular/oval, ficando, portanto, evidente que todas as lagoas são circulares/ovais. Segundo França (2008), a classe circular/oval refere-se a lagoas de formas circulares, subcirculares e elípticas.

Essas classes genéticas são desenvolvidas próximo aos leitos principais dos rios, comportando-se como bacias de inundação, constituindo depressões na planície de inundação e tendem a possuir formas circulares. As classes com maiores intervalos entre os valores de índice F influenciam na média e, conseqüentemente, no desvio-padrão. Já nas classes que apresentam desvios-padrões pequenos (0,37), os valores de índice F

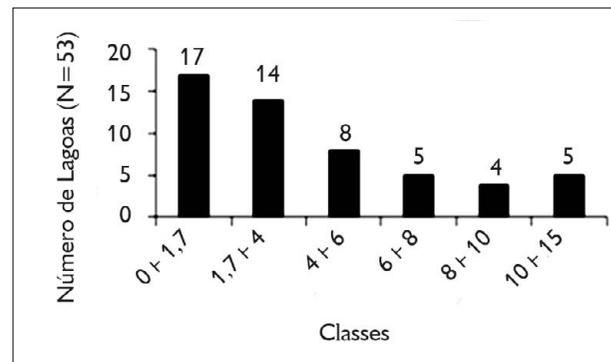


Figura 5. Gráfico do total das lagoas (%).

Figure 5. Graph of total lakes (%).

encontram-se concentrados próximo à média e seguem o padrão do conjunto de dados.

Isso se explica devido ao fato de as classes com maiores intervalos serem as que apresentam os maiores números de lagoas, mas, em compensação, são também as que apresentam as lagoas com o menor tamanho em hectares. Com isso, devido a esse número maior de lagoas, o desvio-padrão vai ter uma maior variação, haja vista a maior quantidade de lagoas por classe. O oposto ao que consta no parágrafo anterior é o que ocorre nas classes em que o valor do desvio-padrão é pequeno. Isso porque os valores de índice F encontram-se concentrados próximo à média e seguem o padrão do conjunto de dados.

Apesar de ser a classe com menor número de lagoa, nela se concentram as lagoas com os maiores valores em hectares e, como o número de lagoas é menor, vai haver menor variação no valor do desvio-padrão. Quanto menor o valor do índice F, mais próximo de um círculo

será a forma do lago. Qualquer variação no contorno das margens fará com que o valor de F aumente, sendo tanto maior quanto mais forte for o grau de irregularidade do contorno superficial do lago (França et al., 2005). Todas as lagoas se enquadraram na formação circular/oval, com 100% do valor total do índice F. Essa forma se assemelha muito com um círculo, como é o caso das lagoas da área pesquisada neste estudo. Na Figura 6, podemos ver o índice F das maiores lagoas.

Foram mapeados três municípios (Caicó, Cruzeta e São José do Seridó), sendo registrado um total de 53 lagoas, das quais 43 estão no município de Caicó, nove no município de Cruzeta e apenas uma no município de São José do Seridó. As lagoas naturais continentais podem ter diversas utilidades, funcionando como ecossistemas ou como berço natural para diversas espécies, tanto da fauna como da flora, servindo como *habitat* e ambiente de reprodução. Como pode ser visto na Figura 6, o uso do solo no entorno dessas lagoas

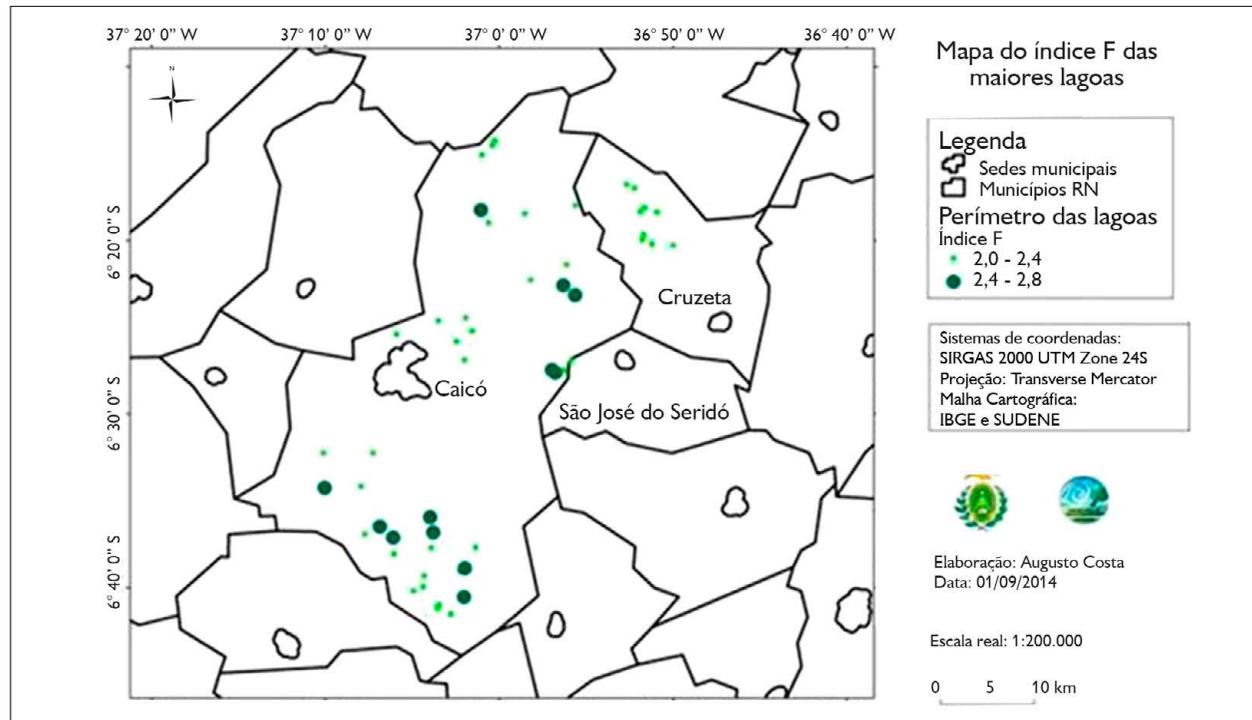


Figura 6. Mapa georreferenciado do índice F das maiores lagoas. Mapa: SUDENE (2000).

Figure 6. Georeferenced map of the F index of the largest lakes. Map: SUDENE (2000).

apresentou uma grande área de solo exposto, que pode ser consequência tanto de ação antrópica na área (desmatamento, queimadas), como em decorrência de fatores naturais devido aos anos de estiagem que afetaram a região.

Um fato interessante é que as lagoas deveriam ter se enquadrado na classe de corpos d'água, mas foram categorizadas em duas classes diferentes, de solo exposto e de caatinga rala – a classe de solo exposto foi assim enquadrada em decorrência de a imagem ter sido feita em um ano pouco chuvoso e a lagoa estar seca, e a que ficou na classe de caatinga rala foi assim posta por causa da vegetação que resistiu à falta de água e conseguiu sobreviver. Igualmente ao que foi notado nas lagoas descritas anteriormente, pode se visto nas aqui mencionadas também no que diz respeito à área de solo exposto, apresentando até áreas maiores, como é percebido a nordeste das lagoas, em uma grande área. Essa área é decorrente da existência de uma mineradora que faz extração de ferro próximo às lagoas, na Serra da Formiga, que fica entre os municípios de Caicó e Cruzeta, Rio Grande do Norte.

Isso se repete também com as classes das lagoas da Figura 6, que deveriam ter se enquadrado na classe de corpos d'água, mas foram dispostas em classes diferentes, de solo exposto e de caatinga rala, devido ao período de estiagem. A necessidade de conservação das lagoas é um fato que deve ser tomado diante das leis, tendo em vista a possibilidade de tornar essas lagoas possíveis unidades de conservação (UC). A ideia de torná-las UC é proveniente do processo natural que é enfrentado pela sociedade na região semiárida, processo caracterizado por falta de chuvas.

Em decorrência dessa falta de água, nos processos de chuvas, as lagoas são responsáveis por uma parte do abastecimento de água para a região, por isso é tão importante a conservação dessas áreas. É necessário também que haja parcerias com órgãos municipais, estaduais e federais, por exemplo. As lagoas com áreas úmidas desempenham muitos serviços para a sociedade, muitos dos quais sofrem o destino dos chamados bens comuns, em que todos se beneficiam, mas ninguém é responsabilizado

por sua manutenção. Essa é uma prática muito comum não somente na região do semiárido, mas em todo o mundo.

Um exemplo de lagoa conservada é aquela que apresenta as margens contendo vegetação fechada e com porte elevado, na qual há predomínio de diversas espécies de flora endêmica, como a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) (G. Maia, 2004), o angico (*Anadenanthera colubrina*) (G. Maia, 2004), o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) (Sousa & Lorenzi, 2005), o feijão-bravo (*Canavalia brasiliensis*) (Sousa & Lorenzi, 2005) e o mofumbo (*Combretum leprosum*) (G. Maia, 2004). Na área de inundação da lagoa, foi encontrada apenas uma vegetação de gramíneas (herbáceas), como no período retratado na Figura 1, em que a lagoa estava sem água e essa foi a vegetação presente; em períodos de cheia, entretanto, a vegetação encontrada são as macrófitas, além das ora citadas.

Essa distribuição por número de lagoas nos municípios deixa evidente que a distribuição delas foi influenciada pelo tamanho da área dos municípios, pois Caicó foi o que apresentou o maior número de lagoas e é o que tem a maior área (122.900 ha); Cruzeta foi o segundo município com maior número de lagoas e tem a segunda maior área (29.582,900 ha); por último, São José do Seridó foi o que apresentou menor número de lagoas e é também o de menor área (17.450,400 ha). De modo geral, observa-se que o sistema lacustre presente no semiárido é diversificado, possuindo particularidades em seus ambientes.

Essa diversidade presente nas lagoas pode ser vista também em um dos trabalhos de pesquisa de Maltchik (2000), com um inventário de lagoas intermitentes no semiárido que pode ajudar em decisões sobre sua conservação. O trabalho dele foi um pouco mais amplo, visto que abordou todos os estados do Nordeste, incluindo o Rio Grande do Norte, onde ficam os municípios pesquisados, apresentando o quinto maior número de lagoas, 993. Este trabalho de mapeamento das lagoas também será importante para a atualização da malha hidrográfica da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), onde serão observadas quantas das 53 lagoas mapeadas constam na cartografia oficial do

Seridó. Esse mapeamento será de suma importância, uma vez que o serviço da SUDENE foi feito em uma escala de 1:100.000 e, neste trabalho, o mapeamento será em uma escala de 1:25.000, ou seja, haverá um detalhamento da área quatro vezes maior. Foi realizada a revisão da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), uma vez que a questão de identificação, atualização e mapeamento das AU do Brasil já está sendo trabalhada em outros âmbitos como forma de priorizar as iniciativas que são importantes para a implementação da PNRH para o quadriênio 2012-2015 (Brasil, 2011 citado em Junk et al., 2014).

Por meio da definição e classificação das AU brasileiras, podemos observar o pulso de inundação, que pode ser classificado como monomodal ou polimodal, previsível ou imprevisível e com amplitude alta ou baixa. As lagoas naturais são definidas como ecossistemas imprevisíveis, isso porque podem sofrer alterações em curto prazo, com frequência multianual, pois, durante uma parte do ano, é um ecossistema aquático e, durante outra parte, um ecossistema terrestre. E, por último, apresenta baixa amplitude. A alternância entre as fases secas e úmidas representa um estresse significativo para os organismos vivendo nas AU. Pulsos previsíveis favorecem o desenvolvimento de adaptações de organismos e endemismos. Deste modo, organismos aquáticos são beneficiados durante a fase aquática, e os organismos terrestres, durante a fase terrestre (Junk et al., 2014).

Esse é um exemplo bem comum das lagoas, visto que elas são efêmeras, ou seja, passam uma parte do ano com água e outra parte, secas; dessa forma, tanto os organismos aquáticos como os terrestres são beneficiados. O tipo de solo predominante nas lagoas é o vertissolo, constituído por material mineral, apresentando horizonte vértico e pequena variação textural ao longo do perfil, nunca suficiente para caracterizar um horizonte B textural.

A distribuição das lagoas dentro dos municípios não é homogênea, ou seja, estão distribuídas em locais distintos, cuja maior concentração está na porção sul/oeste, mais precisamente no município de Caicó, mas isso

não impede que haja maiores concentrações em outras porções, até porque foi analisada apenas uma pequena porção do Seridó. Outra área que apresentou número significativo de lagoas foi a nordeste do município de Caicó, mais precisamente no município de Cruzeta.

Essa área fica próxima ao maciço Serra da Formiga e este talvez seja um dos motivos de maior abrangência de lagoas, uma vez que é influenciada pelo planalto e, conseqüentemente, pela depressão. As lagoas são consideradas como bacia sedimentar, que, conforme Suguio (2003), corresponde a uma área deprimida, em geral, de origem tectônica. A geometria final de uma bacia sedimentar depende bastante dos padrões de tectonismo que a afetam durante ou após a sedimentação.

As bacias de inundação são depressões decorrentes da subsidência do terreno, que passa a receber sedimentos provenientes das áreas altas que a circundam. As lagoas são consideradas bacias de inundação por serem pequenas depressões e, no caso do semiárido, elas estão sendo inundadas e recebendo a carga sedimentar das áreas que a circundam. A partir da inundação da bacia, há início do acúmulo de sedimento; com esse processo, inicia-se a formação de depressões na planície, que podem ser as lagoas ou os lagos. Por conseguinte, essas depressões ocasionam outro processo que dá início às bacias sedimentares, as quais, de acordo com Guerra e Guerra (2008), são depressões enchidas com detritos carregados das áreas circunjacentes.

A estrutura dessas áreas é geralmente composta de estratos concordantes ou quase concordantes, que mergulham normalmente da periferia para o centro da bacia. As lagoas naturais da região do Seridó são consideradas um ciclo de sedimentação, o que se explica em razão de elas terem surgido em áreas que já eram sedimentadas e foram sendo modeladas até entrarem em contato com a rocha. Esse ciclo continua, pois elas vão sendo depositadas novamente. As lagoas do Seridó, por exemplo, surgiram em áreas que já haviam sido preenchidas, mas, como estavam sobre um embasamento cristalino, que é resistente, as áreas foram sendo carregadas

e acabaram se tornando depressões, que formaram as lagoas e agora estão sendo preenchidas mais uma vez. A conservação das lagoas tem como benefício principal a manutenção de um ambiente equilibrado, onde possam ser encontradas espécies comuns a esses ambientes, como plantas e aves aquáticas, já que as lagoas servem como local de refúgio e reprodução dessas espécies.

O predomínio maior das superfícies aplainadas, retocadas ou degradadas é justamente onde há maior ocorrência das lagoas, cuja área é a de depressão sertaneja, que, segundo Ab'Saber (1969 citado em R. Maia et al., 2010), são zonas aplainadas onde os processos denudacionais suplantaram os agradacionais, formando vastas superfícies erosivas. Os processos de dissecação são comandados, sobretudo, pelas correntes fluviais que seguem as direções tectônicas marcadas por estruturas rúpteis e dúcteis do embasamento aflorante. As elevadas taxas de erosão, desencadeadas, sobretudo, pelo contexto climático semiárido, limitam a pedogênese, tornando os solos da depressão sertaneja rasos. Neste contexto, comumente, a rocha matriz (embasamento) aflora (R. Maia et al., 2013).

Na depressão sertaneja, a dissecação também é notoriamente condicionada por zonas de falhas. Nesse aspecto, os vales se formam segundo essas direções e a drenagem passa a expressar a complexa trama estrutural vigente. As deformações dúcteis associadas às zonas de cisalhamento, por vezes, têm penetrabilidade nas bacias sedimentares cretáceas e até nos ambientes sedimentares cenozoicos (R. Maia et al., 2013).

Conforme o novo sistema de classificação dos principais tipos de AU brasileiros proposto por Junk et al. (2014), e tendo como informações-base a dinâmica hidrológica, os parâmetros físicos e químicos, e a composição e estrutura botânica, as AU brasileiras foram separadas em três níveis: 1. sistemas; 2. unidades definidas por fatores hidrológicos; 3. unidades definidas por plantas superiores.

No caso das lagoas continentais, elas se encaixaram no primeiro nível hierárquico de sistemas, como AU interiores, que são todas as AU naturais, permanentes ou temporárias,

com água doce, salobra e salgada, que se encontram dentro do país e fora da influência direta ou indireta do mar; é justamente nesse tópico que as lagoas da área de estudo se enquadram. Ainda segundo Junk et al. (2014), o conceito de 'pulso de inundação' define, analisa e explica o intercâmbio lateral de água, os nutrientes e os organismos entre rios ou lagos e as respectivas áreas alagáveis conectadas, definindo processos e padrões de assinatura hidrológica na mudança das condições ecológicas entre as fases terrestre e aquática.

CONCLUSÃO

A utilização do *software* ArcGis permitiu gerar com grande facilidade os valores de índice F para os ecossistemas lacustres, e posteriormente classificá-los segundo sua morfometria. De acordo com a classificação do índice F, o padrão morfométrico das margens das lagoas enquadra-se em todas na forma circular/oval. Isso mostra que as lagoas mapeadas no Seridó vão apresentar formas circulares, mas não implica dizer que são influenciadas pelo tamanho pequeno delas; a forma se explica apenas pelo fato de apresentarem o valor do índice F pequeno. Dentro do SIG, ficou armazenado um acervo cartográfico com informações sobre as lagoas, principalmente sobre a bacia hidráulica das mesmas. Depois de delimitar a bacia hidráulica e estabelecer o tamanho das lagoas, foi realizada a classificação morfométrica, como citado anteriormente.

Portanto, pode-se concluir que as lagoas naturais intermitentes são de grande importância para o meio em que estão inseridas, e o presente trabalho pode trazer diversos benefícios para as estratégias de conservação delas. Entre esses benefícios, está a criação de uma base de dados sobre lagoas intermitentes, o estabelecimento de outras fontes de água, o desenvolvimento de uma rede de informações de zonas úmidas, a produtividade no semiárido brasileiro e a localização exata de manchas de biodiversidade.

Por último, este trabalho propõe como sugestão estratégias de valorização da importância ecológica dessas lagoas para a sociedade, como tornar essas localidades áreas de conservação, para que possam ser mais

preservadas, tendo em vista o fato de serem consideradas importantes áreas úmidas para o semiárido, as quais desenvolvem valiosas funções, além de mencionarmos que o semiárido possui um número significativo de lagoas. Portanto, pode-se concluir que este trabalho apresenta-se como vulnerável, pois alguns aspectos não foram abordados, como a importância biogeográfica das lagoas, e também porque não foram alcançados todos os objetivos previstos, visto que se esperava ser possível tornar as lagoas unidades de conservação, o que não ocorreu e será um objetivo ainda a ser buscado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PROPESQ/UFRN) (PIG – 13692/2016 e PVF – 13748/2016), ao Centro de Ensino Superior do Seridó (CERES) e ao Laboratório de Biogeografia e Ecologia do Semiárido (LABESA), do Departamento de Geografia (CERES/UFRN), pelo apoio logístico e instrumental.

REFERÊNCIAS

Ab'Saber, A. N. (1969). *Geomorfologia: a organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras*. Beca-BALL Edições.

Brasil. (2011). Lei N° 9.985 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm

Cirilo, J. A. (2010). *Vulnerabilidade e potencialidades do semiárido brasileiro* (3. ed.). Cadernos Temáticos.

Esteves, F. A. (1998). *Fundamentos de Limnologia* (2. ed.). Interciência.

França, A. M. S., Florenzano, T. G., & Moraes Novo, E. M. L. (2005). Avaliação do efeito da degradação da resolução espacial de imagens RADARSAT no mapeamento de formas fluviais da planície amazônica. In *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.14.28/doc/4405.pdf>

França, A. M. S. (2008). *Aplicação de sensoriamento remoto no estudo da influência da dinâmica sazonal do rio Amazonas sobre a morfologia dos sistemas lacustres* [Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais].

Gariglio, M. A., Sampaio, E. V. S. B., Cestaro, L. A., & Kageyama, P. Y. (2010). *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga*. Serviço Florestal.

Guerra, A. T., & Guerra, A. J. T. (2008). *Novo dicionário Geológico-Geomorfológico* (6. ed.). Bertrand Brasil.

Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Lourival, R., Wittmann, F., Kandus, P., Lacerda, L. D., Bozelli, R. L., . . . Agostinho, A. A. (2014). Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(1), 5-22. <https://doi.org/10.1002/aqc.2386>

Justiniano, L. A. A. (2010). *Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal* [Dissertação de mestrado, Universidade do Estado de Mato Grosso].

Lübbe, H. P. (1977). *Geschichtsbegriff und Geschichtsinteresse*. Schwabe.

Maia, G. N. (2004). *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. D & Z Computação Gráfica e Editora.

Maia, R. P., Bezerra, F. H. R., & Claudino-Sales, V. (2010). Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas. *Revista de Geografia*, (1), 6-19. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228857/23268>

Maia, R. P., Amaral, R. F., & Gurgel, S. P. P. (2013). Geomorfologia do estado do Rio Grande do Norte. In G. P. Albano, L. S. Ferreira & A. M. Alves (Orgs.), *Capítulos de Geografia do Rio Grande do Norte* (pp. 19-59). Fundação José Augusto.

Maltchik, L. (2000). Lagoas temporárias do semiárido. *Ciência Hoje*, 28(167), 67-70.

Pfaltzgraff, P. A. S., & Torres, F. S. M. (2010). *Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte*. CPRM.

Santos, R. C., Júnior, E. M. S., Santos, L. S., Coelho, M. M., & Campelo, M. J. A. (2009). Macrófitas aquáticas em lagoas temporárias no Semiárido Pernambucano: riqueza, frequência e parâmetros físico-químicos da água. *Revista Enciclopédia Biosfera*, 5(8), 8. <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4827>

Sousa, V. C., & Lorenzi, H. (2005). *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Instituto Plantarum.

Souza, J. O. P., & Corrêa, A. C. B. (2012). Sistema fluvial e planejamento local no Semiárido. *Revista Mercator*, 11(24), 149-168. <http://doi.org/10.4215/RM2012.1124.0010>

Suguió, K. (2003). *Geologia sedimentar*. Blucher.

Tundisi, J. G., & Tundisi, T. M. (2008). *Limnologia*. Oficina de Textos.



CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

D. M. Medeiros contribuiu com escrita (revisão e edição), investigação, supervisão, validação e visualização; D. F. S. Costa com administração de projeto, aquisição de financiamento, escrita (rascunho original), metodologia e recursos; S. B. Azevedo com análise formal e curadoria de dados; e A. C. M. Costa com *software* e conceituação.

