

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À DETECÇÃO DE PAISAGENS INSULARES NA BACIA DO PARNAÍBA

Ana Karine Souza Silva
Universidade Estadual do Ceará
anakariness@hotmail.com

Prof. Dr. Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante
Universidade Estadual do Ceará
arnobio@secrel.com.br

INTRODUÇÃO

Nas últimas cinco décadas em diferentes partes do mundo, a crescente demanda humana por mais água, alimento, espaço e energia têm levado paisagens naturais a serem reduzidas, modificadas ou substituídas por cidades, campos agrícolas, pastagens e mineração. No Nordeste brasileiro não foi diferente. Várias grandes obras infra-estruturais lá tiveram início, por exemplo, portos, rodovias, agriculturas irrigadas, açudes perenes etc., logo fazendo surgir novas configurações de paisagens. Merecedoras de destaque estão os açudes perenes, que por meio da introdução de massas d'água, remodelaram de forma definitiva a paisagem semi-árida brasileira, em especial a do estado do Ceará.

Notoriamente, valiosa contribuição os grandes açudes proporcionam ao Homem, sendo obras consideradas imprescindíveis para o desenvolvimento de Estados e Municípios submetidos a estiagens frequentes. Os açudes podem ser utilizados para vários fins, muitas vezes fins simultâneos (usos múltiplos). Eles oferecem água para o abastecimento humano, animal, irrigação e indústria. Ademais, possibilitam a geração de energia elétrica, controle de enchentes, pesca, piscicultura, criação de patos, turismo e lazer. No entanto, também apresentam desvantagens e considerando esse último aspecto e contextualizado na Ecologia de Paisagem, emerge o processo denominado de fragmentação da paisagem.

É oportuno aqui, primeiramente, tecer um breve esclarecimento sobre o que é Paisagem, salientando que não é pretensão do trabalho abordar em profundidade esse tema, mas, tão somente, proporcionar ao leitor uma noção objetiva de paisagem. Nesse sentido e em conformidade com Passos (2000), não é fácil dizer o que é paisagem e há quem diga até, que é mais fácil dizer o que não é paisagem do que conceituá-la com precisão. Hoje, o termo

paisagem admite polissemia e a dificuldade em conceituá-la reside, essencialmente, em dois aspectos: na hipertrofia de utilização do termo, isto é, se fala em paisagem desde o cidadão comum, da rua, até o cientista mais especializado; e nas acepções redutoras, isto é, significados ou interpretações curtas para o termo paisagem (*op. cit.*).

A seguir, disponibiliza-se algumas contribuições conceituais para paisagem no âmbito da Geografia Física:

Juillard (1962) - Uma combinação de traços físicos e humanos que dá a um território uma fisionomia própria que o faz um conjunto senão uniforme, pelo menos caracterizado pela repetição habitual de certos traços;

Bertrand (1972) - uma paisagem é, por definição, uma porção do espaço material;

Zonneld (1979) - Porção de espaço da superfície terrestre, constituída de um complexo de sistemas formado pela ação de rocha, água, ar, plantas, animais e o homem e cuja fisionomia forma uma entidade reconhecível;

Tricart (1981) - Uma paisagem é uma dada porção perceptível a um observador onde se inscreve uma combinação de fatos visíveis e invisíveis e interações as quais, num dado momento, não percebemos senão o resultado global.

Além da paisagem do geógrafo pode-se também destacar a paisagem do artista, como uma pintura representando uma seção de um lugar natural. A paisagem do arquiteto como um bem estético. E, a paisagem do ecólogo como uma área espacialmente heterogênea (TURNER, 1989). Portanto, a paisagem possui noções diversas em função do contexto e do profissional que a usa. No entanto, existe um consenso de que a paisagem embora estudada sob diferentes abordagens resulte de elementos físico, biológico e antrópico.

Dessa maneira, Green *et al.* (1996) numa tentativa de harmonizar conceitualmente paisagem ou um conceito que atendesse a todas as abordagens, anunciou paisagem como “uma configuração particular da topografia, cobertura vegetal, uso e ocupação da terra que delimita alguns processos e atividades naturais e culturais”.

Adquirido noções de paisagem a fragmentação da paisagem, por sua vez, encerra de forma simplista um processo de ruptura na continuidade da paisagem (LORD e NORTON, 1990). A relação que se estabelece entre o açude e dito processo decorre de que, uma vez represado um rio e produzido um lago artificialmente (açude), caso o lago gerado apresente ilha(s) ou fragmentos remanescentes, fica assim caracterizado um exemplo clássico de fragmentação da paisagem.

A literatura científica registra que esse processo leva mudanças drásticas tanto à paisagem como à biodiversidade onde opera. Sobre as paisagens naturais é citado que são perdidas, reduzidas, modificadas e outras mais criadas, por exemplo, as paisagens insulares lacustres ou ilhas artificiais (CAVALCANTE, 2008) para esse último caso.

Aqui, as paisagens insulares lacustres são vistas como altos topográficos remanescentes e relativamente pequenos, aflorados no espelho d'água dos açudes. Esses novos espaços antropogênicos se encontram espalhados por vários dos grandes açudes do semi-árido brasileiro (*op. cit.*).

Atualmente, essas paisagens podem ser vistas como um atrativo e valioso padrão espacial paisagístico para estudos no âmbito da Biogeografia e Ecologia da Paisagem. O interesse dessas ciências por Ilhas se deve: 1) ao seu isolamento, condição que virtualmente garante a qualquer organismo encontrado na ilha ser um membro da comunidade e, dessa forma, problemas no funcionamento e na estrutura dessa comunidade insular poderia, facilmente, ser detectados; 2) à depauperização biótica ou a relativa simplicidade da biota insular, permitindo que as interações entre populações de espécies sejam deduzidas, quando ficariam obscurecidas em um ambiente maior e mais complexo; e 3) em poder ser considerada uma sócia de qualquer fragmento de habitat sobre os continentes, conseqüentemente, qualquer modelo de biologia insular poderia ser relevante para esses fragmentos (SIMBERLOFF, 1974).

Logo, evidencia-se que estudar ilhas é de suma importância, sobretudo, para aqueles estudos voltados para conservação da vida selvagem. Dito conhecimento é capaz de orientar decisões coerentes sobre como proceder diante das inúmeras alterações humanas imposta à natureza, a qual lentamente desaparece. Felizmente as paisagens insulares lacustres têm, recentemente, recebido a merecida atenção por parte dos conservacionistas.

Nesse contexto, o estado do Ceará grande contribuição pode oferecer. Embora, o Ceará não tenha sido naturalmente agraciado com ilhas, devido ao seu litoral plano e rios e lagos intermitentes, hoje, com as interferências humanas realizadas em seu ambiente físico nos últimos tempos, o fizeram um detentor de inúmeras ilhas. Porém, pouco ou nada se sabe sobre essas paisagens, citando-se Cavalcante (2008) como pioneiro nesses estudos. Dessa forma, tem-se perguntado: Quantas e onde estão localizadas essas paisagens insulares ou ilhas artificiais?

As paisagens insulares lacustres como qualquer outra unidade de estudo da ciência, podem ser estudadas quanto à estrutura, funcionamento e alterações com o passar do tempo. O presente artigo se dedicou a sua estrutura, ao determinar o número e a distribuição dessas paisagens na bacia do Parnaíba (CE), utilizando-se de técnicas de geoprocessamento.

O geoprocessamento trata das diversas técnicas empregadas na coleta, armazenamento, processamento, análise e representação de dados com expressão espacial, isto é, possíveis de serem referenciados geograficamente (VETTORAZZI, 1996). O sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas (SIG'S) são as técnicas do geoprocessamento que mais vem sendo empregadas nos estudos sobre ecologia da paisagem (YOUNG *et al.*, 1993). Também, estudos voltados para o campo geográfico têm, atualmente, sido favorecidos pela grande quantidade e evolução de novas tecnologias informacionais. Essas geotecnologias permitem à Geografia formular previsões através da manipulação de dados, gerando propostas de uso e controle para uma determinada área, identificando, e posteriormente, evidenciando soluções viáveis para problemas detectados, ou mesmo, maneiras de como aproveitar e conservar o local (CÂMARA *et al.*, 2008).

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo do presente trabalho compreendeu a bacia do Parnaíba, Ceará, que detém uma área total de 16.901 km² abrangendo 21 municípios do Estado (Figura 1). A bacia do Parnaíba é parte integrante do território cearense e constituída pelas bacias dos rios Poti e Longá. Enquanto o rio Poti atravessa zonas com altos índices de aridez, o mesmo não acontece com a região drenada pelo rio Longá, situado mais a norte sobre o Planalto da Ibiapaba. A bacia do Poti é a única das bacias principais não integralmente contidas no Ceará: suas águas também interessam ao Piauí. Representa cerca de 5% da drenagem do rio Parnaíba. Na bacia drenada pelo rio Parnaíba em território cearense os principais açudes são: Jaburu I, Jaburu II, Flor do Campo, Realejo, Carnaubal, Barra Velha, Cupim, Cascavel, Colina e Sucesso, conforme SRH (2007).



Figura 1 – Mapa do estado do Ceará destacando a bacia do Parnaíba.

Quanto à seleção dos açudes para a bacia hidrográfica do Parnaíba, somente aqueles gerenciados pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos - COGERH foram considerados. Essa seleção decorreu do fato dos açudes serem públicos, detentores de dados e informações (aerofotografias, histórico de construção etc.) facilmente disponíveis e, sobretudo, serem de grande porte o que, supostamente, os credenciam como reservatórios perenes.

Os açudes foram submetidos, mediante uso de seus mosaicos de aerofotografias verticais coloridas na escala de 1:10.000, a uma interpretação aerofotográfica visando identificar aqueles detentores de pelo menos uma ilha. Portanto, a seleção dos açudes foi encerrada quando alcançado o conjunto daqueles açudes gerenciados pela COGERH e detentores de pelo menos uma ilha. Destaca-se que alguns açudes gerenciados pela COGERH não ofereciam dados suficientes, aerofotografias, como é o caso dos açudes Realejo em Crateús, Flor do Campo em Novo Oriente e Cascavel no município de Poranga. Assim, não se procedeu com as interpretações aerofotográficas nesses açudes.

Para os açudes com manchas isoladas no espelho d'água, para a aceitação de uma dada mancha visualizada isolada como ilha a partir do mosaico aerofotográfico (imagem) do açude, a definição clássica de ilha recebeu um ajuste. Assim, aqui, ilha foi entendida como uma área de terra firme circundada de água resultante, tão somente, do afloramento no espelho d'água, do relevo (elevações) pertencente à bacia hidráulica.

Dessa maneira, não foram consideradas como ilhas as seguintes áreas isoladas e visualizadas na imagem: afloramentos rochosos, bancos de areia e manchas de vegetação hidrófila e higrófila. A primeira exclusão se justifica devido à rocha aflorada não possuir solo constituído (terra) e muitas vezes, mostrar-se em dimensões bastante reduzidas como, por exemplo, pontas de pedras. O banco de areia, por sua vez, trata-se de uma área de solo desagregado formado por ação fluvial e, sobretudo, efêmero. Comumente, o banco de areia ocorre nas cabeceiras dos açudes quando estes revelam baixo nível da água. Por último, manchas isoladas de vegetação hidrófila (plantas aquáticas) e higrófila (plantas ribeirinhas) não foram consideradas como ilhas, por não apresentarem terra firme aflorada. Nesse caso, dado não ser tarefa fácil distinguir na imagem aglomerados de *Eichornia crassipes* (aguapé) ou *Juncus* sp. (junco), bem como, copas de grandes árvores como *Mangifera indica* (mangueira) ou *Licania rigida* (oiticica) de ilhas verdadeiras, num primeiro momento, a área que levantou dúvida foi considerada como ilha para, posteriormente, ser ou não descartada com uma constatação *in loco*.

Nesse contexto, um problema metodológico emerge quando se trabalha com ilhas artificiais continentais em região semi-árida, por que nessas condições climáticas a presença de ilhas se quer deveriam ocorrer, dado os corpos d'água que as abrigam, serem intermitentes. No entanto, o Homem as fez existir nessas condições por meio de grandes açudes. O problema levantado decorre do fato das ilhas apresentarem significativas variações estruturais em curto espaço de tempo. Essas variações estão atreladas ao nível da água em vigor nos açudes que, por sua vez, depende das chuvas irregulares no tempo-espaço que tipificam a região onde o trabalho foi realizado.

De certo, uma ampla flutuação anual no nível da água dos açudes localizados no semi-árido brasileiro ocorre, fazendo com que as características mais conspícuas das ilhas tais como tamanho, forma, grau de isolamento e número sofram alterações consideráveis no curto prazo. Como consequência clara e direta, uma leitura estrutural realizada hoje, certamente, estaria distorcida dias adiante.

Diante desse fato inevitável foi tomada a seguinte posição metodológica: a obtenção do número de ilhas partiria, tão somente, da leitura de uma única imagem do açude não importando o nível da água em vigor. Portanto, procedeu-se com uma única leitura da paisagem insular alvo, assim, não estando preocupado com sua dinâmica estrutural temporal. A imagem utilizada foi considerada soberana, mesmo sabendo que outra quantidade poderia estar presente quando da visita *in loco*, realizadas quando necessárias, conforme as datas de tomadas das aerofotografias, uma tentativa de se buscar uma maior similaridade das imagens com o que se visualizava no campo.

Quanto à delimitação da bacia hidráulica e das ilhas, em regra, ela foi feita a partir do mosaico aerofotográfico que foi baseada, simplesmente, no traçado da linha de contorno do espelho d'água. No entanto, para algumas partes do espelho d'água tal procedimento não foi fielmente aplicado. Na cabeceira da bacia hidráulica (área de contato do rio com o lago), no ponto em que duas linhas de contorno do espelho d'água assumiram uma disposição paralela ou a forma de um rio, elas foram conectadas em ângulo reto com suas trajetórias originais, de modo que, o segmento do espelho d'água à montante foi descartado.

Para as bordas da bacia hidráulica ou das ilhas quando revestidas de vegetação higrófila ou hidrófila, a delimitação não considerou a vegetação, já que, somente a partir da análise das fotografias, não se tinha noção do que se encontrava sob essa vegetação. Essa delimitação é de grande importância para o trabalho e foi feita de maneira cautelosa, pois qualquer dúvida quanto ao espaço do espelho d'água, poderia acabar omitindo a existência de alguma paisagem insular que se instale nas proximidades dos contornos do açude.

As imagens (mosaicos aerofotográficos em meio digital) dos açudes selecionados foram analisadas e vetorizadas a partir do *software* AutoCAD 2000i. Foi extraído ou recortado da imagem, tão somente, a bacia hidráulica do açude, aqui, composta do espelho d'água e ilha(s). O recorte supra diminuiu o tamanho do arquivo de imagem, tornando o processamento do mesmo mais rápido. Posteriormente, cada açude foi tratado de maneira individualizada para que a contagem do número de ilhas fosse efetuada a partir de uma visualização ocular dessas paisagens.

Feita a contagem e montados os contornos do que se considerou como ilha e bacia hidráulica, foram gerados mapas individuais para cada açude a partir do software Arcview GIS 3.2, que indicou a distribuição e localização geográfica de cada ilha em seu respectivo açude. Dessa maneira, o mapa categórico gerado apresentava legenda simples, contendo apenas o espelho d'água e as ilhas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Paisagens insulares – número e distribuição

Foram analisados nove açudes públicos pertencentes à bacia do Parnaíba. Para cada açude detentor de pelo menos uma ilha foi gerado um mapa, a partir do qual se conheceu o número, distribuição e localização geográfica das ilhas. Todos os açudes analisados apresentaram pelo menos uma ilha. O número de ilhas levantadas na bacia foi de 90 no total, distribuídas conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Açudes com seus municípios e respectivos números de ilhas, distribuídos ao longo da Bacia do Parnaíba (CE).

	Municípios	Açudes	Ilhas
BACIA DO PARNAÍBA	Independência	Barra Velha	48
	Crateús	Realejo	25
	Crateús	Carnaubal	13
	Ubajara	Jaburu I	10
	Quiterianópolis	Colina	08
	Independência	Jaburu II	05
	Tamboril	Sucesso	05
	Novo Oriente	Flor do Campo	01
	Independência	Cupim	01
Total	06	09	116

Dentro da bacia analisada, observou-se que a distribuição das 116 ilhas levantadas se deu com desuniformidade acentuada, ou seja, enquanto o açude Barra Velha apresentou 48 ilhas, o açude Cupim e o Novo Oriente abrigaram apenas uma (1) ilha. Entre esses extremos os açudes remanescentes apresentaram uma média de dez (10) ilhas por açude. Ao excluir os açudes com números de ilhas extremos revelou-se uma distribuição insular na bacia do Parnaíba tendendo para uma menor desuniformidade.

A partir desse levantamento se defrontou-se agora, o número de ilhas dos açudes com suas respectivas área de espelhos d'água (Tabela 2). Assim, constatou-se que nessa bacia a maior ou menor área do espelho d'água do açude não estabelece relação direta com o número de ilhas por ele abrigado. Os açudes com maior área de espelho d'água não, obrigatoriamente, apresentam abundância de ilhas e o mesmo é válido para os açudes menores, ou seja, raridade insular. Desse modo, a idéia de açudes maiores tenderem a abrigar um maior número de ilhas não se constitui um padrão, conforme havia sido sugerido por Cavalcante *et al.* (2008) quando trabalhou com as bacias Metropolitana, Curu e Baixo Jaguaribe do mesmo Estado. Desse modo, buscou-se um outro fator além do tamanho da área do espelho d'água, que pudesse estar determinando de forma mais decisiva nesse aspecto. Então, voltou-se para o relevo. E, para tal, foi observado os posicionamentos geográficos dos açudes em carta hipsométrica do Ceará.

Tabela 2. Açudes dispostos em ordem decrescente de suas áreas de espelhos d'água, com seus respectivos números de ilhas, bacia do Parnaíba.

	Açudes	Área (ha)	Ilhas
	Jaburu II	2950,0	05
	Flor do Campo	2351,0	01
	Barra Velha	1905,0	48
	Carnaubal	1637,0	13
BACIA DO PARNAÍBA	Jaburu I	1450,0	10
	Realejo	888,7	25
	Colina	182,0	08
	Cupim	166,0	01
	Sucesso	44,0	05
Total	09	8334,0	116

Portanto, o que se evidenciou foi quanto maior for a área do espelho d'água no açude e mais dissecado o relevo onde o mesmo se localiza, maiores as possibilidades do açude em

abrigar maior número de ilhas. Ademais, nas bacias posicionadas mais ao sul do Estado onde o relevo se revela mais dissecado, dito fator exerce maior influência sobre o aspecto supra, ao passo que, para as bacias mais próximas da linha costeira onde o relevo tende a suavizar, ganha maior importância o fator área do espelho da d'água.

Por muito tempo no mundo e particularmente no Brasil, levantamentos de ilhas artificiais em represas (açudes e hidroelétricas) foram negligenciados. As ilhas oceânicas brasileiras são bem conhecidas e estudadas desde 1916 (ALVES e CASTRO, 2006). As ilhas continentais em maior número, a literatura científica disponibiliza farto material, por exemplo, São Paulo (1989). Já para ilhas artificiais lacustres os estudos são incipientes e escassos, mais ainda para os reservatórios da região semi-árida brasileira. Cita-se aqui Cavalcante (2008). Todavia, um crescente e paulatino interesse atual têm sido destinado a essas singulares áreas antropogênicas. Na essência, isso decorreu do avanço da fragmentação da paisagem e da necessidade urgente em saber como plantas e animais selvagens sobrevivem, confinados em áreas reduzidas e isoladas, produtos inevitáveis da fragmentação.

CONCLUSÕES

Para as condições metodológicas em que foram conduzidos os trabalhos pode-se concluir que: Dos nove açudes públicos analisados, todos apresentaram pelo menos uma paisagem insular ou ilha sendo, 48 ilhas no açude Barra Velha, 25 ilhas o açude Realejo, 13 ilhas no açude Carnaubal, 10 ilhas no açude Jaburu I, oito (8) ilhas no açude Colina, cinco (5) ilhas no açude Jaburu II, cinco (5) ilhas no açude Sucesso e uma (1) ilha nos açudes Cupim e Novo Oriente; A quantidade de ilhas num açude tende a estar atrelada a sua capacidade de armazenamento hídrico, combinado com o relevo da área da bacia hidráulica. O uso de técnicas de geoprocessamento como sensoriamento remoto, imagens e CAD's se mostrou viável na análise de paisagens para fins de detecção de ilhas artificiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. J. V.; CASTRO, J. W. A. (Org.). *Ilhas oceânicas brasileiras da pesquisa ao manejo*. Brasília: MMA, 2006. 340 p.

- BERTRAND, G. 1972. Paisagem e geografia física global. *Caderno de Ciências da Terra*. 13: 1-27.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; MEDEIROS, J. S. *Fundamentos do Geoprocessamento*. In: Fundamentos Epistemológicos da Ciência da Geoinformação. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap5-epistemologia.pdf>>. Acesso em 14 de Abril de 2008.
- CAVALCANTE, A. M. B. Ilhas artificiais em terras secas. *Scientific American – Brasil*, São Paulo, 2008. (NO PRELO).
- CAVALCANTE, A. M. B.; ARRUDA, N. S.; RÊGO-FILHO, F. F. Paisagens insulares do Ceará: distribuição geográfica e caracterização estrutural nas bacias Metropolitana, Curu e Médio Jaguaribe. (submetido).
- GREEN, B.H., SIMMONS, E.A., WOLTJER, I. *Landscape conservation. Some steps towards developing a new conservation dimension*. A draft report of the IUCN-CESP landscape Conservation Working Group. Ashford: Wye College, 1996. 186p.
- JUILLARD, E. 1962. La Région. Essai de définition. *Annales de Géographie*. 12: 483-499.
- LORD, J.M., NORTON, D.A. 1990. Scale and the spatial concept of fragmentation. *Conservation Biology*. 4: 197-202.
- PASSOS, M. M. 2000. A Conceituação da Paisagem. *Formação*. 7: 131-143.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Divisão de Reservas e Parques Estaduais / Universidade de São Paulo. *Ilhas do Litoral Paulista*. São Paulo, 1989. 52p.
- SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH. Capturado em fev, 2007. Disponibilidade na Internet: <<http://www.srh.ce.gov.br>>.
- SIMBERLOFF, D.S. 1974. Equilibrium theory of island biogeography and ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 161-182.
- TRICART, J. *Paisagem & Ecologia*. São Paulo: IGEOG-USP, 1981. 157p.
- TURNER, M.G. 1989. Landscape Ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 20: 171-197.
- VETTORAZZI, C. A. 1996. Técnicas de geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba: IPEF, 10(29): 45-51.
- YOUNG, R. H., GREEN, D. R., COUSINS, S. *Landscape Ecology and Geographic Information Systems*. New York: Taylor & Francis, 1993. 288p.
- ZONNEVELD, I.S. *Land Evaluation and Land(scape) Science*. Enschede, The Netherlands: International Training Center, 1979. 134p.