

---

# PAISAGENS INSULARES DO CEARÁ: distribuição geográfica e caracterização estrutural nas bacias Metropolitana, Curu e Médio Jaguaribe

Prof. Dr. Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante  
Mestrado Acadêmico da Universidade Estadual do Ceará  
Av. Paranjana, 1700, CEP 60.740-000, Fortaleza (CE) - Brasil  
Tel.: (85) 31019792 - arnobio@secrel.com.br

Msc. Niepson de Sousa Arruda  
niepson2@hotmail.com

Msc. Francisco Feliciano do Rego Filho  
feliciano.filho@gmail.com

## RESUMO

A construção de açudes perenes no Nordeste Brasileiro acionou a fragmentação da paisagem, criando paisagens insulares lacustres ou ilhas artificiais. O Ceará é detentor de inúmeras ilhas artificiais e o presente trabalho determinou o número, distribuição e localização geográfica delas nas bacias Metropolitana, Curu e Médio Jaguaribe, bem como as caracterizou estruturalmente quanto ao tamanho, forma e grau de isolamento. Imagens de açudes com ilhas receberam vários tratamentos tendo sido gerado mapas com legendas contendo espelho d'água e ilha(s). Em cada mapa foi aplicado o software FRAGSTATS. Dos 40 açudes públicos analisados 21 ou 52,5% do total, apresentaram pelo menos uma ilha. O total de ilhas levantadas nas três bacias hidrográficas foi de 201. A localização geográfica das ilhas nos açudes foi predominantemente aleatória. A ilha de menor área coube a de número 5 do açude Caracas com 0,005 ha e a maior ficou representada pela de número 2 do açude General Sampaio com 27,238 ha. Todas as ilhas apresentaram forma não circular. A ilha mais remota foi a de número 11 do açude Pacoti com 943 m e a mais próxima a de número 3 do açude Caracas com 3 m.

**Palavras chave:** paisagem insular, ilha artificial, açude, fragstats.

## ABSTRACT

he construction of perennial dams in Northeast of Brazil set in action the fragmentation of landscapes, producing insular landscapes or artificial islands. The State of Ceará possesses a significance number of them and the present work determined number, distribution, geographic localization of lake islands found in basins Metropolitana, Curu and Médio Jaguaribe, and characterizing each of them regarding to size, shape and degree of insulation. Images from selected dams were used to plot maps containing water covered areas and island(s), and then FRAGSTATS software was applied to analyze each map. From 40 public dams studied, 21 (52,5%) showed at least one island. A total amount of 201 islands were countered. It was observed that islands were randomly located inside the area covered by dams. The smallest island was the number 5 of dam Caracas with 0.005 ha, whilst the biggest one was number 2 of dam General Sampaio with 27.238 ha. All studied islands showed non-circular shape. The most distant from margins were islands number 11 of dam Pacoti with 943 m, whilst the closest to margins were island number 3 of dam Caracas with 3 m.

**Key words:** insular landscape, artificial island, dam, fragstats.

---

## Introdução

Nas últimas décadas em diferentes partes do mundo a crescente demanda humana por mais água, alimento, espaço e energia tem 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 tiveram início como rodovias, extensas culturas irrigadas, açudes de grande porte dentre outras, que logo fizeram surgir novas configurações de paisagens.

Destaque para os açudes que por meio da introdução de massas d'água, remodelaram de forma definitiva a paisagem semi-árida brasileira. Aqui, paisagem é entendida conforme Green *et al.* (1996), uma configuração particular da topografia, cobertura vegetal, uso e ocupação da terra que delimita alguns

processos e atividades naturais e culturais. Por sua vez, o termo açude (árabe, *as-sudd*) significa o conjunto constituído por barragem ou barramento de um curso d'água e o respectivo reservatório ou lago formado (WWW.SRH.CE.GOV.BR).

Notoriamente, valiosa contribuição os açudes perenes proporcionam ao Homem. Primariamente, oferecem água para o abastecimento humano. Ademais, eles atendem à agricultura, pecuária, indústria e possibilitam a geração de energia elétrica, controle de enchentes, pesca, lazer etc. Contudo, também geram prejuízos e contextualizado na Ecologia de Paisagem, emerge o processo denominado de fragmentação da paisagem.

A fragmentação da paisagem encerra de forma simplista um processo de ruptura na continuidade da paisagem (LORD e NORTON, 1990). Evidencia-se quando uma grande área intacta é dividida em várias áreas intactas menores, seja por atividade natural ou humana. A relação que se estabelece entre açude e fragmentação decorre do fato, uma vez represado um rio e produzido um lago artificial, caso o lago formado apresente ilha(s), fica caracterizado um exemplo emblemático de fragmentação da paisagem.

A literatura científica registra a ocorrência desse processo como resultado de vários eventos e na sua quase totalidade, a fragmentação leva mudanças drásticas à paisagem e à biodiversidade onde opera. Normalmente, para as paisagens é citado que são perdidas, reduzidas, outras modificadas e outras mais criadas, por exemplo, as paisagens insulares ou ilhas artificiais em açudes do Nordeste (CAVALCANTE, 2003) para esse último caso.

As paisagens insulares lacustres são altos topográficos relativamente pequenos em tamanho e aflorados no espelho d'água dos açudes, testemunhando a perda de uma paisagem natural decorrente de uma intervenção humana drástica na natureza. Esses novos espaços antropogênicos se encontram espalhados por vários açudes do semi-árido Brasileiro. Felizmente, essas recentes paisagens (a mais antiga não supera 100 anos de existência) estão sendo paulatinamente vistas como áreas singulares e atrativas por algumas ciências como a Biogeografia e Ecologia da Paisagem.

As razões para o interesse de cientistas pelas paisagens insulares lacustres se prendem a sua multiplicidade que assegura as repetições necessárias para testar hipóteses, às variadas características estruturais (tamanho, forma, relevo, isolamento etc.) apresentadas, à farta documentação oficial existente e, sobretudo, por abrigar humanos, plantas e animais (selvagens e domesticados) coexistindo em áreas reduzidas e isoladas, fato oportuno para compreender como conservar a vida selvagem frente aos interesses humanos.

Nesse contexto o estado do Ceará grande contribuição pode oferecer. Embora não tendo sido naturalmente agraciado com essas paisagens, afora aquelas poucas e dispersas encontradas na foz de alguns de seus rios, atualmente, o Ceará é detentor de inúmeras ilhas dado à construção de vários açudes públicos de porte. O primeiro construído foi o açude de Cedro, Quixadá, em 1906, e também o primeiro no Brasil. O açude Castanhão, Alto Santo, foi o último construído, em 2003, maior dentre todos com um espelho d'água de 325 km<sup>2</sup> (baía de Guanabara - 380 km<sup>2</sup>). Porém, pouco ou nada se sabe sobre essas paisagens insulares e dessa forma, tornou-se pertinente perguntar: Onde ocorrem essas paisagens? Quantas existem? E, como se apresentam estruturalmente?

A paisagem insular lacustre como qualquer outra unidade de estudo da ciência pode ser estudada quanto a sua estrutura, funcionamento e dinâmica. Esse trabalho se dedicou à estrutura, tendo como objetivo geral contribuir para o Projeto Inventário das Ilhas Continentais do Ceará e Conservação da Caatinga – P2I4C (CNPq/Uece), ora em andamento, e traçou os seguintes objetivos específicos: 1) determinar o número e a distribuição geográfica das paisagens insulares por açude nas bacias Metropolitana, Curu e Médio Jaguaribe; e 2) caracterizar estruturalmente quanto ao tamanho, forma e isolamento cada ilha.

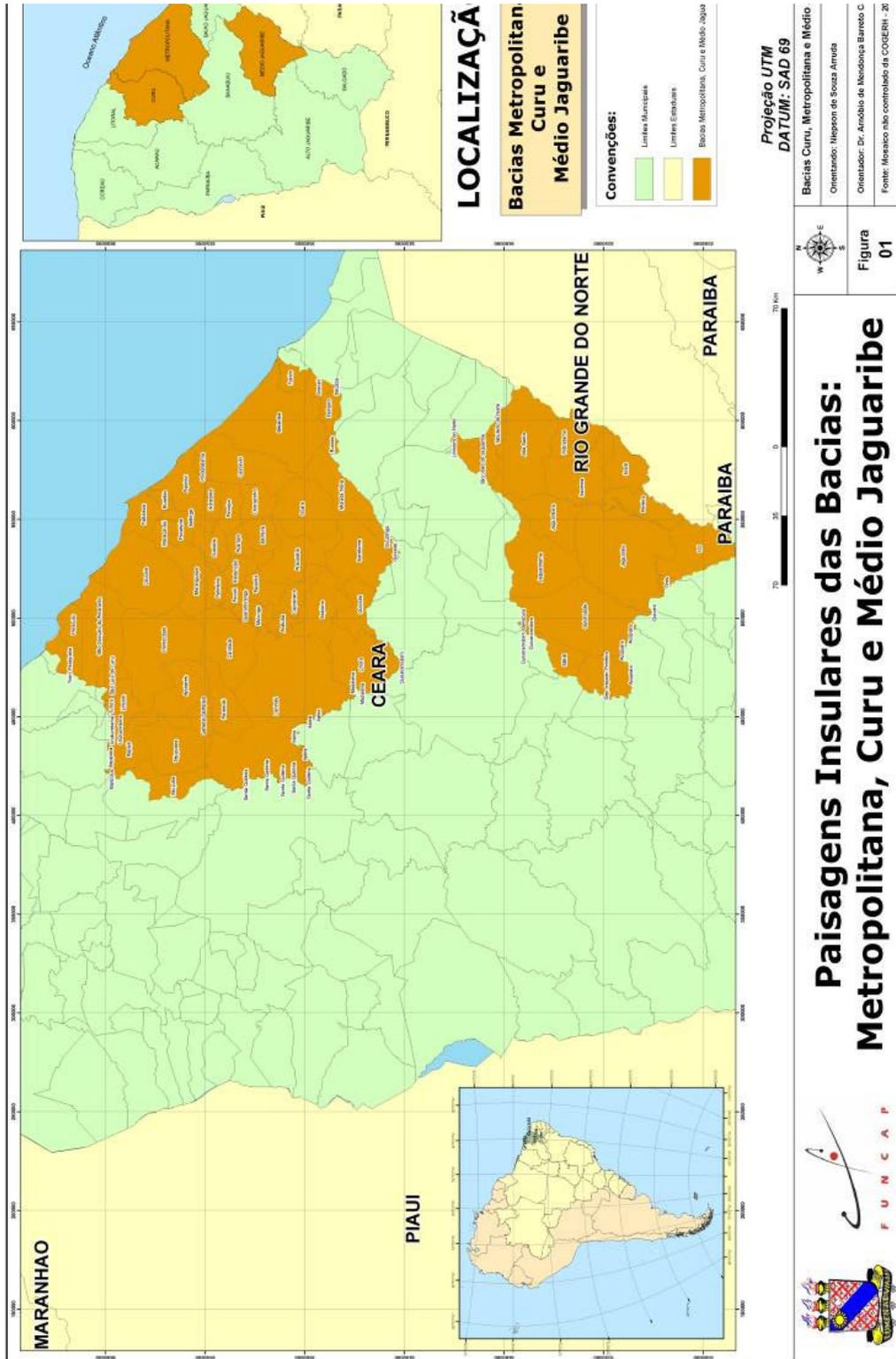


Figura 1 - Mapa das bacias hidrográficas do Ceará destacando as bacias investigadas  
Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 07, número 14, 2008

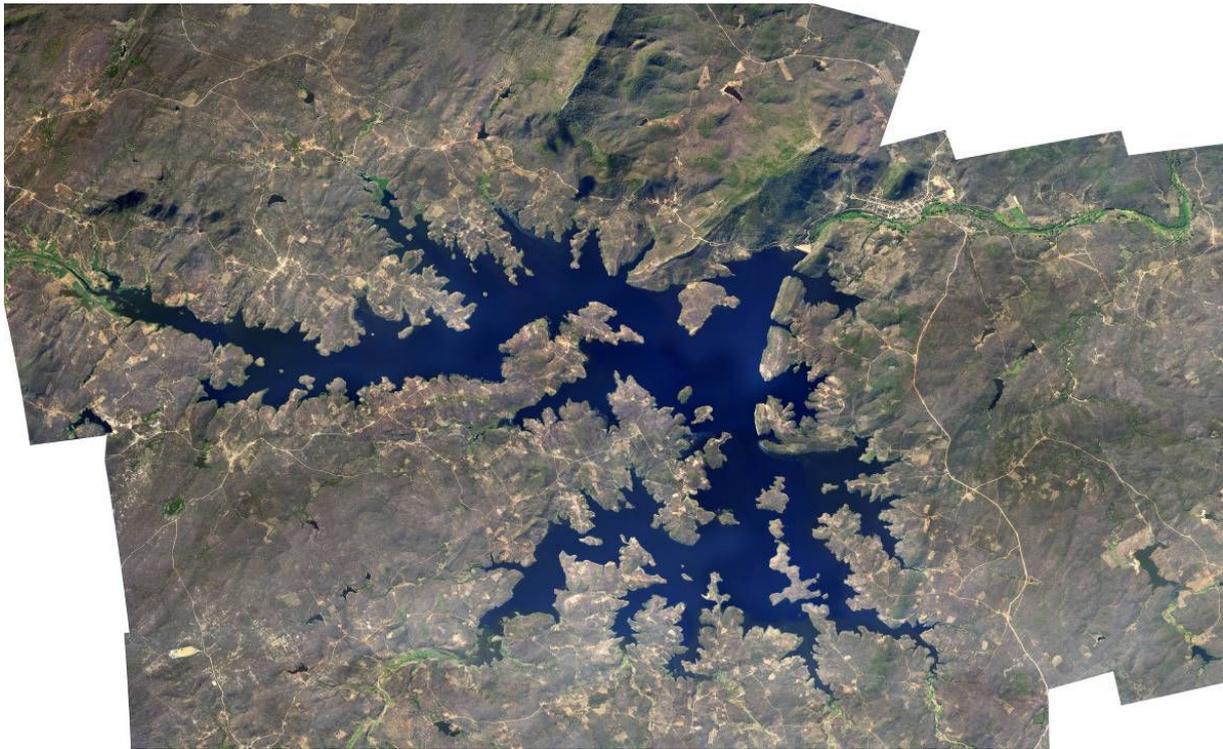
**Área de estudo**

A área de estudo do trabalho compreendeu três das onze bacias hidrográficas existentes no estado do Ceará: bacia Metropolitana com 15 açudes, bacia do Curu com 13 açudes e bacia do Médio Jaguaribe com 12 açudes (Figura 1). A escolha das bacias decorreu única e exclusivamente da proximidade à cidade de Fortaleza, ponto principal de apoio e de partida do Projeto Inventário das Ilhas Continentais do Ceará e Conservação da Caatinga - P2I4C (CNPq/Uece), do qual o presente trabalho é um sub-projeto.

**Seleção dos açudes**

Para cada bacia hidrográfica somente os açudes gerenciados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH foram considerados, por serem açudes públicos, dotados de dados e informações (aerofotografias, histórico de construção etc.) e, sobretudo, de 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 em cada bacia hidrográfica foi encerrada quando alcançado o conjunto de açudes gerenciados pela COGERH e detentores de pelo menos uma ilha (Figura 2).



Fonte: COGERH

**Figura 2** - Mosaico aerofotográfico do açude General Sampaio (bacia do Curu) dotado de ilhas, em 05/08/2004

**Interpretação aerofotográfica insular**

Para aceitar uma dada área isolada identificada no mosaico aerofotográfico (imagem) do açude como ilha, aqui, ilha foi entendida como uma área de terra firme circundada de água resultante do afloramento no espelho d'água, de altos topográficos pertencentes à bacia hidráulica. Dessa maneira, não se considerou

como ilha as seguintes áreas isoladas: afloramentos rochosos, bancos de areia, ilhas fluviais 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 reduzidas como pontas de pedras. O banco de areia, por sua vez, trata-se de uma área de solo desagregado formado por ação fluvial e efêmero. A exclusão de área insular decorrente da bifurcação e confluência do rio afluente se justifica, por esta área estar fora dos limites da bacia hidráulica do açude. 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 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 a visita *in loco*.

### **Problema emergente**

Um problema metodológico emerge quando se trabalha com ilhas artificiais lacustres em região semi-árida. O problema decorre das ilhas apresentarem variações estruturais em curto espaço de tempo. Essas variações estão atreladas ao nível da água em vigor nos açudes que, por sua vez, dependem de chuvas irregulares no tempo-espaço que tipificam a região onde o trabalho foi realizado. Desse modo, uma ampla flutuação anual no nível da água dos açudes ocorre, fazendo com que as características mais conspícuas das ilhas (tamanho, forma, isolamento e número) sofram alterações consideráveis no curto prazo. Conseqüência disso, uma leitura estrutural realizada hoje, de certo estaria distorcida dias adiante.

Diante desse fato inevitável foi tomada a seguinte posição metodológica: A obtenção das características estruturais das ilhas partiria, tão somente, da leitura de uma única imagem do açude não importando o nível da água em vigor. Portanto, nesse trabalho se procedeu com uma única leitura da paisagem insular alvo, não estando preocupado com sua dinâmica estrutural. A imagem utilizada foi considerada soberana, mesmo sabendo que outra estrutura poderia estar presente quando da visita *in loco*. As visitas, por sua vez, foram realizadas quando necessárias, em conformidade com as datas de tomadas das aerofotografias, uma tentativa de se buscar uma maior similitude das imagens com o que se visualizava no campo.

### **Delimitação da bacia hidráulica e das ilhas**

Em regra, a delimitação da bacia hidráulica e das ilhas a partir do mosaico aerofotográfico 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 linha de contorno do espelho d'água assumem 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 e das ilhas quando revestidas de vegetação higrófila ou hidrófila, a delimitação considerou a vegetação, ou seja, o traçado superpõe à vegetação.

### **Tratamento das imagens e geração de mapas categóricos**

Os mosaicos aerofotográficos em meio digital dos açudes selecionados receberam os seguintes tratamentos: 1) Foi extraído da imagem a bacia hidráulica do açude, aqui, composta do espelho d'água e ilha(s). O recorte supra (grosseiro) diminuiu o tamanho do arquivo de imagem, tornando seu processamento mais rápido. O recorte foi operacionalizado através do *software* Arcview GIS 3.2; 2) Ajustou-se o histograma do recorte para permitir uma melhor visualização e interpretação da bacia hidráulica. A interpretação se refere à localização de ilha na bacia; e 3) O terceiro tratamento foi à vetorização da bacia hidráulica e das ilhas identificadas. A vetorização foi processada com o uso do *software* AUTODESK MAP 2000i. O arquivo gerado foi do tipo *ShapeFile* (.shp), formato aceito pelo programa FRAGSTATS.

Assim, gerou-se um mapa categórico de legenda simples, contendo espelho d'água e ilha.

### **Caracterização estrutural da paisagem**

Aplicou-se em cada *ShapeFile* (.shp) o *software* FRAGSTATS FOR ARCVIEW (V. 1.0). O FRAGSTATS é um programa que analisa padrões espaciais, usado para quantificar a estrutura da paisagem (MCGARIGAL e MARKS, 1995). O programa calcula várias métricas (índices de paisagem) que estão agrupadas em níveis: 1) Fragmento individual; 2) Classe (conjunto de fragmentos do mesmo tipo); e 3) Paisagem (paisagem inteira). Desse modo, três arquivos de saída foram gerados em formato dBase IV (.dbf) por açude: fragmento (PATCH), classe (CLASS) e paisagem (LAND).

Um banco de dados foi criado cujas métricas se apresentam por bacia hidrográfica, em ordem alfabética dos açudes e por nível. O banco de dados subsidiou a análise e interpretação das estruturas das paisagens estudadas. Acentua-se que os fragmentos são as ilhas, um conjunto de ilhas constitui uma classe e a paisagem inteira sendo a bacia hidráulica com as ilhas inseridas. Ademais, utilizou-se tão somente daquelas métricas em conformidade com a finalidade do estudo: área, perímetro, índice de forma, dimensão fractal, distância mais próxima ao continente e número de ilhas. A descrição narrativa, fórmula matemática, nível de uso recomendado, unidade e faixa de variação dessas métricas podem ser obtidas em Mcgarigal e Marks (1995) e Metzger (2003).

### **Resultados e Discussão**

#### **Paisagens insulares - número, distribuição e localização**

Foram analisados 40 açudes públicos dos quais 15, 13 e 12 pertencem às bacias Metropolitana, Curu e Médio Jaguaribe, respectivamente (<http://www.srh.ce.gov.br>). Vale registrar que a bacia do Baixo Jaguaribe contígua às bacias Metropolitana e do Médio Jaguaribe foi também investigada, porém, devido possuir apenas um açude público, Santo Antônio de Russas, e o mesmo não sendo detentor de ilha, referida bacia foi descartada do trabalho.

Para cada açude detentor de pelo menos uma ilha foi gerado um mapa, a partir do qual se obteve o número, distribuição e localização geográfica insular. Apresentaram pelo menos uma ilha, oito (8) açudes da bacia Metropolitana (53,3%), oito (8) da bacia do Curu (61,5%) e cinco (5) da bacia do Médio Jaguaribe (41,6%), totalizando nas três bacias hidrográficas 21 açudes ou 52,5% do total de açudes investigados. O número de ilhas levantadas nas três bacias foi 201 no total: 35 ilhas na bacia Metropolitana, 96 ilhas na bacia do Curu e 70 ilhas na bacia do Médio Jaguaribe (Tabela 1).

**Tabela 1-** Açudes com seus respectivos números de ilhas e distribuídos por bacia hidrográfica

BACIA METROPOLITANA		BACIA DO CURU		BACIA DO MÉDIO JAGUARIBE		TOTAL	
Açudes	Nº de ilha(s)	Açudes	Nº de ilha(s)	Açudes	Nº de ilha(s)	Açudes	Ilhas
Acarape do Meio	03	Caracas	10	Adauto Bezerra	01		
Amanary	03	Caxitore	26	Castanhão	54		
Castro	04	Frios	07	Ema	03		
Cauhipe	03	General Sampaio	22	Jenipapeiro	01		
Hipólito	03	Pentecoste	21	Riacho do Sangue	11		
Pacoti	15	Souza	02				
Penedo	01	Tejuçuoca	06				
Riachão	03	Trapiá I	02				
Σ	08	08	96	05	70	21	201

Analisando individualmente cada bacia hidrográfica a começar pela Metropolitana, a distribuição das 35 ilhas levantadas em seus açudes se mostrou uniforme para a quase totalidade dos mesmos, cerca de três (3) ilhas por açude. A exceção ocorreu para os açudes Pacoti e Penedo. O açude Pacoti é aquele que atualmente mais ilha detém na bacia Metropolitana, 15 ao todo. Com uma capacidade de 370 milhões de m<sup>3</sup> e espelho d'água de 3.700,0 ha, esses números quando comparados aos dos demais açudes da bacia hidrográfica, mostram-se consideravelmente superiores (Tabela 2). Desse modo, conjectura-se que por abarcar um maior espaço, o açude Pacoti possui chances maiores de abrigar mais ilhas.

**Tabela 2** - Açudes da bacia Metropolitana por ordem decrescente do número de ilhas

BACIA METROPOLITANA				
Açude	Número de ilha(s)	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Bacia hidráulica (ha)	Porte <sup>1</sup>
Pacoti	15	370.000.000	3.700,0	grande
Castro	04	63.900.000	753,0	médio
Riachão	03	46.950.000	565,0	médio
Acarape do Meio	03	34.100.000	220,8	médio
Cauhipe	03	12.000.000	370,0	médio
Amanary	03	11.300.000	271,0	médio
Hipólito	03	6.500.000	103,0	pequeno
Penedo	01	2.414.000	---	pequeno

Fonte – SRH, 2007.

<sup>1</sup>Porte: pequeno - 0,5 a 7.500.000 m<sup>3</sup>; médio - 7.500.000 a 75.000.000 m<sup>3</sup>; grande - 75.000.000 a 750.000.000 m<sup>3</sup>.

No outro extremo o açude que menos ilha apresentou, foi o Penedo. Dito açude que revelou apenas uma ilha é, também, aquele que menos capacidade hídrica registra na bacia Metropolitana, 2,4 milhões de m<sup>3</sup>. Quanto à área de sua bacia hidráulica, não há registro oficial, mas se pode inferir igualmente pequena, aproximados 45,1 ha, baseando-se em seu mapa. Portanto, fortalece que a quantidade de ilhas em açudes da bacia Metropolitana pode estar atrelada às variáveis capacidade de armazenamento hídrico e área da bacia hidráulica.

Com relação à localização geográfica das ilhas nos açudes da bacia em questão, parece não existir setor particular nos mesmos que influencie na maior ou menor presença de ilhas. O que se detectou foi um posicionamento aleatório das ilhas em todos os açudes, isto é, as ilhas ocorrendo ao azar desde próximas da barragem (áreas supostamente de maior profundidade) até às cabeceiras (áreas mais rasas), bem como a diferentes distâncias das margens.

Na bacia do Curu, por sua vez, a distribuição das 96 ilhas por açude, ao contrário do que foi constatado na bacia Metropolitana, mostrou disparidade. Observou-se açudes com apenas duas (2) ilhas (Souza e Trapiá I), açudes com aproximadamente sete (7) ilhas (Frios e Tejuçuoca) e açudes com mais de 20 ilhas (Caxitoré, General Sampaio e Pentecoste). Esses últimos açudes registram as maiores capacidades de armazenamento hídrico e superfícies. Já no extremo oposto figuraram os açudes Souza e Trapiá I (Tabela 3). Novamente se evidencia que açudes volumosos e com grandes superfícies abrigam mais ilhas.

Quanto à localização geográfica insular está foi, igualmente, aleatória. As ilhas se posicionaram em diferentes partes dos açudes, repetindo o ocorrido na bacia Metropolitana. Porém, o açude Caracas foi uma exceção (Figura 3). Referido açude apresentou um aglomerado de ilhas situadas em uma de suas metades, aquela a montante, e nenhuma ocorrência na outra metade. Supõe-se que isso decorreu do assoalho do açude naquela porção ser significativamente acidentado, com altos topográficos suficientemente elevados para aflorar no espelho d'água, conforme ficou constatado em mapa topográfico. A outra metade apresentava um assoalho menos acidentado e revestido com águas mais profundas.

Tabela 3 - Açudes da bacia do Curu por ordem decrescente do número de ilhas

BACIA DO CURU				
Açude	Número de ilha(s)	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Bacia hidráulica (ha)	Porte <sup>1</sup>
General Sampaio	22	322.200.000	3.300,0	grande
Pentecoste	21	395.638.000	5.700,0	grande
Caxitore	26	202.000.000	4.574,0	grande
Caracas	10	9.630.000	217,0	médio
Frios	07	33.020.000	608,0	médio
Tejuçuoca	06	28.110.000	512,0	médio
Souza	02	30.840.000	400,0	médio
Trapiá I	02	2.010.000	54,0	pequeno

Fonte – SRH, 2007.

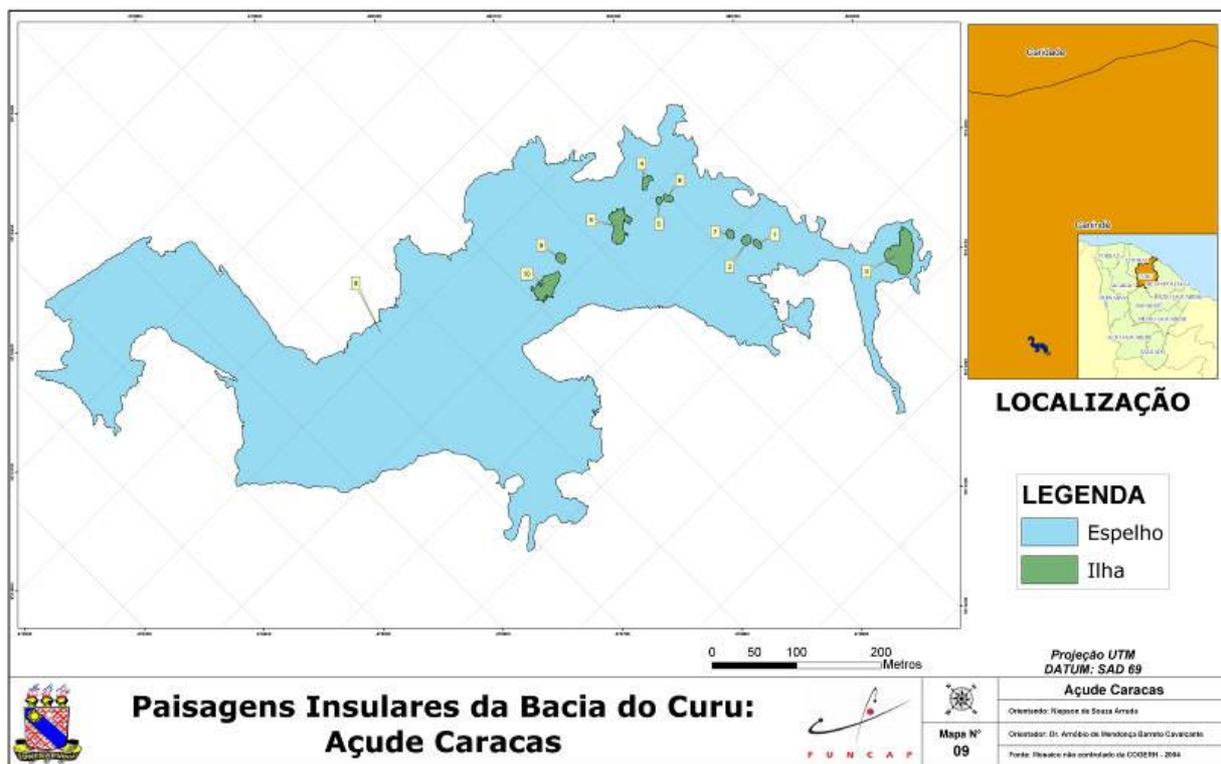
<sup>1</sup>Porte: pequeno - 0,5 a 7.500.000 m<sup>3</sup>; médio - 7.500.000 a 75.000.000m<sup>3</sup>; grande - 75.000.000 a 750.000.000 m<sup>3</sup>.

Figura 3 - Mapa do açude Caracas, bacia do Curu

Na bacia do Médio Jaguaribe, a última dentre as bacias hidrográficas, a distribuição por açude de suas 70 ilhas apresentou disparidade extrema (Tabela 4). Foram identificados açudes com apenas uma ilha (Adauto Bezerra e Jenipapeiro) e outro com mais de 50 ilhas, o açude Castanhão. Esse último, figura como o maior dentre todos os açudes estudados em termos de armazenamento hídrico e superfície. É um açude de porte macro, ratificando que açudes volumosos e com grandes superfícies tendem a abrigar mais ilhas. Quanto ao posicionamento geográfico das ilhas nos açudes este ficou caracterizado também

como aleatório, tal como já ocorrido nas outras bacias hidrográficas.

Agora, ao considerar conjuntamente as três bacias hidrográficas, deixa claro que uma correlação positiva envolvendo o número de ilhas nos açudes com seus volumes e superfícies possa estar presente, isto é, que açudes volumosos e apresentando grandes superfícies tendem a abrigar mais ilhas. E, o contrário é factível. Portanto, por acumular mais água o açude aumenta suas chances de isolar novas áreas em suas fronteiras.

**Tabela 4** - Açudes da bacia do Médio Jaguaribe por ordem decrescente do número de ilhas.

BACIA DO MEDIO JAGUARIBE				
Açude	Número de ilha(s)	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Bacia hidráulica (ha)	Porte <sup>1</sup>
Castanhão	54	6.700.000.000	32.500,0	macro
Riacho do Sangue	11	64.124.000	1.130,0	médio
Ema	03	10.395.360	284,0	médio
Jenipapeiro	01	17.000.000	278,0	médio
Adauto Bezerra	01	5.253.600	129,0	pequeno

Fonte: SRH, 2007.

<sup>1</sup>Porte: pequeno - 0,5 a 7.500.000 m<sup>3</sup>; médio - 7.500.000 a 75.000.000 m<sup>3</sup>; grande - 75.000.000 a 750.000.000 m<sup>3</sup>; macro – acima de 750.000.000 m<sup>3</sup>.

Ademais, um outro fator supõe-se possa estar também determinando o número de ilhas; o relevo do assoalho da bacia hidráulica do açude, conforme sinalizou o açude Caracas. Observa-se para grandes lagos artificiais da região Norte do Brasil que, embora dotados de grandes volumes e superfícies não gozam, relativamente, de elevados números de ilhas, devido apresentarem assoalho plano ou suave ondulado. Por exemplo, o lago artificial da hidroelétrica de Tucuruí (PA) com 2.918 Km<sup>2</sup> abriga 1.660 ilhas ou 1,7 ilhas por km<sup>2</sup> (<http://www.cbdb.org.br>). Para a maioria dos açudes do Ceará, construídos em regra em áreas predominantemente mamelonares, a insularidade lacustre foi favorecida. O açude Pacoti com 37 Km<sup>2</sup> abriga 15 ilhas ou 2,5 ilhas por km<sup>2</sup> e o açude Pentecoste 2,7 ilhas por km<sup>2</sup>.

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 Nordeste. Contudo, atualmente, um crescente interesse tem sido destinado a essas singulares áreas antropogênicas. Na essência, isso se deve ao avanço da fragmentação da paisagem e da urgência em saber como plantas e animais selvagens sobrevivem forçados em áreas reduzidas e isoladas, produtos inevitáveis da fragmentação. Portanto, é possível afirmar que as ilhas artificiais podem servir como áreas teste, capazes de oferecer pistas de como melhor gerir a vida selvagem frente a esse processo implacável.

### **Tamanho das ilhas**

A partir dos arquivos PATH gerados pelo FRAGSTAT, balizou-se os tamanhos ou áreas das ilhas levantadas entre 0,005 e 27,238 ha, extremos inferior e superior respectivamente. Para o extremo inferior coube a ilha de número 5, pertencente ao açude Caracas da bacia do Curu. Para o extremo oposto, a ilha de maior área ficou representada pela ilha de número 2, localizada no açude General Sampaio também da bacia do Curu. Entre esses extremos as áreas das ilhas variaram amplamente.

Conforme a Tabela 5, que quantifica e distribui as ilhas inventariadas por classes de área, a classe de área que mais acolheu ilhas foi a classe com áreas até 0,5 ha (5.000 m<sup>2</sup>). Aqui, foram registradas 68

ilhas representando 46% do total de ilhas. Em seguida, apareceram as classes 0,5\$%1,0 e 1,0\$%2,0 ha com 23 ilhas cada ou 15,6% do total. É importante notar na medida em que se avança nas classes de área a quantidade de ilhas declina por classe, de modo que, as maiores ilhas (acima de 8,0 ha) poucos registros ocorreram, assim, mostrando-se raras. Essas ilhas totalizaram cinco (5) ou 3,4% do total da classe.

**Tabela 5** - Número de ilhas por classes de área nas bacias Metropolitana, Curu e Médio Jaguaribe

Classes de área (ha)	METROPOLITANA		CURU		MÉDIO JAGUARIBE		Total da classe
	Número de ilhas	% do total	Número de ilhas	% do total	Número de ilhas	% do total	
≤ 0,5	13	37,1	50	52,0	05	31,2	68
0,5   1,0	04	11,4	15	15,6	04	25,0	23
1,0   2,0	09	25,7	09	9,3	05	31,2	23
2,0   4,0	04	11,4	12	12,5	02	12,5	18
4,0   8,0	03	8,5	07	7,3	--	--	10
> 8,0	02	5,7	03	3,1	--	--	05
Total	35	100,0	96	100,0	16 <sup>1</sup>	100,0	147

<sup>1</sup>Não foram consideradas as ilhas do açude Castanhão, bacia do Médio Jaguaribe.

O declínio já era esperado, haja vista que ilhas desse porte ocupam espaços maiores nos açudes que, por sua vez, deverão ser grandes o suficiente para abrigá-las e, simultaneamente, armazenar quantidades expressivas de água. Não faz sentido construir um açude pequeno ou médio em cuja bacia hidráulica acomode uma enorme ilha em seu interior. Isso, certamente, repercute na capacidade de armazenamento hídrico do mesmo, ou seja, menos água armazenada. Portanto, como os açudes grandes em superfície, por exemplo Castanhão, Caxitoré, General Sampaio, Pacoti e Pentecoste se mostram em número reduzido, refletiu negativamente no surgimento de ilhas maiores no levantamento. Vale registrar que todas as classes de área da Tabela 5 ficariam mais enriquecidas, sobretudo, a classe de área acima de 8,0 ha, se medições insulares estruturais tivessem sido realizadas no açude Castanhão. As medições não se realizaram devido o mosaico aerofotográfico do açude mostrar-se bastante sofrível ou inadequado para esse tipo de medição.

Comparando às bacias se verificou que a bacia do Curu foi aquela que mais apresentou conjuntos de numerosas ilhas por classes de área. Dita bacia deteve o conjunto mais numeroso de ilhas miúdas (áreas com até 0,5 ha) com 50 ilhas ao todo, que representam 73% das ilhas da classe. Também, a bacia abrigou o maior conjunto de ilhas pequenas (0,5 > ilha pequena d" 1,0 ha), com 15 ilhas ou 65% do total e os maiores conjuntos para ilha média-grande (2,0 > ilha média-grande d" 4,0 ha), ilha grande (4,0 > ilha grande d" 8,0 ha) e enorme (> 8,0 ha) respectivamente, com 12 ou 67%, sete (7) ou 70% e três (3) ilhas ou 60%. Apenas para as ilhas pequena-média (1,0 > ilha pequena-média d" 2,0 ha) que totalizam nove (9) ilhas a bacia do Curu não foi superior, igualando-se à bacia Metropolitana. Portanto, dada essa supremacia numérica de ilhas para a quase totalidade das classes de tamanho frente às demais bacias envolvidas, a bacia do Curu por meio de suas ilhas se credencia como área promissora para desenvolver investigações no âmbito da Biogeografia e Ecologia da Paisagem, haja vista as numerosas ilhas lá disponíveis e em diferentes tamanhos apresentados, características imprescindíveis para se testar hipóteses.

A Área de um fragmento, aqui uma ilha, é talvez o dado mais importante e útil na análise da estrutura de uma paisagem ecológica (MCGARIGAL e MARKS, 1995), além de ser a característica da paisagem mais facilmente reconhecida. Sua importância se evidencia quando no planejamento de uso da terra envolvendo projetos que criam reservas para vida selvagem. Teoricamente, áreas maiores suportam uma maior diversidade de espécies (MACARTHUR e WILSON, 1967). Numerosos trabalhos abordando a

área do fragmento ou ilha de habitat sobre a biodiversidade estão disponíveis como Saunders *et al.* (1987), Farina (1998) e Metzger (1999). Assim sendo, parece justificável conhecer o tamanho de cada ilha na paisagem e tornar possível relacionar com parâmetros biológicos.

### **Formas das ilhas**

As formas das ilhas foram estudadas por meio de dois índices de forma, cujos dados foram extraídos dos arquivos PATCH gerados pelo FRAGSTAT. Para o primeiro índice, Shape Index - SHAPEI, que se baseia no cociente perímetro / área e avalia a complexidade da forma de uma mancha, comparando-a com uma forma circular - vetor de mesma área, as formas das ilhas levantadas ficaram balizadas pelos valores 1,03 e 3,16 (adimensional), mais simples e mais complexa respectivamente.

O SHAPEI atribui o valor um (1) para a forma circular e aumenta, sem limites, a medida que a forma se torna mais irregular (MCGARIGAL e MARKS, 1995). Nessas condições pode-se afirmar que todas as ilhas apresentaram forma não circular. As ilhas cujas formas mais se aproximaram da forma circular, registrando SHAPEI igual a 1,03 foram: ilha 2, açude Amanary - bacia Metropolitana; ilha 17, açude Caxitoré - bacia do Curu; e ilha 2, açude Ema - bacia do Médio Jaguaribe. Por sua vez, a ilha de forma mais complexa com SHAPEI igual a 3,16 foi a de número 1, localizada no açude Jenipapeiro, bacia do Médio Jaguaribe. Ademais, observou-se que a forma predominante das ilhas para todas as bacias foi a forma ligeiramente arredondada com numerosos SHEPEI obtidos mais próximos a um (1). Poucas ilhas, precisamente quatro (4), apresentaram forma mais complexas com os SHEPEI registrando valores superiores a dois (2).

O segundo índice utilizado, a Dimensão Fractal - FRACT, também indicou que nenhuma ilha levantada foi detentora da forma circular. Além disso, mostrou que existe uma clara predominância da forma arredondada sobre a forma irregular estando, assim, em conformidade com o índice anterior. O FRACT toma valores entre um (1) e dois (2) considerando que, valores próximos de um (1) indicam formas geométricas simples (círculo) e valores próximos de dois (2) formas mais complexas (*op.cit.*).

Quando os valores dos dois índices foram defrontados e considerando 1,50 (FRACT) e 2,0 (SHAPEI) limiares a partir dos quais a forma da ilha adquire irregularidade mais pronunciada, verificou-se que um número maior de ilhas irregulares do FRACT existia em relação às ilhas irregulares trabalhadas com o SHAPEI. O SHAPEI acusou apenas quatro (4) ilhas e o FRACT 15 ao todo. Isso parece revelar uma maior sensibilidade do FRACT quando no trato da forma de ilhas artificiais.

Ainda nesse aspecto comparativo, uma constatação que requer um melhor entendimento e que está fora dos propósitos desse trabalho, refere-se ao porque da não equivalência ou “sintonia” de valores obtidos pelos dois índices quando numa mesma ilha. Por exemplo, a ilha de maior SHAPEI com 3,16 não apresentou o maior FRACT como supostamente seria esperado. O mesmo também ocorreu para as ilhas de menores SHAPEI que não corresponderam com as ilhas de menores FRACT. Ademais, valores de FRACT até revelaram discrepância, em várias situações, quando tomados a partir de ilhas distintas com valores iguais de SHAPEI.

Os índices supracitados são de aplicação exclusiva para o nível fragmento ou mancha, que nesse trabalho se materializa como ilha. Agora, quando as ilhas são consideradas em conjunto elas formam uma classe, denominada classe-ilha. Assim, as bacias Metropolitana, Curu e Médio Jaguaribe tiveram, também, suas classes-ilha mensuradas por meio do índice de forma médio - MSI, aplicável ao nível classe.

O MSI assume o valor um (1) quando todos os fragmentos da classe apresentam a forma circular e aumenta, sem limites, à medida que suas formas se tornam mais irregulares (MCGARIGAL e MARKS, 1995). Dessa maneira, ao tomar os dados MSI dos arquivos CLASS gerados pelo FRAGSTAT se construiu a Tabela 6. Além disso, calculou-se a média dos MSI dos açudes por bacia, obtendo valores de 1,18, 1,32 e 1,76 para as bacias Metropolitana, Curu e Médio Jaguaribe respectivamente. Portanto, o conjunto insular de forma mais irregular pode ser encontrado na bacia do Médio Jaguaribe e o conjunto com ilhas que tendem ao arredondamento na bacia Metropolitana.

A característica estrutural Forma da ilha grande valor biogeográfico e ecológico apresenta, razão pela qual aqui se calculou. No aspecto biogeográfico uma ilha, dependendo da combinação de seu tamanho com a forma, pode ser só borda ou possuir dois ambientes distintos, borda e área de interior. A ilha ao assumir uma divisão ambiental distinta com borda e ambiente interior, concomitantemente, adquire uma distribuição de espécies peculiar e atrativa para estudos biogeográficos.

**Tabela 6** - Índices de forma médios (MSI) para classe-ilha por açude e bacia hidrográfica

BACIA METROPOLITANA		BACIA DO CURU		BACIA DO MÉDIO JAGUARIBE	
Açudes	MSI	Açudes	MSI	Açudes	MSI
Acarape do Meio	1,22	Caracas	1,35	Adauto Bezerra	1,33
Amanari	1,13	Caxitoré	1,29	Castanhão <sup>1</sup>	---
Castro	1,22	Frios	1,48	Ema	1,14
Cauípe	1,18	General Sampaio	1,29	Jenipapeiro	3,16
Hipólito	1,13	Pentecoste	1,31	Riacho do Sangue	1,44
Pacoti	1,25	Souza	1,31		
Penedo	1,20	Tejuoca	1,45		
Riachão	1,11	Trapá	1,15		
MSI bacia	1,18		1,32		1,76

<sup>1</sup>MSI não foi calculado.

Por sua vez, o valor ecológico está atrelado ao chamado efeito de borda. O “efeito de borda” consiste nas condições de reduzida diversidade de espécies com elevada abundância de indivíduos, maior exposição às perturbações externas e maior produtividade biológica verificadas nas bordas de fragmentos, apesar desses efeitos nem sempre se aplicarem a todas as bordas (METZGER, 2003). De forma simplista, o efeito de borda seria uma decadência de espécies e interações ecológicas verificadas nas bordas de fragmentos, sobretudo, dos recém-criados. Portanto, quanto mais irregular for a forma de uma ilha mais bordas apresentará e, conseqüentemente, pronunciando a ação do efeito de borda.

Curiosamente, nessas ilhas artificiais, um efeito de borda com características contrárias parece estar ocorrendo no aspecto riqueza e abundância de espécies. O empirismo sugere progresso e não decadência. Sutis evidências como uma maior riqueza de espécies sinaliza para isso, sendo a água o possível fator primário responsável por essa inversão, uma vez que passou de escassa e limitante à abundante e de fácil alcance.

Resultados advindos somente da aplicação de índices ou métricas da paisagem não se constituem, num primeiro momento, em informações conservacionistas de rápida aplicação. O parâmetro Forma só alcança sua plenitude em termos de contribuição para conservação ecológica, quando cruzado com informações biológicas, biogeográficas e/ou ecológicas. No entanto, mesmo sem o supracitado cruzamento (não se constituiu objeto de investigação desse trabalho) os resultados aqui obtidos para as Formas das ilhas, ainda assim, são detentores de grande valor descritivo, imprescindíveis e já disponibilizados para o cruzamento com os dados biogeoecológicos. Gestores baseando-se em parte no índice Forma, podem criar reservas selvagens mais adequadas com menos borda e seus efeitos negativos decorrentes.

### **Isolamento da ilhas**

As medidas de distância da borda da ilha ao ponto continental mais próximo, constantes nos arquivos NEAR gerados pelo Arcview GIS 3.2, apontam que as três ilhas mais remotas levantadas foram, em ordem decrescente, a ilha de número 11 do açude Pacoti (bacia Metropolitana) com 943 m, a ilha 20 do açude Pentecoste (bacia do Curu) com 878 m e a ilha 4 também do açude Pacoti (bacia Metropolitana)

com 823 m. Por sua vez, as três ilhas mais próximas ou menos isoladas foram, em ordem crescente, a ilha de número 3 do açude Caracas (bacia do Curu) com 3 m, a ilha 6 do açude Frios (bacia do Curu) com 9 m e por último, a ilha 3 do açude Ema (bacia do Médio Jaguaribe) com 11 m.

Ainda em conformidade com os arquivos NEAR e considerando agora o universo dos açudes, pode-se sugerir que os açudes com pelo menos 15 ilhas (açudes Caxitoré, General Sampaio, Pacoti e Pentecoste) são potencialmente favoráveis ao desenvolvimento de pesquisas envolvendo efeitos do isolamento sobre a distribuição, riqueza e abundância de espécies, bem como processos ecológicos. A indicação de tais açudes se justifica dada às diversas, amplas e repetidas medidas de distâncias apresentadas por eles. Por exemplo, o açude Caxitoré apresentou 26 medidas de distâncias insulares distintas. O açude Pacoti mostrou ilhas distanciadas do continente que variam desde aproximados 26 até 943 m, a maior amplitude dentre os açudes supracitados. E, o açude General Sampaio com suas várias medidas, muitas delas revelando distâncias similares ou bem aproximadas.

Ao relacionar ilhas remotas e posicionamento geográfico nos açudes, verificou-se um posicionamento preferencial insular em áreas cercanas à barragem, dada a forma do espelho d'água cuja largura tende a igualar-se ao comprimento. Já em áreas próximas às cabeceiras dos açudes, o espelho d'água toma uma forma predominantemente longilínea. Portanto, parece ser mais fácil encontrar ilhas remotas próximas às barragens do que nas cabeceiras.

Tratando do número de ilhas por classes de isolamento, inicialmente, nenhum registro ocorreu para ilha cuja distância de sua borda ao ponto continental mais próximo fosse acima de 1.000 m. Agora, poucas, mais precisamente três (3) ilhas ou 2,0% apresentaram distâncias entre 800-1.000 m. Uma porção maior, 29 ilhas ao todo ou 19,7%, o isolamento das ilhas se enquadrou entre 200-800 m (classes 200-400 e 400-800 m). Porém, a grande maioria das ilhas, 115 em número ou 78,2% do total das ilhas, obteve isolamento inferior a 200 m (Tabela 7). Essa abundância de ilhas relativamente próximas à borda continental já era esperado. A dominância de açudes de pequeno e médio porte colaborou para isto.

Ao comparar as três bacias hidrográficas a partir da Tabela 7 e atribuindo valores relativos às classes de isolamento, se construiu a Figura 4. Aqui, não se constatou hegemonia de uma bacia sobre as demais. Todas as bacias ocuparam pelo menos duas vezes a liderança de classe. A bacia Metropolitana liderou duas classes de isolamento, 50-100 e e" 800 m. A bacia do Curu foi primeiro lugar nas classes < 25 m e 400-800 m. E, a bacia do Médio Jaguaribe foi líder nas classes 25-50, 100-200 e 200-400 m. Ademais, essa última bacia foi a única a não registrar ilhas em todas as classes de isolamento, isto é, sem ilhas nas duas últimas classes ou a partir da distância 400 m. Essa ausência se justifica dado ao porte médio e forma longilínea dominantes de seus açudes, fatores desfavoráveis à presença de ilhas mais isoladas. Como o açude Castanhão não teve suas ilhas mensuradas, certamente, isso contribuiu.

**Tabela 7** - Número de ilhas por classes de isolamento nas bacias Metropolitana, Curu e Médio Jaguaribe

Classes de isolamento (m)	METROPOLITANA Número de ilhas	CURU Número de ilhas	MÉDIO JAGUARIBE Número de ilhas
< 25	03	10	01
25 + 50	10	25	05
50 + 100	10	21	03
100 + 200	05	17	05
200 + 400	02	10	02
400 + 800	03	12	--
= 800	02	01	--
Total	35	96	16 <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Não foi calculado para o açude Castanhão.

Ainda comparando ilhas remotas entre as bacias hidrográficas, verificou-se que o posicionamento da bacia em relação à linha costeira pode, também, ser um outro fator importante para quantidade dessas ilhas. Como os relevos das bacias hidrográficas tomam forma mais plana à medida que avançam para o litoral, isso repercute também no espelho d'água dos açudes que assumem uma forma mais alastrada, justificando em parte o fato das bacias Metropolitana e do Curu apresentarem maior número de ilhas remotas.

Do ponto de vista da Biogeografia e Ecologia a distância de uma ilha a uma fonte (uma ilha maior ou o continente, ambos em perfeito estado de conservação) é uma valiosa informação. O isolamento pode afetar a qualidade de uma ilha ao interferir no fluxo das espécies. Inúmeros trabalhos na literatura científica demonstram que ilhas ou fragmentos de habitat remotos abrigam menos espécies que os de mesmos tamanhos localizados próximos da fonte (MACARTHUR e WILSON, 1967; ESTRADA e COATES, 1994; METZGER, 1999).

Nesse contexto um outro aspecto relevante que deve ser levado em conta, além da distância, é a natureza bio-física da área circundante (matriz) à ilha ou fragmento de habitat. Um fragmento de habitat isolado por um campo agrícola, provavelmente, não exerce o mesmo efeito isolador que a água numa ilha. As paisagens insulares se constituem áreas fortemente isoladas, cuja matriz cumpre fielmente com sua condição de ambiente inóspito ao fluxo de espécies. No campo agrícola os fluxos continuam do fragmento de habitat à fonte e vice-versa, embora, a uma taxa menor. Aqui, existe resistência ao fluxo, mas nada que se compare com a resistência oferecida pela água. Portanto, é essa característica da matriz que confere singularidade às ilhas artificiais para investigações biogeográfica e ecológica, sobretudo, aquelas voltadas para a conservação de espécies.

### **Considerações Finais**

Para as condições metodológicas em que foram conduzidos os trabalhos pode-se concluir que: Dos 40 açudes públicos analisados 21 ou 52,5% do total, apresentaram pelo menos uma paisagem insular ou ilha sendo, oito (8) açudes da bacia Metropolitana, oito (8) da bacia do Curu e cinco (5) da bacia do Médio Jaguaribe; O total de ilhas levantadas nas três bacias hidrográfica foi de 201, com 35 ilhas na bacia Metropolitana, 96 ilhas na bacia do Curu e 70 ilhas na bacia do Médio Jaguaribe; A distribuição das ilhas nos açudes mostrou uniformidade para a quase totalidade dos mesmos na bacia Metropolitana, disparidade na bacia do Curu e a maior disparidade dentre as bacias, na bacia do Médio Jaguaribe; A localização geográfica das ilhas nos açudes foi predominantemente aleatória, ocorrendo desde próximas da barragem até às cabeceiras; A quantidade de ilhas num açude tende a estar atrelado a sua capacidade de armazenamento hídrico com a área da bacia hidráulica; A ilha de menor área foi a de número cinco (5) do açude Caracas com 0,005 ha e a maior a número dois (2), açude General Sampaio com 27,238 ha; A classe de área que mais acolheu ilhas foi a classe com área inferior a 0,5 ha; Todas as ilhas submetidas ao SHAPEI apresentaram forma não circular, balizadas pelos valores 1,03 e 3,16 mais simples e mais complexa, respectivamente; As ilhas cujas formas mais se aproximaram da forma circular foram a ilha de número 2 do açude Amanari, número 17 do açude Caxitoré e a ilha 2, açude Ema. A ilha de forma mais complexa foi a de número 1 do açude Jenipapeiro; O conjunto de ilhas de forma mais irregular pode ser encontrado na bacia do Médio Jaguaribe e o conjunto menos irregular ou de ilhas mais arredondadas na bacia Metropolitana; As três ilhas mais remotas foram a ilha onze (11) do açude Pacoti, a ilha 20 do açude Pentecoste e a ilha quatro (4) também do açude Pacoti; As mais próximas foram a ilha 3 do açude Caracas, a ilha seis (6) do açude Frios e a ilha três (3) do açude Ema.

### **Referência Bibliográfica**

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

- CAVALCANTE, A. M. B. Fragmentação da paisagem e fitodiversidade insular no açude Castanhão, Ceará. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL: ecossistemas brasileiros, manejo e conservação, VI, 2003, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2003. p.85-86.
- COMITÊ BRASILEIRO DE GRANDES BARRAGENS - CBGB. Capturado em fev, 2008. Disponibilidade na Internet: <<http://www.cbdb.org.br>>.
- COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH. Capturado em nov, 2006. Disponibilidade na Internet: <<http://www.cogerh.gov.br>>.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Las selvas de Los Tuxtlas, Veracruz: Islas de supervivencia de la fauna silvestre? **Ciencia y Desarrollo**, v.10, n.16, p.50-61, 1994.
- FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. London: Chapman & Hall, 1998. 235p.
- 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.
- LORD, J. M.; NORTON, D. A. Scale and the spatial concept of fragmentation. **Conservation Biology**, Boston, v.4, p.197-202, 1990.
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. New Jersey: Princeton University Press, 1967. 203p.
- MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Portland: Dep. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122p.
- METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: Análise bibliográfica. **An. Acad. Bras. Ci.**, Rio de Janeiro, v.71, n.3-I, p.445-463, 1999.
- METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN JR., L. *et al.* (Org.). **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida selvagem**. Curitiba: UFPR, 2003. p. 423-353.
- 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.
- SAUNDERS, D. A.; Arnold, G. W.; Burbidge, A. A.; Hopkins, A. J. M. **Nature conservation: the role of remnants of native vegetation**. Australia: Surrey Beatty and Son, Chipping Norton, 1987. 257p.
- SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS - SRH. Capturado em fev, 2007. Disponibilidade na Internet: <<http://www.srh.ce.gov.br>>.

Trabalho enviado em outubro de 2008

Trabalho aceito em janeiro de 2009

