

Geoprocessamento aplicado à análise temporal das áreas cultivadas do Município de Limoeiro do Norte-CE, frente ao fenômeno da seca.

ANA LIA CAETANO CASTELO BRANCO¹, ADRIANA CRUZ DE OLIVEIRA¹, MARCIO REGYS RABELO OLIVEIRA², EURILENY LUCAS DE ALMEIDA³, ADUNIAS DOS SANTOS TEIXEIRA⁴

¹Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (Campus do Pici) ²Mestrando em Engenharia Agrícola- Universidade Federal do Ceará (Campus do Pici) ³Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Bom Jesus da Lapa-BA ⁴Professor titular, Ph.D do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (Campus do Pici).

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: A estiagem tem contribuído, cada vez mais, na redução das áreas agrícola de diversos município, dentre eles o município de Limoeiro do Norte no Estado do Ceará que sofre impactos econômicos devido a deficiência hídrica dos perímetros irrigados. O objetivo deste trabalho foi utilizar geoprocessamento e sensoriamento remoto na análise e quantificação das áreas de produção agrícola do município de Limoeiro do Norte-CE, no período de cinco anos. Foram utilizadas imagens Landsat-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), do segundo semestre, no período de 2013 a 2017. Para a avaliação do uso e ocupação do solo, foi realizada a classificação supervisionada utilizando o método Minimum Distance e as classes estabelecidas na avaliação foram: solo exposto, caatinga, corpos hídricos, agricultura, nuvem e sombra. Dentre os resultados, pode-se observar que, no ano de 2013, as áreas de agricultura no município foram em torno de 10.000 hectares e em 2015 foram reduzidas para 6.724 hectares. Com isso, houve aumento das áreas de solo exposto e caatinga. Concluiu-se que o geoprocessamento e sensoriamento remoto foi promissor na avaliação de áreas afetadas pela seca, sendo possível entender a relação entre os valores de precipitação e a extensão de áreas agrícolas no município de Limoeiro do Norte.

PALAVRAS-CHAVE: estiagem, classificação de imagens, landsat8

Geoprocessing applied to temporal analysis of cultivated areas of the Municipality of Limoeiro do Norte-CE, in face of the drought phenomenon

ABSTRACT: Drought has contributed to the reduction of the agricultural areas of several municipalities, among them is Limoeiro do Norte in the State of Ceará that suffers economic impacts due to water deficiency in irrigated districts. The objective of this work was to use geoprocessing and remote sensing in the analysis and quantification of the agricultural production areas of the municipality of Limoeiro do Norte-CE, in the period of five years. Using images from Landsat-8/OLI (*Operational Land Imager*), in the second semester, in the period from 2013 to 2017. For the evaluation of land use and occupation, supervised classification was performed using the Minimum Distance method and the established classes in the evaluation were: exposed soil, caatinga, water bodies, agriculture, cloud and shade. Among the results, it can be observed that in the year of 2013, the agricultural areas in the municipality were around 10,000 hectares and in 2015 they were reduced to 6,724 hectares. Thus, there was an increase in the areas of exposed soil and caatinga. It was concluded that geoprocessing and remote sensing was promising in the evaluation of areas affected by drought, and it is possible to understand the relationship between precipitation values and the extension of agricultural areas in the municipality of Limoeiro do Norte.

KEYWORDS: drought, image classification, landsat8

INTRODUÇÃO

Fenômenos de estiagem sempre estiveram presentes ao longo da história do Nordeste brasileiro, desde o período da colonização, como relata Campos & Studart(2001) apud Souza (1979): “Houve uma grande seca e esterilidade na província (Pernambuco) e desceram do sertão, ocorrendo-se aos brancos cerca de quatro ou cinco mil índios”. Sendo esta problemática um dos principais fatores para o incremento dos graves efeitos econômicos e sociais provocados sobre a população.

A seca é definida para muitos como a ausência de chuvas, no entanto, para Mendes (1997), no semiárido nordestino existem dois tipos de seca: a estacional, que ocorre anualmente no período de julho a janeiro, e a periódica, que pode se apresentar como seca total, seca parcial ou seca verde e seca hidrológica.

O Ceará é uma das unidades federativas do Nordeste que tem significativamente sofrido com a problemática da seca, afetando diretamente a produção agrícola no estado. Isso por que da sua extensão territorial 92% estão situados no semiárido, estando excluídas apenas as zonas litorâneas e as serras úmidas, que compreendem cerca de 8,0% da área total.

Limoeiro do Norte é um dos municípios do estado que sofrerá o impacto econômico devido à redução nas suas áreas agrícolas com o agravante da deficiência hídrica dos perímetros irrigados, pois abrange um dentre os principais polos de fruticultura do estado.

Atualmente o geoprocessamento vem ganhando grande importância no monitoramento das paisagens, especialmente, em função dos avanços nas tecnologias espaciais que possibilitaram tanto a maior capacidade quanto a melhor qualidade na coleta de dados pelos sensores. Os produtos do Sensoriamento Remoto sobre a superfície terrestre em formato matricial sejam atuais ou temporais, fomentam sua difusão em vários ramos, tais como o monitoramento de processos da hidrosfera, no planejamento e na gestão urbana e ambiental, na cartografia, nos estudos florestais, na geologia e na agricultura (NOVO 2008).

As imagens de satélite e as técnicas de tratamento de dados sensoriamento remoto têm permitido o inventário e o monitoramento da paisagem, analisando a diversidade de respostas espectrais e texturais que representam as tipologias vegetais e as alterações de uso da terra decorrentes da ocupação humana no tempo.

A utilização de dados provenientes do sensoriamento remoto para o mapeamento e identificação de áreas agrícolas vem sendo realizada com maior frequência recentemente tendo potencial de determinar fatores como previsão de safras e/ou produtividade por meio de índice de vegetação e/ou classificação de imagens, por exemplo, (MOREIRA, 2011)

Considerando a importância da agricultura para o município de Limoeiro do Norte e que as técnicas do sensoriamento remoto aplicado às imagens de satélite tem possibilitado um monitoramento dos mais diversos cenários, este estudo almejou empregar as técnicas geoprocessamento para realizar uma classificação supervisionada do município de Limoeiro do Norte nos últimos cinco anos de seca do estado do Ceará, a fim de quantificar e comparar a variação das áreas de produção agrícola dos anos apresentados.

MATERIAL E MÉTODOS:

A área de estudo, o município de Limoeiro do Norte-CE encontra-se no semiárido com coordenadas geográficas 05° 06' 38" e 05° 11' 39" de latitude sul e ao oeste de Greenwich entre as paralelas 37° 52' 21" e 37° 56' 05" de longitude (IPLANCE, 2000). Os tipos de solos predominantes da região são Cambissolos e Latossólicos Eutróficos.

O relevo dominante é bastante regular, uniforme, plano, com altura aproximadamente de 100 m e de declividade muito suave. Essa área apresenta pluviosidade média anual de 550 a 940 mm e a temperatura média anual é de 23°C. A umidade relativa do ar chega a valores superiores a 84% no mês de abril e inferiores a 50% em setembro (CPMR, 1999).

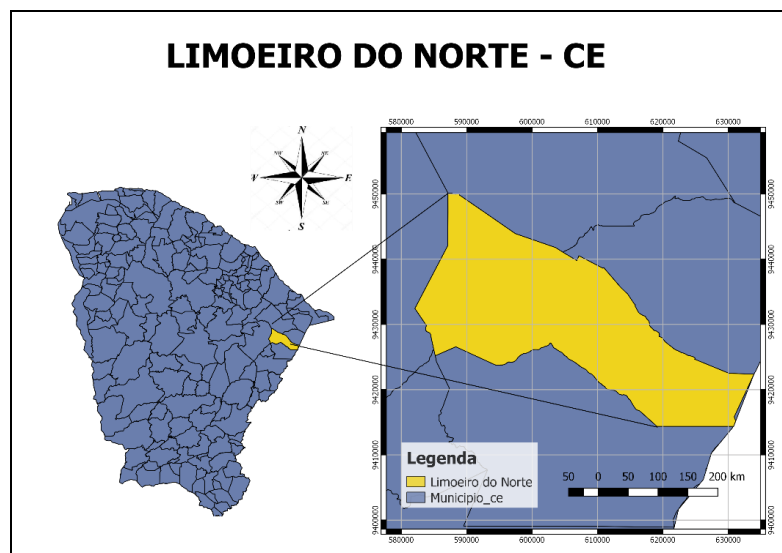


Figura 1. Localização do município de Limoeiro do Norte. Fonte: Autores.

A base de dados utilizada foi imagens do satélite Landsat-8 sensor OLI (*Operational Land Imager*) no segundo semestre de 2013 a 2017, baixadas do site do Serviço Geológico Americano (USGS), já submetidas à correção atmosférica, com resolução espacial de 30 m.

Foram empregados, durante o estudo, os seguintes critérios para a adoção das imagens: i) as imagens deveriam ser da época seca, devido a maior complexidade de interpretação das imagens de época úmida, pois de acordo com Kazmierczac (1997), a uniformização da cobertura vegetal na época chuvosa, dificulta a discriminação dos diferentes tipos cobertura do solo; e ii) possuir a menor presença possível de nuvens, adotado o critério de vinte por cento de nebulosidade.

Para o processamento das imagens foram utilizadas as bandas B2, B3, B4, B5, B6 e B7 dentre as onze bandas que compõem a imagem orbital deste sensor. Após a escolha das bandas foi realizado um processo de treinamento do algoritmo, a partir da seleção dos ROI's (*Regions of Interest*) deu-se a seleção dos *pixels* que representam as determinadas classes para posteriormente servirem de modelo para todos os demais *pixels* que compõem a imagem orbital.

Dentre os alvos estudados foram discriminadas seis classes bem definidas, sendo elas: i) *Agricultura*, que engloba as áreas utilizadas na atividade agrícola, sendo caracterizada por polígonos de lados bem definidos, em cores uniformes a cada extrato indicando suas fases fenológicas.; ii) *Água*: que são os reservatórios tais como açudes e lagoas, com tonalidades variadas conforme as águas apresentem maiores quantidades de sedimentos, contudo preserva a característica de baixa reflectância; iii) *Caatinga*, que engloba a caatinga, formação vegetal de porte variável, caducifólias, de caráter xerófilo, divididas em hipoxerófila e hiperxerófila; iv) *Solo Exposto*, que abrange as áreas onde não há cobertura vegetal devido às diversas atividades humanas, como áreas degradadas, estradas, aglomerados urbanos, jazidas, áreas de empréstimo, entre outros; v) *Nuvens*, que engloba as nuvens presentes na imagem, sendo caracterizados por figuras de formato irregular e de alta reflectância; e, vi) *Sombra*, que engloba as sombras das nuvens na imagem, facilmente identificadas, por apresentarem os mesmos contornos do elemento nuvem nas proximidades.

O algoritmo de classificação aconteceu pixel a pixel, em que o método utilizado foi o de *Mínima Distância* ou Distância Euclidiana, cuja metodologia se propõe a designar cada pixel a um *cluster* unicamente em função de sua maior proximidade com a média do valor dos *pixels* já agrupados.

O processo de vetorização foi realizado partir softwares ENVI 4.7, licenciado pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e QGIS 2.18.14 para a confecção dos mapas. Nesta perspectiva, compararam-se os dados das áreas de agricultura com os dados de pluviometria de Limoeiro do Norte para avaliar a influência da seca na quantidade de área sobre a paisagem do município, no que tange à produção agrícola como atividade econômica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos representativos das classificações obtidas de *Agricultura*, *Água*, *Nuvem*, *Solo exposto*, *Sombra* ou *Caatinga* estão representados na Figura 2. Os pontos amostrais foram tomados da própria imagem, a partir de interpretação visual orientada por especialistas na interpretação de imagens orbitais. O classificador de Mínima Distância foi o selecionado para a classificação por obter a melhor coerência nos modelos de representação das imagens, quando comparado aos métodos Máxima Verossimilhança e Paralelepípedo avaliados.

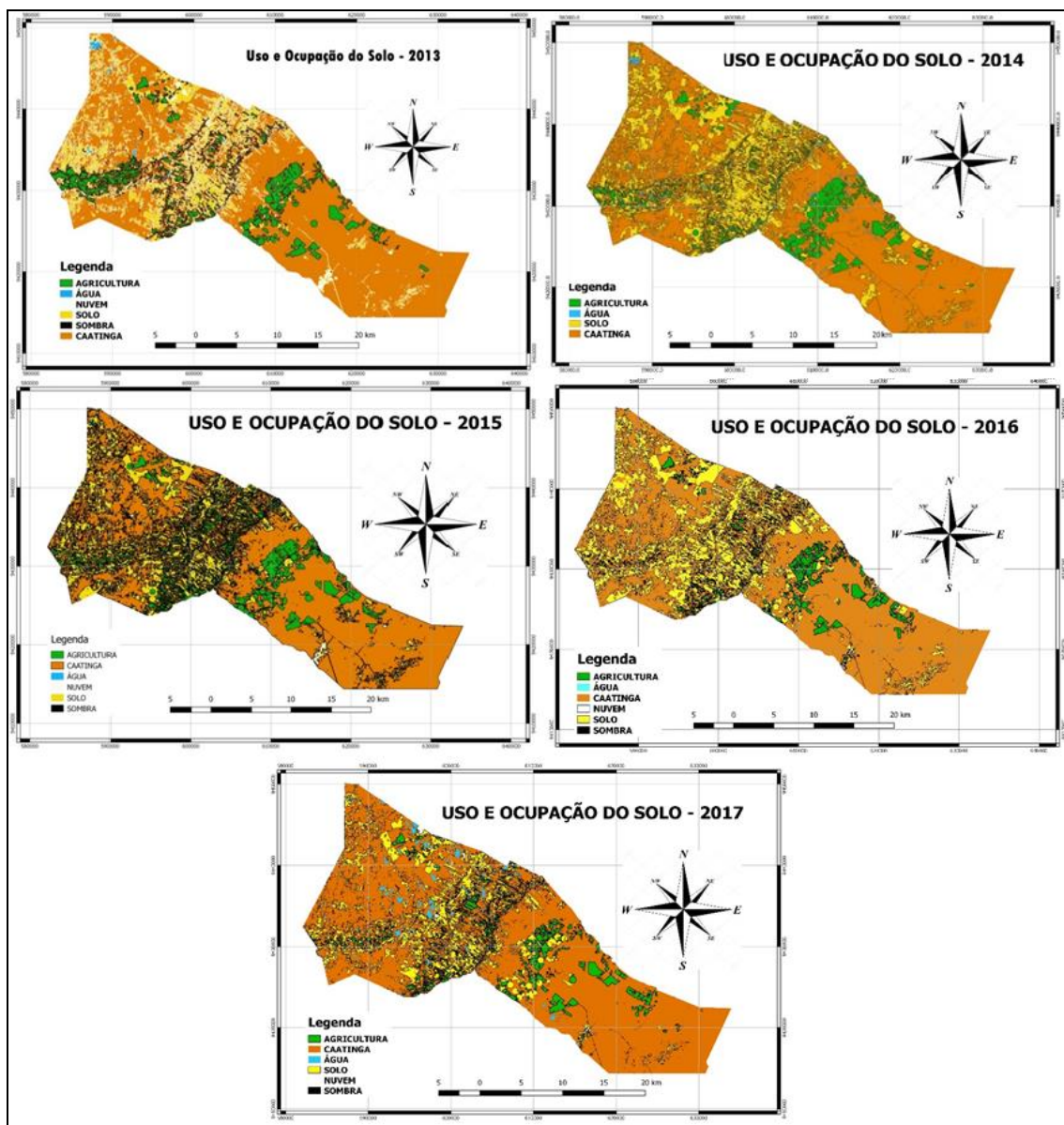


Figura 2. Mapas temáticos do uso e ocupação do solo de Limoeiro do Norte de 2013-2017.
Fonte: Autores.

Ao longo de cada ano puderam-se mapear porções de vegetação de coloração bastante nítidas em seus domínios, que destoavam a vegetação nativa e possuíam limites bem definidos alcançando pivôs centrais e polígonos retangulares. No entanto, com a instabilidade hídrica constatou-se um retrocesso gradual até o ano de 2016 para no ano seguinte dar início ao processo de expansão agrícola.

No ano de 2013 verificou-se a confusão realizada pelo algoritmo na classificação de pixels admitidos como *Água* (no leito do rio Jaguaribe que cruza o município) com a classe *Sombra*, em meio à predominância da vegetação nativa da *Caatinga* e de *Solo exposto*. No ano de 2014, não foram evidenciados elementos de *Nuvem* e foram contabilizados os menores números de pixels na classe *Água*. Em 2015 houve o maior erro na distribuição das classes submetidas ao algoritmo Minimum Distance, uma vez que a classe *Sombra* englobou elementos de solo exposto das margens do rio Jaguaribe.

Na sequência da série, foi demonstrada uma intensa redução nos elementos que constituíam a classe *Agricultura*, especialmente nas margens do rio Jaguaribe, onde o *Solo Exposto* destacou-se por atingir elevados níveis. No ano seguinte, verificou-se que a classe *Água* voltou a agrupar pixels mais intensamente que nos últimos anos, explicitando a formação de pequenos lagos e açudes. No entanto, o aspecto agrícola ainda sofria os efeitos da escassez, mas apresentava-se bem mais distribuído no espaço geográfico, predominante mente no centro do município e voltando a crescer nas margens do rio que o abastece. Tal resultado é relevante pois aponta para a independência de propriedades na manutenção de suas atividades quando possuem reservatórios internos ou poços profundos ainda que em áreas mais distantes dos perímetros irrigados.

Diante dos resultados do mapeamento da série histórica é notório que a configuração das paisagens manifestou considerável dinamicidade ao longo dos anos estudados, não somente em função dos elementos *Nuvem* e *Sombras*, mas majoritariamente pela heterogeneidade de sua cobertura superficial. Destacou-se comparativamente que a cada ano de estudo observado em que foi evidente o agravante do fator estiagem, houve, em concordância, a redução das áreas de agricultura e o incremento de *Solo Exposto* e da *Caatinga*.

Tal comportamento pode ser explicado a partir da consulta dos dados de pluviometria expressos (Figura 4) quando comparado ao das áreas agrícolas calculadas para o município de Limoeiro do Norte (Figura 3).

Observou-se que no ano de 2013 as áreas onde se desenvolviam atividade econômicas de exploração agrícola atingiam aproximadamente 10.000 hectares. Esta configuração espacial passa a demonstrar sua descontinuidade dois anos seguinte, quando seu valor passa a ser reduzido para 6.724,89 hectares em 2015, período no qual a escassez hídrica predominou em uma redução de mais de 200 mm na precipitação anual.

Como efeito, evidenciou-se ainda considerável redução no volume total de armazenado dos reservatórios da região, como por exemplo o Açude Orós que abastece o perímetro irrigado do referido município. Na iminência de crise hídrica, há naturalmente uma maior restrição da quantidade de água fornecidas aos produtores, embora a demanda hídrica pelas plantas não acompanhe este balanço. Nesta perspectiva, tal conjunção sugere a progressiva redução das áreas de produção rural em função da menor disponibilidade hídrica para aquela região.

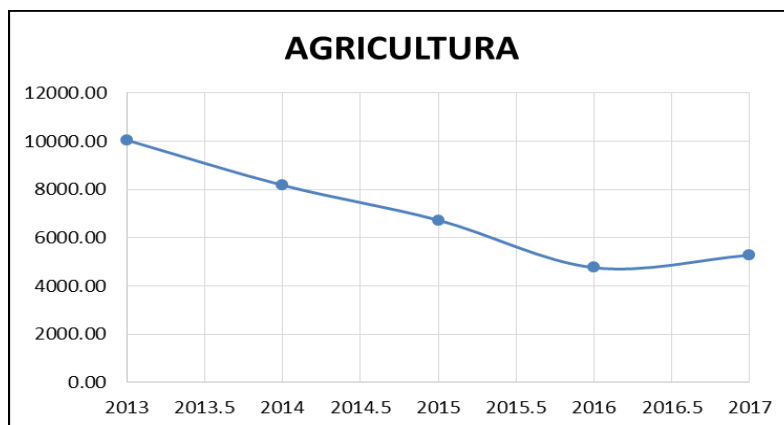


Figura 3. Comportamento temporal das áreas agrícolas de Limoeiro do Norte-CE. Fonte: Autores.

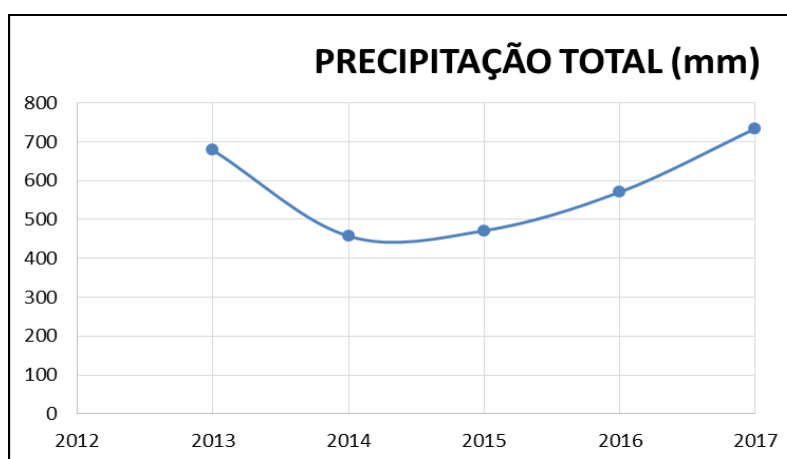


Figura 4. Precipitação observada anualmente no município de Limoeiro do Norte-CE. Fonte: Funceme (2017).

Apesar do tímido incremento pluviométrico ressaltado no intervalo de 2016 a 2017, foi observado nas áreas de agricultura um cenário de expansão de aproximadamente 520 hectares. No entanto, pôde-se inferir que não houveram aportes hídricos suficientes para elevar os níveis hídricos dos reservatórios locais, majoritariamente pequenos ou médios, que assegurassem um intervalo prolongado de abastecimento de água aos produtores. Neste âmbito, verificou-se que, em cinco anos de estiagem evidenciado em todo o estado de Ceará, houve uma redução de aproximadamente 52,5% no total de suas áreas de produção agrícola, apontando para a dependência das águas das chuvas para a continuidade da exploração desta atividade econômica ainda que sejam realizadas distribuições padronizadas ao longo dos perímetros.

CONCLUSÕES

A classificação supervisionada de imagens orbitais foi satisfatória, apesar de sua instabilidade do algoritmo utilizado, para o mapeamento da distribuição espacial das áreas agrícolas no município de Limoeiro do Norte-CE, através da concatenação dos dados provenientes do sensoriamento remoto e conhecimento prévio da área e dos elementos constituintes. Posteriormente, pela quantificação das classes, concluiu-se que a precipitação local foi um dos fatores-chave para se evidenciar processos de expansão e retrocesso nas porções de áreas agrícolas no referido município, especialmente para aquelas pequenas propriedades com menor segurança hídrica.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela contribuição financeira, À Universidade Federal do Ceará (UFC) pelo ensino dedicado e ao Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola pela oportunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

CAMPOS, J.N.B e STUDART, T.M.C. Secas no Nordeste do Brasil: Origens, Causas e Soluções. 2001. Disponível em: < http://www.deha.ufc.br/ticiania/Arquivos/Publicacoes/Congressos/2001/SECAS_NO_NORDESTE_DO_BRASIL_08_de_junho_def.pdf > Acesso em: 23 set. 2017.

CPMR. Serviço Geológico do Brasil. Atlas dos recursos hídricos subterrâneos do Ceará. Fortaleza, Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará, 1999.

KAZMIERCZAK, M. L., Desenvolvimento de um algoritmo para modelar a susceptibilidade de desertificação no Nordeste do Brasil: algoritmo ISD[NEB]. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9. Santos, SP. Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos: INPE, 1998, p. 133-143

IPLANCE. Perfil básico Municipal: Limoeiro do Norte. Fortaleza: Edições IPLANCE, 2000.

MENDES, B. V. Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do semiárido. Fortaleza: SEMACE, 1997.

MOREIRA, M. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação* (Vol. 4ª Ed.). Viçosa: Editora UFV, 2011.

NOVO, E. M. L. de Moraes. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. 3ed. São Paulo: Blucher, 2008.