

## Mapeamento dos espelhos d'água do estado do Ceará no ano de 2013

Margareth Sílvia Benício de Souza Carvalho<sup>1</sup>  
Ana Maria Lebre Soares<sup>1</sup>  
Denis Barbosa de Lima<sup>1</sup>  
Francisco Sérgio Rocha<sup>1</sup>  
Ilná Gondim Rocha<sup>1</sup>  
Manuel Rodrigues de Freitas Filho<sup>1</sup>  
Morgana Pinto Medeiros<sup>1</sup>  
Ticiania Rodrigues de Castro Torres<sup>1</sup>  
Zilnice Maria Lebre Soares<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME  
Caixa Postal 96 - 13416-000 - Piracicaba - SP, Brasil  
funceme@funceme.br

**Abstract.** The state of Ceará is characterized by significant environmental vulnerabilities, with water resources being the central vector. The mapping was carried out by the Center for Water Resources and Environment of the state of Ceará Foundation of Meteorology and Water Resources - FUNCEME and updated its database for 2008 for the year 2013 for water resources above 5ha, adding mirrors from 0 , 3ha, located in the territory of Ceará. In addition to providing the position, spatial distribution and area of water reservoir located in the territory of Ceará with area from five hectares. This mapping will help the strategic planning and the elaboration of methodologies for the water resources management in the state of Ceará. For the realization of the project geotechnologies were used such as remote sensing and Geographic Information System-SIG. In the mapping of water reservoir were used eleven orbits of the satellite Landsat 8, sensor OLI. For this mapping, the ArcGIS software was used to elaborate the mapping and the area calculation of each water reservoir. Which allowed several types of statistical analysis related of the spatial distribution of water reservoir, both at state level as per river basin. 28,195 water bodies were identified in the year 2013, among ponds, ponds and aquaculture, classified as artificial and natural. The mentioned mapping will support environmental studies in this segment, as well as be used as a tool that helps strategic planning and the elaboration of methodologies for the management of water resources in the state of Ceará.

**Palavras-chave:** water reservoir, river basin, water resources, semiarid., espelho d'água, bacia hidrográfica, recursos hídricos, semiárido.

## 1. Introdução

De acordo com BNB/FUNCEME (2005), no Ceará o semiárido abrange uma área total de 136.142,03 km<sup>2</sup> que equivale a 92,1% do território do estado. O estado do Ceará é dividido em 12 bacias hidrográficas. Segundo Souza (2000), estas por si sós, já apresentam unidades de planejamento dos recursos hídricos, onde a pluviometria é o elemento de destaque de sua renovação. Contudo, o estado possui uma irregularidade pluviométrica no tempo e no espaço, sendo evidenciada a importância do mapeamento dos espelhos d'água.

Segundo Souza (2000), o estado do Ceará representado na Figura 1, apresenta vulnerabilidades geoambientais, as quais se traduzem como desafios com vistas ao desenvolvimento sustentável, sendo o vetor central da área estratégica em epígrafe, os recursos hídricos, devendo-se tratar de sua preservação, ampliação da oferta e racionalização dos seus usos múltiplos.

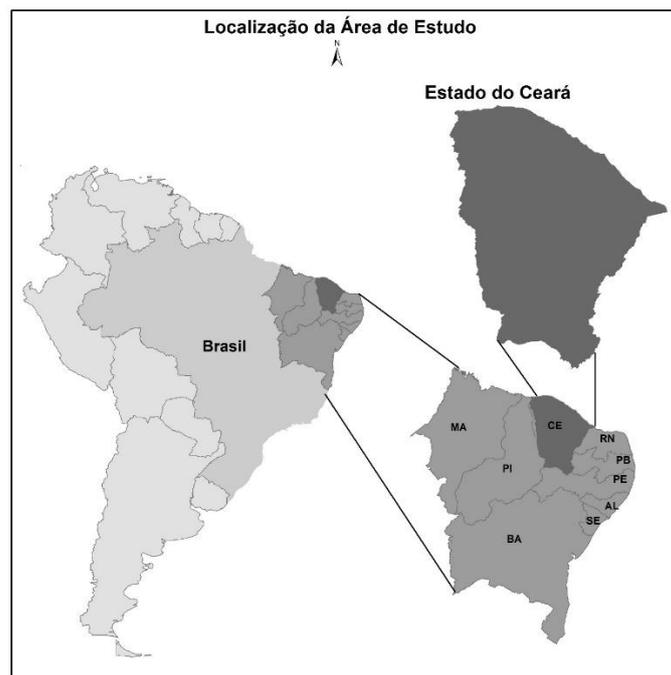


Figura 1. Localização do estado do Ceará.

O mapeamento foi realizado pelo Núcleo de meio ambiente e recursos hídricos - NURHA da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, detentora de uma experiência de vários mapeamentos temáticos executados no estado do Ceará, atualizou sua base de dados de 2008 para o ano de 2013 referente aos espelhos d'água com área a partir 0,3 ha situados no território cearense. Além de fornecer a posição, distribuição espacial e área dos espelhos d'água, este mapeamento deve auxiliar no planejamento estratégico e na concepção de metodologias de gerenciamento dos recursos hídricos do estado do Ceará.

Para a realização do projeto foram utilizadas geotecnologias, que de acordo com Fitz (2008) podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências, as quais vêm trazendo avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, nas ações de planejamento, no processo de gestão e em tantos outros relacionados à estrutura do espaço Geográfico.

Entre as principais geotecnologias utilizadas na pesquisa e mapeamento, destacam-se o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informações Geográficas-SIG. Lang (2009) designa SIG e sensoriamento remoto como as "mais importantes ferramentas holísticas" para a análise, para o planejamento e para a gestão da paisagem.

Segundo Azevedo (2007), a utilização de técnicas de sensoriamento remoto para o gerenciamento de recursos naturais é um fato consolidado no mundo das geotecnologias. As imagens orbitais têm se mostrado especialmente úteis no mapeamento de grandes áreas e em sua análise temporal, permitindo o acompanhamento da evolução de cenários ambientais ao longo de um determinado período.

## 2. Metodologia de Trabalho

Para o desenvolvimento do mapeamento dos espelhos d'água, foram adquiridas 11(onze) imagens digitais geradas pelo satélite LANDSAT 8, sensor OIL (*Operational Land Imager*), disponibilizadas gratuitamente e devidamente georreferenciadas por meio do sítio do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Ressalta-se que todas as imagens utilizadas são coletadas pós-quadra chuvosa, ou seja, a partir do mês de julho.

Cada imagem recobre uma área aproximada de 180 x 180km, possui resolução espacial de 30m, resolução radiométrica de 16 bits por pixel e antes de serem utilizadas no processo de mapeamento dos espelhos d'água foram reprojatadas, por meio do software ESRI ArcGIS, para a projeção UTM, datum SIRGAS 2000. A distribuição espacial e identificação das órbitas do satélite LANDSAT 8 que recobrem o estado do Ceará, encontra-se na Figura 2.

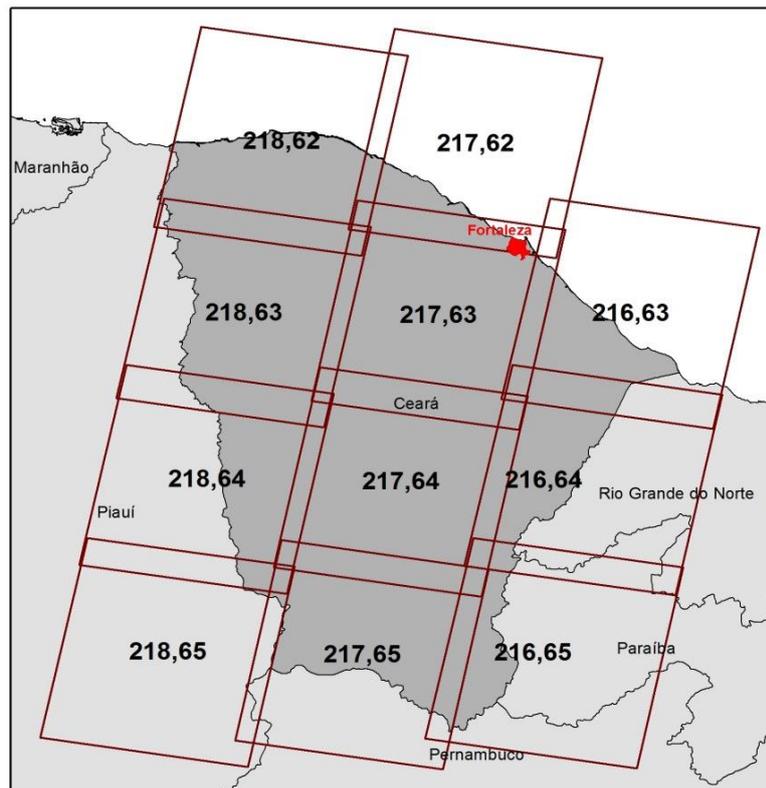


Figura 2. Distribuição espacial das órbitas do satélite LANDSAT 8 que recobrem o Estado do Ceará.

O procedimento de identificação e delimitação dos espelhos d'água teve como base de trabalho o nível de detalhamento compatível com a escala de 1:50.000. Com isto, foi possível o mapeamento de espelhos d'águas com área a partir de 0,5 hectares, conforme apresentado na Figura 3.

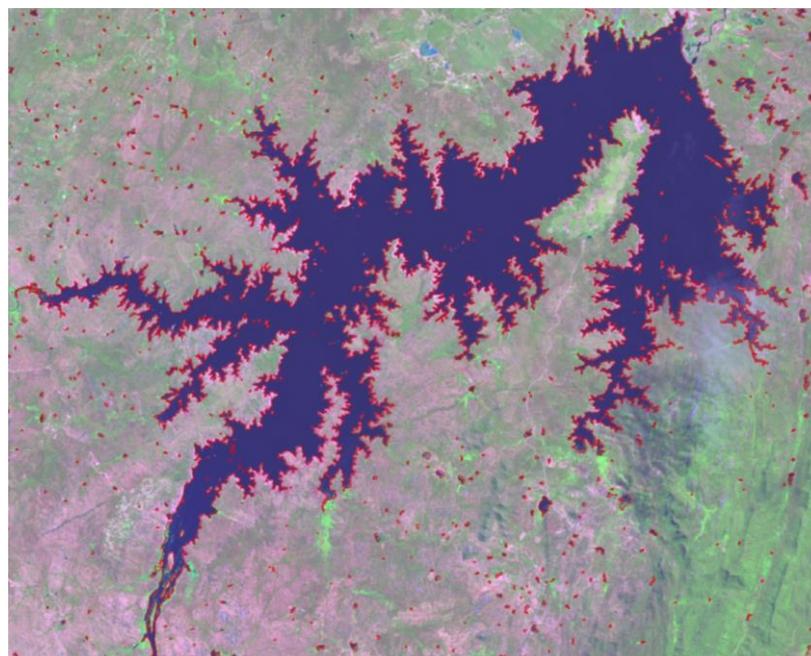


Figura 3. Imagem do satélite LANDSAT 8, datada de Julho/2013, com os polígonos em vermelho referente aos espelhos d'água mapeados com área a partir de 0,5ha. Área situada no entorno do açude Castanhão, município de Jaguaretama-CE.

Em seguida, com o uso do *software* ArcGIS, iniciou-se a etapa de validação dos polígonos mapeados com uso das imagens de alta resolução espacial disponibilizadas pelo *Google Earth*. Para tanto, os dados gerados no ArgGIS foram exportados para o formato KML (*Keyhole Markup Language*) e posteriormente foram inseridos no *Google Earth*. Nessa etapa inicia-se o processamento dos dados, verificando e retificando o vetor enquanto a orientação da barragem e tipo de recurso hídrico. Essa operação possibilita fazer correções e inserções de topônimos a tabela de atributos. Para alimentar o banco de dados as informações foram coletadas dos mapeamentos preexistentes da FUNCEME, as Cartas SUDENE e açudes monitorados pela COGERH.

### 3. Resultados e Discussão

Esse mapeamento dos espelhos d'água, utilizando o *software* ArcGIS, permitiu o cálculo de área de cada espelho d'água e o cálculo da estatística, os quais permitirão diversos tipos de análises da situação dos espelhos d'água, tanto a nível estadual como por bacia hidrográfica.

Os resultados quantitativos encontrados totalizaram 28.195 espelhos d'água mapeados no ano de 2013 em todo o território cearense. Foram mapeados açudes, lagoas e aquicultura, dentre esses foram classificados entre artificial e natural. A Figura 4 apresenta a distribuição espacial dos espelhos d'água mapeados em 2013 no estado do Ceará e a Tabela 1 a quantificação organizada por bacia hidrográfica, por tipo e por área.

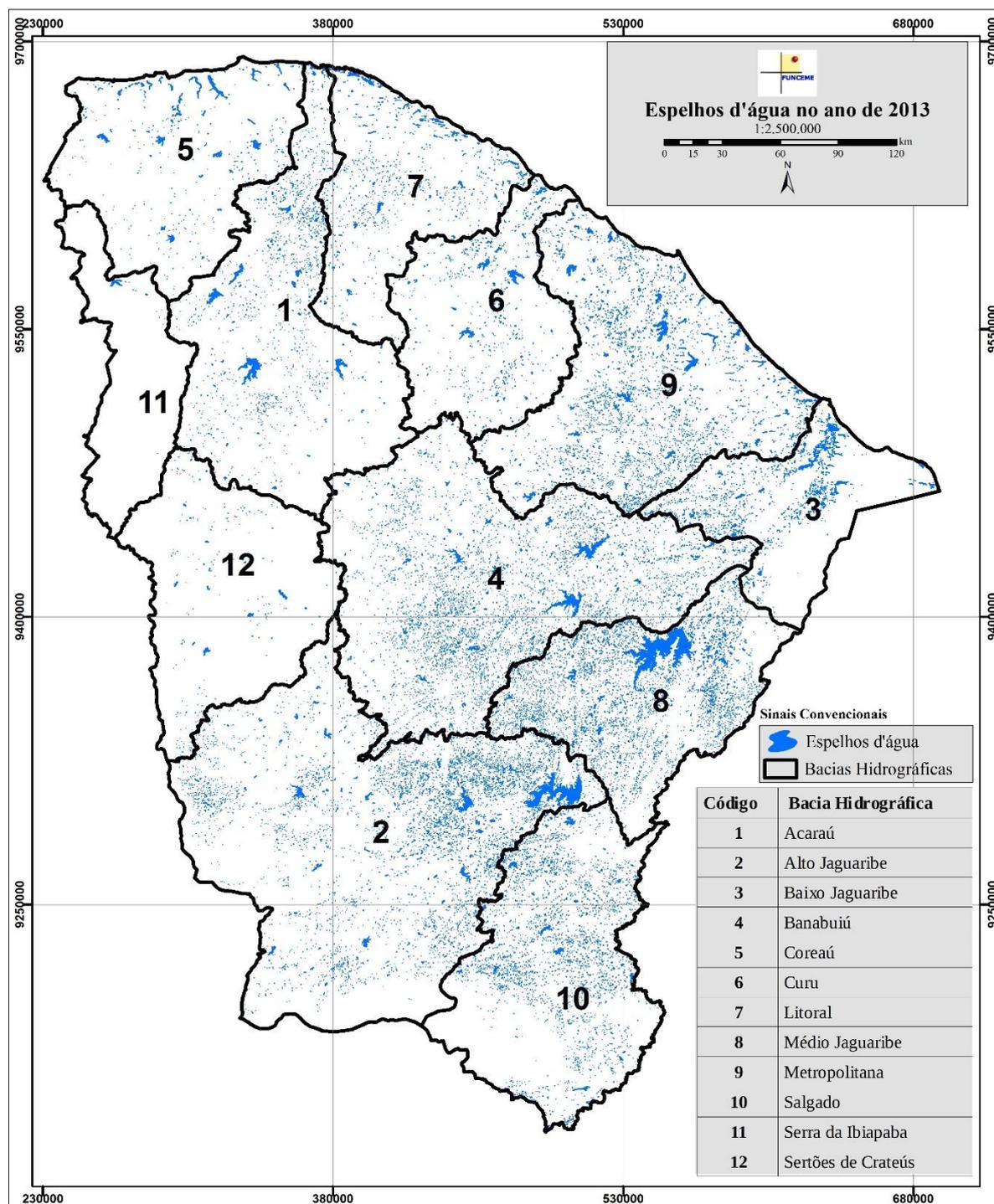


Figura 4. Espacialização dos espelhos d'água mapeados no ano de 2013.

A bacia hidrográfica com maior quantidade de espelhos d'água é a bacia do Alto Jaguaribe, com exatamente 5.986 espelhos mapeados. Possui uma área total de 24.639 km<sup>2</sup> sendo a maior do território cearense e é uma das sub-bacias do rio Jaguaribe. Nessa bacia o maior reservatório de acumulação é o açude Orós, com capacidade total de 1.940.000.000 milhões de m<sup>3</sup>.

Contudo a bacia com a menor quantidade de espelhos mapeados é a bacia hidrográfica do Serra da Ibiapaba, com 19 espelhos mapeados, além de ser a menor bacia em km<sup>2</sup>, está situada em terreno sedimentar, com isso diminuindo a possibilidade de barramentos devido a maior infiltração das águas.

Tabela 1. Quantidade de espelhos d'água por bacia hidrográfica e tamanho.

Bacia hidrográfica	Quantidade de espelhos d'água					Total
	Área (ha)					
	< 0,5	0,5 - 5	5 - 20	20 - 100	>100	
Acaraú	512	843	121	40	11	<b>1.527</b>
Alto Jaguaribe	1.236	4.264	389	82	15	<b>5.986</b>
Baixo Jaguaribe	0	828	335	82	26	<b>1.271</b>
Banabuiú	1.756	3.163	296	58	14	<b>5.287</b>
Coreaú	0	214	74	35	22	<b>345</b>
Curú	35	502	101	31	7	<b>676</b>
Litoral	0	602	164	62	15	<b>843</b>
Médio Jaguaribe	922	3.599	305	69	12	<b>4.907</b>
Metropolitana	236	2.873	473	113	33	<b>3.728</b>
Salgado	344	2.655	345	40	11	<b>3.395</b>
Serra da Ibiapaba	0	14	3	1	1	<b>19</b>
Sertão de Crateús	0	171	24	12	4	<b>211</b>
<b>Total de espelhos d'água no estado do Ceará em 2013</b>						<b>28.195</b>

A Figura 5 apresenta o quantitativo de espelhos em formato de gráfico, dividido por área em hectares. Verifica-se a predominância dos espelhos que variam de 0.5 a 5 hectares. Evidenciando o grande número de barramentos ao longo dos cursos dos rios. São construídos pelo poder público e também pela população em geral, com finalidade de barrar água, para sua utilização durante o período de estiagem.

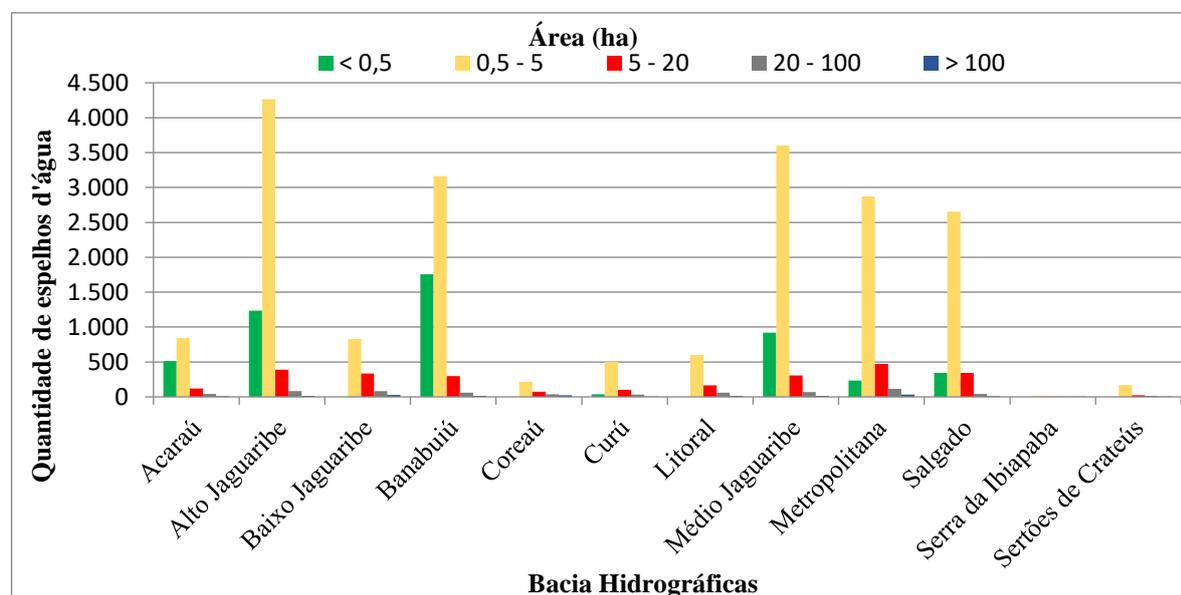


Figura 5. Gráfico dos espelhos d'água do estado do Ceará no ano de 2013, separados por bacia hidrográfica, quantidade e área.

Este mapeamento se destaca pela identificação de espelhos d'água por utilizar um parâmetro inferior a 5 hectares e obter com isto um número maior de estruturas de aporte hídrico, contabilizando 28.195 polígonos, em contrapartida ao mapeamento realizado em 2008 que apresentou 5.996 polígonos (a partir de 5 hectares). A partir desta atualização podemos destacar que o estado possui forte potencial em estruturas para alocação de água. Tanto a nível

de açudes (barragens), como de lagos e lagoas. O estudo servirá como suporte aos órgãos competentes, facilitando tanto o gerenciamento atual de açudes (153) como possibilitando outros açudes a serem gerenciados.

### 3. Conclusões

Diante dos resultados obtidos, em conformidade com a metodologia utilizada, conclui-se que a técnica de sensoriamento remoto utilizando imagens Landsat 8, é satisfatória para o mapeamento dos espelhos, permitindo a classificação entre espelhos naturais e artificiais.

O mapeamento sistemático dos espelhos d'água do Ceará, torna-se uma ferramenta necessária à tomada de decisão, dado o longo e severo período de estiagem que assola o estado, estendendo-se de 2012 a 2016. Contudo, este mapeamento apresenta notória importância pela sua utilização como suporte ao gerenciamento dos recursos hídricos e ao planejamento de ações públicas para a mitigação dos efeitos da seca, sobretudo em regiões onde há maior vulnerabilidade diante deste fenômeno natural.

### Agradecimentos

À FUNCEME e todos os técnicos da área de recursos ambientais e recursos hídricos pelo suporte, em orientação e sugestões que contribuíram para a realização deste trabalho.

### Referências Bibliográficas

Azevedo, T. C. Utilização de imagens CBERS-2 para atualização da base cartográfica de recursos hídricos do estado do Rio Grande do Norte. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, (SBSR) 13., 2007, Florianópolis. Anais. Santa Catarina: INPE, 2007. Artigos, p.749-753. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031 Disponível em:< <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2007/01.31.19.10/doc/@sumario.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2008.

Banco do Nordeste do Brasil; Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Proposta de dimensionamento do semiárido brasileiro. Fortaleza: BNB-ETENE, 2005. 108 p

Fitz, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. Rio de Janeiro: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

Lang, S. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424 p.

Martins, E. S. P. R.; Menescal, R. de A.; Warren, M. S.; Carvalho, M. S. B. de S.; Melo, M. S. de; Perini, D. S.; Oliveira, F. de A. J. de. Utilização de imagens CBERS para mapeamento dos espelhos d'água do Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais. Disponível em:< <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr>; >

Souza, M. J. N, Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: Lima, L. C.; Morais, J. O. (Org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Editora FUCENE,2000. Cap. 1, p. 6-104.