

## Uso de sensoriamento remoto no estudo do brejo de altitude da Serra Juá-Conceição-Camará, Caucaia/CE

Grazielle de Araújo Carvalho <sup>1</sup>

Denis Barbosa de Lima <sup>1</sup>

Lúcia Maria Silveira Mendes <sup>2</sup>

Maria Lúcia Brito da Cruz <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudante de Graduação da Universidade Estadual do Ceará – UECE

Centro de Ciências e Tecnologia – Depto. de Geografia

Campos do Itaperi – 60.740-903 – Fortaleza-CE, Brasil

grazyac@yahoo.com.br, denis\_lima32@hotmail.com

<sup>2</sup> Prof<sup>a</sup>. Dra. da Universidade Estadual do Ceará – UECE

Centro de Ciências e Tecnologia – Depto. de Geografia

Campos do Itaperi – 60.740-903 – Itaperi – Fortaleza-CE, Brasil

lucia@uece.br, mlbcruz@gmail.com

**Abstract.** The use of geotechnologies subsidizing environmental studies becomes more necessary in front of the great importance given to the nature and its transformations. Exception environments are differentiated areas from surroundings due to coast proximity and great altitudes that can be detected by remote sensing. Thus, the aim of this study was to analyze the Juá-Conceição Mountain, an area with upland forest features, using geotechnology to understand seasonal changes in relation to vegetation and climate anthropic effects that alter the original dynamical features. The methodology used was LANDSAT 5 multitemporal images, TM sensor, for 1988, 1997 and 2008 years, with a SPRING (INPE 2010) classification according to vegetation presence, in addition to pluviometric data from 2003 to 2004 years showing low and high pluviometry, respectively. In the image classification a Bhattacharya classifier was used to distinguish the vegetation according to the composition of the surface material. It was evidenced an evolution in vegetation cover losses, based on the correlation between vegetation presence and anthropism. We can conclude that the use of remote sensing in upland forest analysis is also an important tool to study exception environments, as they show differentiated climatic features from semi-arid surroundings that make these environments susceptible to human exploration and occupation.

**Palavras-chave:** remote sensing, upland forest, anthropism, vegetation, climate, sensoriamento remoto, brejo de altitude, antropismo, vegetação, clima.

### 1. Introdução

Os Brejos de Altitude são encaves da Mata Atlântica, formando ilhas de floresta úmida em plena região semi-árida cercadas por vegetação de caatinga, tendo uma condição climática bastante atípica com relação à umidade, temperatura e vegetação (Tabarelli & Santos, 2004). No Nordeste, estas áreas estão associadas aos maciços residuais pré-litorâneos e aos planaltos sedimentares, pois devido às mudanças climáticas ocorridas no Quaternário estes ambientes tornaram-se propícios à remanescente destas áreas de refúgio de fauna e flora que sofreram isolamento geográfico durante o Pleistoceno e Plioceno superior (Andrade-Lima, 1982). Tipicamente, o tipo de vegetação destes ambientes é denominado Floresta Subperenifolia Tropical Plúvio-Nebular, constituindo assim um remanescente de Mata Atlântica.

A iniciativa do trabalho partiu do princípio da preservação destas áreas remanescentes da Mata Atlântica, muitas delas já descaracterizadas pelas atividades antrópicas, atentando para a importância desses sistemas ambientais no quadro dinâmico do Nordeste, com ênfase no Ceará. Esse bioma é, atualmente, considerado o mais ameaçado, pois nele se concentra cerca

de 70% da população brasileira distribuídos ao longo do litoral abrangendo 15 estados brasileiros. Devido à proximidade com a costa, bem como relevo, tipos de solos e pluviometria, a Mata Atlântica possui grandes disparidades fitofisionômicas e, mesmo com elevada degradação, tem uma das maiores diversidades biológicas do país e alto nível de endemismo. Seus remanescentes regulam o fluxo dos mananciais hídricos, asseguram a fertilidade do solo, controlam o clima, protegem escarpas e encostas das serras, além de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso (MMA 1998).

Desta forma, este trabalho justifica-se pela necessidade de análise e mapeamento destas áreas com ênfase na vegetação, usando técnicas de processamento digital de imagens, e caracterizá-las espacial e temporalmente, buscando traçar o grau de degradação da área. Tornam-se relevantes os estudos destas áreas, pois tais características são responsáveis por uma dinâmica intensa que modifica a paisagem não apenas no maciço, mas nas proximidades deste, principalmente o clima, a vegetação e os recursos hídricos. Devido a esse processo, a retirada de vegetação para fins de agricultura, pecuária e extração de madeira, principais atividades antrópicas na área, trazem consigo um intenso processo de degradação, modificando suas características primárias, alterando de forma negativa a dinâmica desses ambientes.

### 1.1 Localização e caracterização da área de estudo

Dentro do quadro físico-natural, a Serra Juá-Conceição-Camará encontra-se entre a depressão sertaneja e os tabuleiros pré-litorâneos, bem como a planície litorânea, onde o principal fluxo hídrico exorréico é atenuado pelas nascentes presentes no maciço residual e, devido à proximidade com o último domínio natural e sua disparidade altimétrica, sofre direta e intensamente com as massas de ar provindas do oceano atlântico. A área se encontra a 30,2 km de Fortaleza, no município de Caucaia, localizado na região metropolitana, abrangendo uma área de aproximadamente 102 km<sup>2</sup>, cortada pela BR-222 em sua região mais rebaixada.

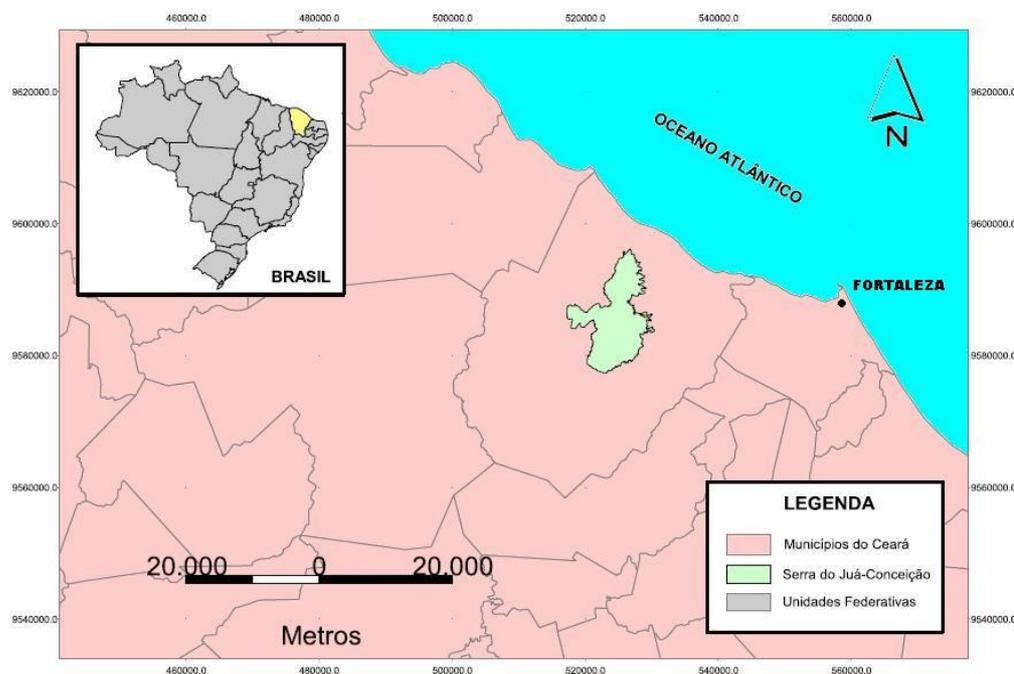


Figura 1. Localização da área de estudo.

Devido à localização geográfica, Souza et al. (1998) define as Serras Úmidas e Serras Pré-Litorâneas como um sistema ambiental inserido no domínio natural dos Maciços Residuais onde as principais características são litotipos variados do cristalino pré-cambriano, encostas de barlavento forte e medianamente dissecadas em feições de cristas, colinas e lombadas, com escoamento superficial intermitente e presença de mata úmida.

Apesar do relevo levemente dissecado, a ocupação humana tornou-se constante ao longo dos últimos 20 anos. Atividades de subsistência, principalmente bananicultura, modificam as características primárias da vegetação, tornando-a mais vulnerável à ações erosivas. Bertrand (1972) ao conceituar paisagem, revela que esta é resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, sendo que estes ao reagirem entre si, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável.

## 2. Metodologia

Análise das imagens multitemporais do satélite Landsat 5, sensor TM (Thematic Mapper) disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As imagens analisadas correspondem aos anos de 1988, 1997 e 2008 e a cena de identificação situa-se na órbita 217/063. A ordem obedeceu à diferença de 10 anos entre as imagens, de acordo com a disponibilidade de imagens limpas da área, a fim de obter uma relação entre elas no âmbito do contexto climático do Ceará e a presença de vegetação da área, classificando as imagens através do nível de cinza, subdividindo-as em cinco classes de acordo com a porcentagem da presença da cobertura vegetal: 0 a 20 (pouca vegetação); 20 a 40 (vegetação relativamente baixa); 40 a 60 (contato vegetacional médio); 60 a 80 (presença de vegetação relativamente alta); 80 a 100 (muita ou total cobertura vegetal); e outros (correspondendo às demais manchas na imagem, como corpos hídricos e sombra de nuvens). Também foi analisado o regime pluviométrico, obtendo-se uma média entre os anos de 2003/2004 a partir de dados dos postos pluviométricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, considerando que nestes dois períodos o Ceará passou por chuvas acima e abaixo da média, respectivamente, na região da Serra Juá-Conceição-Camará. Foi usado como recurso para manipulação dos dados matriciais e elaboração dos dados vetoriais o *software SPRING 4.3.3* (INPE, 2007). Após a obtenção das imagens de satélite LANDSAT 5, fez-se a segmentação das mesmas, o que consiste num processo de subdivisão de uma imagem em diversas partes ou regiões significativas. Posteriormente, criou-se um arquivo de contexto, subsidiando o *software* que o utilizou para classificar as imagens através do classificador *Bhattacharya*, disponível no *SPRING*. Este método de classificação, partindo de uma imagem segmentada, envolve uma fase de aquisição e análise de amostras fornecidas, visando aperfeiçoar o mapeamento final.

Os dados pluviométricos dos postos da FUNCEME, no município de Caucaia, foram obtidos através de uma média entre os anos de 2003 e 2004, somente, devido à falta de mais dados. Primeiramente, uma média anual de cada posto foi adquirida e, posteriormente, obteve-se uma média para grau comparativo sobre as áreas de maior pluviometria no entorno da Serra.

## 3. Resultados e discussões

### 3.1 Análise dos dados pluviométricos

Para compreender as interpretações adquiridas com este estudo, deve-se anteriormente inseri-las no contexto cearense. Segundo a classificação de Köppen (1936) predomina no estado o clima semi-árido quente (Bsh) com variações de temperaturas nas diferentes regiões

do estado, litoral (27°C), Serras (22°C) e Sertão (33°C durante o dia e 23°C a noite). As chuvas, por sua vez, são escassas e mal distribuídas ao longo do ano, concentrando-se entre Fevereiro-Maio no período conhecido como quadra chuvosa. Nas áreas de serras e chapadas, as chuvas são mais regulares e com período mais longo, tornando as temperaturas nestas áreas mais amenas.

O regime de chuvas é influenciado pelas massas de ar provindas do continente e do oceano, com ênfase sobre a Massa Equatorial Continental e os ventos aliseos de sudeste e nordeste. Com relação às influências de fenômenos climáticos de grande escala, o *El Niño/La Niña*, atuando sobre a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) apresentam parcela significativa. Nos anos de ocorrência do *El Niño*, dependendo da intensidade, juntamente com o dipolo positivo do oceano atlântico (desfavorável às chuvas), a ausência de precipitação no Ceará será significativa; já com forte influência da *La Niña*, bem como a atuação do dipolo negativo do atlântico (favorável às chuvas), ter-se-á um ano considerado acima da média ou muito acima da média na região.

A localização geográfica da Serra do Juá-Conceição e suas características altimétricas são responsáveis, ao longo do ano, por um regime pluviométrico significativo. Analisando os dados obtidos nos postos da FUNCEME (Figura 2) relativos aos anos de 2003 e 2004, observou-se que o regime de chuvas na porção leste da Serra do Juá-Conceição é mais intenso. Isso se deve ao fato de, na maior parte do ano, a massa de ar mais influente no litoral ser proveniente de sudeste.

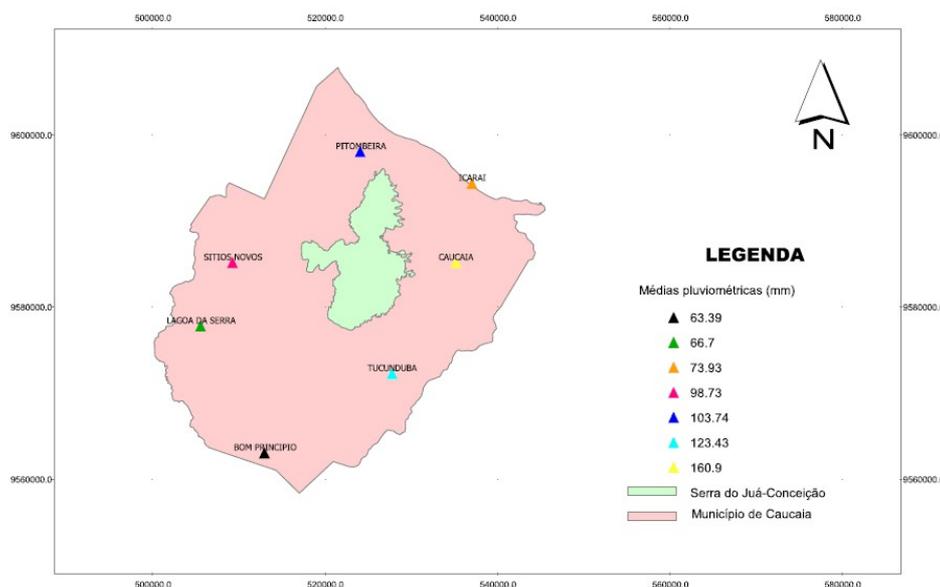


Figura 2. Médias pluviométricas relativas aos anos de 2003/2004

O posto Icarai, por estar mais próximo da costa, mediu o menor índice de pluviosidade em comparação aos demais à barlavento do maciço. Isso se deve ao fato da proximidade com o mar. Os postos Tucunduba e Caucaia possuem uma posição interessante já que estão próximos à direção de outras serras e, assim, mantém alto o índice de umidade. Os demais postos, à sotavento, comprovam a baixa pluviosidade relacionada à altitude do maciço, que atua como barreira impedindo a má dispersão das massas de ar.

### 3.2 Análises das imagens

Partindo da dinâmica atmosférica da área de estudo, as imagens foram analisadas seguindo uma lógica quanto ao contexto climático anual (chuvas acima/abaixo da média) e mensal (dentro/fora da quadra chuvosa), além da análise da paisagem de forma integrada, inserindo as atividades antrópicas. É importante ressaltar que a classificação foi obtida a partir da presença de vegetação mais intensa, ou seja, em áreas mais rebaixadas com características de vegetação de caatinga aberta

Na figura 3, a presença da vegetação intensa no maciço é relevante, principalmente a barlavento e quase total na região mais íngreme. Essa maior densidade é proveniente de uma pluviometria elevada no respectivo ano. Porém, deve-se também considerar o mês referente (agosto), com baixo índice pluviométrico. A irregularidade da chuva no Ceará torna a análise por sensoriamento remoto um foco sob vários olhares, já que se deve considerar não apenas a espacialidade pluviométrica anual, mas também mensal, já que os índices apontam de maneira imponente para o primeiro semestre do ano.

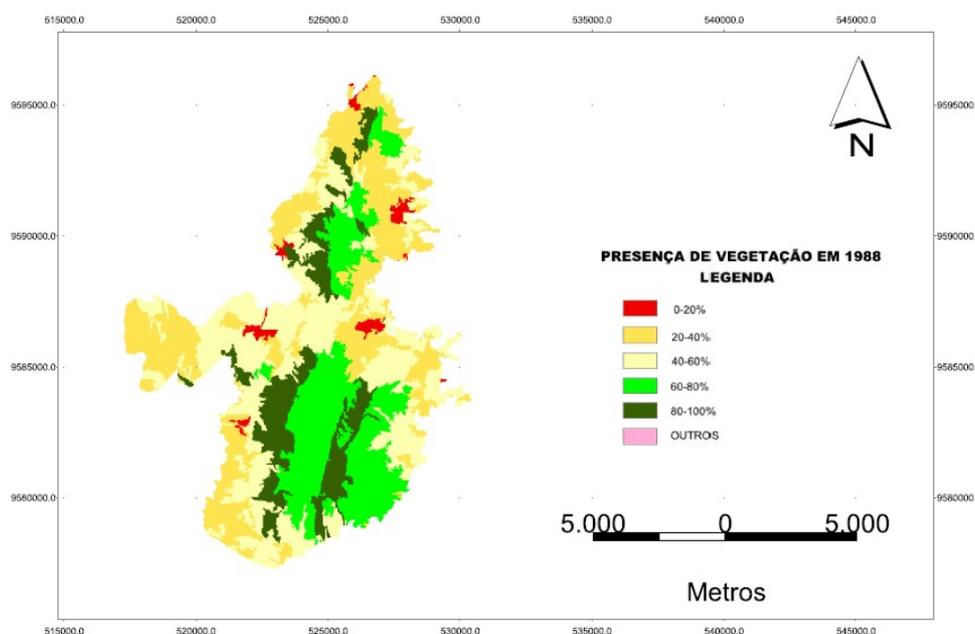


Figura 3. Imagem correspondente ao ano de 1988

Ao longo dos anos, principalmente devido à expansão da região metropolitana de Fortaleza e a proximidade com esta, a área do maciço passou a ser mais ocupada, principalmente por culturas como bananicultura, típica dos residuais cearenses. Apesar do ano referente à figura 4 ter poucas chuvas, a quadra chuvosa acabara de cessar, dando um aspecto mais florístico à imagem. Tornou-se intensa também a exploração de rochas, por meio de algumas pedreiras, principalmente a Pylo Pedreira. O turismo religioso também causou importantes transformações na paisagem da Serra Juá-Conceição-Camará, visto a construção de estradas de acesso a uma igreja *in loco* e a construção de casas.

A cor rosa é referente à outros tipos de presenças na imagem, como sombras de nuvens ou demais, que não foram reconhecidos.

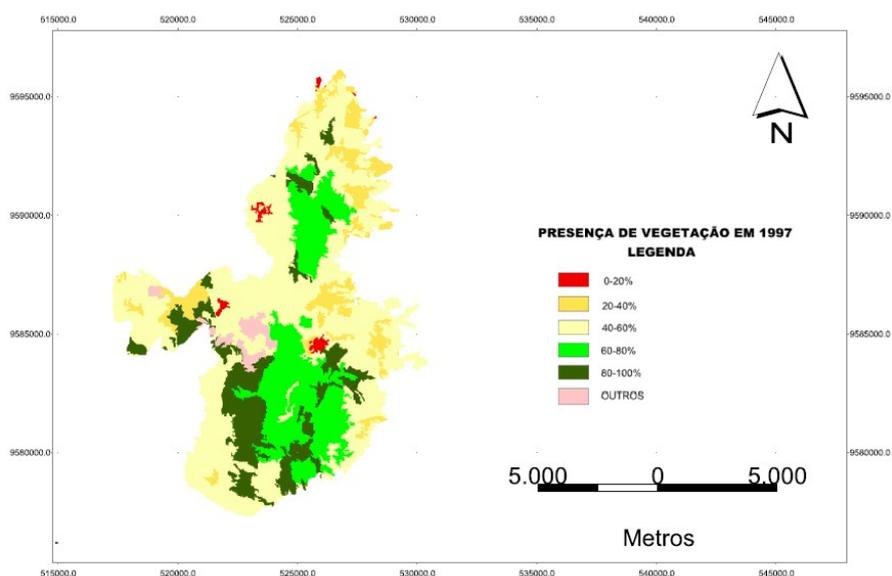


Figura 4. Imagem correspondente ao ano de 1997

Na figura 5, a presença de vegetação intensa limita-se aos topos de morro e às encostas. Mesmo nas áreas mais elevadas, a vegetação perdeu presença de maneira mais concisa. Neste ano, o regime de chuvas na região foi em torno da média e o mês é referente ao segundo semestre.

Em relação às demais, a imagem de 2008 é a que se pode verificar maior degradação. A intensidade de presença humana cresceu de forma importante, principalmente devido ao turismo religioso, agora, investido de maneira intensa pelo governo municipal. Estradas de acesso, intensidade na exploração de rochas e crescimento na agricultura são os principais fatores de degradação do brejo.

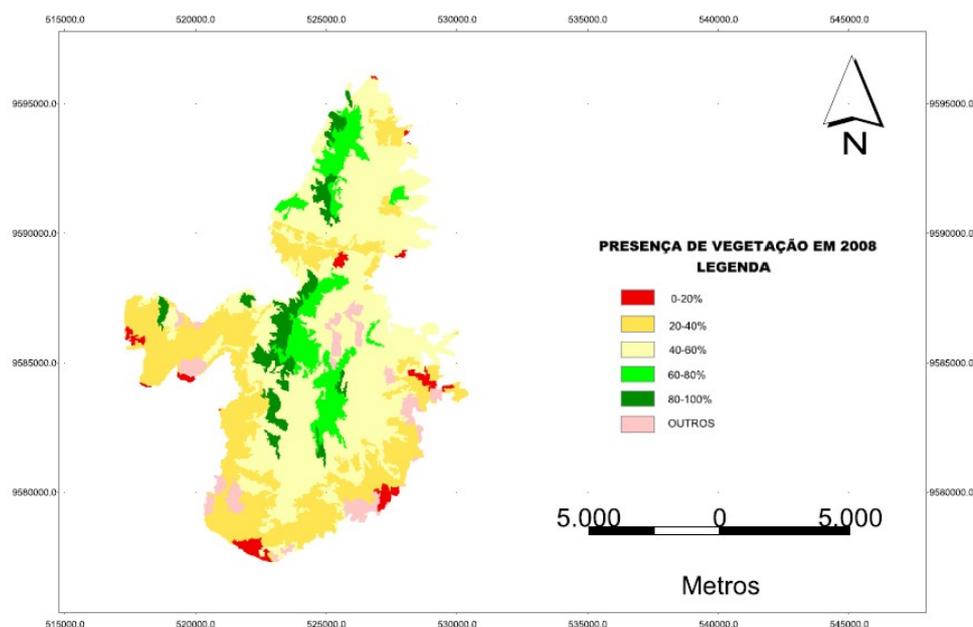


Figura 5. Imagem correspondente ao ano de 2008

#### 4. Conclusão

Conclui-se, dessa forma, que o uso do sensoriamento remoto na análise espacial dos brejos de altitude pode ser um grande auxílio na observação da cobertura vegetal dessas áreas, que subtende maior perda de umidade no ambiente, maior erosão e, conseqüente, acentuada vulnerabilidade.

Estima-se que este material possa subsidiar o desenvolvimento de futuros planejamentos ambientais para as áreas com características de brejos de altitude, atentando para o avanço de atividades destrutivas se não supervisionadas.

#### Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, à Deus por Seu constante olhar sobre nós. Ao Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO) pelo subsídio estrutural, com aulas práticas no uso dos *softwares*, e intelectual, através das professoras orientadoras que aqui constam. E aos amigos geógrafos, amantes desta ciência assim como nós, pelo apoio no presente estudo e que, com certeza, poderemos contar no maior desenvolvimento deste e de tantos futuramente.

#### Referências Bibliográficas

Andrade-Lima, D. 1982. **Present-day forest refuges in Northeastern Brazil**. Pp. 245-251, in: G.T. Prance (ed.). *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press, New York.

Bertrand, G. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra, São Paulo, n.13, p. 1-27, 1972.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Disponível em: <<http://www3.funceme.br/plone/monitoramento/DownloadChuvPublico.php>>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). SPRING, versão 4.3.3. Disponível em: <<http://www.inpe.br>> Acesso em: 10 out. 2010.

Köppen, W. 1936. **Das geographische System der Klimate**. Gebr, Borntraeger, 1-44.

Ministério do Meio Ambiente (1998). **Diretrizes Para A Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica**. Brasília – DF, 26p.

Souza, M. J. N ET al. **Diagnóstico e macrozoneamento ambiental do estado do Ceará**. Fortaleza: SEMACE, 1998.

Tanarelli, M. & Santos, A.M.M. 2004. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. Pp. 99-110. In: K.C. Pôrto; J.J.P. Cabral & M. Tabarelli (orgs.). **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, ecologia e conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.